

PENGUJIAN ALAT PENGOLAH LIMBAH MINYAK GORENG MENJADI BODIESEL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF MOTOR DIESEL

Oleh

Dwi Widjanarko, Abdurrahman, dan Hadromi
Staf Pengajar FT UNNES

Abstract

The objectives of this research are to design and to test the biodiesel processing unit from waste cooking oil, to examine the characteristics of processed biodiesel, and to apply the biodiesel on diesel engine to ensure that there will not be a problem on the tested diesel engine. This research is an experiment research carried out by several steps, designing waste cooking-biodiesel processing unit, examining the characteristics of biodiesel made, and applying the biodiesel on diesel engine. The result showed that the biodiesel processing unit that was made could work well to produce biodiesel. The biodiesel characteristics are comparable with diesel oil and the biodiesel is applicable on diesel engine without any problems accrued.

Keywords: biodiesel, waste cooking oil, alternative fuel, diesel engine

PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi semakin lama semakin menipis dan pada suatu saat akan habis. Salah satu bahan bakar yang dapat diperbaharui adalah bahan bakar yang berasal dari minyak tumbuh-tumbuhan. Jenis bahan bakar ini sudah menjadi bahan bakar yang potensial untuk motor diesel bila minyak bumi sudah menipis (Shaheed dan Swain, 1999). Indonesia yang subur dan kaya akan tumbuh-tumbuhan mempunyai potensi untuk menghasilkan minyak tumbuh-tumbuhan sebagai bahan bakar untuk membuat biodiesel. Sementara itu, limbah minyak rumah tangga cukup banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal.

Sebenarnya, minyak bekas pakai merupakan salah satu sumber energy yang dapat dimanfaatkan. Sisa atau limbah minyak yang

sudah tidak dipakai dan biasanya dibuang begitu saja ternyata cukup banyak. Setiap hari rumah tangga menghasilkan jelantah atau minyak goreng bekas pakai sekitar 50ml per hari yang biasanya dibuang begitu saja. Hal tersebut jelas dapat mencemari lingkungan karena minyak susah terurai dalam tanah atau air. Menurut Yu *dkk* (2002) minyak goreng bekas pakai harganya murah dibanding dengan minyak fosil dan studi di Jepang menunjukkan bahwa 400000 sampai 600000 ton minyak bekas dihasilkan per tahunnya dan hanya sekitar 50% yang dimanfaatkan.

Secara khusus di Indonesia belum ada studi mengenai minyak bekas dari rumah tangga dan industri makanan. Jika setiap rumah tangga menghasilkan 50 ml minyak jelantah per hari maka dalam satu bulan

dapat menghasilkan 1,5 liter minyak jelantah. Jika dalam satu RT ada 30 kepala keluarga, maka setiap bulan ada 75 liter minyak bekas yang tidak dimanfaatkan. Jika ditinjau pada skala yang lebih besar (RW, kelurahan, kecamatan, dan seterusnya) maka jumlah minyak jelantah tersebut akan makin banyak.

Minyak bekas pakai ternyata dapat juga dimanfaatkan untuk bahan bakar. Menurut Murayama, *dkk* (2000) minyak bekas pakai (*waste vegetable oil* atau WVO) yang berasal dari perusahaan makanan banyak yang tidak dimanfaatkan lagi. Untuk itu pemanfaatannya perlu dioptimalkan, sehingga secara ekonomis bermanfaat dan menguntungkan. Dalam penelitiannya untuk mengevaluasi minyak bekas atau WVO sebagai bahan bakar untuk motor diesel dinyatakan bahwa bahan bakar yang dibuat dari WVO aman dipakai untuk bahan bakar motor diesel.

Arnold (2002) juga menyatakan bahwa harga minyak bekas pakai ini sangat murah dan dapat dibuat menjadi biodiesel dengan mencampur minyak tersebut dengan methanol untuk menghasilkan biodiesel. Biodiesel ini dapat langsung dipakai pada motor diesel maupun sebagai campuran pada bahan bakar solar. Murayama, *dkk* (2000) menjamin bahwa WVO aman dipakai sebagai bahan motor diesel setelah dilakukan esterifikasi.

Bari, *dkk* (2002) mengemukakan bahwa *filter clogging* atau penyumbatan pada saringan bahan bakar selalu terjadi karena viskositas WCO lebih tinggi dibanding solar. Hal ini dapat diatasi dengan memanaskannya di atas 51°C agar viskositasnya menurun sebelum masuk ke sistem pompa bahan bakar. Berbeda dengan yang lain, Masjuki, *dkk* (2001) mencampur *vegetable oil* dalam solar sebagai bahan bakar. Campuran 10 sampai 30% pada minyak solar menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah. Campuran sampai dengan 30% tersebut merupakan campuran untuk bahan bakar yang optimum.

Berdasarkan hal-hal di atas, minyak bekas masih mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar motor diesel. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun dan menguji alat untuk mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel, menguji karakteristik biodiesel hasil pengolahan menggunakan alat yang telah dibuat, serta menguji dan mengaplikasikan biodiesel yang dibuat tersebut pada motor diesel untuk memastikan tidak terjadi masalah pada motor diesel yang diuji coba

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan dengan merancang, membuat dan menguji alat untuk mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel, membuat

biodiesel dari limbah minyak goreng, menguji karakteristik biodiesel hasil pengolahan menggunakan alat yang telah dibuat, dan menguji dan mengaplikasikan biodiesel yang dibuat tersebut pada motor diesel untuk memastikan tidak terjadi masalah pada motor diesel yang diuji coba.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengolah limbah minyak goreng menjadi biodiesel, alat uji karakteristik bahan bakar, digunakan untuk mengetahui karakteristik bahan bakar minyak solar dan biodiesel yang telah dibuat, *buret* dan *stop watch* untuk mengukur konsumsi bahan bakar motor diesel, motor diesel Isuzu panther 2500 cc, untuk menguji aplikasi penggunaan bahan bakar biodiesel dan minyak solar. Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah minyak solar, sebagai bahan bakar kontrol atau bahan bakar pembanding dari bahan bakar biodiesel, minyak bekas pakai/minyak jelantah, sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel, alkohol/methanol, dan katalis.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah a) membuat alat pengolah limbah minyak goreng menjadi biodiesel. Secara singkat alat ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu 1) tangki pencampur alkohol dan katalis. Bagian ini terdiri dari tangki pencampur, alat pengaduk yang dilengkapi motor pengaduk, dan 2) tangki

pengolah (reactor) biodiesel. Bagian ini terdiri dari tangki, pemanas, pengaduk dan motor, dan pengontrol suhu, b) membuat bahan bakar biodiesel dari minyak bekas menggunakan alat yang telah dibuat, menguji karakteristik biodiesel, mengaplikasikan biodiesel pada motor diesel dan minyak solar sebagai pembanding, menentukan konsumsi bahan bakar motor diesel dengan bahan bakar biodiesel dan membandingkannya dengan bahan bakar solar

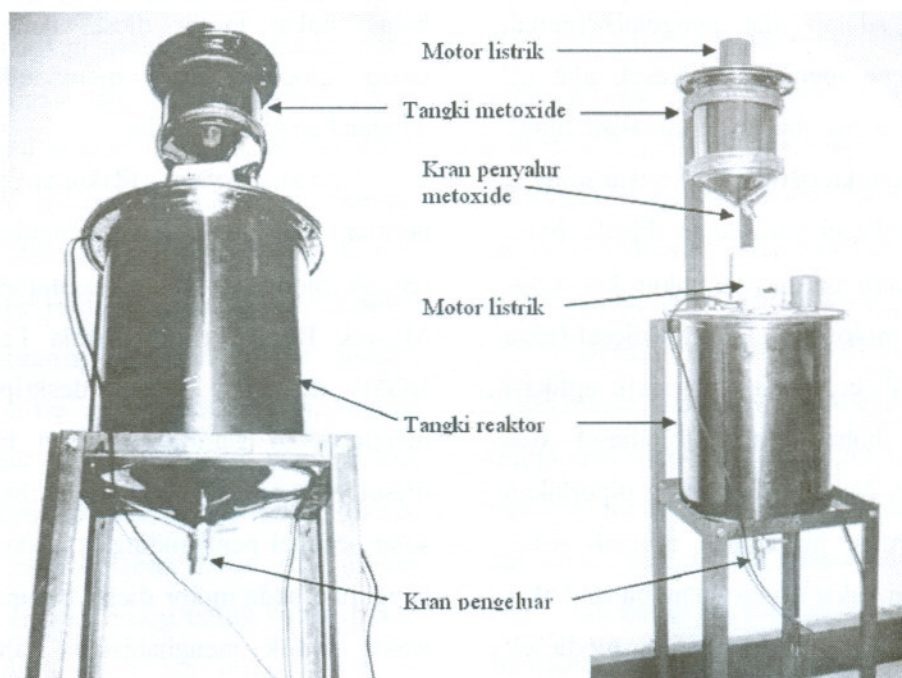
Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi a) pengujian karakteristik biodiesel secara laboratoris (di lab Minyak Bumi Teknik Kimia Fak Teknik UGM) dianalisis secara deskriptif untuk mendapatkan gambaran bahan bakar biodiesel yang telah dibuat dengan bahan bakar solar sebagai pembanding, c) data dari hasil pengujian pada motor diesel berupa lamanya waktu untuk menghabiskan bahan bakar dengan volume 20 ml dianalisis dengan persamaan 3 untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar motor diesel dengan bahan bakar biodiesel dan bahan bakar solar sebagai pembanding. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tanpa beban (*unloaded engine test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Alat pengolah biodiesel

Alat yang telah dibuat terdiri dari dua tangki pengolah. Tangki bagian atas yang berkapasitas 2 liter berfungsi sebagai tangki pembuat larutan metoxide yaitu campuran antara methanol dan katalis (NaOH). Bagian

atas dari tangki tersebut terdapat motor untuk menggerakkan pengaduk agar proses pencampuran methanol dengan katalis dapat lebih cepat. Bagian bawah dari tangki kecil terdapat kran yang berfungsi untuk mengalirkan metoxide ke tangki reaksi yang berada di bawahnya.



Gambar 1. Alat pengolah minyak goreng bekas menjadi biodiesel

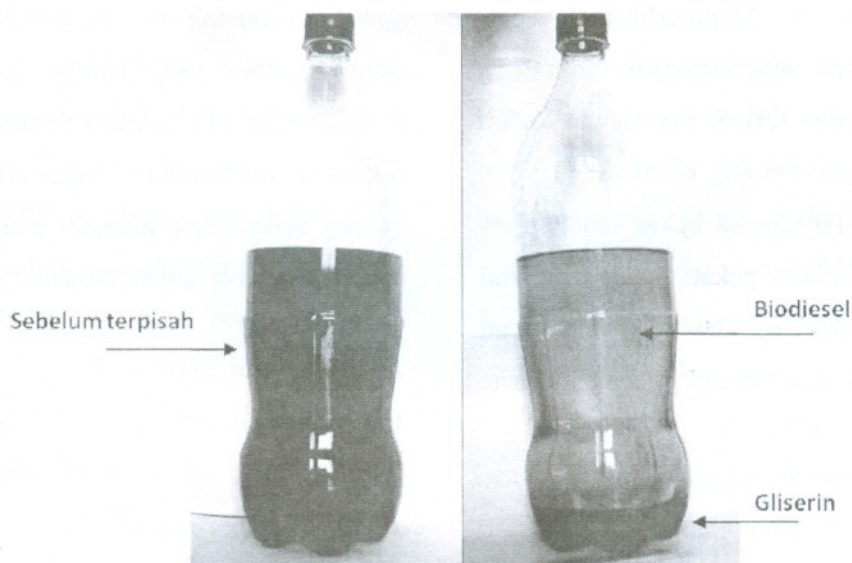
Bagian bawah alat tersebut terdapat tangki yang lebih besar (bekapasitas 15 liter). Pada bagian atas tangki ini juga terdapat motor listrik untuk mengaduk campuran minyak jelantah dengan *metoxide*. Pada bagian bawah tangki besar ini juga terdapat kran yang berfungsi untuk mengeluarkan minyak jelantah yang telah direaksikan untuk ditampung pada tempat pemisahan. Proses

pembuatan (merekasikan minyak bekas dengan metoxide) biodiesel dilakukan selama satu jam, sehingga alat yang telah dibuat ini mempunyai kapasitas produksi 15 liter per jam. Tingkat pengkonversian minyak menjadi biodiesel dapat berkisar antara 95 sampai 100% (Azman, 2003).

Pembuatan biodiesel dengan skala kecil menggunakan ± 5 gr katalis dan 200 ml

ethanol, minyak bekas 1 liter, temperatur selama reaksi sekitar 50°C , lama pengadukan 1 jam (Joshua dan Kaia, 1999). Dengan menggunakan alat pengolah yang telah dibuat yang berkapasitas 15 liter, maka bahan-bahan yang digunakan untuk membuat satu liter bahan bakar dikalikan 15 sehingga untuk membuat 15 liter biodiesel diperlukan minyak bekas pakai sebanyak 15 liter, katalis 75 gram, dan methanol sebanyak 3 liter. Pemanasan minyak selama reaksi dimaksud-

kan agar reaksi dapat terjadi lebih cepat. Setelah satu jam, campuran tersebut dipindahkan ke tempat lain untuk proses pemisahan biodiesel dengan gliserin. Pemisahan dilakukan selama 8 jam atau lebih. Biodiesel yang lebih ringan akan berada di atas, sementara gliserin yang lebih berat akan mengendap di bawah. Bagian yang atas yang disebut biodiesel dapat digunakan langsung untuk mengoperasikan motor diesel (Arnold, 2002).



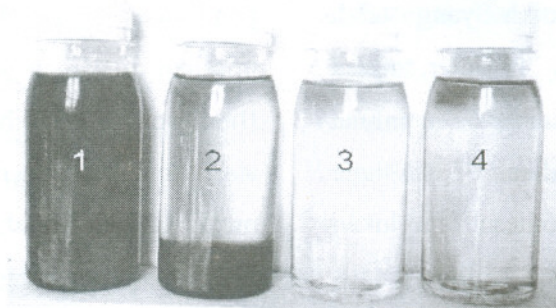
Gambar 2. Minyak goreng bekas yang sudah direaksikan dengan metoxide (kiri), diaduk selama 1 jam dan pemisahan biodiesel dan gliserin (kanan)

Hasil pengolahan dan pembuatan biodiesel dari minyak bekas dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2. Gambar sebelah kiri memperlihatkan minyak bekas yang telah diolah dan dicampur dengan metoxide (campuran methanol dan katalis) dan diaduk selama satu jam dengan temperatur saat di-

aduk sekitar 50°C . Untuk mempermudah pengamatan, maka dari alat pengolah biodiesel campuran yang telah diaduk selama satu jam tersebut dimasukkan ke dalam botol transparan. Setelah dibiarkan selama 24 jam (gambar sebelah kanan), maka akan terjadi pemisahan antara biodiesel dan gliserin.

Bagian yang massa jenisnya lebih besar (gliserin) akan turun sementara yang massa

jenisnya lebih kecil (biodiesel) akan berada di bagian atas.



Gambar 3. Minyak bekas, biodiesel dan minyak solar

Gambar 3 memperlihatkan perbandingan warna antara minyak bekas (1), setelah diolah dan terjadi pemisahan antara biodiesel dan gliserin (2), biodiesel (3), dan minyak solar (4). Minyak bekas sebelum diolah berwarna hitam pekat. Setelah melalui pengolahan dan pengendapan, warna hitam pekatnya turun dan bersatu dengan gliserin.

Setelah dipindahkan, biodiesel (3) mempunyai warna yang hampir sama dengan minyak solar (4). Dengan demikian, melalui proses transesterifikasi, maka warna minyak goreng bekas dapat menjadi lebih jernih dan karakteristiknya dapat dibandingkan dengan minyak solar.



Gambar 4. Perbandingan antara bahan bakar minyak solar (1) dan biodiesel (2)

2. Karakteristik Biodiesel Hasil Pembuatan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium tentang karakteristik utama bahan

bakar yang telah dibuat, maka diperoleh data seperti tertuang pada tabel berikut.

Tabel 1. Karakteristik Biodiesel yang Dibuat

No	Karakteristik	Bahan Bakar			Keterangan
		Biodiesel	Spec. BioDsl*	Minyak Solar	
1	Flash Point ($^{\circ}\text{C}$)	184	≥ 110	74	
2	Specific Gravity (g/cm^3)	0,89	0,875 - 0,9	0,85	
3	Nilai kalor (kkal/kg)	9413		10883	

*) Standar Jerman (Prankl, 1999 : 6)

Minyak solar yang diujikan adalah minyak solar dari SPBU yang diambil sampelnya dalam penelitian ini.

Berdasarkan tabel di atas, harga *flash point* biodiesel berada di atas 110. Hal ini menunjukkan bahwa *flash point* biodiesel yang dibuat dalam penelitian ini memenuhi syarat. Dengan besarnya harga *flash point* maka biodiesel lebih aman dalam proses penyimpanan. Dari harga tersebut, maka biodiesel yang dibuat ini akan berbahaya jika berada di ruang dengan temperatur 184°C dan ada percikan api di sekitar bahan bakar tersebut. Jika dibandingkan dengan minyak solar, harga *flash point* biodiesel yang dibuat jauh lebih tinggi. Minyak solar akan berbahaya jika berada di ruang dengan suhu 74°C dan ada percikan api di sekitarnya. Jadi bahan bakar biodiesel jauh lebih aman dibanding minyak solar dalam proses

penyimpanan. *Specific gravity biodiesel* yang telah dibuat dalam penelitian ini masuk dalam harga batas atau standar biodiesel juga minyak solar. Dengan demikian *specific gravity biodiesel* ini memenuhi syarat.

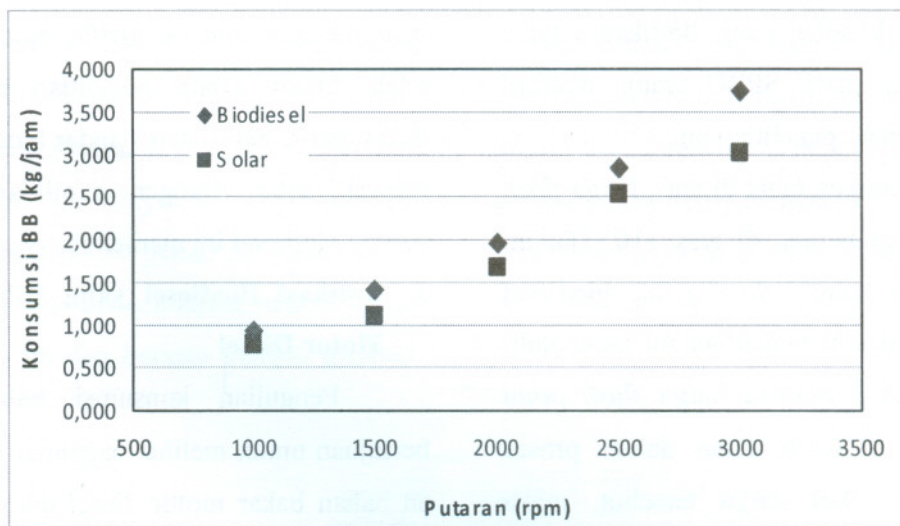
3. Aplikasi Biodiesel yang Dibuat pada Motor Diesel

Pengujian konsumsi bahan bakar bertujuan untuk melihat bagaimana kebutuhan bahan bakar motor diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel dan minyak solar. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat ditentukan mana bahan bakar yang konsumsinya lebih tinggi (orang awam menyebutnya lebih boros), mana yang lebih hemat. Berikut tabel yang menyajikan data hasil pengujian konsumsi bahan bakar. Pengujian pada motor diesel dalam penelitian ini adalah pengujian tanpa beban, yaitu mesin tidak dalam kondisi terbebani saat dilakukan

pengujian. Berdasarkan hasil pengujian maka untuk menghabiskan 20 ml bahan bakar dalam pengujian, bahan bakar biodiesel waktunya lebih cepat. Penggunaan biodiesel pada mesin dalam penelitian ini tidak menimbulkan masalah karena mesin diesel yang digunakan dalam penelitian ini tidak mengalami gangguan.

Mesin diesel yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin Panther 4 silinder 2500 cc. Dari data waktu yang dibutuhkan

untuk menghabiskan 20 ml bahan bakar, maka dapat ditentukan konsumsi bahan bakarnya. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel lebih tinggi dibanding menggunakan bahan bakar solar. Secara grafis perbandingan konsumsi bahan bakar pada beberapa tingkat kecepatan dapat dijelaskan dengan gambar berikut.



Gambar 5. Hubungan konsumsi bahan bakar dan putaran dengan bahan bakar biodiesel dan solar

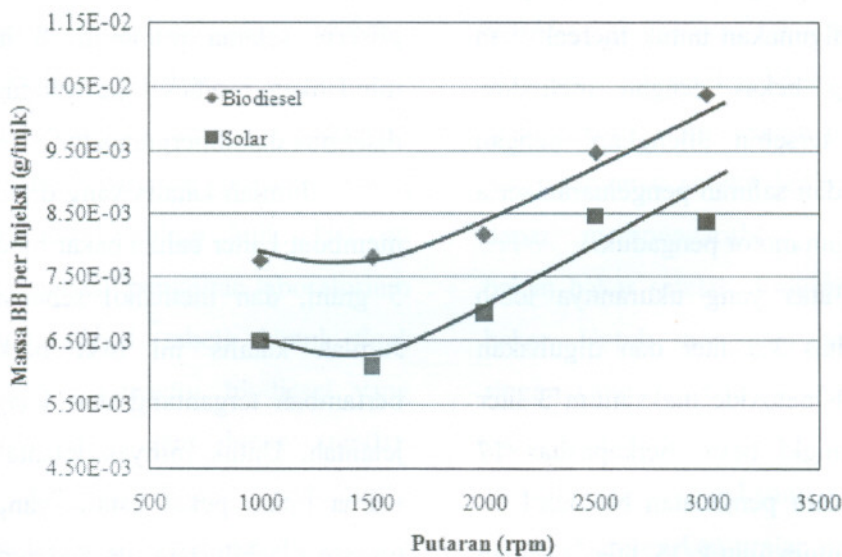
Perbedaan konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar biodiesel dan bahan bakar solar berkisar 14%. Artinya konsumsi bahan bakar mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel 14% lebih tinggi dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar mesin diesel menggunakan solar. Hal ini dapat

disebabkan karena nilai kalor bahan bakar biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar solar. Nilai kalor biodiesel (tabel karakteristik biodiesel) adalah 9413 kkal/kg dan untuk bahan bakar solar 10883 kkal/kg. Dengan demikian dalam penerapannya di mesin diesel, konsumsi bahan bakar dengan

biodiesel lebih tinggi karena untuk menghasilkan putaran yang sama maka dibutuhkan bahan bakar biodiesel lebih banyak dibanding dengan minyak solar. Jika ditinjau dari massa bahan bakar per satuan injeksi bahan bakar (gambar 6), tampak bahwa massa bahan bakar yang diinjeksikan dalam satu kali penyemprotan injektor untuk bahan bakar biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan massa bahan bakar yang diinjeksikan

dalam satu kali penyemprotan injektor untuk bahan bakar solar.

Jumlah bahan bakar yang paling hemat atau paling sedikit disemprotkan terjadi pada putaran 1500 rpm. Jadi, putaran 1500 rpm dalam pengujian ini adalah putaran ekonomis di mana mesin mengkonsumsi bahan bakar paling hemat dibandingkan dengan putaran-putaran yang lainnya.



Gambar 6. Hubungan massa bahan bakar per injeksi dengan putaran mesin

Berdasarkan grafik di atas, massa bahan bakar yang disemprotkan per satu semprotan pada putaran 1000 rpm untuk solar adalah $6,4 \times 10^{-3}$ gram bahan bakar kemudian turun pada putaran 1500 rpm dan naik kembali seiring naiknya putaran mesin. Untuk bahan bakar biodiesel pada putaran 1000 rpm massa bahan bakar yang

disemprotkan tiap injeksi adalah $7,76 \times 10^{-3}$ gram kemudian turun pada putaran 1500 rpm dan makin naik lagi seiring makin tingginya putaran mesin. Dengan karakteristik penyemprotan seperti digambarkan pada grafik di atas, jumlah penyemprotan bahan bakar terendah terjadi pada putaran 1500 rpm.

Alat pengolah limbah minyak goreng menjadi biodiesel yang dibuat dalam penelitian ini dapat bekerja dengan baik. Pada prinsipnya instalasi yang dibuat ini bekerja sebagai reaktor dari bahan-bahan yang campurkan untuk mengolah limbah minyak goreng menjadi biodiesel. Alat ini terdiri dari dua bagian utama (gambar 1), yaitu tangki atas dan tangki bawah. Tangki atas digunakan untuk membuat *metoxide* atau campuran antara methanol dengan katalis sedangkan tangki bawah digunakan untuk mereaksikan minyak goreng bekas dengan *metoxide*. Kedua tangki tersebut dilengkapi dengan saluran masuk dan saluran pengeluaran serta dilengkapi dengan motor pengaduk.

Tangki atas yang ukurannya lebih kecil berkapasitas 3.5 liter dan digunakan untuk membuat *metoxide* maksimum 3 liter agar aman. Tangki besar berkapasitas 17 liter, namun dalam pembuatan biodiesel digunakan maksimum untuk 15 liter. Dengan proses reaksi selama satu jam saat pembuatan biodiesel, maka kapasitas produksi alat ini adalah 15 liter per jam sehingga jika digunakan dalam satu hari (8 jam) maka kapasitas produksi perhari alat ini adalah 120 liter.

Proses pembuatan biodiesel dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu 1) pengumpulan limbah minyak goreng dari rumah tangga, 2) penyaringan minyak, 3) pemanasan minyak goreng bekas

yang sudah disaring sampai temperatur 50°C (dari beberapa referensi temperatur reaksi antara 40 sampai 60°C), 4) pembuatan *metoxide* dengan mencampur methanol dan katalis, 5) mereaksikan minyak yang telah dipanaskan dengan *metoxide* dan mengaduknya secara kontinyu di dalam tangki reactor selama satu jam dan temperatur dipertahankan sekitar 50°C , 6) memindahkan minyak yang telah direaksikan ke dalam tempat lain untuk pemisahan biodiesel dan gliserin selama minimum 8 jam, 7) memindahkan biodiesel ke tempat lain untuk disimpan dan dipergunakan.

Jumlah katalis yang digunakan untuk membuat 1 liter bahan bakar biodiesel sekitar 5 gram, dan methanol sebanyak 200 ml. Jumlah katalis ini bisa berkurang atau bertambah tergantung dari kualitas minyak jelantah. Untuk minyak jelantah yang berwarna hitam pekat katalis yang digunakan biasanya lebih banyak sedangkan minyak bekas yang tidak terlalu pekat jumlah katalisnya lebih sedikit. Untuk itu, sebelum membuat biodiesel dalam jumlah yang banyak perlu dilakukan uji coba dalam skala kecil. Jika sudah berhasil, maka takaran-takaran tersebut tinggal dikalikan sesuai dengan jumlah yang akan dibuat.

Selama proses pembuatan biodiesel yang telah dilakukan, ciri-ciri fisik yang dapat diamati bila pembuatan biodieselnnya

gagal adalah campuran minyak bekas dengan metoxide selama proses pengadukan terlihat berwarna coklat susu (coklat keputih-putihan). Warna ini akan cepat terlihat setelah campuran diaduk selama kurang lebih lima menit. Jika pembuatan biodiesel berhasil, campuran di dalam tangki reaktor selama proses pengadukan (satu jam) warnanya akan tetap seperti warna minyak bekas sebelum direaksikan. Dengan cirri-ciri fisik seperti itu maka dengan mudah kita dapat mengamati berhasil atau tidaknya pembuatan biodiesel tersebut.

Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan peralatan yang telah dibuat sudah cukup baik. Hal ini didasarkan pada hasil pengujian laboratorium karakteristik biodiesel (tabel). Untuk *flash point* dan *specific gravity*, biodiesel yang dibuat berada di dalam batas standar. Penerapan bahan bakar biodiesel pada mesin diesel menunjukkan bahwa mesin diesel yang dijalankan dengan bahan bakar biodiesel yang dibuat dalam penelitian ini tidak bermasalah dan bekerja secara normal. Dengan demikian maka bahan bakar biodiesel yang dibuat ini layak digunakan pada motor diesel. Berdasarkan hasil pengujian biodiesel pada motor diesel, konsumsi bahan bakar dengan biodiesel lebih tinggi bila dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar dengan minyak solar. Hal ini ditunjukkan dengan garfik pada

gambar 5 dan 6. Berdasarkan grafik-grafik tersebut, penerapan biodiesel pada motor diesel cenderung lebih tinggi (lebih boros).

Lebih tingginya konsumsi bahan bakar dengan biodiesel ini disebabkan oleh nilai kalor bahan bakar yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar (Shaheed dan Swain, 1999 : 418) sehingga untuk mencapai putaran yang sama dengan mesin dengan bahan bakar minyak solar membutuhkan biodiesel yang lebih banyak. Selain itu, karakteristik biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini sedikit lebih tinggi sehingga hasil penyemprotan bahan bakar (pengabutan) butirannya sedikit lebih besar sehingga dapat mempengaruhi proses penguapan bahan bakar setelah disemprotkan ke ruang bakar. Untuk mengatasi hal itu, tindakan ringan yang dapat dilakukan adalah dengan menaikkan tekanan injeksi melalui penyetelan pada baut penyetel yang ada pada injektor.

Berdasarkan uraian pada pembahasan di atas, maka alat yang dibuat dalam penelitian ini dapat bekerja dengan baik dan karakteristik bahan bakar yang dihasilkannya cukup baik karena berada dalam nilai standar biodiesel meskipun pada viskositasnya sedikit lebih tinggi dari standar biodiesel. Hasil pengujian penerapan bahan bakar biodiesel yang dibuat dalam penelitian ini menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut tidak menimbulkan masalah saat digunakan

pada motor diesel. Motor diesel dapat bekerja dengan baik meskipun konsumsi bahan bakarnya sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan dengan konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar solar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa alat pengolah biodiesel dapat bekerja dengan baik dan dapat mengolah minyak bekas menjadi biodiesel dengan kapasitas 15 liter/jam. Karakteristik bahan bakar yang dihasilkannya cukup baik karena berada dalam nilai standar biodiesel meskipun pada viskositasnya sedikit lebih tinggi dibanding standar biodiesel. Penerapan biodiesel yang telah dibuat pada motor diesel tidak menimbulkan masalah, tetapi konsumsi bahan bakar dengan menggunakan biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar minyak solar. Hal ini disebabkan karena nilai kalor biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lagi supaya viskositas biodiesel yang dibuat dapat masuk ke dalam standar viskositas untuk biodiesel, dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apakah biodiesel yang dibuat dari minyak bekas ini

mudah menyebabkan korosi terhadap komponen-komponen mesin diesel.

DAFTAR PUSTAKA

-, 2002, *Biodiesel Production and Quality*, hal 1-4.
- Arnold, P. 2002, Used Cooking Oil Turned into Diesel Fuel, *BioCycle*, hal 42-43
- Azman, A., *Proposal for Biodiesel production Facility*, University of Colorado, hal 1-6.
- Bari, S., Yu, C.W., dan Lim, T.H., 2002, Filter Clogging and Power loss Issueswhile Running a Diesel Engine with Waste Cooking Oil, *Proc. Instn Mech Engrs Part D Journal of Automobile Engineering*, IMech, Vol 216, hal 993 – 1000.
- Emerson, D, 2003, Controlling Emission and Oddors : Biodiesel Company Sets Fast Pace with Waste materials, *BioCycle Energy*, March, hal 46 – 49.
- Howall, S., dan Weber, J.A., 1997, Biodiesel use in underground metal and non metal mines, *DieselNet Technical Report*, hal 1 – 12.
- Leung, D.Y.C., dan Koo, B.C.P., Biodiesel : Is it possible to be used in Hong Kong, *Vehicle Exhaust treatment Technology and Control*, The University of Hong Kong. Hal 1 – 5.
- Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Maleque, M.A., Kubo, A., dan Nonaka, T., 2001, Performance, emission, and wear characteristics of an indirect injection diesel engine using coconut oil blended fuel, *Proc. Instn Mech Engrs Part D Journal of Automobile Engineering*, IMech, Vol 215, hal 393 – 404.

- Murayama, T., Fujuwara, Y., dan Noto, T., 2000, Evaluating waste vegetable oils as a diesel engine fuel, *Proc. Instn Mech Engrs Part D Journal of Automobile Engineering*, IMech, Vol 214, hal 141 – 148.
- Patzer, R., dan Norris, M., 2002, Evaluate biodiesel made from waste fats and oils, *Final Report*, Agricultural Utilization Research Institute, hal 1 – 4.
- Prasad, C.M.V., Krishna, M.V.S.M., Reddy, C.P., dan Mohan, K.R., 2000, Performance evaluation of non-edible vegetable oils as substitute fuels in low heat injection diesel engines, *Proc. Instn Mech Engrs Part D Journal of Automobile Engineering*, IMech, Vol 214, hal 181 – 187.
- Scumacher, L.G., Borgelt, S.C., dan hires, W.G., 2002, Fueling diesel engines with blends of methyl ester soybean oil and diesel fuel, *Research Report*, University of Missouri, hal 1 – 11.
- Shaheed, A., dan Swain, E., 1999, Combustion analysis of coconut oil and its methyl ester in a diesel engine, *Proc. Instn Mech Engrs Part D Journal of Automobile Engineering*, IMech, Vol 213, hal 417 – 424.
- Yu, C.W., bari, S., dan Ameen, A., 2002, A comparison of combustion characteristics of waste ccooking oil with diesel as fuel in a direct injection diesel engine. *Proc. Instn Mech Engrs Part D Journal of Automobile Engineering*, IMech, Vol 216, hal 237 – 242.