

## Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Minyak Jarak, Minyak Goreng Bekas Dengan Komposisi 3:7

Rois Sidiq Al Azhar <sup>1)</sup>, Wahyudi <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183

✉ Corresponding author email: [roissidiq16@gmail.com](mailto:roissidiq16@gmail.com), [wahyudi\\_stmt@yahoo.co.id](mailto:wahyudi_stmt@yahoo.co.id)

### Abstrak

Aktivitas perekonomian yang semakin berkembang berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan energi, sumber energi yang sering digunakan berasal dari bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil yang tersedia kini semakin menipis sehingga diperlukan jenis sumber energi terbarukan. Biodiesel merupakan jenis sumber energi terbarukan yang berasal dari minyak nabati dan berpotensi menggantikan peran bahan bakar fosil. Dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar biodiesel campuran minyak jarak dengan biodiesel minyak goreng bekas. Pengujian yang dilakukan pada bahan bakar bertujuan untuk mengetahui kinerja mesin diesel yaitu berupa pengujian konsumsi bahan bakar, daya dan karakteristik injeksi. Bahan bakar yang digunakan yaitu biodiesel campuran minyak jarak dengan biodiesel minyak goreng bekas dicampur dengan solar menggunakan variasi B5, B10, B15, dan B20. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik injeksi B20 memiliki semprotan terpanjang yaitu 113,783 mm sedangkan semprotan terpendek dimiliki oleh Solar yaitu 74,92, Sudut penetrasi semprotan terlebar dimiliki oleh solar yaitu 20,21° sedangkan sudut penetrasi semprotan terkecil dimiliki oleh B20 yaitu 16,32°. Pada pembebanan maksimal 2500 watt solar murni memiliki daya terbesar yaitu 1.56 kW sedangkan untuk B5, B10, B15 dan B20 memiliki nilai yang cukup variatif namun rentang nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda. pengujian konsumsi bahan bakar spesifik menunjukkan bahwa pada pembebanan maksimal solar murni memiliki nilai *specific fuel consumption* (SFC) terendah yaitu 0.4606 kg/kW.jam, sedangkan nilai terbesar dimiliki bahan bakar B20 yaitu 0.5193 kg/kW.jam.

**Kata Kunci:** Biodiesel jarak, Biodiesel minyak goreng bekas, Mesin diesel, SFC, Daya, Karakteristik injeksi.

### PENDAHULUAN

Aktivitas perekonomian di Indonesia semakin lama mengalami perkembangan, namun tidak diiringi dengan bertambahnya pasokan energi yang dibutuhkan untuk keberlangsungan hidup. Bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber energi yang memiliki tingkat konsumsi paling banyak, namun ketersediaannya di Indonesia semakin menipis. Semakin langkanya keberadaan energi tanpa adanya konservasi energi terbarukan akan mengakibatkan dampak buruk terhadap keberlangsungan hidup masyarakat [1]. Di era sekarang ini telah ditemukan berbagai jenis sumber energi alternatif untuk mengatasi masalah kebutuhan energi, salah satunya adalah bahan bakar biodiesel. Bahan bakar jenis ini memiliki keunggulan komparatif dibandingkan dengan jenis energi lainnya yaitu mudah ditransportasikan, mempunyai kerapatan energi per volume yang lebih tinggi, mempunyai karakteristik pembakaran yang relative bersih, memiliki ongkos produksi yang lebih murah, dan tidak membahayakan bagi lingkungan sekitar [2].

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biodiesel diantaranya yaitu tanaman jarak, kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, dan nyamplung. Semua bahan baku tersebut sudah banyak tersedia di alam dan jenis tanaman tersebut dapat dikembangkan di Indonesia. Salah satunya yaitu tanaman jarak, minyak yang dihasilkan dari tanaman jarak dapat digunakan untuk berbagai keperluan non-pangan karena minyak jarak tidak bisa untuk dikonsumsi sehingga tidak bersaing dengan minyak pangan. Centane number minyak jarak lebih besar daripada minyak diesel sehingga memiliki potensi untuk menggantikan minyak diesel [3]. Dalam kemajuan teknologi dan keilmuan, ditemukan juga variasi bahan baku biodiesel menggunakan minyak goreng bekas. Variasi ini dilakukan karena melihat banyaknya konsumsi minyak goreng yang melimpah, Namun menyisakan sisa minyak goreng yang sudah tidak terpakai sehingga menjadi limbah. Dari permasalahan tersebut limbah minyak goreng bekas dapat digunakan untuk bahan bakar energi alternatif salah satunya yaitu biodiesel [4].

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh yang diberikan antara pencampuran biodiesel jarak dengan biodiesel minyak goreng bekas terhadap unjuk kerja mesin diesel. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja mesin diesel berupa daya, konsumsi bahan bakar dan karakteristik injeksi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Proses Pembuatan Biodiesel Beserta Variasi Campurannya**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu minyak jarak, minyak goreng bekas dan minyak solar. Pembuatan Biodiesel Jarak dan Biodiesel Minyak goreng bekas melalui tiga proses yaitu proses *degumming*, *esterifikasi* dan *transesterifikasi*. Setelah tiga tahapan proses selesai, kemudian biodiesel jarak dengan komposisi 30% dicampur dengan biodiesel minyak goreng bekas dengan komposisi 70%. Setelah tercampur, biodiesel minyak jarak-minyak goreng bekas dengan komposisi 3:7 kemudian dicampur dengan variasi 5% biodiesel berbanding 95% solar murni, 10% biodiesel berbanding 90% solar murni, 15% biodiesel berbanding 85% solar murni, dan 20% biodiesel berbanding 80% solar murni.

### **Langkah penelitian**

#### **Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel**

Pengujian unjuk kerja mesin diesel dilakukan di Laboraturium Teknik Mesin Universitas Muhammdiyah Yogyakarta. Langkah proses pengujian dan pengambilan data untuk kinerja mesin diesel adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan dalam proses pengujian.
2. Melakukan pemeriksaan terhadap mesin diesel meliputi sistem bahan bakar, pendinginan, dan pelumasan.
3. Menyiapkan bahan bakar yang akan digunakan dalam pengujian.
4. Menghidupkan mesin diesel yang digunakan dalam pengujian.
5. Melakukan variasi bahan bakar solar dan biodiesel jarak dan minyak goreng bekas dengan perbandingan B5, B10, B15, dan B20.
6. Memberikan pembebanan terhadap mesin diesel dari satu lampu sampai lima lampu dengan daya masing-masing 500 Watt.
7. Melakukan pengujian dan pengambilan data berupa putaran mesin, tegangan, arus, dan konsumsi bahan bakar.
8. Mencatat temperatur pendingin, pelumasan, gas buang, dan udara masuk.
9. Mengulang semua proses diatas dengan semua variasi perbandingan bahan bakar.
10. Mematikan mesin dan memeriksa kembali mesin diesel.
11. Membersihkan serta merapikan alat dan tempat pengujian setelah selesai melakukan pengujian.

#### **Pengujian Karakteristik Injeksi Mesin Diesel**

Pengujian unjuk kerja mesin diesel dilakukan di Laboraturium Teknik Mesin Universitas Muhammdiyah Yogyakarta. Proses pengujian dan pengambilan data karakteristik injeksi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam pengujian.
2. Menyiapkan bahan bakar yang digunakan dalam pengujian.
3. Mengisi tangki bahan bakar dengan variasi bahan bakar yang akan diuji.
4. Menghidupkan dinamo dan melakukan pengambilan data dengan merekam video menggunakan kamera.
5. Mematikan alat setelah perekaman selesai.
6. Mengulai proses dari (1) sampai (6) dengan bahan bakar yang berbeda.
7. Membersihkan alat uji karakteristik injeksi bahan bakar dan tempat pengambilan data.

#### **Metode Perhitungan Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar**

Panjang dan besar sudut injeksi bahan bakar diperoleh dengan melakukan uji karakteristik injeksi melalui uji karakteristik injeksi melalui pengambilan video saat bahan bakar diinjeksikan, kemudian video tersebut diubah ke dalam format Gambar menggunakan adobe premiere pro 2020. Selanjutnya, Gambar tersebut dibuat ukuran menggunakan *software* inventor professional pro 2017 dengan skala 1:5 terhadap benda aslinya dan dianalisa untuk mengetahui panjang dan besar sudut penginjeksiannya.

### Metode Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar

Daya didapatkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kemudian mengalikan 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.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik Bahan Bakar

Data hasil dari pengujian sifat fisik bahan bakar biodiesel minyak jarak-minyak goreng bekas menjadi variasi B5, B10, B15, dan B20 dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbandingan Sifat Fisik Biodiesel Variasi B5, B10, B15 dan B20.

Nama Sampel	Viskositas (cSt)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Flash point (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
B Jarak	48,1	904,11	222,3	8867,0253
B MGB	7,4	841,74	186,3	9527,6428
BJ BMGB 3:7	9,2	872,49	135,2	9296,8438
B5	3,8	826,12	89,8	10485,3570
B10	4,1	827,50	91,9	10269,7235
B15	4,3	827,64	92,6	10246,0530
B20	4,4	829,34	97,6	10188,6995
Solar	3,4	818,39	102,5	10545,1475

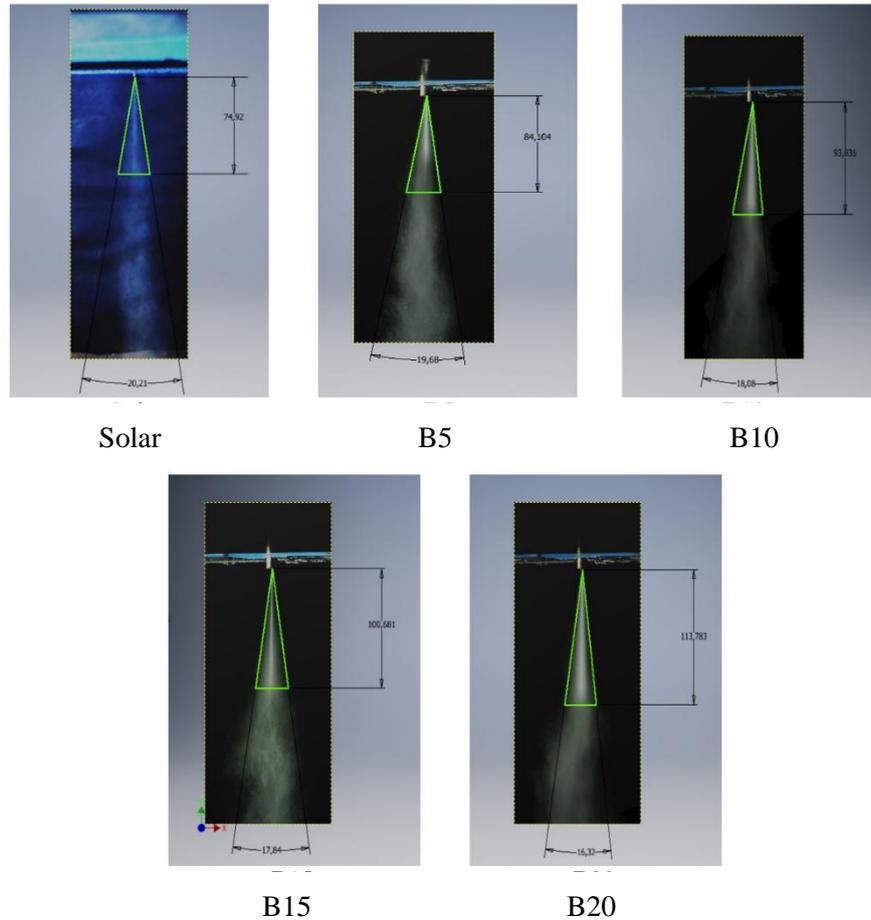
Berdasarkan tabel 1. dapat diketahui bahwa biodiesel minyak jarak-minyak goreng bekas yang sudah dicampur dengan solar menjadi variasi B5, B10, B15 dan B20 memiliki sifat fisik yang hampir mendekati sifat fisik solar. Campuran biodiesel jarak-biodiesel minyak goreng bekas dengan variasi B5, B10, B15 dan B20 telah memenuhi standar viskositas kinematik biosolar pertamina yaitu minimal 2,0 cSt hingga maksimal 4,5 cSt. Sifat fisik berupa densitas dari campuran biodiesel jarak-biodiesel minyak goreng dengan perbandingan 3:7 menghasilkan nilai densitas sesuai dengan syarat mutu biodiesel SNI yaitu antara 850-890 kg/m<sup>3</sup>. Campuran biodiesel jarak-biodiesel minyak goreng dengan perbandingan 3:7 menghasilkan *flash point* sesuai dengan syarat mutu biodiesel SNI yaitu minimal 100 °C, sedangkan *flash point* campuran biodiesel jarak-biodiesel minyak goreng bekas dengan variasi B5, B10, B15 dan B20 telah memenuhi standar *flash point* biosolar pertamina yaitu minimal 52 °C. Minyak solar memiliki nilai kalor tertinggi, sedangkan pada variasi campuran B5, B10, B15 dan B20 berurutan menempati posisi dibawah solar secara urut.

### Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar

Jenis bahan bakar yang digunakan dalam pengujian injeksi yaitu solar murni dan campuran biodiesel jarak-biodiesel minyak goreng bekas dengan variasi B5, B10, B15 dan B20. Data hasil uji injeksi bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 2. dan Gambar 1.

**Tabel 2.** Data hasil uji injeksi bahan bakar.

Bahan Bakar	Pada (t) Waktu (detik)	Panjang Semprotan (mm)	Sudut Semprotan (°)
Solar	0,08	74,92	20,21
B5		84,104	19,68
B10		93,835	18,08
B15		100,681	17,84
B20		113,783	16,32



**Gambar 1.** Hasil uji injeksi bahan bakar.

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 1 sudut penetrasi semprotan terlebar dimiliki oleh solar yaitu 20,21° sedangkan sudut penetrasi semprotan terkecil dimiliki oleh B20 yaitu 16,32 °. Semprotan terpanjang dimiliki B20 yaitu 113,783 mm sedangkan semprotan terpendek dimiliki oleh Solar yaitu 74,92. Perbedaan panjang semprotan yang dihasilkan disebabkan oleh komposisi biodiesel yang dicampur dengan solar sehingga membuat nilai densitas dan viskositas kinematik dalam sampel tersebut semakin besar. Seperti yang dipaparkan oleh Ghurri [5] semakin besar nilai densitas dan viskositas kinematik maka semakin panjang semprotan yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya.

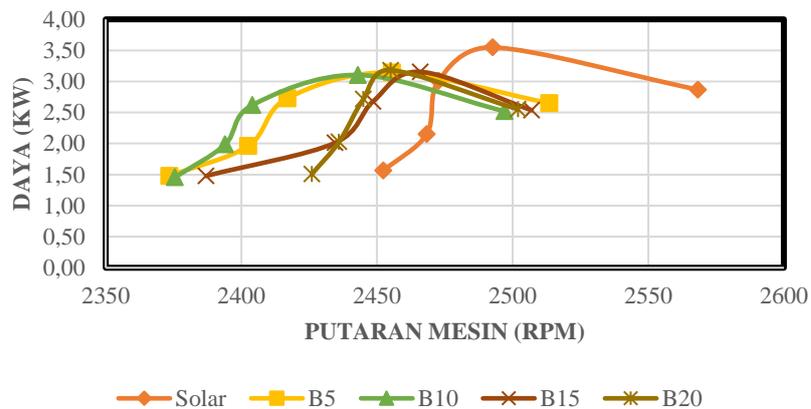
**Hasil Pengujian Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik**

Pengujian ini menggunakan mesin diesel merk JIANGDONG R180N 4 menggunakan langkah silinder tunggal satu silinder dengan putaran maksimum 2600 rpm yang bermerk Jiandong. Pengujian dilakukan dengan pembebanan 5 lampu dengan masing-masing kapasitas daya 500 watt, lampu tersebut dinyalakan berurutan hingga menyala semua. Bahan bakar yang diujikan yaitu solar murni dan campuran biodiesel jarak-biodiesel minyak goreng bekas dengan solar yang mempunyai variasi B5, B10, B15 dan B20. Data yang diambil berupa kuat arus dan tegangan dari alternator yang ditampilkan melalui display amperemeter dan voltmeter. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3. dan Gambar 2.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik.

Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)				
	Solar	B5	B10	B15	B20
0	2585	2559	2549	2562	2554
500	2568	2514	2497	2507	2502
1000	2493	2456	2443	2466	2455
1500	2473	2417	2404	2449	2445
2000	2468	2403	2394	2435	2436

Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)				
	Solar	B5	B10	B15	B20
2500	2452	2374	2376	2387	2426
Beban (Watt)	Daya				
	Solar	B5	B10	B15	B20
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
500	2,87	2,65	2,52	2,54	2,55
1000	3,55	3,14	3,10	3,15	3,18
1500	3,01	2,73	2,62	2,68	2,72
2000	2,15	1,96	1,98	2,01	2,03
2500	1,56	1,48	1,46	1,48	1,51



**Gambar 2.** Grafik Hasil Pengujian Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik.

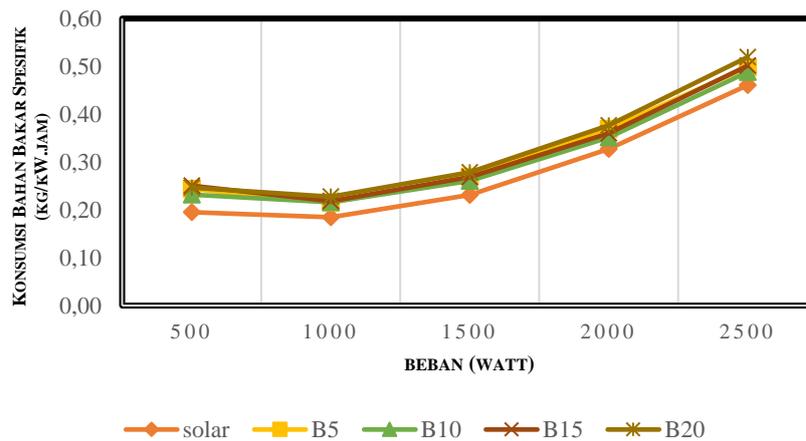
Gambar 2. menunjukkan adanya peningkatan daya listrik mulai dari pembebanan 500 watt sampai dengan 1000 watt dan secara keseluruhan masing-masing jenis bahan bakar memiliki daya listrik yang maksimum. Daya listrik mulai menurun hingga titik terendahnya pada pembebanan 2500 dan secara keseluruhan masing-masing bahan bakar mengalami daya listrik yang minimum. Perbedaan nilai yang cukup variatif yang terjadi dapat dikarenakan oleh awal putaran mesin yang kurang seragam sehingga menimbulkan nilai yang variatif terhadap daya listrik pada masing-masing bahan bakar. Nilai kalor menjadi salah satu sifat fisik yang berperan penting karena nilai kalor yang tinggi menandakan energi yang terkandung dalam bahan bakar berjumlah besar dan akan menghasilkan daya yang besar pula.

### Hasil Uji Jenis Bahan Bakar terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Pengujian ini menggunakan mesin diesel merk JIANGDONG R180N 4 menggunakan langkah silinder tunggal satu silinder dengan putaran maksimum 2600 rpm yang bermerk Jiandong. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan bahan bakar ke tangki mini dan burret kemudian menghitung waktu konsumsi bahan bakar tiap 10 ml menggunakan timer. Pengujian Bahan bakar yang diujikan yaitu solar murni dan campuran biodiesel jarak-biodiesel minyak goreng bekas dengan solar yang mempunyai variasi B5, B10, B15 dan B20. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 3.

**Tabel 4.** Hasil pengujian jenis bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar spesifik.

Beban (Watt)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)				
	Solar	B5	B10	B15	B20
500	0,1949	0,2442	0,2320	0,2507	0,2465
1000	0,1847	0,2152	0,2159	0,2183	0,2276
1500	0,2310	0,2694	0,2604	0,2688	0,2787
2000	0,3273	0,3691	0,3516	0,3602	0,3768
2500	0,4606	0,4979	0,4880	0,5013	0,5193



**Gambar 3.** grafik pengujian jenis bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar spesifik.

Gambar 3. menunjukkan adanya kenaikan konsumsi bahan bakar seiring terjadinya penambahan beban yang diberikan. Pada pembebanan maksimal solar murni memiliki nilai *specific fuel consumption* (SFC) terendah yaitu 0.4606 kg/kW.jam, sedangkan nilai terbesar dimiliki bahan bakar B20 yaitu 0.5193 kg/kW.jam. Rendahnya nilai SFC yang dimiliki solar menandakan bahwa solar memiliki konsumsi bahan bakar paling irit dibanding dengan bahan bakar B5, B10, B15, dan B20. Besar kecilnya nilai SFC dapat dipengaruhi oleh sifat densitas yang dapat menyebabkan laju aliran semakin cepat ataupun semakin lambat. Densitas yang tinggi menyebabkan laju aliran menjadi cepat, sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar semakin cepat/boros begitu pula sebaliknya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka didapati kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji karakteristik injeksi menunjukkan bahwa B20 memiliki semprotan terpanjang sedangkan semprotan terpendek dimiliki oleh solar. Untuk sudut penetrasi semprotan terlebar dimiliki oleh solar sedangkan sudut penetrasi semprotan terkecil dimiliki oleh B20.
2. Pada pembebanan maksimum bahan bakar solar murni memiliki daya terbesar dibandingkan dengan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel jarak – biodiesel minyak goreng bekas variasi B5, B10, B15 dan B20 .
3. Pada pembebanan maksimum solar murni memiliki konsumsi bahan bakar paling irit sedangkan konsumsi bahan bakar paling boros dimiliki oleh B20.

## REFERENSI

- [1] Priyarsono, D. S., Tambunan, M., & Firdaus, M. “Perkembangan Konsumsi Dan Penyediaan Energi Dalam Perekonomian Indonesia”. *IJAE (Jurnal Ilmu Ekonomi Pertanian Indonesia)*, 2, 01, 2010.
- [2] Syah, A. N. A. “Biodiesel Jarak Pagar; Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan”, *AgroMedia*, 2006.
- [3] Hambali, E., “Jarak pagar: tanaman penghasil biodiesel”, *Niaga Swadaya*, 2006.
- [4] Efendi, R., Faiz, H. A. N., & Firdaus, E. R., “Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi/ transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah” In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, Vol. 9, pp. 402-409, 2018.
- [5] Ghurri, A., ‘Karakteristik Semprotan Bahan Bakar Biodiesel pada Sistem Injeksi *Common-Rail*’, *SNTTM XI dan Thermofluid IV*, 2012.