

## UJI KINERJA BODIESEL DARI MINYAK BIJI KARET

Dwi Ardiana Setyawardhani\*, Sperisa Distantina  
Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Jl. Ir. Sutami No. 36 A Surakarta, Telp./Fax. 0271-632112

\*Email: ardiana@uns.ac.id

**Abstract:** *The increasing of national biodiesel-demand is not balanced with national production. Two of the reasons are using edible oil as feedstock and high production cost. Seventy percents of production cost comes from raw materials. Exploration of new crops and unexploited oil crops is needed to develop. We could use low-valued feed stocks such as unrefined vegetable oil, waste frying oil, or side product from vegetable oil hydrolysis, the fatty acids. Rubber seed is a potential feedstock for biodiesel in Indonesia, because it is one of the greatest producers in the world. Besides, rubber seed has high proportion of oil and has not been used optimally yet. By using a proper pre-treatment, we could produce high quality biodiesel. The aim of this third-year research is to produce biodiesel in the optimum condition, and analysed it with Engine Test Bed. The optimum conditions are: acid pre-treatment (using  $H_2SO_4$  on 2.5% v/v as catalyst on the ratio of methanol to oil is 6:1, 60 °C), and the second step, alkaline (KOH) catalysed transesterification (which was processed in 1 hour, 2% catalyst, 50°C, on the ratio of methanol to oil is 6:1). Biodiesel was refined by settling, washing and adsorption. Based on previous research, we concluded that biodiesel from rubber seed oil with acid pre-treatment has lower carbon residue and higher flash point as the advantages. So, it was analyzed in an Engine Test Bed on this research. Biodiesel resulted better performance for B10 than petroleum diesel-fuel in lower rotation (< 2000 rpm), lower fuel-consumption and lower waste-gas flow rate.*

**Keywords:** *acid pre-treatment, biodiesel, Engine Test Bed, fatty acids, rubber seed oil*

### PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi tak terbarukan (*non renewable*) sehingga cadangan minyak bumi di dunia terbatas jumlahnya. Akan tetapi saat ini minyak bumi masih menjadi sumber energi yang utama. Hal tersebut memunculkan perhatian terhadap penggunaan bahan-bahan terbarukan, misalnya minyak nabati, sebagai bahan bakar alternatif. Minyak nabati merupakan bahan baku pembuatan biodiesel (bahan bakar mesin diesel) karena mengandung asam lemak dan trigliserida yang dapat diubah menjadi metil/etil ester melalui proses transesterifikasi. Metil/etil ester merupakan komponen utama penyusun biodiesel (Setyawardhani dkk, 2009).

Acid pretreatment merupakan proses penghilangan asam lemak bebas atau Free Fatty Acids (FFA). Asam lemak bebas perlu diminimalkan agar kualitas biodiesel lebih baik dan tidak menimbulkan korosi pada mesin-mesin diesel. Acid pretreatment juga dapat meningkatkan rendemen biodiesel dari minyak biji karet. Reaksi pada Acid Pretreatment:



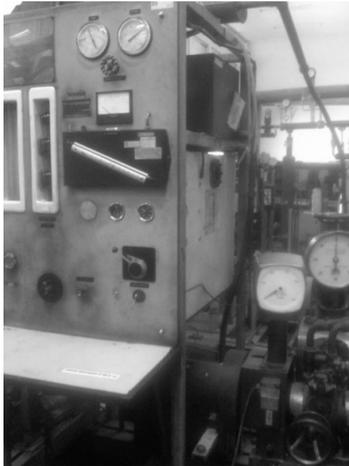
Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kelayakan biodiesel dari biji karet dengan cara membandingkan kinerja mesin diesel (*Engine Test Bed*) berbahan bakar solar murni dengan bahan bakar campuran antara solar-biodiesel (B10).

### METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi biji karet, n-heksan, aquadest, methanol, katalis ( $H_2SO_4$  dan KOH). Tahapan penelitian diawali dengan preparasi bahan baku dari biji karet menjadi minyak. Pengambilan minyak dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan solvent n-heksan dan pengepresan secara mekanik dengan mesin *hydraulic press*. Minyak di-preparasi dengan *acid pretreatment* menggunakan metanol dan katalis  $H_2SO_4$ .

Tahap berikutnya yaitu transesterifikasi minyak hasil *acid pretreatment* dengan menggunakan metanol dan katalis KOH. Selanjutnya biodiesel yang dihasilkan dimurnikan lewat *settling*, pencucian, sentrifugasi dan adsorpsi dengan silica gel. Biodiesel murni selanjutnya dicampur dengan solar dalam komposisi 10% volume biodiesel (B10). Campuran tersebut dianalisis kinerjanya

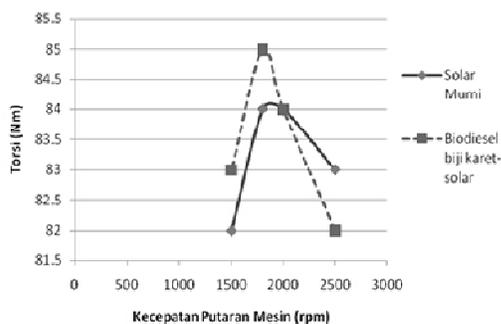
(digunakan sebagai bahan bakar) dengan mesin diesel (*Engine Test Bed*). Analisis yang dilakukan meliputi pemeriksaan awal, *start* mesin, pencatatan indikator (laju bahan bakar, air pendingin, manometer dan beban (kg)), serta menghitung daya output, konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik, dan perbandingan udara dan bahan bakar.



Gambar 1. *Engine Test Bed*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

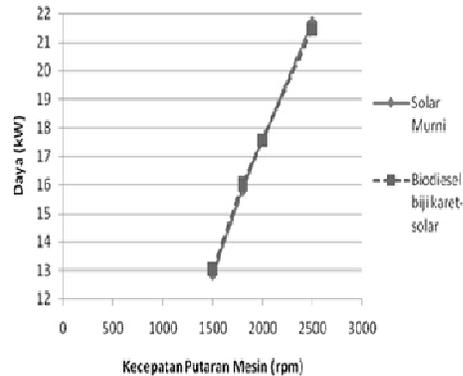
Kinerja mesin dapat dilihat dari daya dan tenaga yang dihasilkan lewat silinder, jumlah konsumsi bahan bakar, tenaga output mesin, dan laju massa gas buang. Pengujian dilakukan pada kecepatan putaran mesin 1500 - 2500 rpm. Bahan bakar yang dibutuhkan untuk sekali uji sebanyak 4 L, yang terdiri atas 10% volume biodiesel biji karet dan 90% volume solar murni.



Gambar 2. Grafik perbandingan torsi pada bahan bakar solar dan biodiesel

Dari grafik di atas, didapatkan bahwa mesin diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel memiliki torsi lebih besar pada putaran mesin rendah (< 2000 rpm). Pada kecepatan putaran mesin 2000 rpm, torsi yang dihasilkan

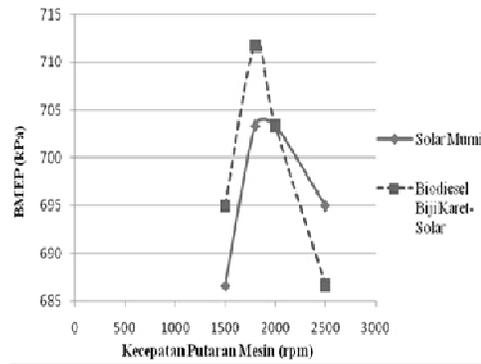
antara kedua bahan bakar sama. Sedangkan pada kecepatan putaran mesin >2000 rpm mesin diesel yang menggunakan bahan bakar solar menghasilkan torsi yang lebih besar. Torsi maksimum dengan bahan bakar biodiesel dicapai pada kecepatan putaran mesin 1800 rpm, sedangkan dengan bahan bakar solar pada kecepatan putaran mesin 1800-2000 rpm. Torsi maksimum ini terjadi saat seluruh bahan bakar dan udara terbakar secara sempurna di ruang bakar.



Gambar 3. Grafik perbandingan daya pada bahan bakar solar dan biodiesel

Peningkatan putaran mesin mengakibatkan daya yang dihasilkan mesin menjadi tinggi. Putaran yang semakin tinggi mengakibatkan semakin banyak gesekan yang terjadi pada mesin, sehingga daya kembali turun. Dari gambar 3 didapatkan bahwa mesin diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel juga memiliki daya lebih besar pada putaran mesin rendah (< 2000 rpm). Pada kecepatan putaran mesin 2000 rpm, daya yang dihasilkan antara kedua bahan bakar sama. Sedangkan pada kecepatan putaran mesin >2000 rpm mesin diesel yang menggunakan bahan bakar solar menghasilkan daya yang lebih besar. Perbedaan antara kedua bahan bakar tersebut tidak terlalu besar. Dengan demikian, torsi dan daya biodiesel paling optimal digunakan untuk kecepatan putaran mesin < 2000 rpm.

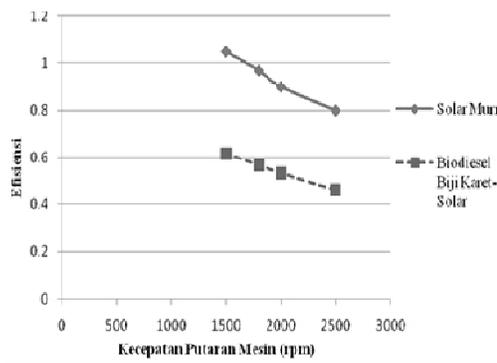
*Brake Mean Effective Pressure (BMEP)* sebanding dengan Daya (P), hal ini terlihat jelas bahwa besarnya daya sangat mempengaruhi tenaga output mesin. Daya yang dihasilkan mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel lebih besar pada kecepatan putaran mesin < 2000 rpm, maka tenaga output mesin dengan bahan bakar biodiesel akan memberikan hasil yang sama.



Gambar 4. Grafik perbandingan BMEP pada bahan bakar solar dan biodiesel

Dari grafik di atas, didapatkan bahwa mesin diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel memiliki tenaga output mesin lebih besar pada putaran mesin < 2000 rpm. Pada kecepatan putaran mesin 2000 rpm, tenaga output mesin yang dihasilkan antara kedua bahan bakar sama. Sedangkan pada kecepatan putaran mesin > 2000 rpm mesin diesel yang menggunakan bahan bakar solar menghasilkan tenaga output mesin yang lebih besar.

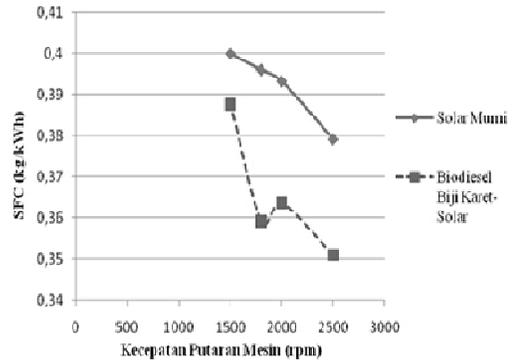
Dengan demikian, bahan bakar biodiesel lebih sesuai digunakan untuk mesin diesel pada kecepatan putaran mesin yang relatif rendah (< 2000 rpm), untuk menghasilkan tenaga yang lebih baik dibandingkan dengan solar.



Gambar 5. Grafik perbandingan efisiensi pengisian bahan bakar pada bahan bakar solar dan biodiesel

Dari Gambar 5 terlihat bahwa efisiensi pengisian dari bahan bakar biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar solar di berbagai kecepatan putaran mesin. Hal ini dimungkinkan karena viskositas dari bahan bakar biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas solar. Viskositas bahan bakar biodiesel tinggi, sehingga mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik dan dapat

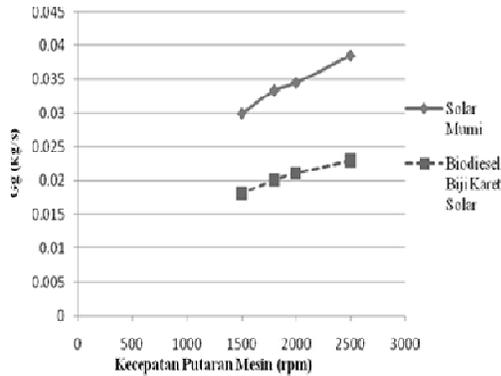
memperpanjang umur pakai mesin. *Charging Efficiency* yang rendah menyebabkan bahan bakar dan udara yang masuk ke *chamber* (silinder) berkurang, jadi bahan bakar akan habis lebih lama. Dapat disimpulkan bahwa viskositas bahan bakar berpengaruh pada banyaknya aliran udara masuk, yang mempengaruhi pemeliharaan mesin.



Gambar 6. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) pada bahan bakar solar dan biodiesel

Data hasil pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan berdasarkan waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 50cc. Uji didasarkan pada putaran mesin, putaran mesin yang digunakan adalah 2500 rpm, 2000 rpm, 1800 rpm, dan 1500 rpm. Dari gambar 6 terlihat bahwa bahan bakar solar mempunyai *Specific Fuel Consumption* (SFC) lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahan bakar solar lebih boros dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel. Bahan bakar biodiesel lebih irit disebabkan *heating value* biodiesel lebih tinggi dari solar yaitu 9184,43 kkal/kg (Susila, 2010), sedangkan *heating value* solar yaitu sebesar 9063 kkal/kg (Migas\_Indonesia@yahoo.com). Selain itu, besarnya konsumsi bahan bakar dapat disebabkan karena pembakaran dalam mesin tidak sempurna. Biodiesel B10 paling irit digunakan untuk kecepatan putaran mesin tinggi (2500 rpm).

Dari gambar 7, terlihat laju massa gas buang untuk bahan bakar biodiesel lebih rendah dibandingkan bahan bakar solar. Hal ini disebabkan AFR biodiesel lebih kecil dari AFR solar. AFR (*Air to Fuel Ratio*) merupakan perbandingan udara terhadap bahan bakar. Besarnya hasil perhitungan AFR biodiesel dan solar dapat dilihat pada Tabel 1.



**Gambar 7. Grafik perbandingan laju massa gas buang pada bahan bakar solar dan biodiesel**

**Tabel 1. Hasil perhitungan AFR biodiesel dan solar**

No.	Kecepatan putaran mesin (rpm)	AFR	
		Solar	Biodiesel
1	2500	15,80723	9,98617
2	2000	16,94478	10,88917
3	1800	18,13854	11,59264
4	1500	19,90341	11,94170

AFR rendah menyebabkan pembakaran tidak sempurna, sehingga banyak yang menjadi deposit karbon. Deposit karbon pada proses pembakaran ini akan menyebabkan terbentuknya endapan yang dapat menyumbat saluran bahan bakar. Apabila sebagian hasil pembakaran menjadi deposit karbon, maka hidrokarbon yang menjadi CO dan CO<sub>2</sub> menjadi lebih sedikit. Sehingga laju massa gas buang biodiesel B10 menjadi berkurang. Kesimpulan yang dapat diperoleh, gas buang (emisi) yang dihasilkan mesin berbahan bakar biodiesel lebih sedikit sehingga dapat mengurangi *global warming*.

## KESIMPULAN

Biodiesel dari minyak biji karet layak digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, karena mempunyai keunggulan kinerja mesin yang lebih baik apabila digunakan pada kecepatan putaran mesin < 2000 rpm karena memiliki torsi, daya dan BMEP yang besar dibandingkan solar. Dari sisi efisiensi pengisian, konsumsi bahan bakar, dan laju massa gas buang yang dihasilkan bahan bakar biodiesel memberikan kinerja yang baik di setiap kecepatan putaran mesin.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan pada DIKTI yang telah memberi dana Hibah Bersaing tahun 2011, dan kepada Ayu Desi Nurliana dan Pravita Anastasia Anggraini atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pradipta, O.S. 2008. *Studi Komparasi Unjuk Kerja Mesin Diesel (Engine Test Bed)*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Setyawardhani, D.A. dan Distantina, S. 2009. *Acid Pre-treatment terhadap Minyak Biji Karet untuk Pembuatan Biodiesel*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Bandung
- Susila, I.W. 2010. *Kinerja Mesin Diesel Memakai Bahan Bakar Biodiesel Biji Karet dan Analisa Emisi Gas Buang*, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya