



## Uji variasi temperatur dan campuran bahan bakar terhadap karakteristik spray

*Test of temperature variation and mixture of fuel on spray characteristics*

M.H.A. Rafdi, N. Ilminnafik\*, D. Djumhariyanto, D.L. Setyawan, H. Sutjahjono, A. Sanata, I. Hardiatama

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan Tegalboto no. 37, Sumbersari, Jember, 68121, Indonesia. HP. 08123290147

\*E-mail: [nasrul.teknik@unej.ac.id](mailto:nasrul.teknik@unej.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 06 January 2022

Accepted 20 March 2022

Available online 01 April 2022

#### Keywords:

Spray characteristic

Biodiesel

*Callophyllum inuphyllum*



### ABSTRACT

*The use of biodiesel fuel has a very high viscosity and density compared to diesel oil, this makes diesel engine performance less than optimal. With the addition of gasoline to biodiesel, it will reduce the viscosity and density of biodiesel and have a lower flash point. And also the fuel heating process aims to reduce the level of viscosity and density of the fuel so that it is the same as diesel oil. This study aims to know the spray characteristics of fuel B0 (100% diesel oil), B30 (30% biodiesel and 70% diesel oil) and B30G5 (95%B30 and 5% diesel oil) with temperature variations 60°C, 80°C, and 100°C on injection pressure of 17 MPa. The results of the tests that have been carried out that the increase in temperature of the fuel and variations in injection pressure will affect the value of the spray tip penetration, and the spray area. The result of the spray characteristic test that produces a good value is B0 fuel (100% diesel) but the closest to the B0 fuel value is B30G5.*

*Dinamika Teknik Mesin, Vol. 12 No. 1, April 2022, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729*

### 1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat berdampak pada makin meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Hal ini tentu saja menyebabkan kebutuhan akan bahan bakar cair juga semakin meningkat (Aziz dkk., 2011). Biodiesel adalah bahan bakar terbarukan umumnya terbuat dari minyak nabati, minyak hewan, dan minyak jelantah. Proses kimia yang digunakan untuk mengubah minyak ini menjadi biodiesel disebut sebagai “transesterifikasi” (Dash dan Lingfa, 2017). Biodiesel sangat ramah lingkungan karena gas buang hasil pembakarannya yang dilepaskan ke atmosfir akan diserap kembali oleh tumbuhan dengan proses fotosintesis. Biodiesel yang berasal dari minyak tumbuhan hampir bebas kandungan sulfur sehingga dengan penambahan biodiesel ke dalam bahan bakar akan dapat mengurangi kandungan sulfur dalam bahan bakar sulfur itu sendiri akibatnya sehingga nilai emisi SO<sub>2</sub> dari hasil pembakaran bahan bakar akan berkurang (Anis dan Budiandono, 2019).

Karakteristik semprotan (*spray*) injeksi bahan bakar, juga dipengaruhi dari viskositas dan densitas bahan bakar. Sulitnya memisahkan partikel bahan bakar selama proses injeksi menyebabkan hanya sedikit udara yang dapat masuk ke dalam kabut. Beberapa karakteristik yang paling penting dari bahan bakar mesin diesel antara

lain adalah berat jenis (*specific gravity*), viskositas (*viscosity*), nilai kalor (*caloric value*), kandungan sulfur (*sulfur content*), kemampuan pelumas, titik tuang (*pour point*), titik nyala (*flash point*), bilangan setana (*cetane*), kandungan arang, dan kadar abu (*ash content*) (Ahmad, 2017). Hal tersebut dikarenakan viskositas dan tegangan permukaannya yang tinggi. Viskositas bahan bakar memiliki peran penting dalam pembentukan karakteristik *spray* (Azis dkk., 2020). Kualitas bahan bakar dapat mempengaruhi karakteristik pembakaran (Bachtiar dkk., 2019).

Sejumlah penelitian tentang permodelan karakteristik *spray* telah dilakukan dengan menggunakan variasi temperatur, menurut Hoang dkk., (2019) tentang sudi eksperimental pada karakteristik *spray* dan emisi diesel mesin bahan bakar bio-oil *preheated* dan solar menunjukkan bahwa suhu pemanasan minyak kelapa yang paling cocok adalah 105°C. Pemanasan suhu biodiesel juga memainkan peranan penting pada sistem bahan bakar, semakin tinggi campuran biodiesel membutuhkan pemanasan suhu biodiesel yang semakin tinggi untuk atomisasi yang lebih baik pada proses injeksi. Berdasarkan faktor ini, banyak peneliti juga mencampur alkohol rendah karbon atau bensin dengan solar, methanol dan etanol tidak langsung larut dalam solar dan biodiesel sangat diperlukan (Chen dkk., 2017). Pemanasan awal bahan bakar tersebut di perkirakan dapat meningkatkan unjuk kerja motor bakar. Hal ini dimungkinkan karena dengan memberikan panas awal pada bahan bakar, maka bahan bakar akan menjadi jenuh dan mengakibatkan suhu bahan bakar mendekati titik nyalanya, sehingga mudah terbakar, yang berarti pemanasan awal dapat memperbaiki pembakaran (Udayana dkk., 2019).

Viskositas pada biodiesel dapat diturunkan dengan memanaskan bahan bakar sebelum memasuki ruang bakar (Varun dkk., 2021). Pemanasan bahan bakar menyebabkan viskositas dan densitas bahan bakar menurun, dan variasi temperatur dapat mempengaruhi *spray tip penetration*, *spray angle*, dan *velocity of spray* (Sandhiyoga dkk., 2019). Dari hasil penelitian pendahuluan, maka selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang uji variasi temperatur dan campuran bahan bakar terhadap karakteristik *spray* dengan sistem injeksi langsung. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi temperatur dan campuran bahan bakar terhadap karakteristik *spray* yang dihasilkan.

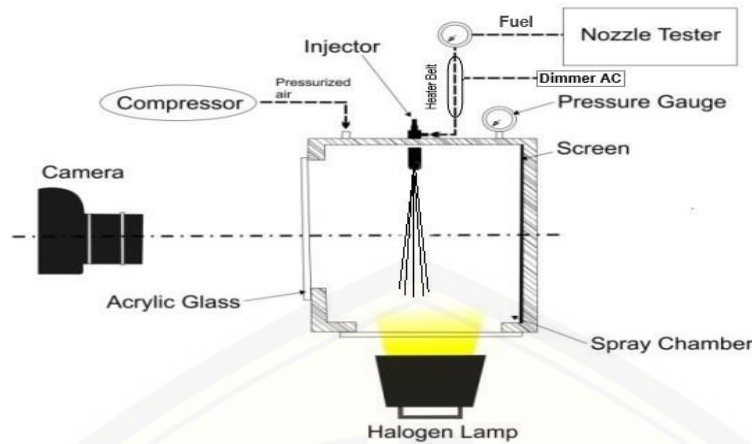
## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk melakukan pengujian pengaruh variasi temperatur bahan bakar dan campuran bahan bakar terhadap karakteristik *spray*. Bahan bakar yang digunakan adalah biodiesel minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum*), minyak diesel, dan premium (gasoline). Pembuatan biodiesel di Lab. Konversi Energi Universitas Jember dan minyak diesel didapatkan dari PT Pertamina Indonesia. Variasi bahan bakar yang ditetapkan yaitu B30 (30% biodiesel dan 70% minyak diesel), B30G5 (95% B30 dan 5% premium) dan B0 (100% minyak diesel). Sebelum pengujian karakteristik *Spray* dilakukan uji viskositas bahan bakar berdasarkan standar ASTM-D4 dan uji densitas standar ASTM D-1298. Penelitian ini dilakukan pada kondisi tekanan injeksi 17 MPa dan variasi temperatur bahan bakar yaitu 60°C, 80°C dan 100°C.



Gambar 1. (a) bahan bakar diesel (B0), (b) biodiesel (B30 & B30G5)

Proses pengambilan data *Spray* direkam berupa video menggunakan *high speed camera*, Fuji Fine Pix HS 10 dengan pengaturan kamera ISO 100, dan kecepatan 480 fps. Video diconvert menjadi foto dengan 1 detik video sama dengan 100 *frame* gambar menggunakan *software Video Converter*. Hasil *spray* pada foto dihitng panjang (*spray tip penetration*) menggunakan *software Santen* dan luas *spray* menggunakan *software Image J*.



Gambar 2. Skema pengujian karakteristik *spray*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik bahan bakar

Campuran bahan bakar diuji secara karakteristik dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut terlihat penambahan gasoline pada biodiesel mampu menurunkan densitas dan viskositas dari bahan bakar campuran. Hal ini akan mempengaruhi karakteristik *spray*.

Tabel 1. Karakteristik bahan bakar

| Fuel  | Calorific value<br>(Kcal/Kg) | Flash Point<br>(C°) | Density 40°<br>(gr/mL) | Viskositas 40°<br>(Cst) |
|-------|------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|
| B30   | 10557,95                     | 160                 | 0,828                  | 2,842                   |
| B30G5 | 10313,01                     | 152                 | 0,818                  | 2,397                   |

#### 3.2 *Spray tip penetration*

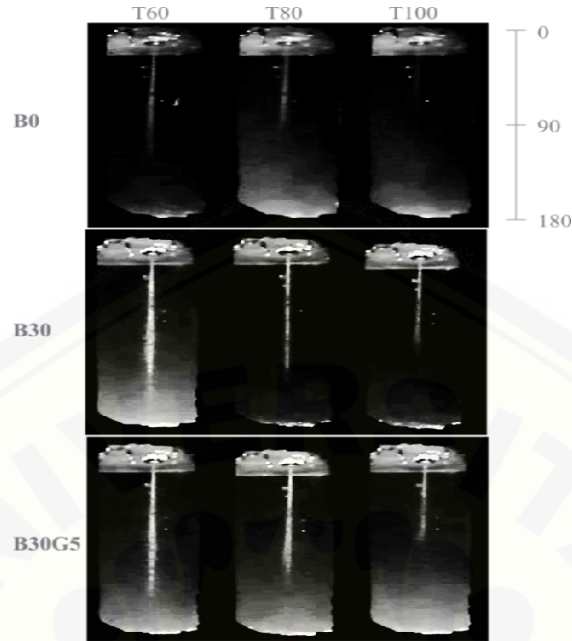
Gambar *spray* pada beberapa komposisi bahan bakar dengan pemanasan ditunjukkan pada Gambar 3. Frame yang diambil untuk menghitung panjang pada Gambar 3 adalah frame ke-3 dari *spray*. Penyemprotan campuran bahan bakar dengan variasi temperatur ditunjukkan pada gambar 3, dimana pada gambar tersebut diambil pada penyemprotan frame ke 3. Hasil pengukuran *spray tip penetration* ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga pengaruh campuran bahan bakar dan variasi temperatur terhadap *spray tip penetration* lebih mudah diamati.

Pada gambar 4 terlihat bahwa semakin tinggi temperatur bahan bakar yang diinjeksikan akan mengakibatkan semakin rendah *spray tip penetration*. Menurut Anis dan Budiandono (2019) temperatur biodiesel juga memainkan peranan penting dalam bahan bakar, semakin tinggi campuran biodiesel membutuhkan pemanasan suhu biodiesel yang semakin tinggi untuk atomisasi yang lebih baik pada proses injeksi. Kenaikan temperatur bahan bakar biodiesel menyebabkan perubahan karakteristik *spray* biodiesel dimana *spray tip penetration* lebih pendek. Viskositas yang lebih rendah menyebabkan momentum aliran lebih kecil sehingga *spray tip penetration* menjadi lebih pendek (Hoang dkk., 2019). Nilai dari *spray tip penetration* paling tinggi pada frame ke 3 komposisi bahan bakar minyak disel atau B0 dengan temperatur 60°C sebesar 98,93 mm, pada 80°C sebesar 81,06 mm dan 100°C sebesar 75,48 mm.

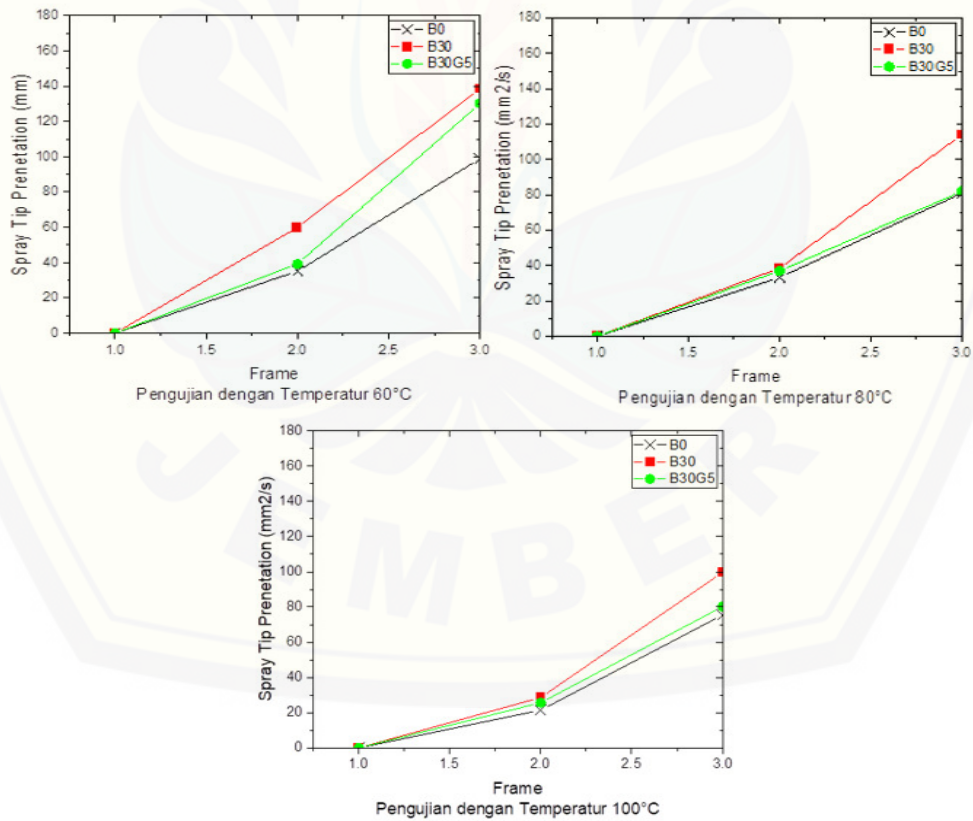
*Spray tip penetration* berdasarkan gambar 4 pada temperatur 60°C memiliki *spray tip penetration* yang paling maksimal dan yang paling pendek adalah 100°C dengan temperatur paling tinggi. *Spray tip penetration* Solar 100% atau B0 adalah yang paling pendek. Hal itu dikarenakan densitas diesel 100% paling rendah yakni 0,811 g/mL dan viskositas B0 paling rendah yakni 2,12 mm<sup>2</sup>/s. *Spray tip penetration* B30 adalah yang paling panjang. Hal itu disebabkan densitas B30 yang paling tinggi yakni 0,828 g/mL dan B30 memiliki viskositas yang paling tinggi yaitu 2,84 mm<sup>2</sup>/s. B30G5 mempunyai *spray tip penetration* diantara B0 dan B30, dikarenakan densitas dari B30G5 berada diantara B0 dan B30 yaitu sebesar 0,819 g/mL dan viskositas dari B30G5 juga berada diantara B0 dan B30 yaitu sebesar 2,39 mm<sup>2</sup>/s. Hasil penelitian ini menunjukkan kenaikan temperatur mempengaruhi nilai dari *spray tip penetration* tersebut dimana semakin tinggi temperatur membuat *spray tip* semakin pendek. Kondisi ini didukung dari hasil penelitian sebelumnya tentang pengaruh temperatur bahan bakar biodiesel *palm oil* (B100) terhadap unjuk kerja mesin diesel sistem injeksi langsung type diamond Di800



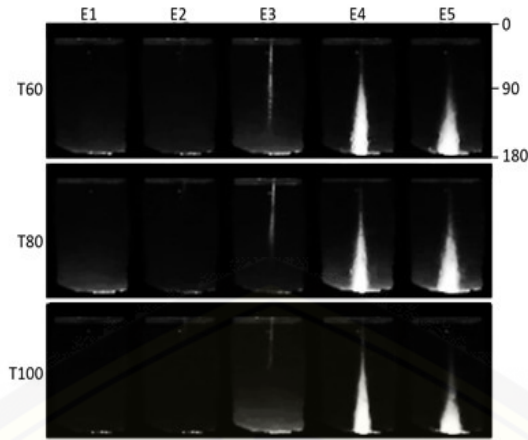
(Priyanto dan Sudarmanta, 2017). Kenaikan temperatur bahan bakar menyebabkan perubahan karakteristik *spray tip penetration* dimana *spray tip penetration* menjadi lebih pendek.



Gambar 3. Pengujian *spray tip penetration* pada tekanan 17 Mpa pada frame ke 3



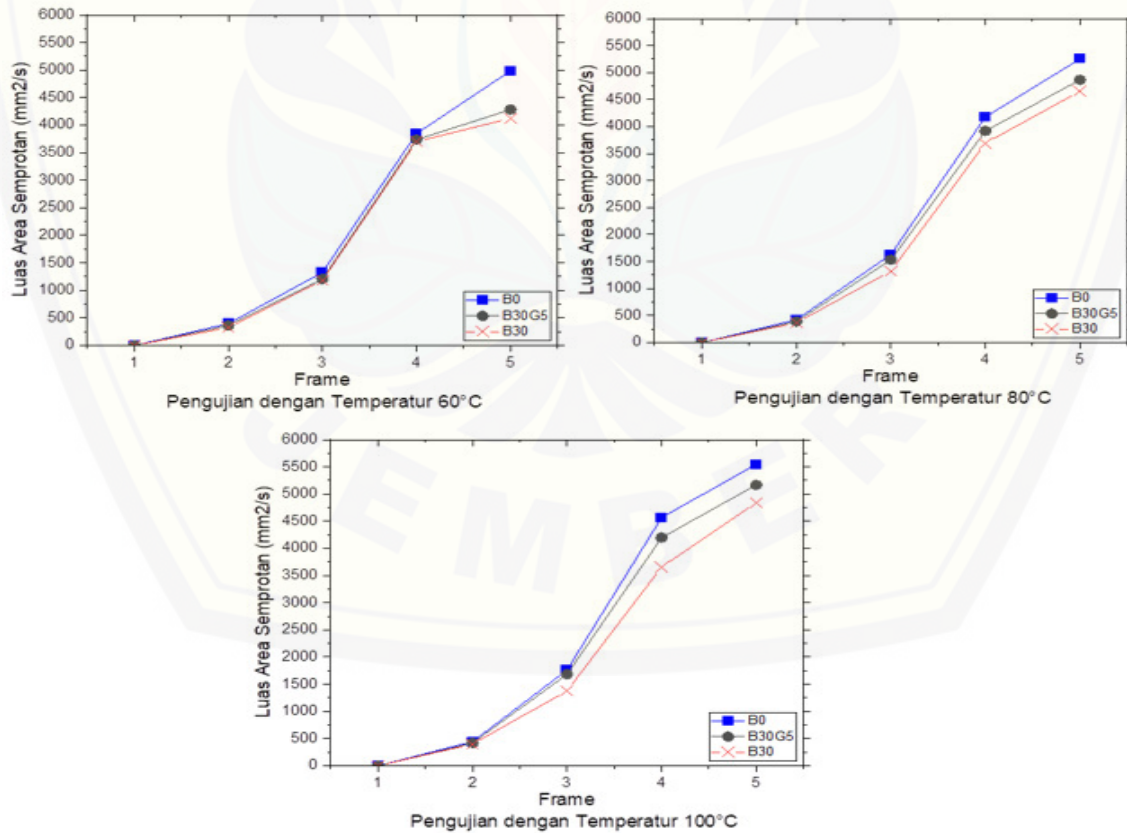
Gambar 4. Pengaruh temperatur terhadap *spray tip penetration*



Gambar 5. Pengujian luas *spray* B30G5

### 3.3 Luas *spray*

Luas *spray* campuran minyak diesel, biodiesel dan gasoline (B30G5) dengan variasi temperatur ditunjukkan pada Gambar 5, dimana pada gambar tersebut diambil pada frame ke-1 sampai frame ke-5. Dari gambar tersebut terlihat, *spray* baru terlihat pada frame ke 3 untuk semua kondisi. Pada frame ke 4, *spray* semakin luas dan frame ke 5 paling luas. Hasil pengukuran luas *spray* pada semua komposisi bahan bakar ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga pengaruh campuran bahan bakar dan variasi temperatur terhadap luas *spray* lebih mudah diamati.



Gambar 6. Pengaruh temperatur terhadap luas *spray*

*Spray* paling luas pada komposisi bahan bakar B0 dengan variasi temperatur 100°C dan pada frame ke 5 dengan nilai 5544,89 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 80°C dengan nilai 5251,99 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 60°C dengan nilai 4989,39 mm<sup>2</sup>/s, dan paling rendah komposisi bahan bakar B30 frame ke 5 dengan temperatur 60°C dengan nilai 4125,45 mm<sup>2</sup>/s. pada frame ke 4 dimana nilai tertinggi pada variasi temperatur 100°C dan bahan bakar B0 dengan nilai 4568,31 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 80°C dengan nilai 4178,23 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 60°C dengan nilai 3848,316 mm<sup>2</sup>/s, dan nilai terendah pada temperatur 60°C dan bahan bakar B30 dengan nilai 3702,04 mm<sup>2</sup>/s. pada frame ke 3 dimana nilai tertinggi pada variasi temperatur 100°C dan bahan bakar B0 dengan nilai 1760,33 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 80°C dengan nilai 1630,29 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 60°C dengan nilai 1327,13 mm<sup>2</sup>/s, dan nilai terendah pada temperatur 60°C dan bahan bakar B30 dengan nilai 1180,65 mm<sup>2</sup>/s. pada frame ke 2 dimana nilai tertinggi pada variasi temperatur 100°C dan bahan bakar B0 dengan nilai 445,24 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 80°C dengan nilai 421,69 mm<sup>2</sup>/s, pada variasi temperatur 60°C dengan nilai 397,46 mm<sup>2</sup>/s, dan nilai terendah pada temperatur 60°C dan bahan bakar B30 dengan nilai 325,77 mm<sup>2</sup>/s. Dari hasil kajian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur yang diberikan pada bahan bakar yang diinjeksikan akan mengakibatkan semakin besar nilai luas *spray* dikarenakan atomisasi yang baik pada *spray*. Alasan utamanya adalah perubahan viskositas bahan bakar seperti yang dijelaskan sebelumnya di bagian sebelumnya (Anis dan Budiandono ,2019). Menurut Khalid dkk., (2013) peningkatan suhu bahan bakar menyebabkan nilai luas *spray* yang diproyeksikan juga meningkat.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan. Penambahan *gasoline* sebesar 5% terhadap biodiesel dapat menurunkan viskositas dan densitas bahan bakar, sehingga menyebabkan *spray tip penetration* semakin menurun dan luas *spray* meningkat. Temperatur bahan bakar dapat menurunkan viskositas dan densitas bahan bakar sehingga berpengaruh terhadap *spray tip penetration* dan luas *spray*, dimana peningkatan temperatur bahan bakar menyebabkan penurunan nilai *spray tip penetration* dan kenaikan nilai luas *spray*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.S., Studi eksperimen unjuk kerja mesin diesel sistem dual fuel dengan variasi tekanan penginjeksian pada injektor mesin Yanmar TF55R Di, Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Insitut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- Anis, S., Budiandono, G.N., Investigation of the effects of preheating temperature of biodiesel-diesel fuel blends on spray characteristics and injection pump performances, *Renewable Energy*, 140, 274-280, 2019.
- Aziz, I., Nurbayti, S., Ulum, B., Pembuatan produk biodiesel dari minyak goreng bekas dengan cara esterifikasi dan transesterifikasi, *Valensi*, 2(3), 443-448, 2011.
- Azis, M.L., Hakim, L., Ilminnafik, N., Karakteristik spray bahan bakar campuran minyak diesel dan biodiesel callophyllum inophyllum, *Rotor*, 13(1), 27, 2020.
- Bachtiar, H.H., Fachri, B.A., Ilminnafik, N., Flame characteristics of diffusion of callophyllum inophyllum methyl ester on mini glass tube, 1(1), 40-47, 2019.
- Chen, H., He, J., Chen, Y., Hua, H., Performance of a common rail diesel engine using biodiesel of waste cooking oil and gasoline blend, *Journal of the Energy Institute*, 2017.
- Dash S.K., Lingfa, P., AIP Conference Proceedings, 1859(1), 020100, AIP Publishing, July, 2017.
- Hoang, A. T., Experimental study on spray and emission characteristics of a diesel engine fueled with preheated bio-oils and diesel fuel, *Energy*, 171, 795-808, 2019.
- Khalid, A., Yohan, C., Jaat, M., Zaman, I., Manshoor, B., Ali, M.F.M., Effect of preheated fuel on mixture formation of biodiesel spray, *Mechanics and Materials*, 393, 493-498, 2013.
- Priyanto, D., Sudarmanta, B., Studi eksperimental pengaruh temperatur pemanasan bahan bakar biodiesel palm oil (B100) terhadap unjuk kerja mesin diesel sistem injeksi langsung diamond tipe Di800, *Jurnal Teknik POMITS*, 4(2), 2301-9271, 2017.
- Sandhiyoga G., Mustapa, Hakim, L., Nasrul. I., Nurkoyim, M., Rika, D.H.Q., Karakteristik spray biodiesel callophyllum inophyllum dan campurannya dengan pemanasan, *Jurnal Prosiding Semnas Mesin PNJ*, 55-61, 2020.
- Udayana, I.K.O., Wirawan, I.K.G., Astika, I.M., Pengaruh pemanasan awal dan variasi tekanan bahan bakar terhadap karakteristik biodiesel, *ISSN 2338-414X*, 326-335, 2019.
- Varun K.R.N., Sangashetty, S., Banapurmath, N.R., Performance and emissions evaluation of diesel engine fueled with exhaust gas energy preheated CAOME biodiesel, *Materials Today Proceedings*, 45, 290-293, 2021.