



## Evaluasi Kinerja Motor Bakar Diesel Dengan Menggunakan Biodiesel dari Minyak Kelapa

### *Evaluation of Diesel Engine Performance by Applying Coconut Oil Based Biodiesel Fuel*

Desrial ✓

Staf pengajar pada Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor.  
PO Box 220 Bogor, Telp/fax. (0251)623026, e-mail: [desrial@ipb.ac.id](mailto:desrial@ipb.ac.id)

#### *Abstract*

Recently, there are many studies on alternative fuel which are driven by the need for new energy sources and the need to protect the environment. Biodiesel is a diesel replacement fuel that is manufactured from vegetable oils, recycled cooking greases or oils, or animal fats. Indonesia has a great potential of producing vegetable oils such as palm oil, jatropha oil, coconut oil, etc. The application of coconut oil or cocodiesel as fuel for combustion engine become very prospective, especially in the remote area where a huge amount of coconut oil is available while the price of petroleum diesel fuel is very high due to transportation cost. This research is aimed to evaluate the power performance of diesel engine as well as the properties of emission gas in applying coconut oil based biodiesel fuel. The material used in this research was the biodiesel fuel which was processed from Indonesian commercial coconut cooking oil. The biodiesel fuel was blended with petroleum diesel fuel at the level of 20% (B20), 40%(B40), 60%(B60), 80%(B80) and 100% biodiesel fuel (B100). As the results of this study, it was found that the engine could run smoothly with all blending ratio of biodiesel fuel with no notable problems. The engine performance characteristic of biodiesel blended fuels are closer to those of petroleum diesel fuels. The maximum brake power value of engine running on biodiesel fuel (B100) is 10.67% lower than that for petroleum diesel. The globally regulated emission, CO and HC values of engine running on biodiesel blended fuel are noticeably lower than that for petroleum diesel.

*Keywords:* cocodiesel, fatty acid methyl ester, engine performance, emission

#### **Pendahuluan**

Dewasa ini perhatian pemerintah terhadap penggunaan energi alternatif semakin meningkat yang didorong dengan adanya kebutuhan untuk mencari sumber energi terbarukan dan juga untuk melindungi lingkungan. Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar diesel fosil yang dapat dibuat dari minyak tumbuhan, minyak goreng bekas ataupun lemak hewan. Terminologi biodiesel adalah bahan bakar biodiesel murni (B100) yang memenuhi standar spesifikasi biodiesel menurut SNI atau ASTM Internasional. Angka yang mengikuti huruf kapital "B" menunjukkan persentase dari biodiesel pada bahan bakar dan sisanya adalah bahan bakar diesel fosil. Dewasa ini di negara maju telah banyak digunakan campuran 20% biodiesel dengan 80% bahan bakar diesel fosil yang dikenal dengan istilah B20. Penggunaan campuran biodiesel yang lebih tinggi seperti B50 atau B100, masih belum populer karena membutuhkan penanganan khusus bahkan perlu adanya penyesuaian dan modifikasi pada

motor yang digunakan, khususnya pada bagian perapat dan sistem saluran bahan bakar.

Minyak kelapa sawit dan minyak kelapa merupakan sumber biodiesel dengan rendemen yang tinggi (Machacon H, et al, 2001). Namun demikian minyak kelapa sawit dikategorikan kepada bahan pangan sehingga konversi minyak kelapa sawit menjadi biodiesel masih dalam perdebatan. Sementara ini penggunaan minyak kelapa sebagai minyak goreng mulai tersingkir karena harganya yang lebih tinggi dibanding minyak goreng dari kelapa sawit dan beberapa kelebihan dari minyak kelapa sawit lainnya. Oleh sebab itu, permintaan penggunaan minyak kelapa dewasa ini menjadi menurun sementara potensi minyak kelapa di Indonesia sangat besar, yang mana hal ini menyebabkan banyak potensi minyak kelapa yang tidak dimanfaatkan. Khusus pada daerah-daerah terpencil dan terisolasi dimana potensi minyak kelapa sangat besar namun harga bahan bakar diesel mahal akibat biaya transportasi yang tinggi, maka penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar alternatif sangat prospektif. Hal ini juga mendukung

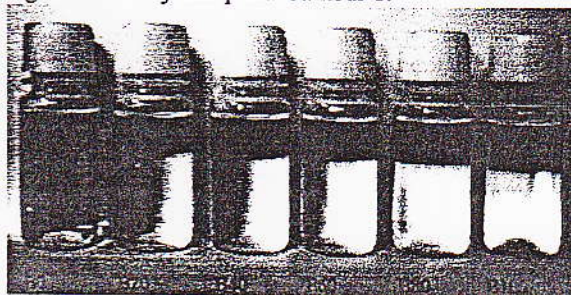
program daerah mandiri energi, dimana suatu wilayah dapat memenuhi kebutuhan energi dari potensi di wilayah tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja motor bakar diesel menggunakan beberapa tingkat campuran biodiesel dari minyak kelapa. Kinerja yang dievaluasi meliputi karakteristik torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik serta tingkat emisi gas buang.

## Bahan dan Metode

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biodiesel (fatty acid methyl ester, FAME) yang diproses dari minyak kelapa yang dijual secara komersial. Biodiesel ini dibuat dengan proses transesterifikasi yaitu mereaksikan minyak kelapa dengan metanol menggunakan katalis KOH pada suhu 60 °C (Senda J, 2004). Sebagai bahan pencampur digunakan bahan bakar diesel fosil. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya (Suryanarayanan, et al., 2006) campuran biodiesel yang digunakan adalah 20% (B20), 40%(B40), 60%(B60), 80%(B80) dan 100% biodiesel (B100). Campuran bahan bakar yang digunakan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Campuran bahan bakar yang digunakan pada pengujian

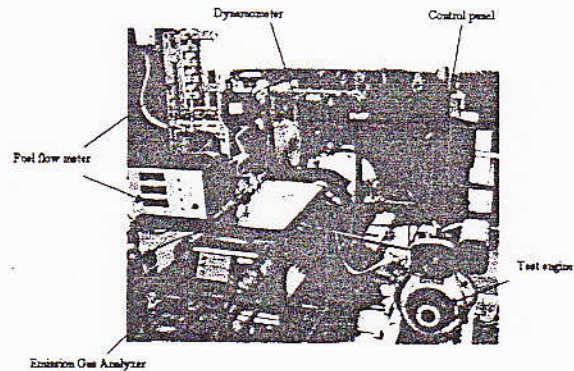
Untuk pengujian kinerja motor, digunakan motor bakar diesel satu silinder berpendingin udara dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi teknis motor bakar diesel yang digunakan pada pengujian

| Pabrik pembuat   | Yanmar Diesel    |
|------------------|------------------|
| Tipe             | L40ASS           |
| Jumlah silinder  | 1 vertikal       |
| Bore / stroke    | 65 mm / 55 mm    |
| Kapasitas        | 0.199 liter      |
| Daya Maksimum    | 3,1 kW /1800 rpm |
| Torsi Maksimum   | 19,5 Nm/1800rpm  |
| Sistem pendingin | Pendingin udara  |

Pengujian dilakukan di Laboratorium Energi, Mie University Jepang. Motor diesel yang diuji disambungkan dengan dinamometer elektrik AC (Toyo Denki Seizo) dengan menggunakan V belt yang sesuai. Pengukuran torsi dilakukan dengan

menggunakan timbangan dengan panjang pada lengan tetap. Pengukuran putaran motor menggunakan digital tachometer (Shimpo DT-201). Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan menggunakan alat ukur volume aliran digital. Untuk mengukur emisi gas buang digunakan gas analyzer (Horiba MEXA-554J). Peralatan pengujian kinerja motor diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peralatan pengujian kinerja motor

### Prosedur Pengujian

Pengukuran kinerja motor diesel meliputi kinerja daya motor dan juga emisi gas buangnya. Kinerja daya motor meliputi daya poros, torsi poros, dan konsumsi bahan bakar spesifik, sedangkan emisi gas buang yang akan diukur adalah CO, HC dan CO<sub>2</sub>. Pertama, pengukuran kinerja akan dilakukan menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0) pada bukaan bahan bakar maksimum. Pengukuran kinerja dilakukan dengan cara memberikan beban secara bertahap sampai kepada beban maksimum. Pada setiap kondisi pembebanan parameter yang akan diukur adalah kecepatan putar poros, torsi poros, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang berupa CO, HC dan CO<sub>2</sub>. Selanjutnya pengukuran dilakukan untuk campuran biodiesel dengan bahan bakar diesel fosil dengan campuran 20% (B20), 40%(B40), 60%(B60), 80%(B80) dan 100% murni biodiesel (B100). Temperatur dan tekanan atmosfer lingkungan uji juga akan diukur untuk keperluan koreksi daya standar. Selanjutnya kinerja engine dihitung berdasarkan persamaan yang standar digunakan (Ozkan M., et al., 2005).

Daya motor akan dihitung dengan rumus (1):

$$P_o = \frac{3.14 * n * C}{30000} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

$P_o$  : daya (kW)

$n$  : kecepatan putar poros (r.p.m)

$C$  : torsi poros (Nm)

Koreksi daya pada kondisi standar menggunakan rumus (2) berikut :

$$P_1 = P_o \frac{760}{p} \sqrt{\frac{T}{288}} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

- $P_1$  : daya terkoreksi (kW)
- $p$  : tekanan udara (mm Hg)
- $T$  : temperatur ruangan ( $^{\circ}$ K)

Konsumsi bahan bakar spesifik dihitung dengan rumus (3):

$$q_s = \frac{q_{mf}}{P_o} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

- $q_s$  : konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)
- $q_{mf}$  : konsumsi bahan bakar per jam (kg/h)

$$q_{mf} = q_{vf} * \rho_f$$

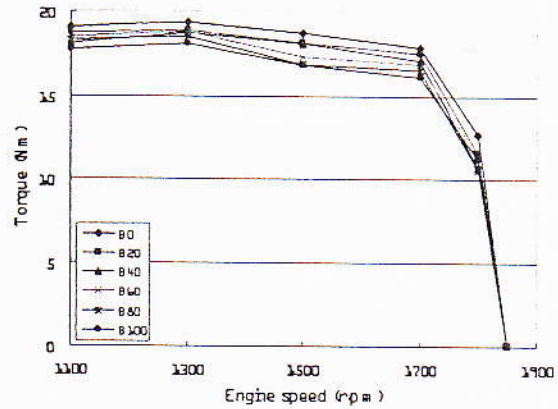
- $q_{vf}$  : konsumsi bahan bakar per jam (dm<sup>3</sup>/h)
- $\rho_f$  : masa jenis bb diesel (kg/dm<sup>3</sup>), 0.85 kg/dm<sup>3</sup>
- $P_o$  : daya (kW)

### Hasil dan Pembahasan

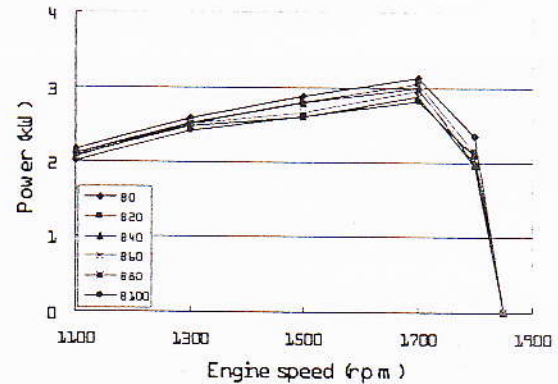
#### Prestasi Motor Diesel

Karakteristik torsi motor bakar diesel dengan bahan bakar biodiesel pada tingkat campuran yang berbeda disajikan pada Gambar 3. Nilai torsi pada setiap campuran bahan bakar biodiesel menunjukkan pola yang sama dengan karakteristik torsi pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil. Torsi maksimum dicapai pada saat putaran motor 1300 rpm. Dari Gambar 3 terlihat bahwa torsi motor menurun dengan bertambahnya tingkat campuran biodiesel dari 20% ke 100 %. Torsi maksimum pada penggunaan bahan bakar diesel fosil (B0) adalah 19.4 Nm, sedangkan untuk biodiesel murni (B100) adalah 18.1 Nm. Hasil ini menunjukkan bahwa torsi maksimum pada penggunaan biodiesel murni (B100) lebih rendah 6.57% dibanding menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0).

Pengaruh penggunaan campuran biodiesel terhadap daya motor diperlihatkan pada Gambar 4. Daya maksimum dicapai pada saat 1700 rpm, dan menunjukkan karakteristik yang sama dengan torsi motor yaitu daya maksimum menurun dengan bertambahnya tingkat campuran biodiesel. Daya maksimum pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0) adalah 3.13 kW pada 1700 rpm sedangkan pada saat menggunakan biodiesel murni (B100) adalah 2.80 kW pada 1700 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan biodiesel murni (B100) menurunkan daya motor sampai 10.67% dibanding menggunakan bahan bakar diesel fosil. Namun demikian dari grafik dapat dilihat bahwa tingkat penurunan daya semakin kecil pada saat beban meningkat.

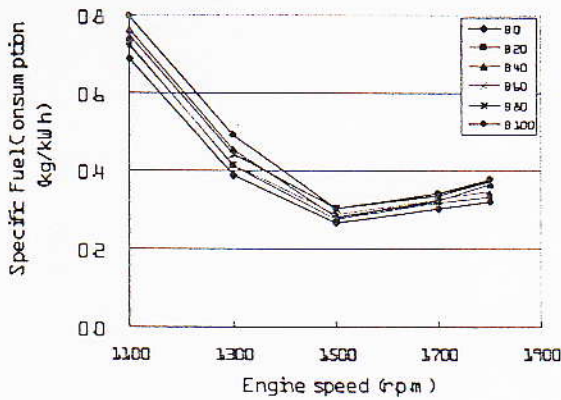


Gambar 3. Karakteristik torsi motor pada berbagai campuran bahan bakar



Gambar 4. Karakteristik daya motor pada berbagai campuran bahan bakar

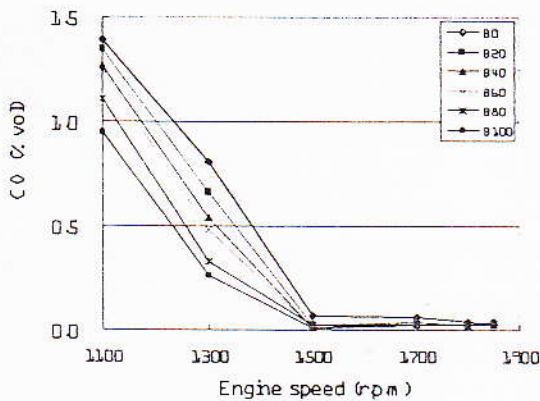
Variasi konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) pada berbagai campuran bahan bakar diperlihatkan pada Gambar 5. Dari grafik jelas terlihat bahwa sebagai akibat dari menurunnya daya poros, maka konsumsi bahan bakar spesifik pada saat menggunakan bahan bakar dengan campuran biodiesel menjadi lebih tinggi dibanding pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0). Nilai minimum dari konsumsi bahan bakar spesifik pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0) adalah 0.266 kg/kWh pada 1300 rpm, sedangkan pada penggunaan bahan bakar biodiesel murni (B100) adalah 0.301 kg/kWh pada 1300 rpm. Hasil ini menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik menggunakan bahan bakar biodiesel (B100) 13.46% lebih tinggi dibanding pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0).



Gambar 5. Karakteristik Konsumsi bahan bahan bakar spesifik pada berbagai campuran bahan bakar

**Emisi Gas Buang**

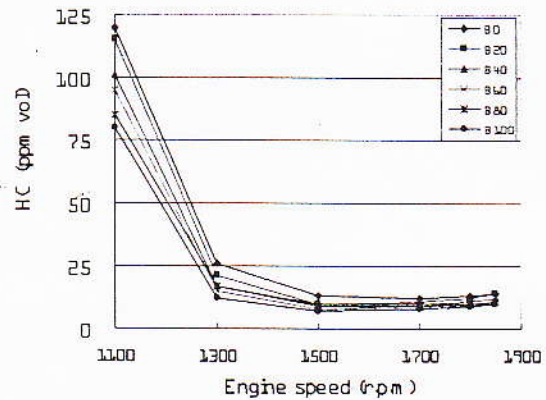
Variasi kandungan gas karbon monoksida, CO pada gas buang diperlihatkan pada Gambar 6. Grafik ini memperlihatkan bahwa penggunaan campuran biodiesel dapat menurunkan kandungan CO pada gas buang. Penurunan CO terlihat semakin jelas pada saat peningkatan pada beban motor. Penurunan CO terbesar terjadi pada saat 1300 rpm yaitu pada saat torsi motor mencapai nilai maksimum. Kandungan CO pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0) mencapai 0.81% sedangkan pada saat menggunakan biodiesel murni (B100) turun menjadi 0.26 %. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan biodiesel dapat menurunkan emisi CO 67.9 % dibandingkan pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0). Hal ini dapat terjadi akibat bertambahnya kandungan oksigen dalam bahan bakar biodiesel, sehingga pembakaran yang terjadi lebih sempurna dan menghasilkan karbon dioksida daripada menjadi karbon monoksida.



Gambar 6. Variasi kandungan CO pada gas buang

Gambar 7. memperlihatkan variasi emisi hidrocarbon, HC pada gas buang. Sama halnya dengan emisi CO, penggunaan campuran biodiesel dapat menurunkan kandungan HC pada gas buang. Penurunan HC meningkat dengan peningkatan beban pada motor. Penurunan HC terbesar terjadi pada saat 1100 rpm. Kandungan HC pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0) mencapai 120 ppm vol. sedangkan pada saat menggunakan biodiesel murni (B100) turun

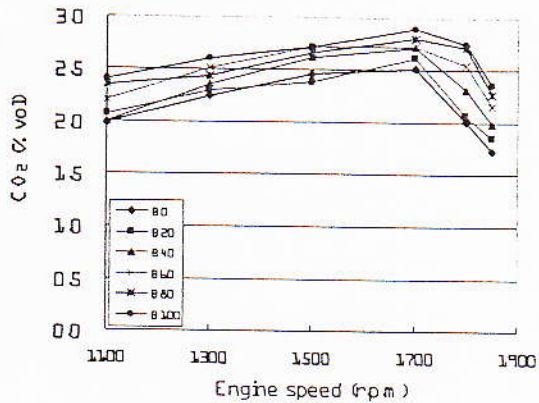
menjadi 80 ppm vol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan biodiesel dapat menurunkan emisi HC 33.3 % dibandingkan pada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0). Hal ini dapat terjadi karena biodiesel merupakan metil ester dimana rantai hidrokarbonnya berkisar antara 16 sampai 20 karbon and masing memiliki oksigen pada setiap ujungnya. Hal ini membuat biodiesel menjadi bahan bakar yang baik karena dengan adanya kandungan oksigen pada setiap ujung rantai karbonnya maka biodiesel dapat terbakar dengan mudah and bersih. Dengan sifat yang demikian biodiesel juga dapat berfungsi sebagai campuran yang baik bagi bahan bakar diesel fosil untuk meningkatkan kinerja pembakarannya.



Gambar 7. Variasi kandungan CO pada gas buang

Gambar 8. memperlihatkan kandungan CO<sub>2</sub> pada gas buang. Karakteristik kandungan CO<sub>2</sub> pada gas buang menunjukkan fenomena yang berlawanan dari CO and HC yaitu kandungan CO<sub>2</sub> pada saat menggunakan biodiesel sedikit lebih tinggi daripada saat menggunakan bahan bakar diesel fosil. Pada saat daya motor maksimum kandungan CO<sub>2</sub> sewaktu menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0) adalah sebesar 2.52 % volume sedangkan pada saat menggunakan biodiesel (B100) sebesar 2.89 % volume with biodiesel fuel (B100). Dengan demikian kandungan CO<sub>2</sub> pada gas buang sewaktu menggunakan menggunakan biodiesel (B100) 14.68 % lebih tinggi dibanding menggunakan bahan bakar diesel fosil (B0). Sebagaimana dijelaskan terdahulu bahwa penggunaan biodiesel dengan kandungan oksigen yang lebih bannyak pada rantai karbonnya menyebabkan pembakaran yang sempurna sehingga akan menghasilkan CO<sub>2</sub> lebih banyak sebagai konsekwensi berkurangnya emisi HC dan CO. Meskipun kandungan CO<sub>2</sub> pada gas buang sedikit lebih tinggi pada saat penggunaan biodiesel, namun demikian bahan bakar biodiesel memiliki kelebihan yang unik dalam hal *full life cycle assessment* dari CO<sub>2</sub> apabila emisi dari proses produksi bahan bakar juga turut diperhitungkan. Sebagai contoh, dalam proses menghasilkan bahan bakar biodiesel yang terbuat dari minyak nabati, maka CO<sub>2</sub> yang ditangkap pada saat respirasi tanaman secara total juga dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini ditunjukkan dengan hasil analisa

CO<sub>2</sub> lifecycle yang dilakukan oleh USDE, bahwa penggunaan biodiesel yang bersumber dari kacang kedele secara total dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 78 %.



Gambar 8. Variasi kandungan CO<sub>2</sub> pada gas buang

## Kesimpulan

Hasil pengujian penggunaan bahan bakar biodiesel pada motor bakar diesel menunjukkan bahwa motor dapat berjalan baik pada saat menggunakan semua tingkat campuran bahan bakar yang digunakan. Secara umum karakteristik kinerja poros motor diesel menggunakan biodiesel menyerupai kinerja poros dengan bahan bakar diesel. Pengukuran kinerja poros menunjukkan bahwa torsi dan daya poros maksimum pada saat menggunakan codiesel (B100) lebih rendah 6.6% dan 10.7% dibanding dengan menggunakan bahan bakar diesel (B0). Namun demikian terjadi penurunan emisi gas buang CO dan HC yang signifikan pada penggunaan codiesel.

## Daftar Pustaka

- Machacon H. T. C., Matsumoto Y., Okhawara C., Shiga S., Karasawa T., and Nakamura H., 2001. The Effect Of Coconut Oil And Diesel Fuel Blends On Diesel Engine Performance And Exhaust Emission. *JSAE Review* 22, p. 349-355.
- Ozkan M., Ergen C and Deniz, 2005. Experimental Performance Analysis of Biodiesel, Traditional Diesel and Biodiesel with Glycerine. *Turkish J. Eng. Env. Sci.* 29, p 89-94
- Senda J., Okui N., Tsukamoto T., dan Fujimoto H. 2004. On-Board Measurement of Engine Performance and Emission in Diesel Vehicle Operated with Biodiesel Fuel. *SAE Technical Paper Series*, 2004-01-003.
- Suryanarayanan S, Manikandan V., Sekar J., Rao G. L. N., and Sampath S., 2006. Determination of the Proportion of Blend of Biodiesel with Diesel for Optimal Engine Performance and Emission Characteristics. *SAE Technical Paper Series*, 2006-01-3534.