

## Analisis Perbandingan Emisi Gas Buang Bahan Bakar Biodiesel B30 Dan Solar Dexlite Pada Mesin Diesel R175A

I Gede Eka Lesmana<sup>1\*</sup>, Rovida Camalia Hartantrie<sup>2)</sup>, Edy Sunjaya<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta Selatan, Indonesia

<sup>2,3</sup>Konversi Energi, Energi Baru Terbarukan, Jakarta Selatan, Indonesia

\*e-mail: gdlesmana@univpancasila.ac.id

### ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar solar di Indonesia terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk. Hal ini berdampak pada pencemaran pada lingkungan dan penurunan devisa negara akibat impor solar yang semakin tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, pemerintah telah mengembangkan biodiesel B30, yaitu bahan bakar yang diciptakan dari pencampuran solar impor dengan biodiesel sebesar 30%. Untuk mengetahui efektivitas pencampuran bahan bakar tersebut, dilakukan pengujian terhadap emisi gas buang biodiesel B30 menggunakan mesin diesel tipe R175A yang nantinya akan dibandingkan dengan emisi gas buang dari solar dexlite. Pengujian dilakukan dengan mengatur putaran mesin sebesar 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm, dan 2600 rpm serta memasang selang sensor emisi gas buang pada bagian knalpot mesin diesel. Sensor mengukur jumlah emisi gas buang untuk hidrokarbon, karbon monoksida, karbon dioksida, dan nitrogen oksida. Hasil uji emisi gas buang dari biodiesel B30 menunjukkan emisi hidrokarbon dari biodiesel B30 lebih rendah sekitar 2 – 20 ppm. Vol dari solar dexlite, emisi karbon monoksida dari biodiesel B30 lebih rendah sekitar 0,01 – 0,05% Vol dari solar dexlite., emisi karbon dioksida dari biodiesel B30 memiliki nilai sekitar 0,1 – 0,4% Vol lebih rendah dari solar dexlite, dan emisi nitrogen oksida yang dihasilkan oleh biodiesel B30 meningkat sekitar 2 – 12 ppmVol dibandingkan dengan diesel dexlite. Secara keseluruhan, biodiesel B30 mampu menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dibandingkan dengan solar dexlite pada mesin diesel tipe R175A.

**Kata kunci :** Biodiesel B30; Bahan Bakar; Emisi Gas Buang; Solar Dexlite

### ABSTRACT

*The use of diesel fuel in Indonesia continues to increase along with increasing economic growth and population. This has an impact on environmental pollution and decrease in the country's foreign exchange due to higher imports of diesel. To overcome this, the government has developed B30 biodiesel, which is mixing imported diesel with 30% biodiesel. To determine the effectiveness of the blending of these fuels, a test was carried out on the exhaust gas emissions of biodiesel B30 using an R175A type diesel engine which will later be compared with exhaust gas emissions from dexlite diesel. The test was carried by adjusting the engine rotational speed of 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm, and 2600 rpm and installing the exhaust gas emission sensor hose on the exhaust of the diesel engine. The sensor measures the amount of exhaust gas emissions for hydrocarbons, carbon monoxide, carbon dioxide, and nitrogen oxides. Exhaust gas emission test results from biodiesel B30 show hydrocarbon emissions of B30 biodiesel are lower by about 2 – 20 ppmVol than dexlite diesel, carbon monoxide emissions from biodiesel B30 are lower by about 0,01 – 0,05% Vol than dexlite diesel, carbon dioxide emissions from biodiesel B30 is about 0,1 – 0,4%. Vol lower than dexlite diesel, and the emission of nitrogen oxides produced by biodiesel B30 increases by about 2 – 12 ppmVol compared to dexlite diesel. Overall, biodiesel B30 is able to produce lower exhaust emissions compared to dexlite diesel in the R175A diesel engine.*

**Keywords :** Biodiesel B30; Dexlite Diesel; Exhaust Gas Emissions; Fuels

## PENDAHULUAN

Untuk setiap Judul Sub Bab tidak diberi penomoran. Cara termudah untuk menuliskan makalah anda agar sesuai dengan format penulisan Pada masa orde baru, Indonesia dikenal oleh publik internasional sebagai negara penghasil serta eksportir primer minyak di dunia. Pencapaian tersebut menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara yang masuk ke dalam organisasi negara-negara pengekspor minyak yaitu *Organization of the Petroleum Exporting Countries* (OPEC). Tetapi sejak tahun 2004, Indonesia tidak lagi bisa memenuhi kebutuhan minyak nasional sehingga untuk memenuhinya Indonesia harus bergantung pada negara lain melalui proses impor. Oleh sebab itu, Indonesia harus menyandang status sebagai *net importer oil* hingga saat ini [1].

Meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan penduduk di Indonesia membawa dampak terhadap peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM). Berdasarkan analisis dan ramalan yang dibuat oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, sampai pada tahun 2050 kebutuhan energi nasional akan terus didominasi oleh BBM dengan sektor transportasi, perikanan, pertanian, kehutanan, dan pertambangan yang menjadi pengguna BBM jenis solar paling tinggi [2]. Hal tersebut akan memberikan dampak terhadap devisa negara dan dampak terhadap lingkungan. Upaya pencegahan telah dilakukan oleh pemerintah, salah satunya adalah dengan mengembangkan biodiesel B30 yaitu pencampuran minyak solar dengan biodiesel sebesar 30% [3].

Penelitian mengenai biodiesel telah dilakukan oleh beberapa orang. Diantaranya oleh *Moch Taufiq Ichan, dkk, 2018* melakukan penelitian menggunakan biodiesel dari capuran minyak rumput laut *gracilaria verrucosa* dengan solar variasi B0 (solar 100%), B5 (biodiesel 5% - solar 95%), B10 (biodiesel 10% - solar 90%), dan B15 (biodiesel 15% - solar 85%). Variasi kecepatan putar mesin yang digunakan yaitu 1600 rpm, 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm, dan 2600 rpm. Dari penelitian yang dilakukan, kandungan nitrogen oksida dari bahan bakar B0 memiliki nilai tertinggi jika dibandingkan dengan campuran biodiesel dan solar. Ini dapat terjadi dikarenakan senyawa pada biodiesel rumput laut mengandung oksigen sehingga pembakaran yang dihasilkan menjadi

lebih sempurna [4]. *Saiful Irfan, dkk, 2018* juga melakukan studi perbandingan mengenai emisi gas buang yang dihasilkan dari biodiesel campuran minyak kelapa *virgin coconut oil* dengan solar variasi B10 (biodiesel 10% - solar 90%), B20 (biodiesel 20% - solar 80%), dan B30 (biodiesel 30% - solar 70%). Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu penggunaan bahan bakar biodiesel B30 memiliki emisi gas buang terendah diantara variasi yang lain. Selain itu, diketahui juga bahwa penggunaan biodiesel mampu mengurangi emisi gas buang karbon monoksida [5]. Pernyataan ini didukung oleh *Tulus Burhanuddin Sitorus, dkk, 2018* pada penelitiannya menggunakan mesin diesel *Robin – Fuji DY23D* dengan bahan bakar biodiesel hasil campuran minyak kedelai – solar variasi B0 (solar 100%), B10 (biodiesel 10% - solar 90%), B20 (biodiesel 20% - solar 80%), dan B30 (biodiesel 30% - solar 70%). Penelitian tersebut mendapatkan hasil yaitu penggunaan bahan bakar biodiesel menyebabkan penurunan kandungan karbon monoksida dengan kisaran 23,48% - 34,09%. Hasil yang berlawanan terjadi pada kandungan karbon dioksida dimana terjadi peningkatan akibat sifat oksigen yang dapat mengikat molekul CO menjadi CO<sub>2</sub> pada biodiesel [6].

Penelitian lain yang dilakukan *Witjonarko dkk, 2017* menggunakan campuran biodiesel minyak jelantah variasi B10 (biodiesel 10% - solar 90%), B20 (biodiesel 20% - solar 80%) dan B30 (biodiesel 30% - solar 70%), serta variasi putaran mesin 600 rpm, 700 rpm, 800 rpm, 900 rpm, dan 1000 rpm mendapatkan hasil kandungan emisi gas buang karbon dioksida, karbon monoksida, dan sulfur dioksida yang paling rendah pada penggunaan biodiesel B30 pada semua variasi putaran mesin [7].

Penelitian mengenai perbandingan biodiesel B30 dengan solar dexlite masih belum banyak dilakukan. Mengacu pada penelitian sebelumnya mengenai emisi gas buang yang dihasilkan dari penggunaan biodiesel, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan emisi gas buang dari kedua bahan bakar tersebut dengan menggunakan mesin diesel tipe R175A. Mengingat kecepatan putar maksimal mesin diesel R175A yang diizinkan adalah sebesar 2600 rpm dan kecepatan rata-rata penggunaan mesin diesel R175A sebesar 2000 rpm maka penelitian dilakukan pada kecepatan

putar 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm, dan 2600 rpm.

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimental. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan emisi gas buang yang dihasilkan oleh bahan bakar biodiesel B30 dengan solar dexlite pada mesin diesel tipe R175A.

### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian yang dilakukan adalah biodiesel B30, dan solar dexlite yang tersedia di pasaran.

### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah emisi gas buang HC, CO, CO<sub>2</sub>, dan NO<sub>x</sub>.

### 3. Variabel Kontrol

Dalam penelitian ini, variabel kontrol yang ditetapkan adalah mesin diesel tipe R175A dengan variasi kecepatan putar mesin 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm, dan 2600 rpm.

Nilai kandungan emisi gas buang didapatkan dengan melakukan pengujian menggunakan lima variasi kecepatan putar mesin. Dalam melakukan pengujian, diperlukan pemeriksaan untuk memastikan tangki bahan bakar, minyak pelumasan, dan tangki air pendingin terisi dalam kondisi penuh. Selanjutnya memasang sensor gas buang pada bagian knalpot mesin diesel, menghidupkan mesin, dan melakukan pengaturan terhadap putaran mesin menggunakan bantuan tachometer digital sebesar 1800 rpm. Alat uji emisi gas buang dihidupkan ketika putaran mesin sudah stabil.

Hasil kandungan emisi gas buang yang tampil pada alat uji kemudian dicatat. Setelah pengujian pada kecepatan putar mesin 1800 rpm selesai, dilakukan pengaturan kembali terhadap kecepatan putar mesin secara bertahap sebesar 2000 rpm, 2200 rpm, 2400 rpm, dan 2600 rpm untuk mengetahui nilai kandungan emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran pada setiap perubahan variasi kecepatan putar mesin. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

#### 1. Mesin diesel tipe R175A

Spesifikasi umum yang dimiliki oleh mesin diesel horizontal ini yaitu, bersilinder tunggal dengan sistem empat langkah, serta

memiliki pendingin sirkulasi air. Pada umumnya, mesin jenis ini digunakan sebagai molen pengaduk semen, traktor sawah, dan penggerak pompa untuk pengairan. Adapun ilustrasi mesin diesel tipe R175A dapat dilihat pada gambar 1.



#### 2. Tachometer

Merupakan alat untuk melakukan pengukuran kecepatan rotasi objek dengan menggunakan sinar inframerah. Penelitian ini dilakukan menggunakan tachometer jenis digital yang ilustrasinya dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Tachometer Digital

#### 3. Alat Uji Emisi Gas Buang

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur atau menguji nilai emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor. Adapun dalam pengujian yang dilakukan, alat uji emisi yang digunakan adalah *Brain Bee Gas Analyzer* AGS – 688 yang dapat dilihat pada gambar 3.

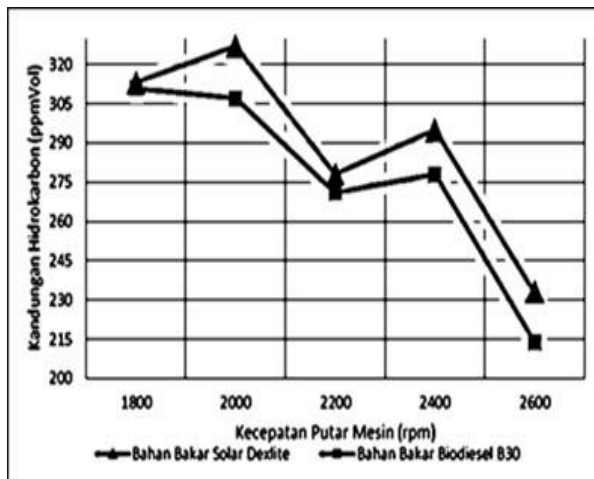


Gambar 3. Alat Uji Emisi Gas Buang

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah dilakukan penelitian dan pengukuran, diperoleh nilai kadar polutan berupa hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) pada setiap variasi kecepatan putar mesin. Detail dari nilai masing-masing polutan disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4 sampai dengan gambar 7.

1. Emisi Hidrokarbon

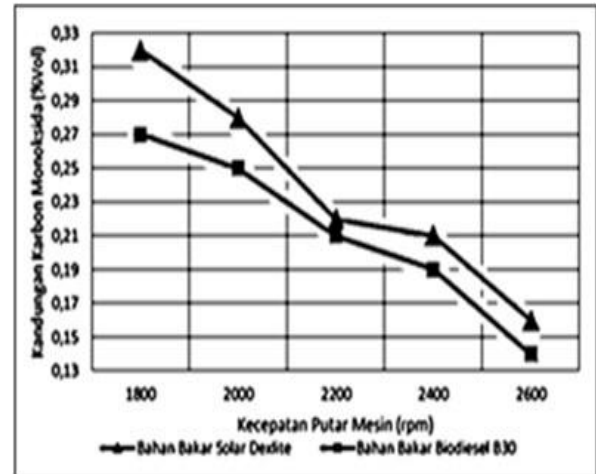


Gambar 4. Grafik Emisi Gas Buang Hidrokarbon

Berdasarkan grafik emisi gas buang hidrokarbon pada gambar 4 yang didapatkan dari hasil pengujian, nilai hidrokarbon pada kedua bahan bakar mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kecepatan putar mesin. Ini disebabkan akibat campuran bahan bakar dan udara yang tidak terbakar secara sempurna yang dipengaruhi dari kecepatan putar mesin. Pada kecepatan 2400 rpm, putaran yang terjadi tidak stabil sehingga mengakibatkan kandungan hidrokarbon cenderung meningkat baik untuk

bahan bakar biodiesel maupun bahan bakar solar dexlite. Dapat dilihat secara keseluruhan grafik bahwa kandungan hidrokarbon hasil pembakaran menggunakan bahan bakar biodiesel B30 lebih rendah daripada bahan bakar solar dexlite. Hal ini dikarenakan bahan bakar biodiesel memiliki ikatan OH pada komposisi molekulnya sehingga pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar menjadi sempurna [8].

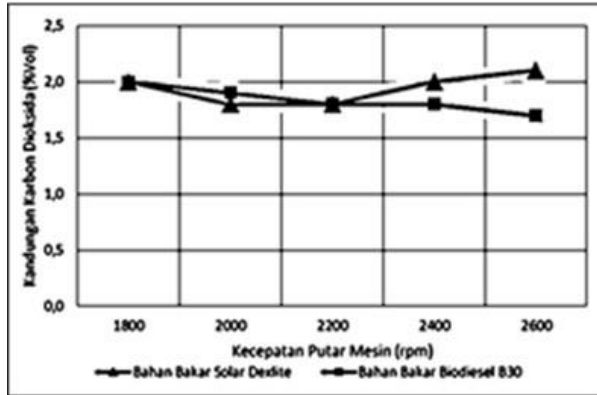
2. Emisi Karbon Monoksida



Gambar 5. Grafik Emisi Gas Buang Karbon Monoksida

Grafik emisi gas buang karbon monoksida pada gambar 5 yang didapatkan dari hasil pengujian oleh penulis menunjukkan bahwa nilai kandungan karbon monoksida mengalami reduksi seiring dengan peningkatan kecepatan putar mesin. Seperti yang terjadi pada emisi gas buang hidrokarbon, campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar tidak dapat terbakar secara sempurna akibat rendahnya kecepatan putar mesin. Nilai kandungan karbon monoksida yang didapat dari penggunaan biodiesel B30 lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan bakar solar dexlite. Hal ini dapat terjadi karena bahan bakar biodiesel mampu mengikat oksigen sehingga tercipta pembakaran yang lebih sempurna di dalam ruang bakar [9]. Faktor lain yang mempengaruhi hal tersebut yaitu karena biodiesel mampu menurunkan kadar karbon yang terdapat pada solar sehingga berdampak pada berkurangnya kandungan karbon monoksida [10] [11].

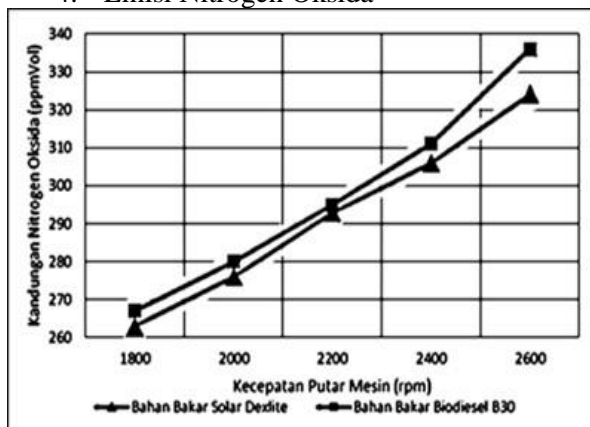
3. Emisi Karbon Dioksida



Gambar 6. Grafik Emisi Gas Buang Karbon Dioksida

Grafik emisi gas buang karbon dioksida hasil pembakaran menggunakan bahan bakar solar dexlite yang terdapat pada gambar 6 menunjukkan tren yang fluktuatif. Sedangkan pada penggunaan bahan bakar biodiesel B30, nilai kandungan karbon dioksida yang dihasilkan pada variasi kecepatan putar mesin 1800 rpm sampai 2200 rpm sedikit lebih tinggi apabila dibandingkan dengan bahan bakar solar dexlite. Selanjutnya pada kecepatan putar mesin 2200 rpm sampai 2600 rpm, nilai kandungan karbon dioksida dari penggunaan biodiesel B30 lebih rendah daripada solar dexlite. Peristiwa ini dapat terjadi akibat kemampuan biodiesel yang dapat mengurangi kandungan karbon pada campuran biodiesel B30.

4. Emisi Nitrogen Oksida



Gambar 7. Grafik Emisi Gas Buang Nitrogen Oksida

Nilai yang ditunjukkan grafik emisi gas buang nitrogen oksida pada gambar 7 menjelaskan bahwa peningkatan kecepatan putar mesin menjadikan kandungan nitrogen oksida

yang dihasilkan ikut meningkat. Hal ini didasari oleh teori bahwa emisi NOx dihasilkan akibat tingginya temperatur pembakaran sehingga meningkatnya kecepatan putar mesin akan membuat temperatur pada ruang bakar semakin meningkat. Nilai kandungan nitrogen oksida dari penggunaan bahan bakar biodiesel B30 lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan bakar solar dexlite. Sesuai dengan teori bahwa penggunaan biodiesel tidak dapat mengurangi emisi NOx yang dihasilkan dikarenakan kandungan oksigen yang terdapat pada biodiesel dapat menyebabkan terjadinya kelebihan udara di dalam ruang bakar pada saat proses pembakaran [12]. Unsur nitrat yang terkandung dalam minyak tumbuhan pada campuran bahan bakar biodiesel B30 juga menjadi faktor meningkatnya kandungan nitrogen oksida pada saat pembakaran [5].

KESIMPULAN DAN SARAN

Berlandaskan hasil penelitian terhadap emisi gas buang motor diesel tipe R175A menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dan solar dexlite yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa emisi gas buang dari pembakaran menggunakan bahan bakar biodiesel B30 menghasilkan emisi hidrokarbon dan karbon monoksida yang lebih rendah daripada menggunakan bahan bakar solar dexlite, pada kecepatan putar mesin dibawah 2200 rpm emisi karbon dioksida dari penggunaan bahan bakar biodiesel B30 lebih tinggi daripada penggunaan bahan bakar solar dexlite. Sedangkan pada kecepatan putar diatas 2200 rpm, emisi karbon dioksida dari bahan bakar biodiesel B30 lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar solar dexlite, dan untuk emisi nitrogen oksida dari penggunaan bahan bakar biodiesel B30 lebih tinggi bila dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar solar dexlite untuk semua variasi kecepatan putar mesin.

REFERENSI

M. Gewati, "Indonesia Dahulu Produsen Minyak Bumi, Kini Importir, Kenapa?," *Kompas*, 03-Oct-2017. [Online]. Available: <https://ekonomi.kompas.com/read/2017/10/03/130700626/indonesia-dahulu-produsen-minyak-bumi-kini-importir-kenapa>. [Accessed: 09-Mar-2021].

- BPPT, *Indonesia Energy Outlook 2020 - Special Edition Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia Diterbitkan*, Special Ed. Jakarta, 2020.
- H. EBTKE, "Direktorat Jenderal EBTKE - Kementerian ESDM," *Kementerian ESDM*, 18-Dec-2020. [Online]. Available: <http://ebtke.esdm.go.id/post/2020/06/30/2574/pagu.indikatif.tahun.2021.disepakati.rp684.triliun.menteri.esdm.kita.gunakan.untuk.kepentingan.masyarakat>. [Accessed: 09-Mar-2021].
- M. T. Ichsan, S. Anis, and D. Widjanarko, "Pengaruh Campuran Biodiesel Minyak Rumput Laut *Gracilaria Verrucosa* Dengan Bahan Bakar Solar Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 12–15, 2018.
- S. Irfan and H. Purnomo, "Studi Komparasi Emisi Gas Buang Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Solar Dan Minyak Kelapa (Virgin Coconut Oil)," *J. 7 Samudra*, vol. 3, no. 1, pp. 18–25, 2018.
- T. B. Sitorus, F. Ariani, and Z. Lubis, "Efek Bahan Bakar Biodiesel Dari Minyak Kedelai Terhadap Emisi Gas Buang Dan Temperatur Ruang Bakar Mesin Diesel," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 1083–1090, 2018.
- R. D. E. Witjonarko and E. Haryono, "kajian Eksperimental Emisi Gas Buang Two Stroke Marine Diesel Engine Berbahan Bakar Campuran Minyak Solar (HSD) Dan Biodiesel Minyak Jelantah Pada Beban Simulator Full Load," *J. Inovtek Polbeng*, vol. 7, no. 2, pp. 84–97, 2017.
- M. A. Firdausy, A. Mizwar, R. M. Khair, I. Nirtha, and N. Hamatha, "PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG YANG DIHASILKAN PADA PENERAPAN BIODIESEL DI PT ADARO INDONESIA," *Jukung J. Tek. Lingkungan.*, vol. 6, no. 2, pp. 147–156, 2020.
- A. Priatni, Y. Adiningsih, and Fitriani, "KARAKTERISASI SIFAT FISIK KIMIA BIODIESEL DARI TRANSESTERIFIKASI ENZIMATIS DAN PENGARUHNYA TERHADAP EMISI GAS BUANG," *J. Ris. Teknol. Ind.*, vol. 8, no. 15, pp. 27–36, 2014.
- A. Havendri, "Kaji Eksperimental Prestasi dan Emisi Gas Buang Motor Bakar Diesel Menggunakan Variasi Campuran Bahan Bakar Biodiesel Minyak Jarak (*Jatropha Curcas L*) dengan Solar," *J. Tek.*, vol. 1, no. 29, pp. 65–72, 2008.
- A. Havendri, "KAJI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN PRESTASI DAN EMISI GAS BUANG MOTOR BAKAR DIESEL MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR CAMPURAN SOLAR DENGAN BIODIESEL CPO SAWIT, MINYAK JARAK, DAN MINYAK KELAPA," *Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin VII*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- E. A. Saputro, S. A. Susanto, and A. Cholik, "Study Pustaka Penurunan Parameter Nox Dan Co Pada Emisi Gas Buang B30," *J. Atmos.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–35, 2021.