

Konversi Limbah Minyak Goreng Menjadi Biodiesel

Evi Wijayanti^{1*}, Deny Puspasari¹, Winarni¹

¹Laboratorium Energi dan Lingkungan, DRPM-ITS, Surabaya, 60111

* eviwijayanti30@gmail.com

Abstract

The used cooking oil from chicken fryers has been successfully converted into biodiesel. Its carried out by using NaOH catalyst with reflux method at 65°C for 60 minutes, with a ratio of moles of oleic acid: methanol 1: 2 and variations in the mass number of catalysts 0.5%, 1%, 1.5%, 2%. The test results of viscosity, density, calorific value, flash point and cetane number obtained are in accordance with SNI 7128 – 2015. The results of this study, with number of catalyst mass variations of 0.5%, it is the most optimal analysis value of the number of other catalyst variations. The results: Flash Point 157, Density 40°C 0.866 g/cm³, Calorific Value 9,601 cal/gr, Cetane Number >75, and Viscosity 5.4 cSt.

Keyword: *Used Cooking Oil, Cooking Oil Waste, Biodiesel, NaOH Catalyst*

Abstrak

Limbah minyak goreng dari penggorengan ayam geprek telah berhasil di konversi menjadi biodiesel. Konversi biodiesel dilakukan dengan menggunakan katalis NaOH dengan metode refluks pada suhu 65°C selama 60 menit dengan perbandingan mol asam oleat : methanol 1:2 dan variasi jumlah massa katalis 0,5%, 1%, 1,5%, 2%. Hasil pengujian viskositas, densitas, nilai kalori, titik nyala serta angka setana yang diperoleh sudah sesuai dengan SNI 7128 – 2015. Dari hasil penelitian ini, didapatkan jumlah variasi massa katalis 0,5% menunjukkan nilai analisa yang paling optimum dari jumlah variasi katalis yang lain. Dengan diperoleh hasil pengujian titik nyala sebesar 157, Densitas 40°C 0,866 g/cm³, Nilai Kalori 9.601 kal/gr, Angka Setana >75, dan Viskositas 5,4 cSt.

Kata Kunci: *Minyak Goreng Bekas, Limbah Minyak Goreng, Biodiesel, Katalis NaOH*

I. PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah populasi penduduk serta meningkatnya kebutuhan bahan bakar yang semakin tinggi berdampak pada persediaan bahan bakar (khususnya bahan bakar dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui) semakin menipis dan semakin lama akan semakin habis [1]. Sedangkan untuk konsumsi energi di Indonesia selama 10 tahun terakhir mengalami peningkatan sebesar 7-8% per tahun, dengan peningkatan populasi dan perekonomian yang lebih baik [2]. Bahan bakar fosil mempunyai banyak kelemahan pada aneka macam segi terutama dari segi harga yang cenderung naik (*price escalation*) karena berkurangnya cadangan bahan baku yang tidak bisa diperbaharui, sementara permintaan terus semakin tinggi serta dampaknya terhadap lingkungan yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap pemanasan dunia (*global warming*) [3]. Di Indonesia serta beberapa negara lainnya berinovasi untuk mencari sumber – asal tenaga lainnya menjadi bahan bakar alternatif.

Berbagai upaya pengolahan energi sudah dilakukan untuk mengatasi kelangkaan BBM di Indonesia. Salah satu upaya untuk pengolahan energi melalui penyediaan bahan

bakar yang bisa diperbaharui seperti biodiesel [4]. Hal ini karena produksi biodiesel memiliki potensi keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil dan fleksibilitasnya dari bahan baku yang digunakan [5].

Biodiesel menjadi salah satu bahan bakar nabati yang dapat dikembangkan di Indonesia mengingat ketersediaan bahan baku yang cukup melimpah dalam bentuk minyak kelapa sawit [6], namun penggunaan minyak kelapa serta minyak kelapa sawit sebagai biodiesel bisa mengganggu stok minyak makan nasional, kebutuhan industri oleokimia dan ekspor CPO. Biodiesel yang didapatkan berasal minyak kelapa dan minyak kelapa sawit memiliki harga yang lebih tinggi dibandingkan minyak diesel asal bahan bakar fosil. Pemanfaatan minyak goreng bekas menjadi biodiesel memberikan peluang yang luas karena pemanfaatan minyak goreng bekas dapat mengurangi limbah industri makanan. Pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas ini mempunyai keuntungan yang berlipat karena dari segi bahan yang mudah didapatkan dan biaya yang diperlukan untuk bahan baku tergolong ekonomis, selain itu didapatkan biodiesel yang bersifat ramah lingkungan sebab membuat emisi dan bahan-bahan partikulat yang rendah.

Oleh karena itu pengembangan tenaga alternatif pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas (minyak jelantah) ialah pilihan yang tepat, di Indonesia terdapat banyak industri kuliner, dan menghasilkan minyak goreng bekas menjadi melimpah.

Biodiesel ialah alkil ester berasal asam yg memiliki rantai yg panjang melalui reaksi transesterifikasi minyak botani atau reaksi esterifikasi asam lemak bebas dengan alkohol [7]. Metanol merupakan jenis alkohol yang sering dipergunakan karena harganya yang murah dan mempunyai rantai alkohol yang pendek sehingga memudahkan terbentuknya biodiesel [8]. Proses pembentukan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi lebih baik dipergunakan sebab kecepatan reaksi yg tinggi, suhu yang rendah, serta membutuhkan waktu yang tak lama. Reaksi transesterifikasi pembentukan biodiesel bergantung pada suhu reaksi, waktu, kecepatan pengadukan, jumlah katalis, dan perbandingan mol minyak: metanol [9]. Biodiesel didapatkan berasal proses transesterifikasi yang dibantu dengan katalis basa rata seperti NaOH dan KOH. Penggunaan katalis homogen memudahkan terjadinya reaksi transesterifikasi. Kinerja katalis NaOH lebih baik dibandingkan alkali basa yang lain karena kekuatan kebasaannya yang sangat tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk Pemanfaatan limbah minyak goreng sebagai biodiesel yang bernilai tinggi.

Membuat biodiesel dari limbah minyak goreng menggunakan variasi jumlah katalis dengan massa limbah minyak goreng. Mempelajari kualitas biodiesel dari Minyak Goreng bekas sesuai analisa dan membandingkan dengan SNI Biodiesel.

II. METODELOGI

2.1. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan limbah minyak goreng yang diperoleh dari outlet ayam geprek didaerah rungkut Surabaya, dengan NaOH 99% (MERCK) sebagai katalis, dan methanol. Penelitian ini dilakukan menggunakan serangkaian alat refluks yang terdiri dari, labu leher tiga, pendingin tegak yang dialiri air dingin, thermometer, hot plate, corong pemisah serta stirrer.

2.2. Perlakuan Limbah Minyak Goreng

Bahan baku yang perlu digunakan yaitu, limbah minyak goreng bekas. Limbah minyak goreng bekas kemudian dilakukan penyaringan dan pengujian kadar FFA (Free Fatty Acid).

2.3. Proses Pengujian Kadar FFA

Alat dan Bahan:

Statif, Klem, Buret, Erlenmeyer, Corong, Pipet Tetes, Gelas Beaker, Alas Putih (bisa kertas putih), NaOH, Iso Propil Alkohol (IPA), Indikator PP, Ethanol.

Prosedur Pengujian FFA:

1 mL minyak jelantah yang telah diketahui beratnya (gr) dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL, tambahkan 10 mL IPA (Iso Propil Alkohol), campur kedalam erlenmeyer sehingga minyak jelantah larut dalam IPA. Larutan akan terbentuk sedikit keruh kekuningan, kemudian tambahkan 3 tetes indicator PP pada larutan tersebut, lakukan proses titrasi campuran larutan tersebut menggunakan larutan NaOH 0,1%, catat volume NaOH yang digunakan untuk titrasi larutan, kemudian Hitung dengan rumus berikut:

$$\% FFA = \frac{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Minyak Goreng}}{\text{Berat Minyak Goreng (gram)}} \times 100 \%$$

Perhitungan Kadar FFA:

Pengujian Kadar FFA pada Limbah Minyak Goreng sebelum dilakukan treatment:

Massa Minyak Goreng Bekas : 0,4380 gr

Volume NaOH 0,1 N : 0,1 mL

$$\begin{aligned} \% FFA &= \frac{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Minyak Goreng}}{\text{Berat Minyak Goreng (gram)}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,1 \times 25,6 \times 0,1}{0,4380 \text{ (gram)}} \times 100 \% = 0,58\% \end{aligned}$$

Setelah proses pengujian Kadar FFA Limbah minyak goreng dilakukan treatment atau pemurnian dengan cara menambahkan karbon aktif kedalam limbah minyak goreng sebanyak 5% dari jumlah limbah minyak goreng. Limbah minyak goreng yang sudah

dicampur dengan karbon aktif kemudian dipanaskan dengan temperatur 100°C dan diaduk dengan kecepatan 350 rpm selama 60 menit. Tujuan penambahan karbon aktif ini untuk menurunkan kandungan FFA pada limbah minyak goreng. kemudian dilakukan pemisahan/penyaringan dan selanjutnya dilakukan pengujian kadar FFA limbah minyak goreng setelah di treatment.

Pengujian Kadar FFA pada Limbah Minyak Goreng setelah dilakukan treatment dengan penambahan karbon aktif 5% dari berat sampel:

- Massa Minyak Goreng Bekas : 1, 0106 gr
- Volume NaOH 0,01 N : 1,5 mL

$$\begin{aligned} \% FFA &= \frac{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Minyak Goreng}}{\text{Berat Minyak Goreng (gram)}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,01 \times 25,6 \times 1,5}{1,0106 \text{ (gram)}} \times 100 \% = 0,37 \% \end{aligned}$$

2.4. Proses transesterifikasi

Pembuatan biodiesel dari limbah minyak goreng dilakukan dengan proses transesterifikasi, sebelum proses transesterifikasi limbah minyak goreng dilakukan pengujian kadar FFA dengan nilai kurang dari 1% agar tidak terjadi proses penyabunan pada biodiesel. Jika kadar FFA lebih dari 1% maka perlu dilakukan penurunan kadar FFA dengan penambahan karbon aktif seperti yang sudah dijelaskan pada prosedur pengujian FFA. Proses transesterifikasi dilakukan dengan

menggunakan katalis NaOH yang di variasikan dari jumlah katalis terhadap massa minyak sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%, dengan suhu reaksi 65° selama 1 jam dengan kecepatan pengadukan 800 rpm dan perbandingan mol asam oleat : methanol sebesar 1:2. Hasil refluks kemudian dipindahkan ke dalam corong pemisah. Bagian atas merupakan biodiesel sedangkan bagian bawah merupakan gliserol. Setelah biodiesel dan gliserol dipisahkan, biodiesel kemudian dicuci dengan air hangat sampai warna air jernih, proses pencucian ini dilakukan sekitar 5 kali pencucian. Kemudian panaskan biodiesel yang telah disaring dengan suhu 50°C dan aduk dengan stirrer untuk menghilangkan air yang masih terikut didalam biodiesel yang telah dipisahkan. Ulangi Langkah ini untuk membuat biodiesel katalis 1%, 1.5% dan 2%. Hasil dari biodiesel selanjutnya dianalisa sifat fisik, diantaranya densitas, titik nyala (*Flash Point*), viskositas, nilai kalori, dan *cetane number*.

2.5. Proses analisa sifat fisik biodiesel

Biodiesel yang telah di cuci kemudian dilakukan Analisa di Laboratorium Energi dan Lingkungan DRPM – ITS. Analisa sifat fisik biodiesel terdiri dari: densitas 15°C, viskositas 40°C, Nilai Kalori dan Angka Setana.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penentuan Kadar FFA

Penentuan kadar FFA bertujuan untuk mengetahui kadar asam lemak bebas yang terdapat pada limbah minyak goreng sehingga dapat ditentukan kelayakan limbah minyak goreng tersebut untuk memproduksi biodiesel. Pada penelitian kali ini kami juga membandingkan kadar FFA limbah minyak goreng sebelum di treatment dan sesudah di treatment.

Dikarenakan hasil pengujian kandungan FFA dari limbah minyak goreng ini sudah di bawah 1% maka jika tidak dilakukan treatment karbon aktif juga bisa langsung dilanjutkan ke proses transesterifikasi tanpa treatment penurunan FFA. Untuk minyak dengan kandungan FFA lebih 1% bisa menggunakan karbon aktif untuk penurunan kadar FFA.

3.2. Proses Transesterifikasi

Proses ini diawali dengan penyaringan limbah minyak goreng. proses ini bertujuan untuk memisahkan kotoran dari sisa – sisa penggorengan ayam maupun endapan tepung ayam geprek. Minyak yang telah disaring kemudian ditimbang sesuai dengan berat yang ditentukan. Limbah minyak goreng dimasukkan kedalam labu leher tiga dan dilarutkan dengan methanol serta NaOH yang telah dihaluskan, larutan campuran kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer*. Gunakan pendingin tegak spiral yang telah teraliri air sebagai pendingin. Untuk proses refluks lebih

disarankan menggunakan kondensor spiral, karena dapat mencegah methanol menguap secara langsung. Untuk pendingin juga bisa ditambahkan es batu agar methanol tidak mudah menguap.

Menjaga Suhu campuran sampai 65°C selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 800 rpm. Untuk menjaga suhu agar tetap konstan pada proses refluks, bisa ditambahkan air pada wadah labu leher tiga seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses refluks limbah minyak goreng

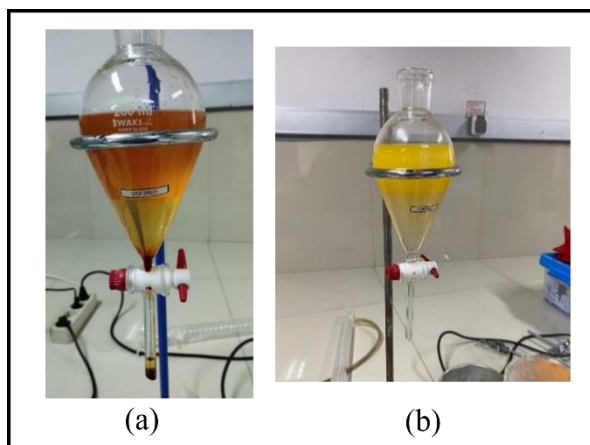
Setelah proses refluks selesai, campuran dipindahkan kedalam corong pemisah untuk memisahkan hasil sintesis biodiesel. Gambar 2.

Merupakan gambar pemisahan antara biodiesel yang terbentuk dan gliserol. Pembentukan lapisan ini disebabkan karena

adanya perbedaan massa jenis dimana massa jenis biodiesel (850-890 kg/m³) lebih rendah dibanding massa jenis gliserol (1260 kg/m³). Setelah dipisahkan dari corong pemisah, biodiesel kemudian dicuci dengan air panas hingga warna air tidak keruh kembali. Pencucian dengan air panas berfungsi untuk mencegah presipitasi metil ester jenuh dan pembentukan emulsi seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 2. Hasil sintesis



Gambar 3. a. pencucian pertama, b. pencucian sebanyak 4x

3.3. Hasil Analisa sifat fisik biodiesel

Baku mutu biodiesel di Indonesia mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015.

Table 1. Baku mutu biodiesel di Indonesia berdasarkan SNI 7182:2015

No.	Parameter Uji	Satuan, Min/maks	Persyaratan
1	Massa Jenis pada 40°C	Kg/m ³	850-890
2	Viskositas kinematik 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Titik Nyala	°C, min	100
4	Angka setana	min	51
5	Belarang	Mg/kg, maks	100

Untuk menentukan kualitas fisik biodiesel dilakukan pengujian sesuai dengan baku mutu SNI 7182:2015. Dari proses Analisa yang telah dilakukan oleh laboratorium Energi dan Lingkungan DRPM – ITS. Diperoleh hasil:

Tabel 2. Hasil analisa

Parameter Uji	Variasi % Katalis			
	Katalis 0,5%	Katalis 1%	Katalis 1,5%	Katalis 2%
Flash Point (°C)	157	150	155	152
Nilai Kalori (kal/gr)	9.601	9.517	9.509	9.425
Densitas 40 (g/cm ³)	0,8659	0,8632	0,8633	0,8636
Viskositas 40 cSt	5,4	5,13	5,05	4,97
Cetane Number	>75	>75	>75	>75

Pengujian *flash point*/titik nyala:

Pengujian titik nyala (*flash point*) adalah prosedur untuk menentukan suhu terendah dimana uap suatu zat akan menyala sesaat ketika didekatkan pada sumber api. Pengujian ini penting untuk menilai potensi bahaya kebakaran suatu bahan, terutama pada produk minyak bumi, bahan bakar, dan zat kimia. Titik nyala yang tinggi lebih dipilih karena bahan bakar tidak mudah terbakar.

Pengujian nilai kalori:

Pengujian nilai kalor biodiesel merupakan langkah penting dalam evaluasi kualitas dan performa biodiesel sebagai bahan bakar alternatif. Dengan mengetahui nilai kalornya, kita dapat memastikan bahwa biodiesel memenuhi standar yang ditetapkan dan dapat digunakan secara optimal pada

mesin diesel. Pengujian nilai kalori menggunakan alat bomb kalorimeter merk IKA dengan Tipe C200.

Pengujian densitas:

Pengujian densitas biodiesel adalah proses mengukur massa per satuan volume biodiesel pada suhu tertentu. Pengujian ini penting untuk menentukan kualitas biodiesel karena densitas dapat memengaruhi kinerja pembakaran dan stabilitas biodiesel. Pengujian densitas menggunakan pickometer.

Pengujian Viskositas:

Viskositas biodiesel, atau tingkat kekentalannya, merupakan salah satu sifat penting yang memengaruhi performa pembakaran. Viskositas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan atomisasi bahan bakar yang buruk dan pembakaran yang tidak sempurna, sedangkan viskositas yang terlalu rendah dapat menyebabkan kebocoran pada sistem injeksi bahan bakar.

Pengujian *cetane number*:

Pengujian *cetane number* adalah proses untuk mengukur kualitas bahan bakar diesel, khususnya kemampuannya untuk terbakar dalam mesin diesel. Angka cetane menunjukkan seberapa cepat bahan bakar diesel menyala setelah dikompresi di dalam mesin, dan semakin tinggi angka cetane, semakin baik kualitas bahan bakar tersebut.

Pengujian ini penting untuk memastikan kinerja mesin yang optimal dan efisiensi bahan bakar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa biodiesel dari limbah minyak goreng telah berhasil dikonversi menjadi biodiesel dengan katalis NaOH 0,5% yang menjadi katalis optimum dengan metode refluks pada suhu 65°C selama 60 menit, perbandingan mol asam oleat : methanol sebesar 1:2. Karakterisasi sifat fisik biodiesel yang didapatkan sudah sesuai dengan SNI 7128 – 2015. Dibuktikan dengan hasil densitas 40°C pada variasi jumlah massa katalis 0,5%, 1%, 1,5%, 2% Secara berturut – turut yaitu 0,866 g/cm³, 0,863 g/cm³, 0,863 g/cm³, 0,685 g/cm³. Nilai titik Nyala secara berturut – turut 157, 150, 155, 152. Nilai Kalori secara berturut – turut 9.601 kal/gr, 9.517 kal/gr, 9.509 kal/gr, 9.425 kal/gr. Angka setana >75. Viskositas 40°C secara berturut – turut 5,4 cSt, 5,13 cSt, 5,05 cSt, 4,97 cSt.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengaduan Kepada Masyarakat (DRPM) dan Laboratorium Energi dan Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Bajwa et al., “Optimization of biodiesel yield from waste cooking oil

- and sesame oil using RSM and ANN techniques,” *Heliyon*, vol. 10, no. 15, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e34804.
- [2] J. K. Ekonomi et al., “Pengaruh Perekonomian dan Jumlah Penduduk Terhadap Permintaan Bahan Bakar Minyak di Indonesia,” 2020. [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/epb/index>
- [3] O. Farobie, I. F. I. Sutarlan, L. Sucahyo, A. Bayu, and E. Hartulistiyoso, “Biodiesel production from crude palm oil under subcritical methanol conditions: Experimental investigation and kinetic model,” *Bioresour Technol Rep*, vol. 22, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.biteb.2023.101441.
- [4] T. R. Ling, Y. Y. Li, C. M. Tsai, and T. T. Hung, “Biodiesel produced from waste cooking oil by microwave transesterification using inert aluminium foil (1%) as a heating promoter,” *Sustain Chem Pharm*, vol. 41, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.scp.2024.101738.
- [5] Darwin, M. Thifal, M. Alwi, Z. Murizal, A. Pratama, and M. Rizal, “The synthesis of biodiesel from palm oil and waste cooking oil via electrolysis by various electrodes,” *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, vol. 8, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.cscee.2023.100512.
- [6] R. Joni, E. Gumbira-Sa, and N. Kusnadi, “Dampak Pengembangan Industri Biodiesel Dari Kelapa Sawit Terhadap Perkebunan Kelapa Sawit Dan Industri Minyak Kelapa Sawit Di Indonesia Impact Of Palm Oil Based Biodiesel Industry Development On Palm Oil Plantation And Its Industry In Indonesia.”
- [7] A. S. Suryandari et al., “Sintesis Biodiesel melalui Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Berbasis Katalis Heterogen CaO dari Limbah Cangkang Telur Ayam,” vol. 5, no. 1, 2021.
- [8] V. S. Benitha, R. S. S. Prabhakar, and J. Nagarajan, “Enhanced yield of biodiesel through nano catalytic transesterification of palm oil,” in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 3088–3094. doi: 10.1016/j.matpr.2021.06.074.
- [9] S. C. Galusnyak, L. Petrescu, A. M. Cosprundan, and C. C. Cormos, “Biodiesel production using various methanol sources and catalytic routes: A techno-environmental analysis,” *Renew Energy*, vol. 232, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.renene.2024.121051.