

## PENGARUH PEMAKAIAN KOMPOSISI KOH METANOL DAN MINYAK CURAH DALAM PEMBUATAN BIODIESEL

Budi Harijanto<sup>1</sup>, Sukahar<sup>2</sup>, Suhendro Oktosatrio<sup>3</sup>

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer<sup>1,2,3</sup>

budiharjanto@nikmesinhan.akmil.ac.id, sukahar@nikmesinhan.akmil.ac.id,

suhendrooktosatrio@nikmesinhan.akmil.ac.id

### Abstract

*This research discusses the transition of energy sources from diesel fuel to biodiesel. This is based on the fact that the use of diesel fuel continues to increase over time. The growing demand is faced with several serious problems, one of which is that diesel fuel is a non-renewable natural resource that will eventually be depleted. Therefore, an alternative energy source is needed—one that is renewable, abundant, and more environmentally friendly. In this study, biodiesel was chosen as an alternative because it has many advantages compared to conventional diesel fuel. Biodiesel is considered more environmentally friendly and has the potential to become a substitute energy source in the future. Therefore, it is important to understand the effect of the composition of KOH, methanol, and bulk cooking oil in the biodiesel production process. Based on the results of the research, it can be concluded that the composition of these materials significantly affects the final quality and yield of the biodiesel produced. Thus, further research on the composition ratio in biodiesel production can still be developed so that in the future the results are expected to be useful for Indonesian Army.*

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang pengalihan sumber energi dari solar ke biodiesel karena fakta yang terjadi di lapangan menyatakan bahwa penggunaan bahan bakar solar semakin lama semakin meningkat, kebutuhan yang besar ini dihadapkan pada masalah-masalah yang mengancam yaitu diantaranya seperti kita tahu bahwa solar termasuk dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui sehingga suatu hari akan habis dan tidak terdapat sumber energi lain. Suatu hari akan terjadi kebutuhan akan sumber energi yang dapat diperbarui dan melimpah keberadaannya dan memiliki sifat lebih ramah lingkungan. Untuk itu biodiesel menjadi alternatif yang saya pilih. Karena biodiesel memiliki banyak manfaat dibandingkan dengan menggunakan solar. Karena itu kita harus tahu pengaruh komposisi yang KOH, methanol, dan minyak curah dalam pembuatan biodiesel. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa besarnya komposisi dalam pembuatan biodiesel mempengaruhi hasil akhir dari biodiesel tersebut. Sehingga penelitian mengenai perbandingan biodiesel ini dapat dikembangkan untuk penelitian yang nanti hasilnya diharapkan dapat berguna bagi TNI AD.

### PENDAHULUAN

Pemakaian bahan bakar fosil semakin lama semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya industri dan jumlah kendaraan yang menggunakan bahan fosil. Bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang mempunyai siklus jutaan tahun. Bahan bakar fosil disebut juga sebagai bahan bakar tidak dapat diperbaharui (unrenewable source) karena siklusnya yang panjang. Cadangan minyak mentah Indonesia diperkirakan tinggal 24 tahun lagi akan habis. Untuk mengantisipasi permasalahan ini, maka diperlukan pemikiran untuk mencari alternatif bahan bakar pengganti bahan bakar fosil. Dalam mengantisipasi hal tersebut, salah satu sumber bioenergi yang dapat dikembangkan adalah tanaman. Dimana tanaman dapat dimanfaatkan sebagai substitusi minyak tanah dan solar. Dan untuk lebih mengefektifkan pengganti energi alternatif, Presiden RI telah menginstruksikan kepada beberapa Menteri, Gubernur, dan Bupati / Walikota dengan INPRES Nomor 1 tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006, yang isinya agar diambil langkah-langkah dalam petaksanaan percepatan penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati. Bahan baku yang digunakan dari berbagai tanaman jarak pagar, kelapa, nyamplung, kemiri, apulkat yang tersedia melimpah di Indonesia. Mahalnya peralatan untuk memproduksi biodiesel merupakan permasalahan pokok, sehingga sulit terjangkau oleh industri rumah tangga dan usaha kecil menengah. Sebagai gambaran, sebuah reaktor trans-esterifikasi/esterifikasi batch dengan kapasitas 300 liter/hari atau 150 liter/4 jam berharga sedikitnya Rp. 30 juta (Bengkel Mekatronika, TSSU, Universitas Brawijaya). Salah satu cara menekan biaya investasi dalam produksi biodiesel adalah penggunaan gelombang mikro sebagai metode pemanasan. Berbagai penelitian menunjukkan keefektifan penggunaan gelombang mikro untuk menunjang reaksi esterifikasi atau trans-esterifikasi pada produksi biodiesel (Mazzocchia C et al, 2001; Saifuddin N et al, 2004; Nurhuda et al, 2008). Karena pentingnya manfaat biodiesel (metil ester) untuk kebutuhan sehari-hari maka penulis merasa sangat perlu untuk melakukan analisis pengaruh pemakaian komposisi KOH, metanol, dan minyak curah dalam pembuatan biodiesel (Harjanto et al., 2025). Dari hasil penelitian yang dihasilkan

diharapkan biodiesel yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam kebutuhan. Salah satunya yang paling penting adalah dimanfaatkan sebagai bahan bakar (Ritonga et al., 2023).

## LANDASAN TEORI

### Bahan Bakar

Bahan bakar secara umum dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu bahan bakar primer dan bahan bakar sekunder. Bahan bakar primer adalah bahan bakar yang dapat digunakan secara langsung. Bahan bakar sekunder adalah bahan bakar yang harus melalui proses pengolahan dari bahan bakar primer sebelum digunakan, misalnya bensin dan solar. Sedangkan bahan bakar yang masih terbatas penggunaannya adalah bahan bakar yang dapat diperbaharui, misalnya bioethanol dan minyak nabati (Sukahar et al., 2025). Kandungan utama bahan bakar adalah karbon (C) dan Hidrogen (H) . Sedangkan kandungan yang lain adalah nitrogen (N), sulfur (S), oksigen (O<sub>2</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Minyak curah adalah salah satu bahan bakar alternatif sebagai pengganti minyak bumi pada motor diesel. Masalah utama adalah mahalnya peralatan untuk memproduksi biodiesel, sehingga sulit terjangkau oleh industri rumah tangga dan usaha kecil menengah. Sebagai gambaran, sebuah reaktor trans-esterifikasi/esterifikasi batch dengan kapasitas 300 liter/hari atau 150 liter/4 jam berharga sedikitnya Rp. 30 juta (Bengkel Mekatronika, TSSU, Universitas Brawijaya). Salah satu cara menekan biaya investasi dalam produksi biodiesel adalah penggunaan gelombang mikro sebagai metode pemanasan. Berbagai studi literatur menunjukkan keefektifan penggunaan gelombang mikro untuk menunjang reaksi esterifikasi atau trans-esterifikasi pada produksi biodiesel (Mazzocchia C et al, 2001; Saifuddin N et al, 2004).

### Biodiesel dan Sumber Bahan Baku

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang dibuat dari minyak nabati atau lemak hewani melalui reaksi kimia sehingga terbentuk ester. Beberapa tanaman penghasil minyak yang berpotensi sebagai bahan baku biodiesel di Indonesia antara lain: Kelapa sawit, Jarak pagar, Jarak (kastrol), Kapok, Nyamplung, Bidaro. Dari berbagai tanaman tersebut, kelapa sawit dan jarak pagar merupakan bahan baku yang paling banyak dikembangkan karena kandungan minyaknya tinggi. Karakteristik Biodiesel Dibandingkan Solar. Biodiesel memiliki karakteristik yang hampir serupa dengan solar sehingga dapat digunakan pada mesin diesel tanpa modifikasi besar. Perbandingan utama biodiesel dan solar adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Perbandingan sifat fisik dan kimia biodiesel dan solar

Sifat fisik / kimia	Biodiesel	Solar
<b>Komposisi</b>	Ester alkil	Hidrokarbon
<b>Densitas, g/ml</b>	0,8624	0,8750
<b>Viskositas, cSt</b>	5,55	4,6
<b>Titik kilat, °C</b>	172	98
<b>Angka setana</b>	62,4	53
<b>Energi yang dihasilkan</b>	40,1 MJ/kg	45,3 MJ/kg

Biodiesel memiliki titik kilat dan angka setana yang lebih tinggi dibandingkan solar. Hal ini membuat biodiesel lebih aman disimpan dan lebih mudah terbakar pada mesin diesel. Namun, energi yang dihasilkan biodiesel sedikit lebih rendah dibandingkan solar. Biodiesel mempunyai beberapa keunggulan utama, yaitu: Bersifat terbarukan karena berasal dari tumbuhan. Ramah lingkungan dan menghasilkan emisi yang lebih rendah. Tidak mengandung sulfur sehingga tidak menghasilkan SO<sub>x</sub>. Memiliki angka setana tinggi sehingga pembakaran lebih baik. Lebih aman dalam penyimpanan karena titik nyalanya tinggi. Dapat digunakan pada mesin diesel standar tanpa modifikasi. Penggunaan biodiesel dapat menurunkan emisi karbon dioksida hingga sekitar 75% dibandingkan solar berbasis minyak bumi.

### Emisi Biodiesel dan Solar



Dibandingkan solar, biodiesel menghasilkan emisi yang jauh lebih rendah, terutama pada senyawa sulfur, karbon monoksida, partikulat, dan senyawa aromatik.

Tabel 2 Hasil Emisi Bahan Bakar

Senyawa Emisi	Biodiesel	Solar
SO <sub>2</sub>	0 ppm	78 ppm
CO	10 ppm	40 ppm
Partikulat	0,25 mg/Nm <sup>3</sup>	5,6 mg/Nm <sup>3</sup>
Benzen	0,3 mg/Nm <sup>3</sup>	5,01 mg/Nm <sup>3</sup>

Dengan emisi yang lebih rendah, biodiesel dapat mengurangi pencemaran udara dan risiko hujan asam.

### Trigliserida dan Asam Lemak Bebas

Minyak nabati tersusun atas trigliserida, yaitu senyawa yang terdiri atas satu molekul gliserol dan tiga asam lemak. Trigliserida inilah yang akan diubah menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi. Selain trigliserida, minyak nabati juga mengandung asam lemak bebas. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi dapat mengganggu proses transesterifikasi karena akan bereaksi dengan katalis basa dan membentuk sabun. Oleh karena itu, minyak dengan kadar asam lemak bebas tinggi perlu melalui proses esterifikasi terlebih dahulu.

### Proses Pembuatan Biodiesel

Biodiesel dibuat melalui dua reaksi utama:

#### 1. Esterifikasi

Esterifikasi adalah reaksi antara asam lemak bebas dengan alkohol sehingga menghasilkan ester dan air. Reaksi ini biasanya dilakukan pada suhu 55–60°C. Tujuan esterifikasi adalah menurunkan kadar asam lemak bebas, menambah jumlah ester yang dihasilkan, mencegah terbentuknya sabun pada proses berikutnya.

#### 2. Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah reaksi antara trigliserida dan alkohol yang menghasilkan ester (biodiesel) dan gliserin. Reaksi ini umumnya menggunakan metanol karena harganya murah dan mudah diperoleh. Produk samping dari proses ini adalah gliserin yang juga memiliki nilai ekonomi tinggi.

### Alkohol dan Katalis

Alkohol yang umum digunakan dalam produksi biodiesel adalah metanol, Etanol, Propanol, Isopropanol, Metanol paling banyak digunakan dalam industri karena lebih murah. Katalis yang digunakan dibagi menjadi dua jenis:

Katalis asam untuk esterifikasi, seperti asam sulfat dan Katalis basa untuk transesterifikasi, seperti NaOH dan KOH.

KOH memiliki keunggulan karena sisa katalisnya dapat dinetralkan menjadi pupuk, sedangkan NaOH lebih murah dan umum digunakan.

### Rute Proses Pembuatan Biodiesel

Terdapat tiga rute utama produksi biodiesel:

1. Transesterifikasi kemudian esterifikasi.
2. kemudian transesterifikasi.
3. Esterifikasi menggunakan metanol superkritis.

Rute kedua lebih sering digunakan untuk bahan baku dengan kadar asam lemak bebas tinggi karena mampu mengurangi pembentukan sabun dan meningkatkan hasil biodiesel.

### Pemurnian Biodiesel

Setelah proses reaksi selesai, biodiesel masih mengandung beberapa pengotor, yaitu: Gliserin, Air, Alkohol sisa, Garam dan katalis

Pemurnian dilakukan dengan cara:

1. Dekantasi untuk memisahkan gliserin.
2. Penguapan untuk menghilangkan air dan alkohol.
3. Pencucian air atau resin penukar ion untuk menghilangkan sisa katalis.

**Bilangan Setana**

Bilangan setana menunjukkan kemampuan bahan bakar diesel untuk menyala sendiri. Semakin tinggi bilangan setana, semakin cepat proses pembakaran dan semakin baik performa mesin diesel. Biodiesel memiliki bilangan setana lebih tinggi dibandingkan solar sehingga mampu menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna.

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a) Studi Literatur. Studi literatur ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari bahan dasar yang akan dijadikan acuan referensi dalam melaksanakan penelitian sehingga penelitian berada pada jalur yang benar (Joko et al., 2023). Hal ini dilakukan dengan mengumpulkan teori-teori yang berasal dari buku-buku, handbook, tugas akhir dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.
- b) Studi Laboratorium. Studi laboratorium ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari data-data dari hasil penelitian yang dilakukan. Dari data ini kemudian di olah dan dilakukan perhitungan sehingga bisa dijadikan acuan untuk pengambilan kesimpulan (Silitonga et al., 2024).

Bahan yang digunakan :

1. Minyak curah
2. Metanol
3. KOH

Alat yang digunakan :

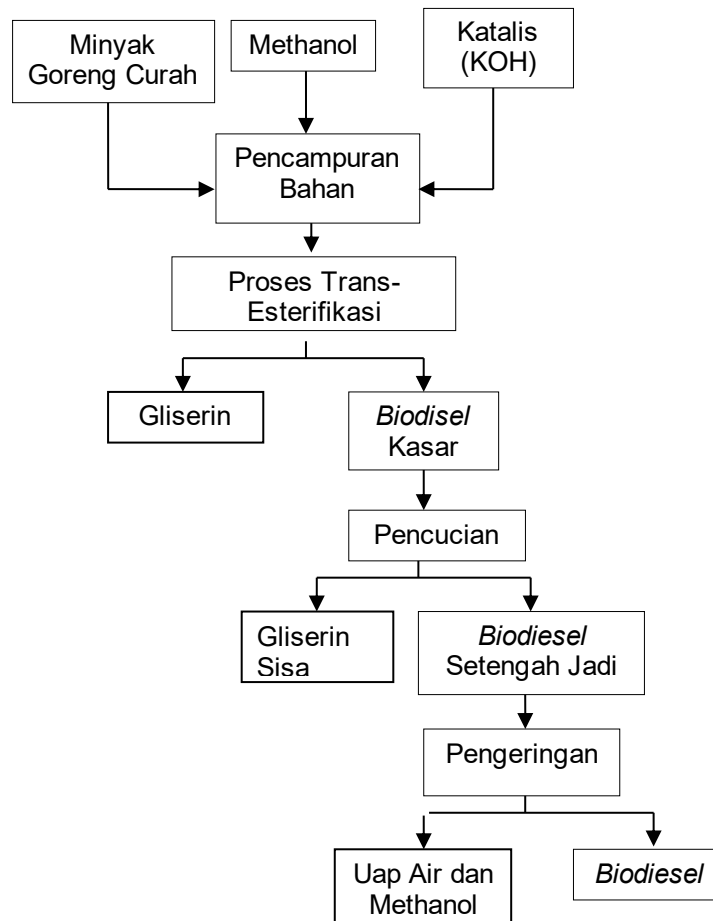
1. Gelas beker
2. Labu ukur
3. Timbangan digital
4. Hot plate
5. Termometer
6. Pengaduk magnetik
7. Corong pisah

Tempat atau lokasi penelitian.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis dan Pengujian Bahan Fakultas Teknik Mesin Universitas Gajah Mada Yogyakarta

Urutan penelitian.

1. Menimbang minyak curah sebanyak 100 ml.
2. Menimbang KOH sesuai variasi, misalnya 1 g, 2 g, dan 3 g.
3. Melarutkan KOH ke dalam metanol.
4. Mencampurkan larutan KOH dan metanol ke dalam minyak curah.
5. Memanaskan campuran pada suhu 60°C selama 60 menit sambil diaduk.
6. Mendinginkan campuran hingga terbentuk dua lapisan, yaitu biodiesel dan gliserin.
7. Memisahkan biodiesel dari gliserin.
8. Mengukur rendemen dan kualitas biodiesel.



Gambar 1. Skema Produksi Biodiesel Melalui Proses Trans-Esterifikasi

### Pemaparan (Proses Trans-Esterifikasi)

Pemaparan (proses trans-esterifikasi) dilakukan dengan menggunakan perangkat reaktor trans-esterifikasi kompak. Perangkat reaktor trans-esterifikasi kompak memiliki 1 sumber gelombang mikro dengan daya 1300 watt sebagai pemapar. Bahan yang telah dicampur secara homogen (minyak curah, metanol, dan KOH) dimasukkan ke dalam tangki input / masukan untuk selanjutnya dialirkan secara berlanjut ke dalam tabung penampung kemudian proses trans-esterifikasi dilakukan. Proses trans-esterifikasi berlangsung sampai bahan bersuhu 60°C dan hasil yang keluar dari lubang output ditampung dalam gelas beker dan didiamkan sampai terjadi pengendapan gliserin. Minyak biodiesel dan gliserin dipisahkan dan diambil minyak biodiesel.

### Proses Pencucian

Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan bantuan air, tujuannya untuk memisahkan minyak biodiesel yang telah dihasilkan dengan gliserin yang masih terkandung dalam minyak biodiesel. Perbandingan minyak biodiesel dengan air yang digunakan adalah 3:1. Pencucian dilakukan dalam gelas beker. Minyak biodiesel dan air dimasukkan dalam gelas beker, dan diaduk dengan spatula beberapa saat. Dan didiamkan beberapa jam (maksimal selama 24 jam) sampai terbentuk endapan berwarna putih. Minyak biodiesel yang berada diatas endapan dipisahkan dan diletakkan didalam tabung reaksi.

### Pengeringan

Proses pengeringan bertujuan untuk memisahkan air dan metanol dalam kandungan minyak biodiesel yang telah dihasilkan. Pengeringan ini menggunakan bantuan kompor listrik, panci,

termometer dan Thermo-Controller. Minyak biodiesel dimasukkan kedalam panci dan diletakkan di atas kompor listrik yang telah dihidupkan. Proses pengeringan atau penguapan ini dilakukan pada suhu 400C, dimana untuk menjaga suhu minyak biodiesel tetap pada suhu 400C digunakan Thermo-Controller. Proses ini dilakukan selama minimal 30 menit atau sampai tidak ada gelembung dalam kandungan minyak biodiesel.

### Rancangan Variasi Penelitian

Tabel 3. Variasi Penelitian

No	Minyak Curah (ml)	Metanol (ml)	KOH (g)
1	100	20	1
2	100	20	2
3	100	20	3
4	100	25	1
5	100	25	2
6	100	25	3
7	100	30	1
8	100	30	2
9	100	30	3

### Pembahasan

Dalam pengertian populer yang dimaksud dengan biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terdiri dari ester-ester metil (etil) asam-asam lemak. Secara umum biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran monoalkil ester dari rantai panjang lemak yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak goreng curah. Biodiesel diperoleh dari trigliserida minyak nabati melalui proses trans-esterifikasi yaitu sebuah proses dari trans-esterifikasi lipid yang digunakan untuk mengubah minyak goreng curah menjadi metil ester yang diinginkan dan membuang asam lemak bebas, dengan kata lain proses ini dilakukan dengan mereaksikan minyak nabati dan alkohol (methanol) serta diberi katalis (KOH), kemudian akan menghasilkan metil ester yang sifat fisiknya mirip dengan minyak solar. Reaksi yang terjadi dalam proses tersebut adalah sebagai berikut :

Minyak curah + Metanol → Metil Ester(biodiesel) + Gliserin

Table 4 Komposisi pembuatan biodiesel sebelum Trans-esterifikasi

Komposisi	1	2	3
Minyak curah	700 ml	800 ml	900 ml
Methanol	300 ml	200 ml	100 ml
KOH	6,3 gr	7,2 gr	8,1 gr

#### Pengaruh Komposisi KOH

Penambahan KOH berpengaruh terhadap kecepatan reaksi transesterifikasi. Pada komposisi 1 g KOH, reaksi belum berlangsung sempurna sehingga biodiesel yang dihasilkan masih sedikit. Ketika jumlah KOH ditingkatkan menjadi 2 g, rendemen biodiesel meningkat karena katalis cukup untuk mempercepat reaksi. Namun pada penggunaan 3 g KOH, kualitas biodiesel menurun. Hal ini disebabkan KOH yang berlebihan bereaksi dengan asam lemak bebas dan menghasilkan sabun. Pembentukan sabun menyebabkan biodiesel sulit dipisahkan dari gliserin (Ummah et al., 2016).

#### Pengaruh Komposisi Metanol

Metanol berfungsi mengubah trigliserida menjadi metil ester. Semakin banyak metanol yang digunakan, semakin besar kemungkinan reaksi berlangsung sempurna. Penggunaan metanol 20 ml menghasilkan biodiesel dalam jumlah yang relatif rendah. Pada 25 ml, biodiesel yang dihasilkan meningkat dan proses pemisahan masih cukup baik. Sedangkan pada 30 ml, rendemen meningkat tetapi proses pemisahan menjadi lebih sulit karena adanya sisa metanol.

#### Pengaruh Perbandingan Minyak Curah



Jumlah minyak curah yang digunakan mempengaruhi jumlah biodiesel yang dihasilkan. Semakin banyak minyak curah, semakin besar volume biodiesel yang dapat diperoleh. Namun perbandingan antara minyak, metanol, dan KOH harus seimbang agar reaksi berlangsung optimal. Komposisi Optimum

Berdasarkan hasil pengamatan, komposisi terbaik diperoleh pada:

Minyak curah = 100 ml

Metanol = 25 ml

KOH = 2 g

Pada komposisi tersebut, biodiesel yang dihasilkan memiliki rendemen paling tinggi dengan warna lebih jernih dan pemisahan gliserin lebih mudah.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan.

1. Komposisi KOH berpengaruh terhadap jumlah dan kualitas biodiesel. Penggunaan KOH berlebih menyebabkan terbentuknya sabun.
2. Semakin besar jumlah metanol, semakin tinggi rendemen biodiesel, tetapi metanol berlebih menyulitkan pemisahan.
3. Komposisi terbaik dalam pembuatan biodiesel dari minyak curah adalah 100 ml minyak curah, 25 ml metanol, dan 2 g KOH.
4. Pembuatan biodiesel dari minyak curah dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar solar.

### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh suhu dan waktu reaksi.
2. Perlu dilakukan pengujian kualitas biodiesel sesuai standar nasional.
3. Diperlukan proses pemurnian lebih lanjut agar biodiesel layak digunakan pada mesin diesel.

### Daftar Pustaka

- Fredman, B., et al. 1984. Transesterification Process Using Alkali Catalyst.
- Graboski, M. S., dan McCormick, R. L. 1998. Combustion of Fat and Vegetable Oil Derived Fuels in Diesel Engines.
- Harjanto, B., Lufti, A., & Silitonga, F. (2025). Analisis Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Gasohol Be-20 Dan Bensin Jenis Pertamina Terhadap Prestasi Mesin Kendaraan Kijang 7K. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 53–65. <https://doi.org/10.63824/jtmp.v13i1.392>
- Internasional Biodiesel. 2001. Biodiesel Fuel Characteristics.
- Joko, D., Tegor, & Silitonga, F. (2023). *Metode Penelitian Terapan*. Deepublish.
- Knothe, G. 1997. Biodiesel and Renewable Diesel.
- Pertamina. 2005. Karakteristik Bahan Bakar Solar.
- Ritonga, A. M., Khairul Muslim, & Silitonga, F. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu Dan Zat Aditif Nano3 Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Teknik Sipil Pertahanan*, 10(2), 117–125. <https://doi.org/10.63824/jptsp.v10i2.100>
- Silitonga, F., Cahayani, K., Supriyono, T., & Andesta, I. (2024). Metode Penelitian Pariwisata. In A. E. Wiboyo (Ed.), *Puslitabmas BTP*. Puslitabmas Politeknik Pariwisata Batam. <https://bukupuslib.btp.ac.id/index.php/penerbit-btp/catalog/book/5>
- Sonntag, N. O. V. 1979. Composition and Characteristics of Oils and Fats.
- Soerawidjaja, T. H. 2002. Teknologi Produksi Biodiesel.
- Sukahar, Hafid, A., & Suparja. (2025). Analisis Perbandingan Uji Keausan Antara Kampas Kopling Kualitas 1 Dengan Kualitas 2 Pada Kendaraan Suzuki Katana. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 38–52. <https://doi.org/10.63824/jtmp.v13i1.391>
- Ummah, K., Muslim, A. A., & Sukmana, I. (2016). *Atmospheric Corrosion of Galvanized Low-Carbon Steel at Rural , City , and Industrial area in Bandar Lampung*. 9(1), 109–113.