

UJI BIODIESEL DARI MINYAK GORENG BEKAS UNTUK BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL

Evaluation of Bio-diesel Produced from Used-Frying Oil on a Diesel Engine

Bambang Susilo

Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Brawijaya

ABSTRACT

Used-frying oil in snack and fast foods industries was considered as a waste and the amount grows along with the industries. It still contains a high level of energy, but its viscosity and flash point is relatively high that make it is not suitable for diesel engine fuel. Moreover, the used-frying oils mostly contains suspended as well as moisture. This research was performed to evaluate the characteristics of the bio-diesel made up of such oil by a trans-esterification process on a diesel engine in a comparison with the normal diesel fuel. The results showed that the engine power run with bio-diesel was 4.14% higher than did with the normal diesel fuel. However, it was observed that the bio-diesel consumption was 9.5% higher than that of the normal diesel fuel for a specified diesel engine running.

Keywords: used-frying oil, trans-esterification, bio-diesel

PENDAHULUAN

Limbah minyak jelantah (minyak goreng bekas) dihasilkan dalam jumlah besar baik oleh industri pangan maupun rumah tangga. Minyak goreng bekas bersifat karsinogenik, di mana apabila dimanfaatkan untuk penggorengan akan menimbulkan bahaya kanker bagi yang mengkonsumsinya. Penggunaan minyak goreng direkomendasi maksimum empat kali. Namun demikian pelaksanaannya di masyarakat, khususnya masyarakat kelas bawah sangat sulit dilaksanakan karena diversifikasi penggunaan selain untuk konsumsi masih belum banyak ditemukan.

Penanganan limbah ini belum banyak dilakukan dan pemanfaatannya sebagai bahan bakar untuk motor diesel belum lazim, meskipun minyak jelantah memiliki kandungan energi pembakaran relatif tinggi.

Minyak jelantah seperti halnya minyak tumbuhan pada umumnya, memiliki kandungan kalor pembakaran tinggi. Masalah utama penggunaan minyak

tumbuhan secara umum termasuk minyak jelantah sebagai pengganti minyak mineral seperti solar adalah sifat-sifat fisiko-kimia terutama viskositas dan titik bakarnya yang lebih tinggi dari pada minyak solar. Dua sifat minyak jelantah tersebut perlu diturunkan agar cocok menjadi bahan bakar. Viskositas minyak tumbuhan rata-rata sepuluh kali viskositas minyak solar, sementara titik bakarnya rata-rata empat kalinya.

Penurunan viskositas akan memudahkan penyaluran ke ruang bakar dan menghilangkan proses penyumbatan pada nozel, bila digunakan pada motor diesel. Disamping itu dengan turunnya viskositas memudahkan pemisahan kotoran sisa penggorengan dari minyak, dengan cara pembersihan mekanis melalui sentrifugasi dan sedimentasi.

Titik bakar minyak tumbuhan pada umumnya diatas 200 °C (Bockisch, 1993), sementara untuk minyak solar dan karosene berkisar sekitar 60 °C. Titik bakar yang jauh lebih tinggi ini perlu

diturunkan agar sesuai dan cocok untuk digunakan sebagai bahan bakar .

Transesterifikasi minyak jelantah merupakan cara untuk merubah ke dua sifat tersebut diatas. Prinsip dasarnya adalah mereaksikan minyak dengan alkohol sehingga akan terpecah menjadi molekul yang lebih kecil. Perubahan rantai panjang minyak jelantah menjadi molekul lebih kecil berupa ester menghasilkan produk dengan sifat-sifat psiko-kimia mendekati minyak solar.

Tujuan penelitian ini adalah memproses minyak jelantah menjadi biodiesel melalui transesterifikasi dan menguji coba penggunaannya pada motor diesel. Karakteristik sifat bahan biodiesel ini dibandingkan dengan penggunaan solar pada motor diesel. Penelitian ini merupakan usaha diversifikasi energi dan penanganan pencemaran lingkungan dari limbah minyak goreng bekas.

Beberapa kegunaan penting berkaitan dengan tujuan di atas adalah :

- Pemanfaatan bahan sisa (limbah minyak jelantah) menjadi bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar yang harganya terus meningkat.
- Pemanfaatan limbah minyak goreng untuk bahan bakar motor diesel mengurangi dampak pencemaran lingkungan, terutama limbah cair yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun industri pangan yang menggunakan minyak goreng sebagai bahan utama.
- Penggunaan bahan bakar dari ester minyak goreng bekas (jelantah) diharapkan menghasilkan unjuk kerja motor (performance) motor diesel yang sama bila dibanding menggunakan bahan bakar solar. Dengan demikian penelitian ini sangat bermanfaat dalam usaha diversifikasi energi.
- Gas buang hasil pembakaran dari minyak tumbuhan dan turunannya (termasuk metyl ester) tidak mengandung SO_x, karena kandungan sulfur pada minyak tanaman relatif kecil, oleh karena itu lebih bersahabat dengan lingkungan dibanding minyak solar sehingga akan mengurangi dampak pencemaran udara.

- Produk samping dari pembuatan Biodiesel berupa Glyserin yang bisa digunakan pada industri kimia. Dengan mengolah limbah minyak goreng menjadi Biodiesel disamping membantu program pelestarian lingkungan juga akan didapatkan nilai tambah ekonomis.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama percobaan untuk memproduksi biodiesel adalah minyak jelantah dari penggorengan buah (penggoreng vakum), metanol dan NaOH. Penelitian diawali dengan mereaksikan minyak jelantah dengan metanol pada suhu 50 °C selama 30 menit menggunakan katalisator NaOH disertai pengadukan. Reaksi tersebut merupakan reaksi transesterifikasi dengan katalis basa. Hasil reaksi ini berupa ester dalam bentuk cairan dan gliserin dalam bentuk padatan. Kedua materi ini selanjutnya dipisahkan secara gravitasi dalam tangki sedimentasi.

Lapisan atas selanjutnya dipisahkan dengan gliserin yang mengendap pada bagian bawah. Produk cair ini adalah ester yang masih mengandung katalis NaOH. Selanjutnya untuk menghasilkan biodiesel murni, NaOH dinetralkan dengan larutan asam asetat (CH₃COOH) hingga didapat pH netral kemudian ditambahkan air sehingga garam hasil reaksi terlarut. Dengan metoda gravitasi biodiesel terpisah dari air yang mengandung garam.

Biodiesel hasil pemisahan selanjutnya ditampung dan dikeringkan dengan cara memanaskannya pada suhu 60° disertai pengadukan selama satu jam hingga kadar air bisa turun. Pengeringan pada suhu tersebut dimaksudkan agar tidak mencapai titik bakar biodiesel untuk tujuan keamanan kerja. Biodiesel hasil pengeringan merupakan biodiesel murni yang siap diujicoba pada motor diesel. Diagram alir proses pengolahan biodiesel dari minyak jelantah dapat dilihat pada Gambar 2. dan biodiesel hasil proses dapat dilihat pada Gambar 1. Tampak dari Gambar tersebut, biodiesel murni lebih jernih dibandingkan biodiesel yang mengandung katalis.



(a) (b) (c)

Gambar 1. Biodiesel: (a) hasil transesterifikasi (b) mengandung katalis (c) murni.

Biodiesel dari minyak jelantah hasil proses selanjutnya diujicoba pada motor diesel dan dibandingkan dengan penggunaan solar. Uji kinerja dilakukan pada kecepatan putar motor 400 RPM, 600 RPM, 800 RPM, 1000 RPM, 1200 RPM dan putaran motor maksimum. Pada

masing-masing kecepatan putar motor tersebut diukur konsumsi bahan bakar dan torsi. Perhitungan daya motor berdasarkan data RPM dan torsi hasil pengukuran.

Daya Poros dihitung berdasarkan persamaan yang diturunkan oleh Liljedhal *dkk* (1979) serta Beitz dan Küttner (1987):

$$P = 2 \pi N t \quad (1)$$

Keterangan:

P = Daya poros (kW)

N = Putaran poros per detik

t = Waktu (dt)

Kebutuhan bahan bakar yang digunakan selama kisaran waktu tertentu rumus:

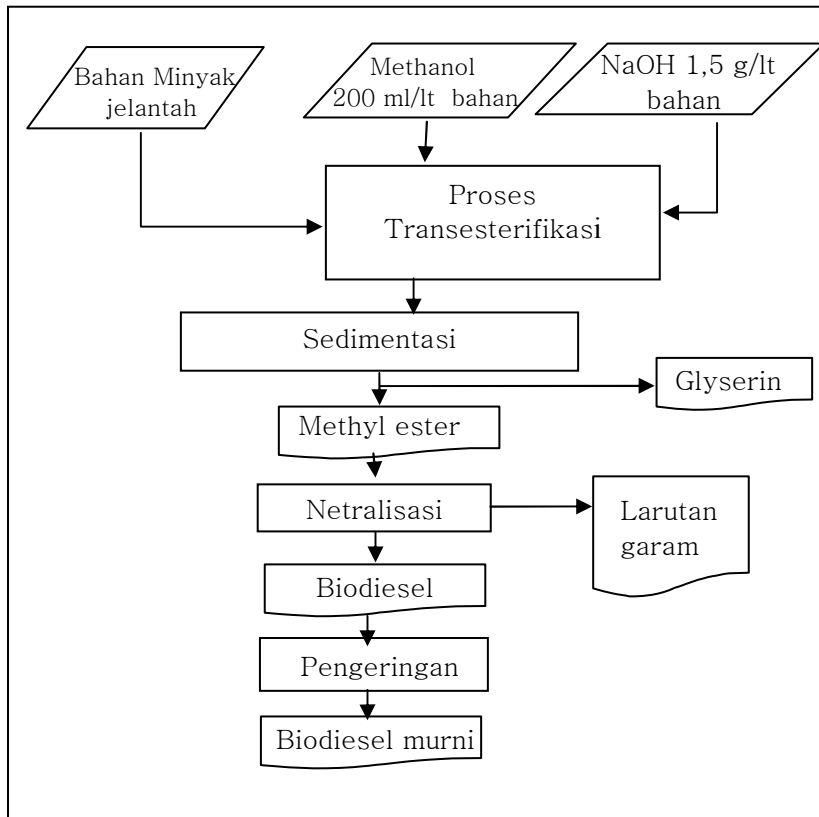
$$C = V/t \quad (2)$$

Keterangan:

C = Konsumsi bahan bakar (ml/dt)

V = Volume bahan bakar terpakai (ml)

t = Waktu (dt)



Gambar 2. Diagram alir proses pengolahan biodiesel dari minyak goreng bekas (jelantah)

Karakteristik konsumsi bahan bakar spesifik disajikan dalam bentuk kurva yang dikembangkan Baillie dan Vasey (1996) dengan persamaan :

$$C_s = \frac{C}{P} \quad (3)$$

Keterangan:

C_s = Konsumsi bahan bakar spesifik (ml/kW.dt).

C = Konsumsi bahan bakar (ml/dt)

P = Daya poros (kW)

Besarnya torsi motor adalah

$$T = \frac{P_{motor}}{2 \pi n} \quad (4)$$

Keterangan:

T = Torsi motor

n = Putaran motor per detik

Konsumsi bahan bakar spesifik

$$C_s = \frac{C}{P_{motor}} \quad (5)$$

Keterangan:

C_s = Konsumsi bahan bakar spesifik

C = Konsumsi bahan bakar (ml/dt)

P_{motor} = Daya motor (kW)

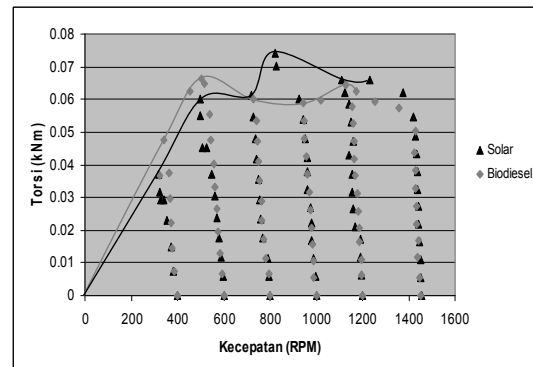
HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan penggunaan biodiesel tanpa proses netralisasi menunjukkan kesulitan pada start awal motor. Motor diesel tidak bisa hidup bila langsung menggunakan biodiesel yang masih mengandung katalis. Dengan memberikan saluran khusus yang diisi dengan solar kesulitan ini bisa diatasi. Pada saat motor diesel hidup kran yang menghubungkan mesin dengan solar ditutup dan dalam waktu yang bersamaan kran yang menghubungkan bahan bakar biodiesel dibuka. Percobaan menunjukkan bahwa setelah mesin hidup penggunaan biodiesel yang mengandung katalis bisa dilakukan dan mesin bisa terus hidup sampai biodiesel tersebut habis.

Dengan pertimbangan kesulitan start awal mesin tersebut, percobaan selanjutnya adalah dengan biodiesel murni hasil proses seperti pada Gambar 2. Start

awal mesin pada penggunaan biodiesel murni tidak menunjukkan kesulitan. Pengujian unjuk kerja motor diesel selanjutnya menggunakan biodiesel murni.

Kurva hubungan putaran poros roda (rpm) dengan torsi (kNm) disajikan dalam Gambar 3. Semakin besar torsi kecepatan putaran motor semakin turun.

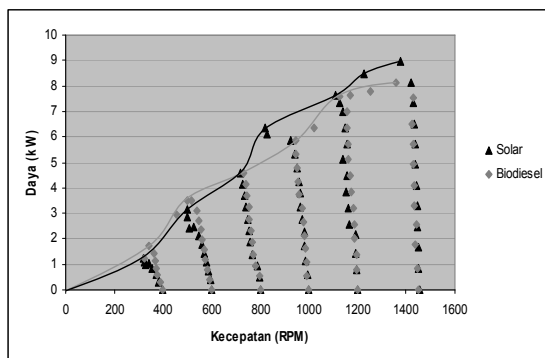


Gambar 3. Kurva hubungan kecepatan putar motor dengan torsi.

Pada grafik tersebut tampak bahwa torsi bahan bakar biodiesel dan solar terdapat perbedaan kecenderungan. Kondisi kecepatan putar mesin di bawah 800 rpm, torsi biodiesel lebih tinggi dari solar, namun sebaliknya pada kecepatan putar di atas 800 rpm nilai torsi biodiesel lebih rendah dari solar. Dari sisi torsi yang dihasilkan maka bisa direkomendasikan bahwa biodiesel secara teknis bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar. Hal ini menunjukkan bahwa torsi motor pada penggunaan biodiesel tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan bila dibanding penggunaan solar.

Hubungan antara daya dengan kecepatan putar motor menunjukkan kecenderungan yang mirip dengan kurva torsi (Gambar 4). Tampak dari grafik koordinat kurva kedua jenis bahan bakar relatif berimpit. Daya yang dihasilkan bahan bakar biodiesel tidak berbeda jauh dengan daya yang dihasilkan bahan bakar solar, namun dapat dilihat bahwa pada rpm rendah daya yang dihasilkan biodiesel lebih besar dari solar, sedangkan pada putaran motor tinggi daya yang dihasilkan bahan bakar solar lebih besar dari bahan

bakar biodisel. Pada kondisi putaran mesin tinggi sesuai yang dipaparkan oleh Suess (2002) bahwa hal ini ada kaitannya dengan titik bakar solar di mana lebih rendah daripada biodiesel sedangkan kandungan energi solar lebih tinggi dari biodiesel.



Gambar 4. Kurva hubungan kecepatan putar motor dengan daya motor

Penggunaan biodisel menghasilkan daya yang lebih besar yaitu rata-rata 5,4% lebih tinggi akan tetapi diikuti juga dengan kenaikan kebutuhan bahan bakar spesifik sebesar 9,5 %. Artinya penggunaan bahan bakar biodiesel tiap kW daya motor membutuhkan bahan bakar lebih banyak dibanding penggunaan solar. Hal ini bisa dimengerti karena kandungan nilai bakar dari biodiesel masih lebih rendah dibanding minyak solar, sehingga daya yang dihasilkan tiap satuan massa bahan bakar akan berada di bawahnya bila menggunakan solar.

Percobaan yang dilakukan adalah dengan motor diesel tanpa adanya modifikasi konstruksi motor. Minyak jelantah yang telah ditransesterifikasi menjadi alkil-ester, menghasilkan metil ester dengan viskositas mendekati solar. Uji coba penggunaan metil ester atau turunannya pada motor diesel tidak diperlukan modifikasi ruang piston, karena sifat-sifat fisik ester sangat mirip dengan minyak solar. Hasil uji coba metil ester dari minyak jelantah menunjukkan unjuk kerja motor mendekati penggunaan minyak solar seperti halnya penggunaan metil ester dari minyak tumbuhan yang telah dilakukan oleh Graboski, M. dan McCormick L. (1998) serta Alexi (1987).

Ishii dan Takeuchi (1987) melakukan penelitian menggunakan minyak tanaman langsung sebagai bahan bakar. Kandungan energi minyak tersebut mirip dengan minyak solar, namun karena viskositas dan titik bakar yang tinggi menyebabkan lambatnya proses pembakaran dan mudah terbentuk kerak pada ruang bakar akibat pembakaran tidak sempurna.

Transesterifikasi minyak goreng bekas bisa menangani kesulitan akibat viskositas yang tinggi. Pak dan Aleksi (1987) mengemukakan bahwa penggunaan minyak tumbuhan tanpa proses lanjut sebagai bahan bakar menimbulkan kesukaran dan sumbatan pada penyaluran bahan bakar. Hambatan tersebut menurut Maurer (1991) serta Brattacharyya dan Reddy (1994) bisa ditangani melalui proses transesterifikasi. Dengan mengacu pada hasil penelitian tersebut maka ester dari minyak jelantah juga bisa digunakan sebagai biodiesel dengan hasil unjuk kerja mendekati penggunaan minyak solar.

Terpecahnya trigliserida pada proses transesterifikasi minyak jelantah menjadi tiga ester asam lemak menurunkan berat molekul kurang lebih sepertiga dari rata-rata minyak tumbuhan dan viskositas hingga tinggal 5 sampai 10 % (Susilo, 2000). Karena viskositas dari bahan bakar berpengaruh besar terhadap pola atomisasi dan pancaran pada sistem injeksi, pemanfaatan hasil proses transesterifikasi minyak jelantah sebagai bahan bakar menghasilkan kinerja yang mirip dengan minyak solar. Pola atomisasi yang mendekati minyak solar juga memungkinkan kesempurnaan pembakaran bila dipakai pada motor bakar.

Semakin sempurna pembakaran semakin efektif konversinya menjadi energi mekanik. Kondisi ini ditunjukkan dengan konsumsi bahan bakar spesifik (Tabel 1). Konsumsi bahan bakar spesifik biodiesel cenderung lebih tinggi dibanding penggunaan solar. Kebutuhan bahan bakar spesifik penggunaan biodiesel dari minyak jelantah 9,5 % lebih tinggi dibanding solar. Perbedaan konsumsi tersebut wajar karena kandungan nilai bakar biodiesel memang lebih rendah dibanding solar.

Tabel 1. Konsumsi bahan bakar spesifik rata-rata (ml/kW.dt)

RPM	400	600	800	1000	1200	Max
Bio-diesel	0.11	0.10	0.11	0.12	0.12	0.14
Solar	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12

KESIMPULAN

Kinerja motor dalam jangka pendek pada penggunaan biodiesel murni menunjukkan 4,14% lebih tinggi diikuti konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 9,5% lebih tinggi dibanding minyak solar. Penggunaan biodiesel lebih boros. Secara teknis penggunaan biodiesel berbasis minyak jelantah tidak menunjukkan kesulitan dalam start mesin, unjuk kerja maupun dalam operasional mesin.

Uji kinerja penggunaan biodiesel dari minyak jelantah pada motor diesel dalam jangka panjang masih perlu dilakukan untuk melihat perubahan unjuk kerja motor. Perubahan-perubahan fisik pada piston, ruang piston dan sumbatan pada nozzle penyemprot perlu diteliti lebih lanjut, sehingga kekhawatiran penggunaan biodiesel bisa diatasi.

DAFTAR PUSTAKA

Beitz, W. dan K.H. Küttner, 1987. Taschenbuch für den Maschinenbau. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York.

Bockisch, M. 1993. Nahrungsfette und Öle. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart.

Brattacharya, S. dan C.S.Reddy. 1994. Vegetable oils as fuels for internal combustion engines : a review. Journal of agricultural Engineering Research. Vol. 57 : 157-166

Graboski, M. and McCormick L. 1998. Combustion of Fat and Vegetable Oil Derived Fuels in Diesel Engines. Prog. Energy Combust. Sci., 24, p.125-164,

Ishii, Y. dan R. Takeuchi. 1987, Vegetable oils and their effect on Farm engine performance, Transaction of the ASAE 30(1), 2-6

Liljedhal, J.B., W.B. Carleton., P.K. Turnquist, and D.W. Smith. 1979. *Tractors and Their Power Units*. John Wiley and Sons. U.S.A.

Korbitz W. 1995. Development and present status of biodiesel production and projects in Europe and North America in Rapeseed Today and Tomorrow 4. Ed. Murphy D. Ninth International Rapeseed Congress 4 to 7 July, Cambridge, United Kingdom.

Maurer, K. 1991. Pflanzenölgewinnung und Verwertung in landwirtschaftlichen Betrieben als Treibstoff. Journal der Landtechnik 12 : 604-608.

Pak, V.M. dan A. Alexi. 1987. Praktische Erfahrungen mit Pflanzenölen als Kraftstoff für Dieselmotoren. Grundlage der Landtechnik Bd. 37 (1987) Nr. 2

Peterson, C.L. 1986. Vegetable oil as diesel fuel: status and research priorities. Transaction of the ASAE Vol. 29(5):September-Oktober : 1413-1422

Singer, 1980, Brennstoffe, Kraftstoffe, Schmierstoffe, Hermann Schroedel Verlag KG, Hannover-Dortmund-Darmstadt-Berlin.

Susilo, B. 1997. Design und Entwicklung eines Filters für die Pflanzenöl Aufbereitung. Fachbereich Agrarwissenschaften Universität Gessamthochschule Kassel.

Susilo, B. 2000. Penelitian penurunan viskositas minyak jelantah dengan tranesterifikasi. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Widmann, B.A. 1991. Pflanzenöl als EnergieträgerKrafstoffeigenschaften, Emissionen, Erfahrungen, in VDI Berichte 851 : 365-379

Widmann, B.A. 1992. Qualitätskriterien bei der Gewinnung von Pflanzenölen in Kleinanlagen für die Nutzung als nachwachsende Rohstoffe, in der Landtechnik. Kurzfassung der Vorträge: 135-136. Freising-Weihenstephan.

Zaffaroni, E., K.R. Kaufman, dan G.L. Pratt. 1987. Vegetable oils as substitutes for diesel oil in Brazil. Transaction of the ASAE Vol. 3(2):November 1987.

