

---

# PENCUCIAN BIODIESEL DENGAN METODE KONTAK GELEMBUNG

**Yoel Pasae, John Stephen**  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
UKI Paulus Makassar  
Kompleks Telkomas Jl. STO VII No 93 Makassar  
[ypasae@yahoo.com](mailto:ypasae@yahoo.com)

**Tirto Prakoso, Tatang Hernas Soerawidjaja**  
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri  
Institut teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10 Bandung 40132  
[prakoso@che.itb.ac.id](mailto:prakoso@che.itb.ac.id)

## Abstrak

*Sampai dewasa ini proses konversi reaksi minyak kelapa sawit dan recovery gliserol sebagai hasil samping telah banyak diteliti. Tingkat kemurnian hasil dari tahapan proses pencucian dalam teknologi produksi biodiesel sangat menentukan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi proses pencucian biodiesel sehingga diperoleh biodiesel yang memenuhi standar untuk penggunaan pada mesin-mesin diesel. Proses pencucian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu metode gelembung, yang memanfaatkan gelembung udara yang diinjeksikan dari bagian bawah kolom (bottom) sebagai carrier (pembawa) molekul air ke bagian atas (fasa biodiesel) yang mengandung gliserol, sabun dan sisa metanol. Dengan metode gelembung ini, akan memungkinkan molekul air berkontak dengan gliserol pada fasa biodiesel, saat terbawa ke permukaan fluida, tanpa dilakukan pengadukan eksternal. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan sistim pencucian tiga tahap, kadar gliserol total dalam biodiesel dapat diturunkan hingga mendekati standar untuk pembakaran pada mesin diesel atau Standar Tentatif Biodiesel dari Forum Biodiesel Indonesia.*

**Kata Kunci :** Metode Pencucian Gelembung, Biodiesel.

## Abstract

*Until today, the conversion of palm oil and recovery of glycerol as a byproduct have been extensively investigated. The purity level of product from the washing process in the biodiesel production technology heavily influences the quality of the biodiesel product. Therefore, this research is aimed at identifying the biodiesel washing process technology which is able to produce biodiesel according to standards for diesel engine application. The washing process employed in this research is the bubble method, which utilizes air bubbles injected from the bottom as a carrier form water molecules to the top layer of the contactor (the biodiesel phase) which contains glycerol, soap, and residual methanol. This bubble method enables the contact between water molecules and glycerol in the biodiesel phase, when the bubbles are swept to the fluid surface, without any external agitation. Experimental results indicate that with a three-stage washing process, the total glycerol content in the biodiesel can be reduced to approach the technical standards for combustion in diesel engines, or the Biodiesel Tentative Standards stipulated by the Indonesian Biodiesel Forum.*

**Keywords :** Bubble washing method, biodiesel

## 1. Pendahuluan

Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar, disebabkan sifat-sifat kimia dan fisiknya yang sangat mirip dengan bahan bakar diesel dari petroleum (Darnoko dan Guritno (2001), Khan (2002). Kualitas biodiesel sangat ditentukan oleh propertiesnya. Sejak tahun 1977, ketika terjadi embargo minyak Arab, banyak negara berupaya untuk mengurangi ketergantungan mereka pada minyak (bahan bakar) impor dengan mencari sumber-sumber alternatif yang lebih efisien sebagai sumber energi. Semakin tahun upaya ini meningkat dengan adanya perhatian dan isu global tentang polusi lingkungan (*environmental pollution*) dan efek pemanasan global (*global warming effects*), Pasae (2005), Soerawidjaja (2001).

Beberapa negara di Eropa dan Amerika telah memproduksi biodiesel dari kedelai dan menggunakannya sebagai bahan bakar mesin-mesin diesel pada industri maupun pada kendaraan bermotor. Dari pengujian-pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa dengan penggunaan biodiesel memberikan unjuk kerja yang baik pada mesin dan emisi yang ditimbulkan sangat kecil dibandingkan dengan bahan bakar diesel ataupun solar, Dunn dan Bagby (1995).

Penelitian tentang teknologi produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit telah banyak dilakukan (Pasae et.al.,2004), namun satu tahapan yang juga dapat menentukan perolehan dan kualitas biodiesel yang dihasilkan, yakni tahapan pencucian belum banyak diteliti. esterifikasi dan transesterifikasi. Oleh sebab itu maka perlu melakukan penelitian dengan konsentrasi utama pada tahapan proses pencucian biodiesel agar diperoleh teknologi produksi biodiesel yang lebih komprehensif sehingga karakteristik biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi pencucian biodiesel yang terintegrasi dengan tahapan proses lainnya dalam teknologi produksi biodiesel.

## 2. Fundamental

Biodiesel didefinisikan sebagai mono alkil ester dari asam lemak rantai panjang yang diperoleh dari sumber terbarukan seperti minyak tumbuhan (nabati)/ lemak binatang. Penggunaan secara langsung minyak tumbuhan sebagai bahan bakar diesel akan menimbulkan banyak masalah pada mesin diesel, karena viskositas minyak tumbuhan yang sangat tinggi, mengandung asam/asam lemak bebas. Ester memiliki viskositas yang lebih kecil dari pada minyak tumbuhan sehingga dapat meningkatkan

unjuk kerja mesin yang menjamin keberlangsungan pembakaran yang baik dalam silinder (Klopfenstein, 1995).

Biodiesel tidak mengandung bahan bakar fosil, tapi dapat dicampur dengan solar pada beberapa tingkat untuk membuat suatu campuran bahan bakar. Biodiesel dapat digunakan dalam kompresi penyalaan mesin diesel dengan modifikasi yang tidak terlalu besar pada bagian mesin. Selain itu Biodiesel mudah digunakan, dapat terurai (*biodegradable*), tidak beracun serta bebas dari sulfur dan bahan-bahan aromatis. Oleh karena itu penggunaannya sebagai bahan bakar dapat dalam bentuk murni atau dicampur dengan bahan bakar solar dalam berbagai persentase, misalnya B20 (campuran dari 20 %v biodiesel dengan 80%v petroleum diesel), von Wedel (1999).

Pembuatan biodiesel dapat disintesis dari berbagai tanaman biji-bijian yang mengandung minyak lemak atau asam lemak (*fatty acids*) ataupun dari lemak binatang dan minyak bekas (jelantah) melalui reaksi esterifikasi atau transesterifikasi, Utomo (2003).

Beberapa literatur yaitu Kirk & Othmer (1980), Prakoso dan Sukarsih (2002), menginformasikan bahwa setidaknya terdapat tiga rute dasar yang dapat ditempuh untuk memproduksi metil ester dari minyak dan lemak, yaitu transesterifikasi, esterifikasi, dan konversi minyak menjadi asam-asam lemak.

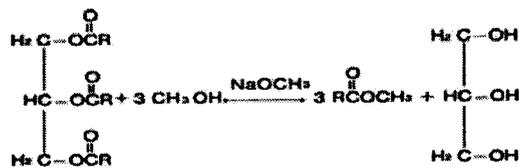
Rute pertama, transesterifikasi adalah berbasis katalis (*Base catalyzed transesterification*) minyak (lemak) dengan alkohol. Rute kedua adalah esterifikasi dengan katalis asam (*Direct acid catalyzed esterification*) minyak (lemak) dengan metanol, sedangkan yang ketiga adalah dengan konversi minyak menjadi asam-asam lemak, dan kemudian mengolahnya menjadi menjadi alkil ester (Prakoso et.al., 2003).

Sebagian besar alkil ester yang diproduksi sekarang ini dikerjakan dengan rute pertama di atas yakni *base catalyzed reaction* karena sangat ekonomis. Proses berlangsung pada suhu rendah (150 F) dan tekanan rendah (20 psi). Konversi tinggi (98 %) dengan reaksi samping dan waktu reaksi yang singkat. Konversi langsung menjadi metil ester dengan tidak ada hasil antara.

Secara umum proses rute pertama di atas digambarkan sebagai berikut : Suatu lemak atau minyak direaksikan dengan suatu alkohol misalnya metanol dengan menghadirkan katalis, untuk memproduksi gliserol dan metil ester atau biodiesel. Metanol diumpungkan lebih besar dari perbandingan stoikiometrinya agar konversi reaksi dapat dipercepat dan metanol dapat.

direcovery untuk penggunaan kembali. Katalis yang digunakan adalah sodium atau potassium hidroksida dalam bentuk sodium atau potassium metoksida.

Konversi minyak kelapa sawit menjadi ester metil berlangsung menurut reaksi transesterifikasi/alkoholisis sebagai berikut (Pasae et.al., 2004):



(dimana R = kumpulan alkil)

Gambar 1. Reaksi stoikiometri minyak kelapa sawit

Katalis yang dapat digunakan dalam reaksi tersebut di atas dapat berupa asam ataupun basa. Selain itu logam alkoksida juga dapat digunakan dengan syarat bahwa semua lemak atau minyak harus bebas dari asam-asam lemak. Untuk memperoleh yield 90 % dan kesetimbangan reaksi maka digunakan metanol lebih besar dari stoikiometrinya atau dengan menghilangkan gliserolnya. Gliserol dan ester metil dapat dipisahkan dan dimurnikan dengan mudah.

Tujuan pemurnian ester metil (biodiesel) adalah untuk menghilangkan sisa katalis, sisa gliserol dan ion logam sebagai sabun. Ketiga zat pengotor tadi lazim berada pada fasa ester metil ketika pemisahannya dengan fasa gliserol yang diproduksi menggunakan proses metanolisis dengan katalis basa.

Sisa katalis sebagai hidroksidanya ataupun metoksida masih tertinggal pada ester metil setelah proses pemisahan fasa gliserol dan fasa ester metil harus dihilangkan karena akan menyebabkan kerusakan yang berupa korosi basa pada pompa injeksi dan berbagai bagian sistem bahan bakar. Sisa katalis ini mengakibatkan ester metil akan bersifat basa yang seharusnya adalah netral atau dengan keasaman 0,5 mg KOH/g-nya.

Gliserol merupakan produk metanolisis trigliserida minyak nabati dan dihasilkan bersama-sama dengan ester metil. Sebagian kecil gliserol akan berada pada fasa ester metil ketika proses pemisahan fasa sedangkan sebagian besar akan terbawa pada fasa bawahnya. Gliserol yang tertinggal harus dihilangkan sampai kurang dari 0,24 %-berat seperti yang tertuang pada standar tentatif biodiesel FBI-S01-03 (Tabel 1), kadar gliserol yang tinggi akan mengakibatkan terbentuknya gum pada nosel injeksi bahan bakar diruang mesin.

Tabel 1. Standar Tentatif Biodiesel Ester Metil Indonesia (FBI-S01-03)

Parameter dan satuannya	Batas nilai	Metode uji	Metode setara
Massa jenis pada 40 °C, mg/ml	0,850 – 0,890	ASTM D 1298	ISO 3675
Viskositas kinematik pd 40 °C, mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445	ISO 3104
Angka setana	min. 48	ASTM D 613	ISO 5165
Titik kilat (mangkok tertutup), °C	min. 100	ASTM D 93	ISO 2710
Titik awan/mendung, °C	maks. 18	ASTM D 2500	?
Korosi strip tembaga (3 jam pada 50 °C)	maks. no 3	ASTM D 130	?
Residu karbon (%-b)			
- dalam contoh asli	maks. 0,05		
- dalam 10% ampas asli	(maks. 0,3)	ASTM D 4530	ISO 10370
Air dan sedimen, %-vol	maks. 0,05	ASTM D2709	?
Temperatur distilasi 90%, °C	maks. 360	ASTM D1160	?
Abu tersulfatkan, %-b	maks. 0,02	ASTM D 974	ISO 3987
Belerang, ppm-b (mg/kg)	maks. 80	ASTM D 5453	?
Fosfor, ppm-b (mg/kg)	maks. 10	FBI-A05-03	AOCS Ca 12-55
Angka asam, mg-KOH/g	maks. 0,8	FBI-A01-03	ASTM D 974
Gliserol bebas, %-b	maks. 0,02	FBI-A02-03	AOCS Ca 14-56
Gliserol total, %-b	maks. 0,24	FBI-A02-03	AOCS Ca 14-56
Kadar ester alkil, %-b	min. 96,5	FBI-A03-03	-
Angka iodium, %-b (g-I <sub>2</sub> /100g)	maks. 115	FBI-A04-03	PrEN 14111
Uji Halphen	negatif	FBI-A06-03	AOCS Cb 1-25

Sabun merupakan hasil reaksi samping pembuatan ester metil yang diakibatkan adanya air dalam kadar kecil sekalipun. Sebagian besar sabun yang terbentuk akan terbawa pada fasa

gliserol ketika pemisahannya, tetapi kadar sabun yang tinggi akan mengakibatkan akumulasi sabun padat pada pompa injeksi bahan baker yang mengakibatkan terganggunya gerak

komponen-komponen pompa injeksi bahan bakar. Monitor dari kadar sabun dapat diketahui dari angka asam yang terlalu rendah (Krisnangkura, 1986).

Ketiga pengotor ester metil tersebut memiliki sifat larut didalam air dengan baik dan sebaliknya ester metil tidak larut didalam air, sehingga cara pemisahan ester metil dengan pengotornya yang paling sederhana adalah mencucinya dengan air. Langkah pemurnian selanjutnya adalah pengeringan yaitu pemisahan ester metil dari air yang tersisa ketika proses pencucian.

### 3. Metodologi

Sebelum melakukan pencucian, maka pertama-tama dilakukan pengukuran bilangan asam dan kadar gliserol dalam bahan *crude biodiesel* dengan berpedoman pada metode pengukuran yang diusulkan oleh Forum Biodiesel Indonesia dalam metode standar tentatif FBI. Metode pencucian biodiesel yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode gelembung tiga tahap sebagai berikut.

Pada tahap pertama air pencuci dipompakan ke dalam kolom pencuci sebanyak 1/3 bagian dari total kebutuhan air pencuci, kemudian *crude biodiesel* dimasukkan secara perlahan, dengan mengalirkannya pada dinding kolom dari bagian atas sampai ke bawah kolom. Setelah itu udara dari kompresor dengan tekanan yang berada pada rentang 4,2 – 4,3bar dialirkan melalui *bubbler* untuk membentuk gelembung, ke dalam kolom bagian bawah. Proses ini berlangsung selama 10-15 menit. Setelah itu aliran udara dihentikan, dan campuran dibiarkan sampai terjadi dua lapisan cairan (fluida) yaitu fasa biodiesel di lapisan atas dan fasa air yang mengandung gliserol di lapisan bawah. Waktu yang dibutuhkan untuk pendiaman sampai dilakukan pemisahan adalah 5 - 6 jam. Setelah terpisah sempurna fasa air dikeluarkan terlebih dahulu, dan di analisa bilangan asam dan kandungan gliserolnya, kemudian fasa biodieselnnya dikeluarkan untuk selanjutnya dilakukan pencucian tahap kedua.

Pada tahap kedua, proses pencucian dan jumlah air pencuci yang dibutuhkan sama dengan tahapan pertama. Akan tetapi waktu pendiaman yang dibutuhkan sudah berkurang yakni sekitar 2 - 3 jam.

Pada tahap ketiga, proses pencucian dan jumlah air pencuci yang dibutuhkan sama dengan tahap pertama dan kedua, tetapi waktu

pendiaman yang dibutuhkan sampai terjadi dua fasa yang terpisah sempurna yaitu 1,5 s.d 2 jam. Fasa biodiesel dari pencucian tahap ketiga selanjutnya ditampung untuk dikeringkan melalui proses penguapan.

### 4. Hasil dan Analisis

Data angka asam dan kadar gliserol air bekas pencuci dari ketiga tahapan pencucian tersebut di atas, disajikan dalam tabel 2 berikut ini :

**TABEL 2. Karakteristik rata-rata bekas air pencuci metode gelembung**

No	Tahapan Pencucian	Angka Asam (mg KOH/gr contoh)	Kadar Gliserol (%-b)
1	Tahap Pertama	1,3	1,021
2	Tahap Kedua	0,808	0,741
3	Tahap Ketiga	0,808	0,513

Dari data pada tabel 2 terlihat bahwa dengan proses pencucian tiga tahap, angka asam pada air bekas pencuci mengalami penurunan, seperti halnya yang terjadi pada kadar gliserol. Hal ini menunjukkan bahwa air bekas pencuci pada tahap pertama menyerap 1,021 %-berat gliserol yang terdapat dalam biodiesel, pada pencucian kedua kadar gliserol yang terserap menjadi 0,741 % dan pada akhir pencucian terserap 0,513 %. Dengan penurunan kadar gliserol air bekas pencuci dari tahap pertama sampai tahap ketiga menunjukkan bahwa kadar gliserol dalam biodiesel juga mengalami penurunan karena telah terserap ke dalam air pencuci. Kadar gliserol akhir yang diperoleh pada biodiesel yang telah dicuci berada pada rentang nilai 0,245 – 0,356. Jika dibandingkan dengan standar yang menjadi acuan (standar tentatif FBI), kadar gliserol tersebut telah mendekati nilai yang ditentukan (standar FBI, kadar gliserol = 0,24 %-berat).

Pengujian karakteristik biodiesel dilakukan untuk menentukan sifat-sifat fisik biodiesel yang dihasilkan, apakah memenuhi kriteria yang dipersyaratkan untuk keamanan pembakaran pada mesin diesel. Hasil pengujian karakteristik yang dilakukan, ditampilkan pada tabel 3.

TABEL 3. Karakteristik Biodiesel hasil pencucian metode gelembung

No	Karakteristik	Metode Pengukuran	Rentang Nilai	SNI
1.	Densitas [mg/ml]	ASTM D 1298	0.8947 – 0.8949	0,850-0,890
2.	Viskositas, [gr/cm det]	ASTM D 445	0.2453 – 0.3323	2,3 – 6,0
3.	Angka Asam, [ml KOH/gr contoh]	FBI-A01-03	0,748	maks 0,8
4.	Bilangan Penyabunan	FBI-A03-03	220.493 – 245.615	-
5.	Kadar Gliserol Total, %-b	FBI-A03-03	0,245 – 0,356	maks 0,24
6.	Kadar Ester Alkil, %-b	FBI-A04-03	99.456 – 99.584	min 96,5
7.	Angka asam air pencuci	FBI-A01-03	0,808	-
8.	Kadar Gliserol air pencuci	FBI-A01-03	0,503	-

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa metode pencucian dengan sistem kontak gelembung dapat diterapkan untuk pencucian biodiesel, karena dapat menghindari terjadinya emulsi yang berlebihan. Untuk memperoleh kualitas yang maksimum, sistim pencucian dibagi dalam tiga tahapan.

### Daftar Pustaka

- [1] Darnoko, H.T., Guritno, P., (2001), "Teknologi produksi biodiesel dan prospek pengembangannya di Indonesia" *Warta PPKS* vol.9(1), Medan.
- [2] Dunn, R.O. dan Bagby, M.O., (1995), "Low temperature of Triglyceride-Based Diesel Fuels: Transesterified Methyl Esters and Petroleum Middle Distillate/Ester Blends", *Journal of American Oil Chemistry Soc.* vol.72 no.8 halaman 895-904.
- [3] Khan, A.K., (2002), "Research Into Biodiesel Kineticks and Catalyst Development," University of Queensland, Brisbane Australia.
- [4] Klopfenstein.W.E., (1985), "Effect of Molecular weights of Fatty Acid esters on Cetane Numbers as diesel Fuels", *JAACS*, Vol 62 no 6.
- [5] Krisnangkura, K., (1986), "A Simple Method for estimation of Cetane Index of Vegetable Oil Methyl Esters", *JAACS* vol 63 no 4.
- [6] Kirk, R.E. and D.F. Othmer, (1980), "Encyclopedia of Chemical Technology," 3rd ed. Vol. 4, pp 846-847.
- [7] Pasae, Y., Iwan, B. dan Palebangan, A., (2004), "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Curah (RDB Palm Oil) dan Minyak Kelapa," *Tesis Sarjana*, Jurusan Teknik Kimia UKI-Paulus, Makassar.
- [8] Pasae, Y., (2005), "Biodiesel, Bahan Bakar Alternatif, Terbaru dan Ramah Lingkungan," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, UKI Paulus Makassar.
- [9] Prakoso, T. dan Sukarsih, D.,(2002), "Esterification and Transesterification of Crude Palm Oil in 50L Circulated Batch Reactor", *Regional Simposium of Chemical Engineer*, 28-30 October 2002, Kulalumpur, Malaysia.
- [10] Prakoso, T., dkk., (2003), "Esterifikasi Asam Lemak Bebas Dalam CPO untuk produksi Metil Ester", *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, 16-18 September 2003, Jogjakarta, Indonesia.
- [11] Von Wedel., R., (1999), "Technical Handbook for Marine Biodiesel", 2nd ed., CytoCulture International, Inc., Point Richmond, CA., halaman 3-4
- [12] Soerawidjaja, T.H., (2001), "Menjadikan biodiesel sebagai bagian dari Liquid Fuel Mix di Indonesia", Pusat Penelitian Material dan Energi ITB,Bandung.
- [13] Utomo, J., (2003), "Produksi Biodiesel dari Minyak Nabati," *Seminar Jaringan Lembaga Penelitian Asosiasi Perguruan Tinggi Katholik*, Yogyakarta