

## **Karakteristik Biodiesel dari Campuran Bahan Bakar Dexlite dan Minyak Jelantah Tanpa Perlakuan pada Mesin Diesel**

### **Biodiesel Characteristics from Dexlite Fuel Blends with Untreated Waste Cooking Oil in a Diesel Engine**

**Bayu A Saputro<sup>1)\*</sup>, Abdurrahman<sup>1)</sup>**

<sup>1</sup>*Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang, Semarang - Indonesia*

*\*Email: [ajisaputro938@students.unnes.ac.id](mailto:ajisaputro938@students.unnes.ac.id)*

#### **Abstrak**

Minyak Jelantah (*Waste Cooking Oil*) memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan menjadi campuran bahan bakar diesel. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik dan pengaruh minyak jelantah tanpa perlakuan sebagai alternatif campuran bahan bakar pada mesin diesel. Minyak jelantah dicampur dengan dexlite pada persentase B0 (100% Dexlite), B25 (25% Minyak Jelantah + 75% Dexlite) dan B50 (50% Minyak Jelantah + 50% Dexlite). Sebelum minyak jelantah dicampurkan dilakukan analisa bilangan asam dengan menggunakan metode titrasi mendapatkan hasil rata-rata 0,87 mg/mL, sehingga dimungkinkan minyak jelantah untuk dicampurkan dengan bahan bakar diesel. Kemudian dilakukan analisa sifat fisik dan sifat kimia bahan bakar campuran mendapatkan hasil mendekati sifat bahan bakar diesel. Pengujian performa mesin berupa torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) mendapatkan hasil bahan bakar B25 memiliki nilai torsi mendekati B0, selisih rata-rata torsi yang dihasilkan sebesar -0,01% pada tiap variasi putaran mesin. Sedangkan pada bahan bakar B50 memiliki selisih rata-rata torsi sebesar -2,38% dengan bahan bakar B0 pada tiap variasi putaran mesin. Daya yang dihasilkan oleh bahan bakar B25 menghasilkan nilai mendekati bahan bakar B0, selisih nilai rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 0,35% pada tiap variasi putaran mesin. Sedangkan pada bahan bakar B50 memiliki selisih rata-rata torsi sebesar -2,13%. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) yang dihasilkan bahan bakar B25 dan B50 memiliki nilai lebih tinggi masing-masing sebesar 18,11% dan 13,76%. Dari sifat dan hasil pengujian performa mesin menunjukkan bahwa campuran bahan bakar minyak jelantah B25 dan B50 dapat digunakan tanpa melakukan modifikasi apapun pada mesin diesel.

**Kata Kunci:** Minyak Jelantah, Biodiesel, Mesin Diesel

#### **Abstract**

*Waste Cooking Oil (WCO) has the potential to be used as a diesel fuel mixture. This study aims to analyze the characteristics and effects of untreated waste cooking oil as an alternative fuel mixture for diesel engines. Waste cooking oil was mixed with dexlite at the percentages of B0 (100% Dexlite), B25 (25% WCO + 75% Dexlite) and B50 (50% WCO + 50% Dexlite). Before the waste cooking oil was mixed, the acid number analysis was carried out using the titration method and get an average result of 0.87 mg/mL, so that it was possible for waste cooking oil to be mixed with diesel fuel. Then the analysis of the physical and chemical properties of the mixed fuels is carried out to obtain results that are close to the properties of diesel fuel. Testing engine performance in the form of torque, power, and specific fuel consumption (sfc) results in B25 fuel having a torque value close to B0, the difference in the average torque produced is -0.01% for each variation of engine speed. While the B50 fuel has an average torque difference of -2.38% with B0 fuel at each variation of engine speed. The power produced by B25 fuel produces a value close to B0 fuel, the difference in the average value of the power generated is 0.35% for each variation of engine speed. While the B50 fuel has an average torque difference of -2.13%. Meanwhile, the specific fuel consumption (sfc) produced by B25 and B50 fuels has a higher value of 18.11% and 13.76%, respectively. From the properties and results of engine performance testing, it shows that the fuel mixture B25 and B50 can be used without making any modifications to the diesel engine.*

**Keywords:** Waste Cooking Oil, Biodiesel, Diesel Engine

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data BPH Migas sejak tahun 2017 realisasi penyaluran minyak solar cenderung naik dengan pertumbuhan 6% per tahun dengan rata – rata konsumsi bahan bakar solar dari tahun 2016 – 2018 sebesar 14,6 Juta kL per tahun. (Asa, 2020). Konsumsi bahan bakar solar yang terus meningkat merupakan suatu permasalahan yang perlu diantisipasi. Solar merupakan bahan bakar yang diolah dari fosil yang tidak dapat diperbaharui, jika konsumsi bahan bakar solar tidak dikendalikan, maka ketersediaannya akan semakin berkurang dan kemungkinan habis pada tahun 2053 (Saputro, dkk., 2021).

Diperlukan adanya pengurangan penggunaan bahan bakar solar untuk dapat mengatasi persoalan kelangkaan bahan bakar fosil yang semakin meningkat. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi persoalan tersebut yaitu dengan menggunakan energi alternatif yang ramah lingkungan seperti penggunaan biodiesel sebagai bahan tambahan atau bahan bakar pengganti solar (Haryono dan Witjonarko, 2017).

Biodiesel merupakan bahan bakar terbarukan yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar diesel dengan cara menggabungkan secara kimia minyak alami atau lemak dengan alkohol (Sheehan, dkk., 1998). Penggunaan biodiesel sangat diperlukan untuk dapat mengurangi tingkat penggunaan bahan bakar solar. Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor 41 tahun 2019 yang menyebutkan bahwa pemenuhan bahan bakar biodiesel dilakukan dengan cara mencampur bahan bakar minyak tertentu dengan bahan bakar minyak umum. Penggunaan biodiesel sangat bagus untuk campuran bahan bakar solar untuk meningkatkan angka setana dalam pembuatan minyak solar yang berkualitas tinggi dan ramah lingkungan (Setyadi dan Wibowo, 2015). Beberapa bahan baku yang berpotensi digunakan sebagai campuran bahan bakar diesel di Indonesia diantaranya minyak jelantah, kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, karet dan alga (Kuncahyo, dkk., 2013).

Minyak Jelantah memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar solar. Menurut kajian yang dilakukan oleh Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (TNP2K) dan *Traction* Energi Asia tentang potensi minyak jelantah untuk biodiesel dan penurunan kemiskinan di Indonesia (2020) menemukan bahwa minyak jelantah yang berhasil dikumpulkan di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 3 juta Kilo Liter tetapi dari jumlah tersebut yang diolah menjadi biodiesel hanya 570 Kilo Liter (Humas EBTKE, 2020). Hal tersebut menggambarkan bahwa potensi minyak jelantah yang ada di Indonesia sangatlah besar.

Kandungan minyak jelantah berupa air dan aklorelin, aklorelin terbentuk dari proses hidrasi gliserol dan membentuk aldehida tak jenuh.

Aklorelin terbentuk dari rantai karbon, hidrogen, dan oksigen, sehingga minyak jelantah bisa diolah menjadi biodiesel (Afriyani, 2014). Biodiesel Minyak Jelantah Memiliki Keunggulan diantaranya: memiliki nilai kalor yang relatif tinggi, kondisinya masih dalam fase cair sehingga pengaturan pembakaran lebih mudah, tidak gampang meledak dan mudah dalam penyimpanan (Hutomo dan Sri, 2013).

Selama ini penggunaan minyak jelantah sebagai campuran biodiesel harus melalui 2 tahap reaksi yaitu: (1) esterifikasi antara asam lemak dengan alkohol agar menjadi ester menggunakan katalis asam, (2) transesterifikasi dengan katalis NaOH (katalis Basa) (Mahreni dan Tutik, 2010). Esterifikasi merupakan reaksi pembentukan etil ester dengan melakukan reaksi sintesis secara langsung antara asam karboksilat dengan alkohol. Katalis yang digunakan pada reaksi esterifikasi yaitu katalis asam. Reaksi transesterifikasi yaitu proses reaksi pemecahan senyawa trigliserida pada *Free Fatty Acid* (FFA) minyak nabati maupun hewani dengan menggunakan katalis basa dimana salah satu pereaksinya merupakan senyawa ester (Aziz, dkk., 2011). Reaksi transesterifikasi menghasilkan produk berupa asam lemak metil ester (biodiesel) dan gliserol. Proses transesterifikasi memerlukan minyak dengan kandungan nilai FFA <2%, kandungan FFA yang tinggi menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan antara katalis dengan FFA (Aziz, dkk., 2011). Proses tersebut memerlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal, sehingga harga biodiesel yang dihasilkan relatif lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar diesel lain.

Pembuatan biodiesel dari campuran minyak jelantah tanpa perlakuan dengan bahan bakar diesel dapat dilakukan dengan cara *blending* secara langsung. Pencampuran minyak jelantah tanpa perlakuan merupakan teknik yang efektif untuk menurunkan viskositas dari biodiesel (Ali, dkk. 2015). Minyak Jelantah memiliki kandungan nilai asam (FFA) yang tinggi, maka sebelum minyak jelantah dicampurkan dengan bahan bakar diesel perlu dilakukan uji kandungan nilai asam (FFA), nilai asam yang tinggi (diatas 2%) menyebabkan biodiesel mempunyai sifat korosif yang dapat menyumbat injektor (Sari dan Kembaren, 2019). Minyak jelantah kemudian di *blending* dengan bahan bakar diesel pada konsentersasi B0 (100% Dexlite), B25 (25% Minyak Jelantah + 75% Dexlite) dan B50 (50% Minyak Jelantah + 50% Dexlite). Kemudian dilakukan analisa kandungan biodiesel seperti nilai kalor, densitas, dan viskositas serta dilakukan pengujian performa mesin untuk mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap. Mulai dari perisapan alat dan bahan, uji

kandungan minyak jelantah, proses pencampuran (*blending*) minyak jelantah dengan dexlite, uji properties hasil campuran bahan bakar dan uji performa mesin untuk mengetahui hasil daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan. Pada penelitian ini persentase campuran minyak jelantah dan dexlite yang digunakan yaitu B0 (100% Dexlite), B25 (25% Minyak Jelantah + 75% Dexlite) dan B50 (50% Minyak Jelantah + 50% Dexlite), pengujian performa mesin dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada tiap variasi bahan bakar dan putaran mesin kemudian hasil yang didapatkan dilakukan analisa.

## 2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan alat berupa saringan 400 mesh, gelas ukur, funnel, bejana, kompor, botol penyimpanan, *mixer*, *dynamometer*, buret, *thermometer* dan *toolset*. Bahan yang digunakan yaitu minyak goreng jelantah yang didapatkan dari pedagang ayam goreng di sekitar kampus Universitas Negeri Semarang dan Dexlite yang didapatkan di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) terdekat. Objek yang digunakan yaitu kendaraan mobil Panther tipe C223 dengan 4 silinder. Spesifikasi objek yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Objek Penelitian

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tipe Mesin	: C223 T Empat Silinder empat langkah
2.	Ruang Bakar	: Swirl Chamber Type (tak langsung)
3.	Diameter x Langkah	: 88 x 92
4.	Isi Silinder (CC)	: 2238
5.	Perbandingan Kompresi	: 21 : 1
6.	Putaran Stasioner (Rpm)	: 725 – 775 rpm
7.	Tekanan Kompresi (kg/cm <sup>3</sup> )	: 31 pada 200 rpm
8.	Tipe pompa bahan bakar	: Model Bosch distributor VE
9.	Tipe Governor	: Mekanik/Sentrifugal
10.	Tipe Nozzle	: Throttle Type
11.	Tekanan Nozzle	: 18

## 2.2. Pengujian Kandungan Minyak Jelantah

Pengujian kandungan minyak jelantah meliputi densitas dan bilangan asam yang dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika IPA, Universitas Negeri Semarang.

### Penetapan asam lemak bebas minyak jelantah

Pengujian asam lemak bebas minyak jelantah dilakukan dengan menggunakan labu erlenmeyer kapasitas 250ml. Sampel minyak jelantah diukur sebesar  $28,2 \pm 0,2$  g kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer. Kemudian sampel minyak jelantah dilarutkan dengan 50 ml alkohol netral 95% dan 2 ml fenolftalein (PP) sebagai indikator lalu segera dititrasi dengan menggunakan 0,100 N NaOH hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda, kemudian dicatat volume nya serta dilakukan perhitungan kadar angka asam lemak bebas dengan menggunakan persamaan 1.

% asam lemak bebas =

$$\frac{V \text{ NaOH (ml)} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM As.Lemak}}{\text{bobot sampel}} \times 100\% \quad (1)$$

### Bilangan Asam

Bilangan asam didapatkan dari jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan 1 gram sampel (minyak jelantah). Bilangan asam dihitung dari nilai % asam lemak bebas (ALB) menggunakan persamaan 2.

$$\text{Bilangan asam} = \% \text{ALB} \times \frac{\text{BM KOH}}{\text{BM Asam Lemak}/10} \quad (2)$$

### Penetapan densitas minyak jelantah

Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer. Sebelum digunakan, piknometer dibersihkan dengan menggunakan aquadest sebanyak 3 kali dan dengan menggunakan alkohol sekali. Kemudian piknometer dikeringkan di dalam oven dengan suhu 80 °C selama 15 menit, setelah itu piknometer dimasukan ke dalam desikator selama 10 menit hingga piknometer mencapai suhu ruangan, lalu piknometer ditimbang sehingga diketahui massa tetap ( $W_1$ ). Setelah mengetahui massa tetapnya kemudian isi piknometer dengan larutan sampel (minyak jelantah) dengan volume ( $v$ ) yang telah ditentukan sehingga diketahui massa tetap ( $W_2$ ), lalu lakukan perhitungan densitas ( $\rho$ ) dengan menggunakan persamaan 3.

$$\rho = \frac{(W_2 - W_1)}{v} \quad (3)$$

## 2.3. Proses Pencampuran (*blending*)

1. Siapkan minyak jelantah yang telah di endapkan.
2. Saring minyak jelantah dengan menggunakan saringan 400 mesh untuk memisahkan kotoran pada minyak jelantah.
3. Buat campuran (*blending*) biodiesel dengan mengukur volume campuran bahan bakar

minyak jelantah dan dexlite dengan menggunakan gelas ukur pada volume tetap 4000 ml. Komposisi bahan bakar dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi campuran bahan bakar

No	Variasi	Volume Dexlite	Volume Minyak Jelantah
1	B0 (Dexlite)	4000 ml	0 ml
2.	B25 (Biodiesel 25%)	3000 ml	1000 ml
3.	B50 (Biodiesel 50%)	2000 ml	2000 ml
<b>Total</b>		9000 ml	3000 ml

- Masukkan minyak jelantah sesuai volume yang telah di tentukan sesuai tabel 2 ke dalam wadah kemudian panaskan selama 5 menit hingga kadar air dalam minyak jelantah dapat berkurang. Menurut Standar Nasional Indonesia Nomor 04-7182-2006 kadar air maksimal bahan bakar yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,05%.
- Kemudian masukkan dexlite ke dalam wadah tersebut sesuai dengan volume yang telah ditentukan.
- Aduk campuran minyak jelantah dan dexlite dengan kecepatan 20.000 rpm selama 10 menit dengan menggunakan hand mixer hingga campuran bahan bakar dapat tercampur secara homogen.
- Diamkan hasil campuran minyak jelantah dan dexlite hingga suhu bahan bakar turun mendekati suhu ruangan.
- Pindahkan hasil campuran bahan bakar ke dalam botol penyimpanan.

#### 2.4. Pengujian kandungan hasil campuran bahan bakar minyak jelantah dengan dexlite

Pengujian densitas dan viskositas bahan bakar dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Organik Fakultas Matematika IPA, Univeristas Negeri Semarang sedangkan uji nilai kalor dilakukan di Laboratorium IPA Terpadu Fakultas Matematika IPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

#### Penetapan densitas hasil campuran bahan bakar

Pengujian densitas dilakukan menggunakan piknometer dengan metode seperti yang telah dilakukan pada pengujian densitas minyak jelantah..

#### Penetapan viskositas hasil campuran bahan bakar

Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan *viscometer NDJ-5S*. Sebelum digunakan alat dibersihkan dengan *aquades*, kemudian dikeringkan. Setelah itu alat dinyalakan dan sampel ditempatkan pada tempat pengujian kemudian dilakukan pengukuran. Hasil pengukuran viskositas NDJ-5S berupa nilai viskositas dinamis dibaca pada papan digital dengan satuan mPa.s. setelah hasil viskositas dinamis didapatkan kemudian dilakukan perhitungan viskositas kinematik dengan cara membagi viskositas dinamis ( $\mu$ ) dengan densitas ( $\sigma$ ) dengan menggunakan persamaan 4.

$$V = \mu/\sigma \quad (4)$$

#### Penetapan nilai kalor hasil campuran bahan bakar

Pengujian nilai kalor bahan bakar campuran dilakukan dengan menggunakan bom kalorimeter dilakukan di Laboratorium MIPA Terpadu Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Prosedur pengujian dilakukan dengan cara:

- Bersihkan tabung Bom Kalorimeter dengan menggunakan *aquades*, kemudian keringkan.
- Timbang bahan bakar sampel dengan ukuran 1 gram kemudian masukkan pada *combustion capsule*.
- Pasang kawat pada tangkai penyalu yang terpasang pada *bomb head support stand*.
- Tempatkan sampel bahan bakar yang telah ditimbang bersama dengan kawat pada *oxygen bomb*.
- Pasang ring-O pada *oxygen bomb* dan tutup dengan rapat dan kuat.
- Isi *oxygen bomb* dengan oksigen yang bertekanan 30 bar.
- Kemudian masukkan *oxygen bomb* ke dalam *oval bucket* yang telah diisi oleh air pendingin sebanyak 1250 mL.
- Kemudian masukkan oval bucket ke dalam *adiabatic calorimeter* dan tutup dengan rapat.
- Posisikan switch bomb kalorimeter ke posisi on, lalu hidupkan pengaduk air pendingin hingga suhu air di *oval bucket* sama dengan suhu di *water jacket*. Kemudian catat suhu air pendingin.
- Kemudian bakar bahan bakar sampel dengan cara menyalakan kawat penyalu.
- Aduk air pendingin selama proses penyalan berlangsung dan catat suhu maksimal yang terjadi pada air pendingin.

12. Matikan pengaduk, lalu *bomb* dikeluarkan dan ukur panjang kawat yang tersisa pada *bomb head support stand*.
13. Kemudian siapkan kembali untuk pengujian selanjutnya.

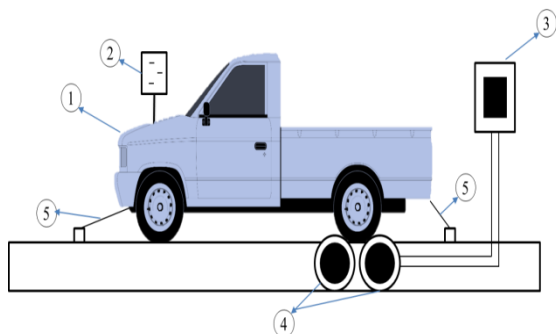
Nilai kalor bahan didapatkan dari persamaan 5.

$$\text{Nilai kalor} = \frac{(EE \times \Delta T) - (Acid) - (Pulse)}{m} \quad (5)$$

Dimana (EE) merupakan Standar benzoit dengan nilai 2487.780 Cal/gram, *Acid* adalah sisa abu yang terbakar dengan nilai 10 Cal/gram, *Pulse* adalah panjang kawat terbakar dengan nilai 1 Cal/gram/cm dan (M) adalah massa bahan dalam satuan gram (g).

## 2.5. Pengujian Performa Mesin

Pengujian performa mesin (daya dan torsi) dilakukan dengan variasi putaran mesin 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, 3600, dan 4000 RPM sedangkan untuk pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pada tiga sampel variasi putaran mesin yang mewakili putaran rendah pada 1600 RPM, putaran sedang pada 2400 RPM, dan putaran tinggi pada 3200 RPM, dengan skema pengujian sebagai berikut:



**Gambar 1.** Skema pengujian performa mesin

Kendaraan (1) ditempatkan sesuai gambar dengan roda penggerak belakang diletakkan diatas *roller* (4) *dynamometer* dengan menggunakan sabuk pengaman (5) dan tangki bahan bakar campuran (2) disisi dekat dengan pompa bahan bakar kemudian hasil uji *dyno test* ditampilkan pada *controller* (3).

## Torsi

Torsi adalah besaran turunan yang digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda berputar pada porosnya (Basyirun dan Karnowo, 2008:23). Torsi (T) dapat dihitung dengan mengalikan antara beban (w) yang diterima oleh roda dengan jarak pembebanan dari pusat perputaran roda (b), seperti pada persamaan 6.

$$T = w.b \text{ (Nm)} \quad (6)$$

## Daya

Samlawi (2018:4) Menjelaskan bahwa daya merupakan besarnya usaha yang dilakukan dalam tiap satuan waktu. Daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder atau biasa disebut dengan daya indikator (Sunyoto, 2008). Arismunandar dan Tsuda (2002) menjelaskan bahwa daya indikator merupakan daya yang dihasilkan didalam mesin dan efisiensi mekanis merupakan daya poros dibagi oleh daya indikator. Sedangkan selisih antara daya indikator dan daya poros disebut kerugian mekanis. Daya indikator dijelaskan pada persamaan 7.

$$Bi = (W_{\text{nett}} \cdot N) / n \quad (7)$$

Dimana (W) merupakan kerja netto dikali (N) yang merupakan putaran mesin (Putaran/detik) dibagi dengan jumlah putaran satu siklus, empat langkah (n), menghasilkan (Bi) daya indikator (HP), dimana nilai 1 KW = 1,341 HP.

Sedangkan Daya Poros berlaku persamaan 8.

$$Bp = (2 \cdot \pi \cdot N \cdot T) / 6000 \quad (8)$$

Dimana Daya Poros (Bp) merupakan hasil kali dari putaran mesin (N) dengan torsi (T) dibagi dengan RPM maksimal mesin (6000).

## Laju massa bahan bakar

Laju massa bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan stopwatch sehingga diketahui waktu yang diperlukan untuk pemakaian bahan bakar dalam jumlah tertentu. Laju massa bahan bakar dapat dihitung dengan persamaan 9.

$$Mf = \frac{V}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot P \quad (9)$$

Dimana (Mf) laju aliran massa bahan bakar (kg/s) dihasilkan dari pembagian waktu (t) yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar pada volume (V) tertentu dikali dengan konstanta 3600/1000 dan dikali dengan massa jenis (densitas) bahan bakar (P).

Hasil perhitungan laju massa bahan bakar ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan laju massa bahan bakar

No	Putaran			
	Mesin (RPM)	B0	B25	B50
1	1600	0,9714	1,0238	1,1464
3	2400	1,5692	2,1600	1,7244
5	3200	2,6609	3,2223	3,3097

Kemudian dari hasil perhitungan laju massa bahan bakar dapat dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik yang dibutuhkan mesin. Konsumsi bahan bakar spesifik menunjukkan berapa banyak bahan bakar yang dibutuhkan untuk

menghasilkan daya sebesar 1 kW selama 1 jam, konsumsi bahan bakar spesifik dapat dihitung dengan persamaan 10.

$$Sfc = \frac{mf}{Bp} \quad (10)$$

Dimana (*Sfc*) Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/HP.jam) merupakan hasil dari (*Mf*) laju massa bahan bakar (kg/s) dibagi dengan (*Bp*) daya (kW).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama penelitian berlangsung, dilakukan pengamatan pengaruh variasi campuran minyak jelantah terhadap performa mesin berupa torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Perubahan terhadap performa mesin dipengaruhi oleh beberapa faktor yang akan dijelaskan pada sub bab sebagai berikut.

#### 3.1. Karakteristik Minyak Jelantah

Tabel 4 adalah hasil pengujian karakteristik minyak jelantah.

Tabel 4. Karakteristik Minyak Jelantah

Nama Sampel	Kode	Densitas (g/mL)	Bilangan Asam
Minyak Jelantah	P1	0,96	0,88
Minyak Jelantah	P2	0,96	0,86
Minyak Jelantah	P3	0,96	0,87
Rata – rata		0,96	0,87

Semakin lama minyak goreng digunakan akan terjadi reaksi oksidasi yang membuat semakin meningkatnya kandungan asam (FFA), komponen polar dan asam konjugasi dinoat (Hunah dan Nurlala, 2020). Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa minyak jelantah dapat dicampur dengan bahan bakar solar karena bilangan asam dalam kandungan minyak jelantah kurang dari 2%. Bilangan Asam yang tinggi (diatas 2%) menyebabkan biodiesel mempunyai sifat korosif yang dapat menyumbat injektor (Sari dan Kembaren, 2019).

#### 3.2. Karakteristik bahan bakar campuran

Tabel 5. Karakteristik campuran bahan bakar

No	Jenis Pengujian	B0	B25	B50
1	Densitas (g/mL)	0,85	0,91	0,93
2	Viskositas (cSt)	2,5	6,82	7,44
3	Nilai Kalor (kJ)	47.05	37.73	37.763

Tabel 5 diatas merupakan hasil pengujian karakteristik bahan bakar campuran minyak jelantah dengan dexlite.

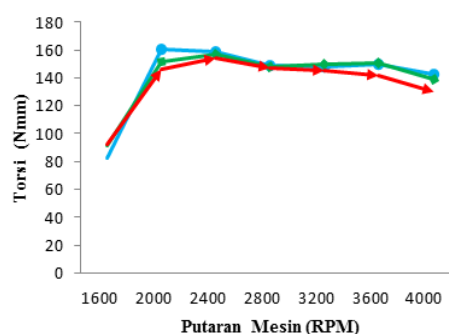
Penambahan minyak jelantah pada bahan bakar menunjukkan perubahan berupa penurunan nilai kalor pembakaran. Penurunan kalor ini disebabkan oleh nilai kalor awal minyak jelantah yang rendah yaitu sebesar 38.481 kJ (Reynold, dkk., 1994). Biodiesel memiliki nilai kalor yang lebih rendah dari solar karena memiliki kandungan oksigen yang tinggi (Mobarak, dkk., 2014).

Penambahan minyak jelantah pada bahan bakar menunjukkan perubahan berupa penambahan nilai densitas bahan bakar. Penambahan nilai densitas disebabkan oleh nilai awal densitas minyak jelantah sebesar 0,959 g/mL (Hanafie, dkk., 2017). Berat campuran molekul pada biodiesel menyebabkan naiknya densitas bahan bakar (Mobarak, dkk., 2014).

Secara umum minyak jelantah memiliki viskositas sekitar 7 s.d. 30 mPas atau 7 s.d. 30 cSt (Hambali, 2006). Viskositas minyak jelantah yang tinggi mengakibatkan biodiesel campuran dexlite dan minyak jelantah juga memiliki viskositas yang tinggi.

#### 3.3. Pengaruh variasi campuran bahan bakar terhadap Torsi Mesin

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Hasil perhitungan torsi pada bahan bakar B0, B25 dan B50 di tiap putaran 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, 3600, dan 4000 RPM ditunjukkan pada gambar 2.



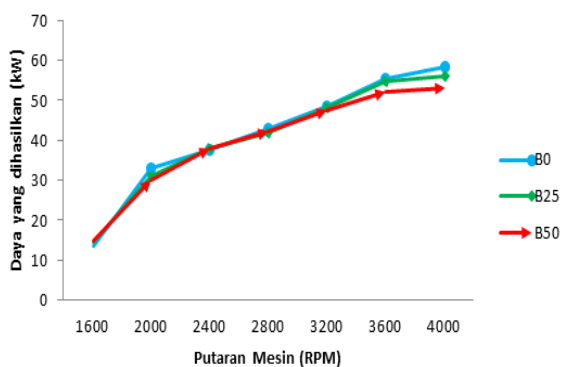
Gambar 2. Grafik hasil pengujian torsi mesin

Gambar 2 merupakan hasil pengujian torsi mesin untuk tiap variasi bahan bakar pada berbagai kecepatan mesin. Dapat diketahui bahwa torsi dari semua jenis bahan bakar mengalami kenaikan hingga putaran 2400 RPM dan cenderung mengalami penurunan setelah putaran mesin melewati 2400 RPM. Penurunan torsi disebabkan beban pengereman yang diberikan semakin berkurang, sehingga kecepatan semakin meningkat (Setyadi, 2008). Torsi tertinggi pada bahan bakar B0 didapatkan pada putaran 2000 RPM sebesar 161,2 Nm, sedangkan pada bahan bakar B25 dan

B50 Torsi tertinggi terjadi pada putaran 2400 RPM sebesar 156,2 Nm dan 154,9 Nm. Perbedaan torsi yang dihasilkan oleh mesin disebabkan karena semakin bertambahnya presentase minyak jelantah yang ditambahkan pada bahan bakar diesel menyebabkan viskositas bahan bakar bertambah (Wahyudi, dkk., 2019). Penurunan Torsi disebabkan karena presentase campuran bahan bakar semakin meningkat sehingga nilai kalor yang dihasilkan semakin rendah dan menyebabkan nilai torsi semakin menurun (Winarko, dkk., 2021). Torsi pada bahan bakar B25 memiliki nilai mendekati torsi B0, selisih rata – rata torsi yang dihasilkan yaitu sebesar -0,01% pada tiap variasi putaran mesin. Sedangkan pada bahan bakar B50 memiliki selisih rata – rata torsi sebesar -2,38% dengan bahan bakar B0 pada tiap variasi putaran mesin.

### 3.4. Pengaruh variasi campuran bahan bakar terhadap daya poros mesin

Daya Poros merupakan daya yang dihasilkan oleh poros atau roda, besarnya daya poros lebih kecil dibanding daya ideal mesin, hal ini karena adanya kerugian mekanis yang terjadi. Hasil perhitungan daya poros pada bahan bakar B0, B25 dan B50 di tiap putaran 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, 3600, dan 4000 RPM pada tiap variasi bahan bakar ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian daya poros mesin

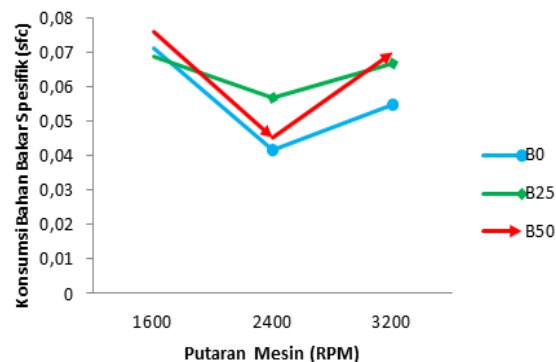
Gambar 3 merupakan hasil pengujian daya mesin untuk tiap variasi bahan bakar yang digunakan pada berbagai kecepatan mesin. Dapat diketahui bahwa daya dari semua jenis bahan bakar mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan torsi, daya tertinggi yang dihasilkan oleh bahan bakar B0, B25, dan B50 terjadi pada kecepatan 4000 RPM sebesar 58,14 kW, 55,94 kW, dan 53,21 kW. Semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi juga daya yang dihasilkan (Kusuma, dkk., 2019). Daya yang dihasilkan oleh bahan bakar B25 memiliki nilai mendekati daya yang dihasilkan oleh bahan bakar B0, nilai rata – rata daya yang dihasilkan yaitu sebesar 0,35%. Pada tiap variasi putaran mesin. Sedangkan pada bahan bakar B50 memiliki selisih rata – rata torsi sebesar -2,13%.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ali, dkk., (2015). Pada penelitian tersebut minyak jelantah yang tidak diberi perlakuan sebelumnya di campur dengan solar pada konsentrasi B10, B20, B30, dan B40 dengan B0 sebagai pembandingnya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, daya yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar minyak jelantah dengan solar (B10, B20, B30 dan B40) mendekati bahan bakar B0. Akan tetapi pada putaran mesin yang lebih tinggi bahan bakar B10 B20 dan B40 menghasilkan daya lebih tinggi dibandingkan B0.

Penurunan daya juga disebabkan terjadinya kelambatan penyalaan (*ignition delay*) pada mesin diesel terlalu tinggi sehingga mengakibatkan suara mesin menjadi lebih kasar dan hilangnya daya yang dihasilkan (Aziz, 2008). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nugraha dan Ramadhan (2019) pada penelitian tersebut didapatkan bahwa *ignition delay* mengalami peningkatan seiring bertambahnya campuran biodiesel minyak jelantah.

### 3.5. Pengaruh variasi campuran bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar spesifik

Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik

Gambar 4 merupakan hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) untuk tiap variasi bahan bakar yang digunakan pada berbagai kecepatan mesin. Pada grafik dapat dilihat bahwa pada putaran 2400 RPM terjadinya penurunan konsumsi bahan bakar di semua variasi bahan bakar dan kembali meningkat pada putaran 3200 RPM hal ini karena pada mesin dengan kompresi tinggi cenderung mengalami penurunan konsumsi bahan bakar di antara 2200-2400 RPM saat telah mencapai daya maksimalnya karena penyemprotan bahan bakar cenderung konstan sesuai dengan tarikan *throttle* gas walaupun telah dilengkapi dengan *governor* untuk menyesuaikan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar, akan tetapi pada



putaran yang lebih tinggi atau pada tarikan gas penuh *governor* tidak berpengaruh karena *governor* hanya berpengaruh pada putaran sedang (Arifin, 2020).

Dapat diketahui bahwa konsumsi bahan bakar spesifik B25 dan B50 memiliki selisih rata – rata nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar B0 sebesar 18,11% dan 13,76%. Hal ini dikarenakan densitas bahan bakar B25 dan B50 lebih tinggi dibanding dengan bahan bakar B0 sehingga mengakibatkan massa bahan bakar yang diinjeksikan oleh injektor akan lebih banyak (Wahyudi, dkk., 2019). Nilai konsumsi bahan bakar spesifik yang tinggi juga disebabkan oleh rendahnya nilai kalor pada bahan bakar B25 dan B50. Dengan nilai kalor yang lebih rendah membutuhkan aliran bahan bakar yang lebih besar untuk dapat menghasilkan output energi yang mendekati bahan bakar B0 (Saputro, dkk., 2020).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan minyak jelantah tanpa perlakuan sebagai campuran bahan bakar dexlite dapat dilakukan. Secara umum bahan bakar campuran minyak jelantah dan dexlite pada persentase B25 dan B50 menghasilkan daya dan torsi mendekati bahan bakar dexlite murni (B0). Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) yang dihasilkan bahan bakar B25 dan B50 memiliki nilai lebih tinggi masing – masing sebesar 18,11% dan 13,76%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, R. 2014. Efisiensi Termal Kompor Tekan Minyak Jelantah (Pengaruh Rasio Optimal Campuran Minyak Jelantah dan Kerosin). *Disertasi*. Program Doktor Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- Ali I., A. Shahrir, W. M. Faizal dan M. T. Iskandar. 2015. The Use of Untreated Waste Cooking Oil and Diesel Fuel Blends as IC Engine Fuels. *In Applied Mechanics and Materials* 699(1): 708-713.
- Arifin, B. S. S. 2020. Pengujian Mesin Yanmar L48 pada Daerah Operasi Econo-Drive. *Skripsi*. Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Akprind . Yogyakarta.
- Arismunandar, W. dan K. Tsuda. 2011. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Jakarta: PT. Pradnya Pratama.
- Asa, M. F. 2020. *Laporan Kinerja BPH Migas Tahun 2019*. Januari. Jakarta: BPH Migas.
- Aziz, I., S. Nurbayti and B. Ulum. 2011. Esterifikasi Asam Lemak Bebas dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Valensi* 2(2): 127-136.
- Basyirun dan Karnowo. 2008. *Buku Ajar Mesin Konversi Energi*. Edisi Pertama. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Hambali, E. 2006. *Jarak Pagar: Tanaman Penghasil Biodiesel*. Edisi Pertama. Niaga Swadaya: Jakarta.
- Hanafie, A., A. Haslinah, Q. Qalaman dan A. Made. 2017. Permodelan Karakter Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal ILTEK* 12(24): 1775-1779.
- Haryono, E. dan R. D. E. Witjonarko. 2017. Analisa Unjuk Kerja Mesin Diesel Kapal Dua Langkah (*Two Stroke Marine Diesel Engine*) Berbahan Bakar Campuran Minyak Solar (Hsd) dan Biodiesel Minyak Jelantah Pada Beban Simulator Full Load. *Jurnal Inovtek Polbeng* 7(2): 179-187.
- Humas EBTKE. 2020. *Minyak Jelantah: Sebuah Potensi Bisnis Energi yang Menjanjikan*. Kementerian EBTKE: *Siaran Pers*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/12/07/2725/minyak.jelantah.sebuah.potensi.bisnis.energi.yang.menjanjikan?lang=en>. 7 Desember 2020.
- Hunah dan Nurlela. 2020. Analisa Bilangan Peroksida Terhadap Kualitas Minyak Goreng Sebelum dan Sesudah dipakai Berulang. *Jurnal Redoks* 5(1): 65-71.
- Hutomo dan S. Sri. 2013. Pengaruh Pencampuran Minyak Tanah dengan Berbagai Presentase pada Proses Pembakaran Jelantah. *Jurnal Teknik Janabadra* 1(1): 21-28.
- Kuncahyo, P., A. Fathallah dan S. S. Sanuri. 2013. Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS* 2(1): 62-66.
- Kusuma, S.T. dan N. L. Indrayani. 2019. Torsi dan daya mesin diesel 2.5 l berbahan bakar biodiesel campuran minyak kelapa sawit. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL ENERGI & TEKNOLOGI (SINERGI)* hal:157-164.
- Mahreni, M. dan M. S. Tutik. 2010. Produksi Biodisel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Asam Padat (Nafion/SiO<sub>2</sub>). *Eksergi* 10(2): 15-26.
- Mobarak, H. M., E. N. Mohamad, H. H. Masjuki, M. A., Kalam, K. A. H. Al Mahmud, M. Habibullah dan A. M. Ashraf. 2014.



- The Prospects of Biolubricants as Alternatives in Automotive Applications. *Renewable and sustainable energy reviews* 33(1): 34-43.
- Nugraha, A. dan M.N. Ramadhan. 2019. Pengaruh Persentase Biodiesel Minyak Jelantah-Solar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet. *INFO-TEKNIK*, 20(1), hal: 95-104.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 41 Tahun 2019. *Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel dalam Kerangka Pembiayaan oleh Badan Pengelola dan Perkebunan Kelapa Sawit*. 23 Agustus 2018. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 1137. Jakarta.
- Reynold, W. C., H. C. Perkins dan F. Harahap. 1994. *Termodinamika Teknik*. Edisi Pertama Jakarta : Erlangga.
- Samlawi, A. K. 2018. *Teori Dasar Mesin Diesel*. Buku Ajar. Cetakan Pertama. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Saputro, W., J. Sentanuhady dan M. A. Muflikhun. 2021. Metals and Chemical Compounds Contaminants in Diesel Engine Lubricant With B20 and B100 Biofuels for Long Term Operation. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 4(5): 101-161.
- Sari, M. R. dan A. Kembaren. 2019. Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas dalam Mereduksi Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) pada Minyak Goreng Bekas sebagai Biodiesel. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)* 2(1): 124-128.
- Setyadi, P. dan C. S. Wibowo. 2015. Pengaruh Pencampuran Minyak Solar dengan Biodiesel pada Nilai Angka Setana. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ* 2(1): 93-99.
- Setyadji, M. 2008. Karakteristik Biodiesel dari Minyak Jelantah dan Solar di dalam Mesin Diesel. *Jurnal Berkala MIPA* 18(2): 102–114.
- Sheehan, J., V. Camobreco, J. Duffield, M. Graboski dan H Shapouri. 1998. *An Overview of Biodiesel and Petroleum Diesel Life Cycles*. 1st Edition. Colorado: A National Laboratory of the U.S. Department of Energy.
- Sunyoto, 2008. *Teknik Mesin Industri Jilid 1*. Edisi Pertama. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Wahyudi, W., S. Sarip, S. Sudarja dan H. Suhatno. 2019. Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Jarak dan Biodiesel Jelantah. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur* 3(1): 36–41.
- Winarko, D.B., K. Karnowo dan W. Aryadi. 2021. Pengaruh Campuran Bahan Bakar Solar Dengan Biodiesel Minyak Lemak Sapi (Beef Tallow) Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Diesel. *Jurnal Inovasi Mesin*, 3(1), hal.13-18.