

Pengolahan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) menjadi Bahan Bakar Setara Solar (Biodiesel) dengan Proses Transesterifikasi

Oleh:

Oberlin Sidjabat

I. PENDAHULUAN

Minyak goreng bekas atau yang sehari-hari disebut jelantah, merupakan salah satu sumber polusi apabila dibuang sembarangan. Pengertian istilah jelantah adalah sisa-sisa dari minyak goreng setelah digunakan beberapa kali. Di negara Eropa, dulu minyak goreng bekas boleh digunakan sebagai bahan campuran makanan ternak namun sekarang sudah tidak diperbolehkan lagi. Biasanya minyak goreng bekas diperlakukan sebagai limbah dan harus dibuang pada tempat yang sesuai dengan persyaratan lingkungan. Bila dikonsumsi minyak tersebut juga merupakan sumber gangguan kesehatan manusia (Boyd dan Margaret). Dewasa ini banyak restoran cepat saji (waralaba) yang menghasikan minyak goreng bekas dan sebagian besar minyak tersebut digunakan oleh pedagang gorengan (kaki lima) untuk menggoreng dagangannya karena harga yang murah. Mereka (pedagang dan konsumen) tidak sadar bahwa minyak goreng bekas tersebut banyak mengandung senyawa beracun terhadap kesehatan manusia (Boyd dan Margaret; Serena, 1996). Minyak goreng bekas bersifat karsinogenik. Pengaruh biologis dari mengkonsumsi minyak goreng bekas dapat mengakibatkan pembesaran hati, ginjal, dan jantung. Pada umumnya para pengelola restoran cepat saji menetapkan penggantian minyak goreng yang dipakai dengan mengamati warna, bau, busa yang berlebihan dan asap yang terjadi. Ada juga pergantian minyak goreng berdasarkan jangka waktu penggunaan penggorengan yaitu antara 6 sampai dengan 8 hari.

Selama proses penggorengan, terjadi pemanasan atau perengkahan minyak dan minyak berubah menjadi berwarna gelap karena terjadinya reaksi kimia yang dapat menghasilkan sekitar 400 senyawa kimia antara lain terbentuknya komponen fenolik. Pada umumnya minyak goreng bekas mengandung senyawa-senyawa antara lain: polimer, aldehida, asam lemak, senyawa aromatik, dan lakton. Menurut beberapa peneliti minyak goreng bekas tidak baik untuk kesehatan apabila

kandungan senyawa-senyawa polar mencapai 25% - 27% (Keang dkk, 2003).

Untuk menghindari bahaya yang dapat ditimbulkan maka perlu dicari jalan keluar untuk memanfaatkan minyak goreng bekas tersebut. Salah satu cara adalah dengan mengolahnya melalui proses kimia, dalam hal ini transesterifikasi, yang sangat sederhana (Kac, 2003). Di sisi lain, bahan bakar minyak banyak menghasilkan gas buang yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga perlu dicari bahan bakar yang akrab lingkungan. Salah satu bahan bakar yang akrab lingkungan adalah biodiesel.

Biodiesel adalah suatu nama generik untuk bahan bakar setara bahan bakar minyak solar yang diperoleh dari sumber yang dapat diperbaharui (*renewable sources*), minyak nabati dan lemak hewan, dengan proses esterifikasi yaitu dengan mereaksikan minyak dan alkohol dengan bantuan suatu katalis. Biodiesel mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan bahan bakar minyak diesel (solar) yang diperoleh dari minyak bumi, antara lain: mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik sehingga memperpanjang umur mesin; merupakan bahan bakar yang aman karena mudah ditangani dan tidak beracun; mempunyai gas buang yang relatif bersih (Anonim, <http://www.veggievan.org/biodiesel>).

Negara-negara Amerika Serikat dan Eropa telah menetapkan standar atau spesifikasi bahan bakar alternatif biodiesel yang berlaku di negara tersebut, antara lain: bilangan setana minimal 40 (USA) dan 51 (Eropa), viskositas adalah 1,6-6,0 cSt (USA) dan 3,5-5,0 cSt (Eropa).

Apabila produksi minyak goreng bekas dari restoran-restoran waralaba dikumpulkan maka dapat didaur ulang untuk digunakan sebagai sumber bahan bakar alternatif (biodiesel). Sebagai contoh, restoran McDonald's Rio de Janeiro di Brasil, dapat menyumbangkan sebanyak 25000 liter minyak goreng bekas setiap bulan untuk dijadikan biodiesel (Anonim,

2002). Di Amerika Serikat, Australia dan beberapa negara lain produk biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas disebut sebagai *McDiesel* karena berasal dari restoran McDonald's.

Akan tetapi, belum ada data kuantitatif dari restoran-restoran cepat saji (waralaba), tentang jumlah minyak goreng bekas (jelantah), untuk negara Indonesia secara umumnya dan DKI Jakarta khususnya. Berdasarkan perkiraan dari beberapa restoran cepat saji, jumlah minyak goreng bekas untuk daerah DKI Jakarta berkisar ± 16000 kg (± 18000 liter) setiap bulan (Sidjabat, 2002), belum termasuk industri makanan lain. Namun melihat menjamurnya restoran-restoran cepat saji di Jakarta pada khususnya, maka pembuatan biodiesel dari bahan baku minyak goreng bekas sangat menjanjikan.

II. PERCOBAAN

A. Persiapan Bahan

Minyak goreng bekas disaring terlebih dahulu untuk memisahkan partikel-partikel padat dan kotoran-kotoran yang terbentuk selama penggorengan. Kemudian larutan katalis (basa atau asam) disiapkan dengan jumlah tertentu yang dilarutkan dalam metanol. Prosedur ini mengacu pada percobaan sebelumnya (Sidjabat, 1995), Kombinasi perlakuan percontoh yang akan dilakukan dalam percobaan disesuaikan dengan variabel-variabel yang telah ditentukan yaitu jumlah minyak goreng bekas, rasio molar metanol/minyak goreng bekas, jumlah dan jenis katalis, suhu dan waktu reaksi. Rasio molar metanol dengan minyak goreng bekas yang dipakai dalam proses transesterifikasi ditentukan sebesar 9 dan 15, dan jumlah katalis juga divariasikan dari 0,75 s/d 2 %-berat dari minyak goreng.

B. Proses Transesterifikasi

Minyak goreng bekas dalam jumlah tertentu yang sudah disaring dan diaduk sampai homogen, dimasukkan ke dalam labu, yang dilengkapi dengan sistem pengaduk dan pemanas. Kemudian dipanaskan sampai suhu $\pm 63^\circ\text{C}$ sambil diaduk dengan putaran 1000 rpm. Setelah suhu $\pm 63^\circ\text{C}$ dicapai maka larutan metanol, yang mengandung katalis,

ditambahkan secara bertahap ke dalam labu yang berisi minyak goreng bekas itu sambil diaduk dengan kecepatan tertentu. Proses pengadukan yang merupakan proses reaksi transesterifikasi dilakukan selama 60 menit. Setelah itu campuran itu dibiarkan dingin dan didiamkan beberapa waktu dan akan terjadi pemisahan lapisan. Setiap lapisan dipisahkan untuk diproses selanjutnya.

Lapisan metil ester (bagian atas) dicuci dengan air dan dipanaskan pada suhu 120°C untuk menghilangkan air yang tersisa. Sedangkan metanol (bagian bawah) yang berlebih dapat diperoleh kembali dengan cara proses distilasi.

C. Karakterisasi Produk

Produk metilester yang dihasilkan dikarakterisasi untuk membandingkan dengan spesifikasi minyak solar (minyak diesel) antara lain: gravitas spesifik, bilangan setana, titik tuang, titik nyala, viskositas, dan residu karbon dengan metode baku. Selain itu diuji komposisi kandungan dari produk yang dihasilkan dan minyak goreng bekas dengan metode HPLC.

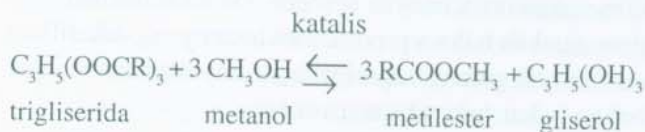
III. HASIL DAN BAHASAN

Minyak goreng bekas yang digunakan dalam studi ini mempunyai karakteristik seperti disajikan pada Tabel 1. Sebelum diproses, minyak goreng bekas tersebut perlu disaring karena banyak mengandung kotoran atau

Tabel 1
Hasil analisis minyak goreng bekas

No	Karakteristik	Hasil Analisis	Metode Uji
1	Spesifik gravitas, 60/60°F	0,9225	ASTM D-1298
2	Viskositas kinematik, 100°C, cSt	50,47	ASTM D-445
3	Warna	>3,5	ASTM D-1500
4	Bilangan asam total, mg KOH/gr	5,289	ASTM D-664
5	Residu karbon conradson, %-brt	0,314	ASTM D-189
6	Asam lemak bebas, %-brt	4,2	-
7	Komposisi asam lemak, %-brt:		HPLC
	- Asam laurat (C 12 : 0)	1,606	
	- Asam palmitat (C 16 : 0)	14,939	
	- Asam margarat (C 17 : 0)	3,959	
	- Asam stearat (C 18 : 0)	13,121	
	- Asam oleat (C 18 : 1)	32,192	
	- Asam linoleat (C 18 : 2)	5,022	
	- Asam arkhidat (C 20 : 0)	2,585	

partikel-partikel hasil gorengan. Produk utama dari proses transesterifikasi adalah metilester, sedangkan gliserol merupakan produk sampingnya. Reaksi kimia dalam proses transesterifikasi minyak goreng dengan alkohol adalah sebagai berikut:

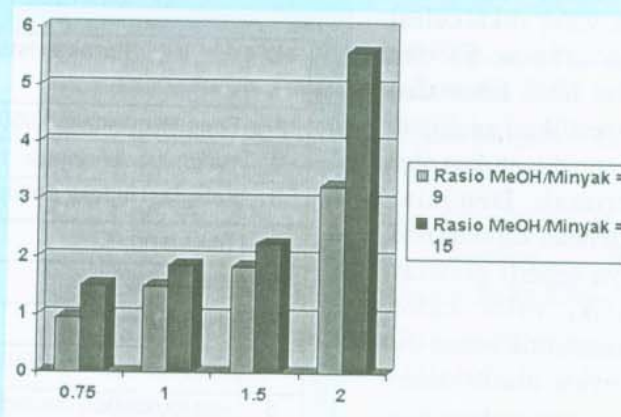


Prosentasi perolehan (*yield*) produk metilester (dari proses transesterifikasi minyak goreng bekas untuk katalis asam (H_2SO_4) disajikan pada Gambar 1, dan dengan katalis basa (NaOH) pada Gambar 2. Dari Gambar 1 terlihat jelas bahwa perolehan produk yang dihasilkan dengan menggunakan katalis asam (0,75-2%-berat), hanya berkisar 0,95 – 3,25 %-berat dengan rasio molar metanol terhadap minyak goreng bekas sebesar 9 dan 1,53 – 5,60 %-berat dengan rasio molar 15. Dengan menggunakan katalis basa, Gambar 2, dihasilkan produk metilester sekitar 0,10 – 54,60 %-berat untuk rasio molar 9 dan sekitar 0,50 – 89,95 %-berat untuk rasio molar metanol terhadap minyak goreng bekas sebesar 15. Perolehan yang paling tinggi adalah pada proses transesterifikasi dengan jumlah katalis sebesar 0,75%-berat. Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa katalis basa menunjukkan kinerja paling baik dalam menghasilkan metilester.

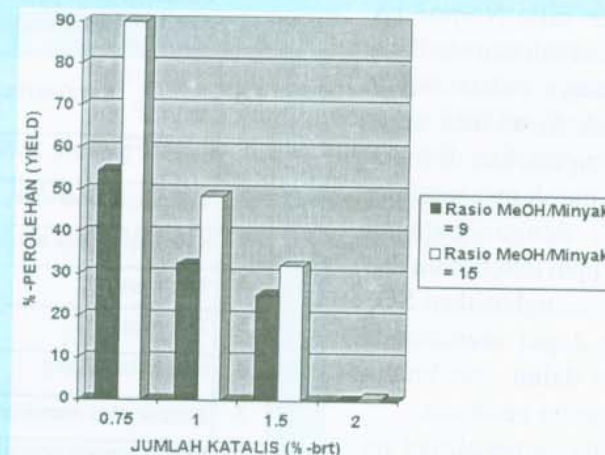
Hasil penelitian Nye dkk. (1983) menunjukkan bahwa katalis basa lebih baik dalam memproduksi metilester atau memberikan hasil paling optimum dibandingkan dengan katalis asam. Perolehan dengan katalis asam sangat rendah mungkin karena mekanisme reaksinya, yang memerlukan tahapan-tahapan lebih panjang untuk mencapai produk metilester (alkilester) dibandingkan dengan katalis basa (Schuchardt dkk., 1998; Freedman, 1986; Freedman, 1984). Tahapan reaksi ini memerlukan waktu agak lama agar reaksi dapat sempurna, dan hal ini didukung oleh penelitian dari Freedman dkk. (1984, 1986) bahwa pada suhu 65°C reaksi dapat berlangsung sempurna selama 50 jam dengan katalis asam (H_2SO_4) 1%.

Bila dibandingkan kedua jenis katalis tersebut maka dengan katalis basa akan bertambah perolehannya dengan berkurangnya jumlah katalis, dan sebaliknya dengan bertambahnya jumlah katalis asam makin bertambah jumlah

perolehannya. Hal ini ada kaitannya dengan proses kimia yang terjadi, di mana katalis asam banyak mengandung air akibat pengenceran asam sulfat sehingga terjadi hidrolisis minyak goreng menjadi asam lemak, dan proses hidrolisis akan bertambah cepat bila kandungan air makin tinggi (larutan makin encer). Sedangkan dalam hal katalis basa, makin tinggi kandungan basa (NaOH) ada kecenderungan terjadinya reaksi penyabunan sehingga akan menghasilkan produk metilester yang lebih kecil



Gambar 1
 Hubungan perolehan produk metilester (biodiesel) dengan jumlah katalis asam dan rasio molar metanol dengan minyak goreng bekas (9 dan 15)



Gambar 2
 Hubungan perolehan produk metilester (biodiesel) dengan jumlah katalis basa dan rasio molar metanol dengan minyak goreng bekas (9 dan 15)

dibandingkan dengan jumlah katalis basa yang lebih rendah.

Produk metilester yang dianalisis sebagai bahan bakar minyak setara solar adalah yang diperoleh dengan katalis basa (0,75%-brt). Hasil karakterisasi dari produk metilester yang dihasilkan dari proses transesterifikasi untuk rasio molar metanol/minyak goreng 9 dan 15, masing-masing disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa produk tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Bilangan setana yang dikalkulasi adalah sebesar 53 dan nilai ini lebih besar dari pada spesifikasi minimum (48) yang ditentukan oleh pemerintah. Demikian juga dengan karakteristik lainnya seperti gravitasi spesifik, nilai kalor, viskositas, titik tuang, dan titik nyala masih dalam batasan atau rentang nilai yang dipersyaratkan. Namun yang perlu diketahui adalah bahwa metilester (biodiesel) yang diperoleh dengan proses transesterifikasi tidak mengandung sulfur, yang terbukti juga dari uji korosi dengan nilai Nomor 1A (tidak terjadi korosi). Pada umumnya bahan bakar minyak diesel atau solar yang dipasarkan di Indonesia masih mengandung sulfur dengan batasan 5000 ppm maksimum dan dapat menghasilkan SO_x yang dapat mencemari udara dalam gas buang kendaraan bermotor.

Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji aplikasi dengan kendaraan bermotor secara langsung. Namun melihat hasil percobaan terdahulu

(Sidjabat, 1995; Anonim, 1997), dengan menggunakan bahan baku minyak kelapa sawit, yang telah diuji dengan kendaraan bermotor, di mana karakteristik dari metilester yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian ini maka hasil uji aplikasinya pun diharapkan tidak banyak berbeda. Oleh karena itu dapat diasumsikan bahwa produk metilester yang dihasilkan dari minyak goreng bekas ini dapat diaplikasikan sebagai bahan bakar minyak setara solar.

Tabel 2
Karakteristik produk metilester dari proses transesterifikasi dengan rasio molar = 9 dan jumlah katalis basa 0,75 %-brt.

No	Karakteristik	Hasil Studi (Metil Ester)	Spesifikasi Solar		Metode Uji
			min	maks	
1	Spesifik gravitas, 60/60°F	0,865	0,82	0,87	ASTMD 1298
2	Viskositas kinematik, 100°C, cSt	4,877	4,5	5,8	ASTMD 445
3	Kalkulasi indeks setana	53,5	48	-	ASTMD 976
4	Titik tuang, °C	12,78	-	18	ASTMD 97
5	Titik nyala, °C	180	66	-	ASTMD 92
6	Nilai kalor, MJ/kg	39,460	35	-	ASTMD 240
7	Copper strip corrosion, 100 °C	1A	-	No. 1	ASTMD 130
8	Residu carbon conradson, %-brt	0,04	-	0,1	ASTMD 189
9	Kandungan air, %-brt	0,1050	-	0,5	ASTMD 4377
10	Bitument sediment water, %-vol	0,025	-	-	ASTMD 96

Tabel 3
Karakteristik produk metilester dari proses transesterifikasi dengan rasio molar = 15 dan jumlah katalis basa 0,75 %-brt.

No	Karakteristik	Hasil Studi (Metil Ester)	Spesifikasi Solar		Metode Uji
			min	maks	
1	Spesifik gravitas, 60/60°F	0,867	0,82	0,87	ASTM D 1298
2	Viskositas kinematik, 100°C, cSt	4,859	4,5	5,8	ASTM D 445
3	Kalkulasi indeks setana	53,3	48	-	ASTM D 976
4	Titik tuang, °C	12,78	-	18	ASTM D 97
5	Titik nyala, °C	180	66	-	ASTM D 92
6	Nilai kalor, MJ/kg	39,410	35	-	ASTM D 240
7	Copper strip corrosion, 100 °C	1A	-	No. 1	ASTM D 130
8	Residu carbon conradson, %-brt	0,029	-	0,1	ASTM D 189
9	Kandungan air, %-brt	0,0781	-	0,5	ASTM D 4377
10	Bitument sediment water, %-vol	0,025	-	-	ASTM D 96

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Minyak goreng bekas (jelantah) merupakan salah satu sumber energi yang ramah lingkungan untuk bahan bakar minyak setara solar (biodiesel), yang dapat didaur ulang dengan proses transesterifikasi dan sekaligus untuk mengatasi limbah buangan dari restoran-restoran waralaba dan rumah tangga.
2. Metilester (biodiesel) merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan juga salah satu bahan bakar yang dapat diperbaharui (*renewable fuel*).
3. Karakteristik produk metilester yang diperoleh dari proses transesterifikasi dengan katalis basa memenuhi persyaratan spesifikasi bahan bakar minyak solar yang sudah ditetapkan oleh pemerintah.
4. Katalis basa (NaOH) merupakan yang terbaik dalam memproduksi metilester dibandingkan dengan katalis asam (H_2SO_4) dengan proses transesterifikasi.
5. Perolehan dalam proses transesterifikasi minyak goreng bekas adalah sebesar 89,95% dengan katalis basa 0,75%-brt dan rasio molar metanol/minyak sebesar 15.
6. Minyak goreng bekas merupakan suatu sumber bahan bakar yang menjanjikan bila ditinjau dari menjamurnya restoran-restoran cepat saji (waralaba) dan juga proses pengolahannya sangat sederhana..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Yudi Wahyudi, ST dan Sdr. Dindin Wahyudin, ST atas kerja samanya dalam percobaan ini.

KEPUSTAKAAN

1. Anonim, 1997, Laporan Lengkap: Penelitian Uji Jalan Penggunaan Solar-Sawit pada Motor Diesel Kendaraan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"
2. Anonim, 2002, McDonald's Brazil, Social Responsibility Report, Rio de Janeiro, p.7
3. Anonim, <http://www.veggievan.org/biodiesel>
4. Boyd, Margaret., University Communications, <http://www.uoguelph.ca/atguelph/96-05-01/oil.html>
5. Freedman, B.; Butterfield, R.O., and Pryde, E.H., 1986, *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **63**, 1375
6. Freedman, B.; Pryde, E.H., and Mounts, T.L., 1984, *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **61**, 1638
7. Kac, A., The Two-stage Adaptation of Mike Pelly's Biodiesel Recipe, http://journeytoforever.org/biodiesel_aleks.html
8. Keang, Loh Soh; May, Choo Yuen; Foon, Cheng Sit dan Ngan, Ma Ah, 2003, *MPOB TT* No. 192, June
9. Nye, M.J., et.al., 1983, *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **60**, 1598
10. Schuchardt, U., Sercheli, R., and Vargas, R. M., 1998, *J. Braz. Chem. Soc.*, **9**, 199
11. Serena, 1996, Pengaruh Suhu dan Lama Penggorengan terhadap Kerusakan Minyak Goreng Komersial, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, hal 4-8
12. Sidjabat, O., 1995, Studi Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit menjadi Bahan Bakar Motor Setara Solar, Proceedings Diskusi Ilmiah VIII PPPTMGB "LEMIGAS", hal. 227-233
13. Sidjabat, O., 2002, Hasil Interview dari Beberapa Restoran Cepat Saji (Waralaba). •