

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Biodiesel merupakan bahan bakar diesel alternatif potensial yang berasal dari minyak nabati, minyak hewani atau minyak bekas dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi. Biodiesel merupakan bahan bakar yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel/solar. Bahan bakar ini ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan dengan diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap yang rendah, memiliki angka setana yang lebih tinggi, pembakaran lebih sempurna, memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin dan dapat terurai (*biodegradable*) sehingga tidak menghasilkan racun (Soerawidjaja, 2006)

Biodiesel berupa metil ester dari minyak nabati dapat diperoleh melalui reaksi transesterifikasi menggunakan metanol dengan katalis basa pada suhu 60-70 °C selama 1-2 jam. Proses transesterifikasi minyak nabati menghasilkan campuran heterogen yang terdiri dari fasa hidrofobik (sebagian besar komponennya biodiesel) dan fasa hidrofilik (sebagian besar komponennya gliserol). Umumnya, setelah didiamkan selama 15 menit, gliserol dan biodiesel mulai memisah dan membentuk dua fasa karena adanya perbedaan berat jenis (Freedman, 1984).

Pada prinsipnya gliserol merupakan fasa yang bersifat hidrofilik sedangkan biodiesel merupakan fasa hidrofobik. Oleh karena itu, setelah dilakukan pencucian dengan air bersih, beberapa senyawa pengotor larut dalam air berdasarkan berat jenis ataupun kepolarannya. Senyawa pengotor yang larut dalam air yaitu gliserol, sisa katalis basa, dan sisa metanol yang tidak bereaksi. Senyawa-senyawa yang larut dalam air tersebut akan dipisahkan melalui proses pengendapan.

Pencucian biodiesel dilakukan untuk mendapatkan biodiesel yang sesuai standar nasional dengan kadar gliserol bebas kurang dari 0,02 % dan gliserol total kurang dari 0,24 %. Penggunaan air bersih untuk pencucian yang telah dilakukan di pabrik biodiesel Balai Rekayasa Disain dan Proses – BBPT dapat menghasilkan biodiesel yang memenuhi standar karena kelarutan senyawa-senyawa pengotor dalam air bersih cukup tinggi. Namun, penggunaan air bersih untuk pencucian biodiesel sangat cepat menghabiskan air bersih yang tersedia karena diperlukan air bersih sekitar 160 % dari masa biodiesel yang dihasilkan. Hal ini mengakibatkan biaya yang dikeluarkan untuk produksi biodiesel meningkat dan juga volume limbah yang dihasilkan dari proses pencucian meningkat. Oleh sebab itu, diperlukan metode pencucian yang lebih efisien dan efektif dibanding dengan menggunakan air bersih.

Metode pencucian balik (*back current washing*) merupakan suatu metode yang menggunakan air bekas pencucian untuk mencuci biodiesel pada proses selanjutnya. Pencucian balik ini dapat menghemat air bersih yang digunakan untuk proses pencucian. Selain itu volume limbah yang dihasilkan pun menurun.

## Tujuan

Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencucian balik terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan, khususnya kadar gliserol bebas dan kadar gliserol total.

## METODOLOGI

### Waktu dan Tempat

Data yang digunakan untuk program ini berasal dari hasil praktek lapang Deni Setiawan Mahasiswa Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Praktel lapang tersebut dilaksanakan di Balai Rekayasa Desain dan Sistem Teknologi – BPPT PUSPIPTEK Serpong yang dimulai pada tanggal 30 Juni sampai 31 Agustus 2008.

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu timbangan, reaktor kepala tiga, termometer, pemanas, labu pemisah 1000 ml, oven, gelas kimia, labu ukur 1000 ml, corong, kondensor, erlenmeyer, sudip, buret, gelas arloji, kertas saring, *stopwatch*, *magnetik stirer*, pipet, dan botol sampel

Sedangkan Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minyak goreng dua kali penyaringan, KOH, metanol, akuades, khloroform, KI, KOH alkoholik, asam asetat glasial, Na-tiosulfat 0.01 N, indikator pati, dan larutan asam periodat

### Metode Penelitian

#### *Pembuatan Biodiesel*

##### *a. Reaksi Transesterifikasi*

Sebanyak 200 gram minyak goreng dimasukkan ke dalam reaktor kepala tiga, lalu sumbat penutup dan termometer dipasang. Reaktor dipanaskan hingga 70 °C sambil diaduk dengan *magnetik stirer*. Sebanyak 1,2 gram KOH dan 60 gram metanol dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu diaduk dengan menggunakan magnetik stirer sampai KOH larut sempurna. Setelah suhu reaktor 70 °C, larutan KOH dan metanol dimasukkan ke dalam reaktor. Reaksi transesterifikasi dibiarkan selama 1 jam. Setelah 1 jam, reaktor diangkat lalu isinya dituangkan ke dalam labu pemisah yang telah diketahui massanya. Biodiesel yang dihasilkan ditimbang dan massanya dicatat.

##### *b. Pencucian*

- Persiapan air untuk pencucian

Sebanyak 400 gram air yang akan digunakan untuk pencucian dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditutup. Setelah ditutup, dipanaskan dalam *water bath* dengan suhu 80 °C selama 10 menit.

- **Pencucian dan Pengendapan I**  
Biodiesel yang telah ditimbang, dimasukkan ke dalam labu pemisah 1000 ml lalu air untuk pencucian dimasukkan sebanyak 10 % massa biodiesel. Setelah air pencuci dimasukkan, labu pemisah ditempatkan dalam *water bath* dengan suhu 80 °C selama 60 menit. Setelah 60 menit, fasa kotoran dan fasa biodiesel dipisahkan dengan cara membuka keran labu pemisah. Fasa kotoran ditampung dalam gelas kimia yang telah diketahui massanya lalu ditutup dengan plastik. Biodiesel dan kotoran ditimbang dan massanya dicatat.
- **Pencucian dan Pengendapan II**  
Setelah massa biodiesel yang dihasilkan diketahui, air untuk pencucian sebanyak 50 % dari massa biodiesel ditambahkan. Biodiesel ditempatkan dalam *water bath* dengan suhu 80 °C selama 30 menit. Setelah 30 menit, fasa kotoran dan fasa biodiesel dipisahkan dengan cara membuka keran labu pemisah. Fasa kotoran ditampung dalam gelas kimia yang telah diketahui massanya lalu ditutup dengan plastik. Biodiesel dan kotoran ditimbang dan massanya dicatat.
- **Pencucian dan Pengendapan III**  
Setelah massa biodiesel yang dihasilkan diketahui, air untuk pencucian sebanyak 100 % dari massa biodiesel ditambahkan. Biodiesel ditempatkan dalam *water bath* dengan suhu 80 °C selama 30 menit. Setelah 30 menit, fasa kotoran dan fasa biodiesel dipisahkan dengan cara membuka keran labu pemisah. Fasa kotoran ditampung dalam gelas kimia yang telah diketahui massanya lalu ditutup dengan plastik. Biodiesel dan kotoran ditimbang dan massanya dicatat.

#### *c. Pengeringan*

Keran pada labu pemisah dibuka, biodiesel yang dihasilkan ditempatkan dalam gelas kimia 500 ml, lalu dimasukkan dalam oven dan dikeringkan dengan suhu 130 °C selama 30 menit. Setelah 30 menit, biodiesel dikeluarkan dari oven lalu dibiarkan suhu turun hingga suhu kamar. Biodiesel yang dihasilkan ditimbang dan massanya dicatat.

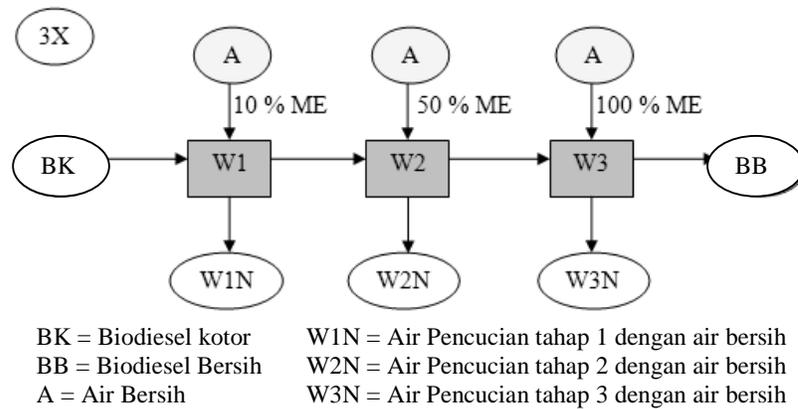
#### *d. Penyimpanan.*

Biodiesel yang dihasilkan dimasukkan ke dalam botol sampel 150 ml. Botol sampel ditutup rapat dan disimpan di tempat dengan suhu kamar dan terlindung dari cahaya matahari.

### *Metode Pencucian*

#### *a. Pencucian dengan air bersih*

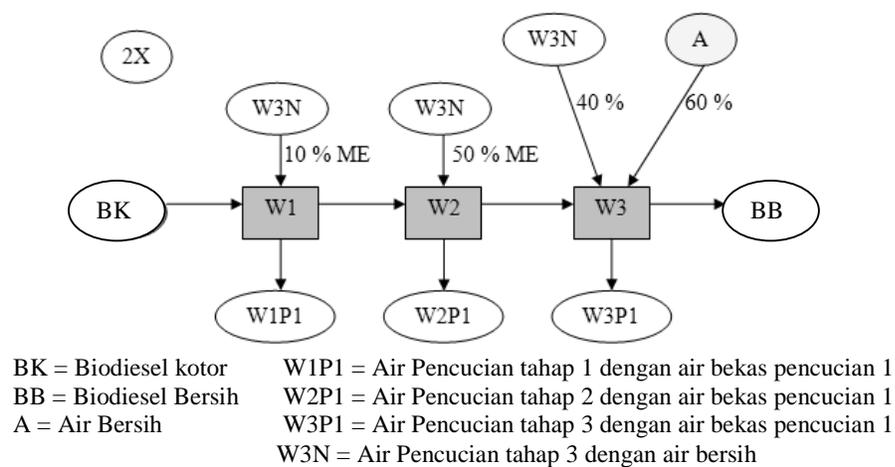
Pencucian biodiesel dengan air bersih dilakukan dengan tiga tahap. Pada tahap 1, biodiesel hasil reaksi dicuci menggunakan air bersih sebanyak 10 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W1N. Pada tahap 2, biodiesel hasil pencucian sebelumnya dicuci menggunakan air bersih sebanyak 50 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W2N. Pada tahap 3, biodiesel hasil pencucian sebelumnya dicuci menggunakan air bersih sebanyak 100 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W3N. Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali proses pembuatan biodiesel. Air hasil pencucian setiap proses akan ditampung dalam wadah masing-masing tahap sehingga diperoleh W1N, W2N, dan W3N.



**Gambar 1.** Diagram Alir Pencucian Biodiesel dengan Air Bersih

*b. Pencucian dengan air bekas pencucian 1*

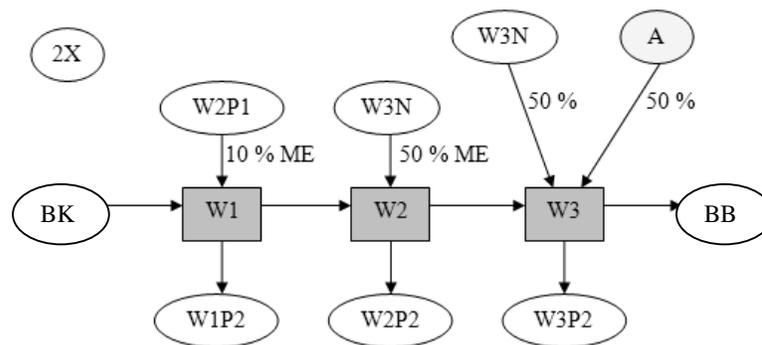
Pencucian biodiesel dengan air bekas pencucian 1 dilakukan dengan tiga tahap. Pada tahap 1, biodiesel hasil reaksi dicuci menggunakan air pencucian tahap 3 dari biodiesel yang dicuci dengan air bersih (W3N) sebanyak 10 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W1P1. Pada tahap 2, biodiesel hasil pencucian sebelumnya dicuci menggunakan air pencucian tahap 3 dari biodiesel yang dicuci dengan air bersih (W3N) sebanyak 50 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W2P1. Pada tahap 3, biodiesel hasil pencucian sebelumnya dicuci menggunakan campuran air pencucian tahap 3 dari biodiesel yang dicuci dengan air bersih (W3N) sebanyak 40 % dari massa biodiesel dan air bersih sebanyak 60 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W3P1. Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali proses pembuatan biodiesel. Air hasil pencucian setiap proses akan ditampung dalam wadah masing-masing tahap sehingga diperoleh W1P1, W2P1, dan W3P1.



**Gambar 2.** Diagram Alir Pencucian Biodiesel dengan Air Bekas Pencucian 1

*c. Pencucian dengan air bekas pencucian 2*

Pencucian biodiesel dengan air bekas pencucian 2 dilakukan dengan tiga tahap. Pada tahap 1, biodiesel hasil reaksi dicuci menggunakan air pencucian tahap 3 dari biodiesel yang dicuci dengan air bekas pencucian tahap 2 dari biodiesel yang dicuci dengan air bekas pencucian 1 (W2P1) sebanyak 10 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W1P2. Pada tahap 2, biodiesel hasil pencucian sebelumnya dicuci menggunakan air pencucian tahap 3 dari biodiesel yang dicuci dengan air bersih (W3N) sebanyak 50 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W2P2. Pada tahap 3, biodiesel hasil pencucian sebelumnya dicuci menggunakan campuran air pencucian tahap 3 dari biodiesel yang dicuci dengan air bersih (W3N) sebanyak 50 % dari massa biodiesel dan air bersih sebanyak 50 % dari massa biodiesel. Hasil pencucian ini ditampung dalam wadah W3P2. Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali proses pembuatan biodiesel. Air hasil pencucian setiap proses akan ditampung dalam wadah masing-masing tahap sehingga diperoleh W1P2, W2P2, dan W3P2.



BK = Biodiesel kotor  
 BB = Biodiesel Bersih  
 A = Air Bersih  
 W1P2 = Air Pencucian tahap 1 dengan air bekas pencucian 2  
 W2P2 = Air Pencucian tahap 2 dengan air bekas pencucian 2  
 W3P2 = Air Pencucian tahap 3 dengan air bekas pencucian 2  
 W3N = Air Pencucian tahap 3 dengan air bersih  
 W2P1 = Air Pencucian tahap 2 dengan air bekas pencucian 1

**Gambar 3.** Diagram Alir Pencucian Biodiesel dengan Air Bekas Pencucian 2

*Uji Analisis*

*a. Uji gliserol total*

Kadar gliserol total menunjukkan tingkat keberhasilan proses pembuatan biodiesel. Kadar gliserol total dalam biodiesel dipengaruhi oleh proses reaksi dan proses pencucian. Semakin rendah kadar gliserol total maka semakin baik kualitas proses pembuatan biodiesel yang dilakukan. Kadar gliserol total dari biodiesel harus memenuhi SNI-04-7182-2006 yaitu kadar gliserol total kurang dari 0,24 % (BSN, 2006).

*b. Gliserol Bebas*

Kadar gliserol bebas menunjukkan tingkat keberhasilan proses pencucian biodiesel. Semakin rendah kadar gliserol bebas maka semakin baik kualitas proses pencucian yang dilakukan. Kadar gliserol bebas dari biodiesel harus memenuhi SNI-04-7182-2006 yaitu kadar gliserol bebas kurang dari 0,02 % (BSN, 2006).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel yang dilakukan untuk penelitian ini menggunakan metode transesterifikasi karena bahan baku yang digunakan merupakan minyak sawit dengan jenis RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) atau minyak goreng. Minyak nabati RBDPO merupakan minyak nabati yang telah melewati tahap pemurnian sehingga tidak terdapat lagi asam-asam lemak bebas. Bilangan asam untuk minyak nabati jenis ini kurang dari 0,1 % sedangkan bilangan asam biodiesel yang memenuhi standar menurut SNI-04-7182-2006 yaitu kurang dari 0,8 %. Jadi pembuatan biodiesel dengan menggunakan minyak goreng ini tidak perlu melalui proses esterifikasi.

Reaksi transesterifikasi yang dilakukan selama 1 jam dengan katalis KOH dan metanol yang berlebih. Hal ini dilakukan supaya semua trigliserida terkonversi menjadi biodiesel.

Biodiesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi lalu dicuci. Proses pencucian ini dilakukan untuk melarutkan kotoran-kotoran yang larut dalam air sehingga mudah dipisahkan dari biodiesel. Pencucian dilakukan sebanyak tiga kali sesuai dengan metode yang sudah ditetapkan. Pencucian pertama menggunakan air pencuci sebanyak 10 % dari massa biodiesel, pencucian kedua menggunakan air pencucian sebanyak 50 % dari massa biodiesel, dan pencucian ketiga menggunakan air pencucian sebanyak 100% dari massa biodiesel yang dihasilkan.

Perbedaan perlakuan pada penelitian ini yaitu perbedaan penggunaan air pencuci yang digunakan pada proses pencucian. Perlakuan pertama diberi kode N yaitu menggunakan air bersih sebagai air pencuci dari setiap tahap pencuciannya. Perlakuan kedua diberi kode P1 yaitu pada pencucian tahap 1 dan tahap 2 menggunakan air bekas pencucian tahap 3 dari N dan pada pencucian tahap 3 menggunakan air bekas pencucian tahap 3 dari N sebanyak 40 % dan sisanya menggunakan air bersih. Perlakuan ketiga diberi kode P2 yaitu pada pencucian tahap 1 menggunakan air bekas pencucian tahap 2 dari N, pada pencucian tahap 2 menggunakan air bekas pencucian tahap 3 dari P1, dan pada pencucian tahap 3 menggunakan air bekas pencucian tahap 3 dari P1 sebanyak 50 % dan sisanya menggunakan air bersih.

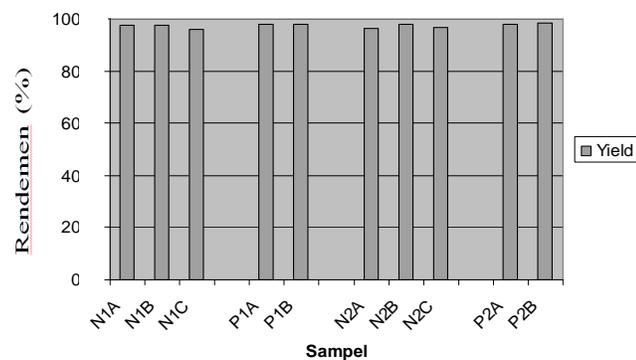
Proses pengendapan merupakan salah satu proses pemisahan biodiesel dari kotoran-kotorannya. Proses ini memanfaatkan perbedaan massa jenis dan kepolaran kotoran untuk memurnikan biodiesel. Dengan bantuan gaya gravitasi, kotoran yang mempunyai massa jenis lebih tinggi dari biodiesel akan mengendap di dasar lalu akan larut dalam air pencuci. Proses pengendapan yang dilakukan pada penelitian ini sebanyak tiga kali pengendapan. Pengendapan pertama selama 60 menit, pengendapan kedua selama 30 menit dan pengendapan ketiga selama 30 menit. Pengendapan ini dilakukan pada suhu 70 °C untuk mempercepat pengendapan kotoran.

Setiap selesai pengendapan, biodiesel dipisahkan dari kotorannya. Air bekas pencucian merupakan air pencuci dan kotoran hasil pencucian yang telah

terpisah dari biodieselnnya. Air bekas pencucian tahap 1 berwarna coklat karena mengandung gliserol, sisa KOH dan metanol yang tidak bereaksi yang relatif tinggi. Air bekas pencucian tahap 2 berwarna putih susu karena mengandung gliserol, sisa KOH dan metanol yang tidak bereaksi dalam kadar yang lebih rendah dari air bekas pencucian 1. Air bekas pencucian tahap 3 lebih jernih dibandingkan dengan air bekas pencucian tahap sebelumnya karena mengandung kotoran yang semakin rendah.

Pengeringan dilakukan setelah proses pengendapan tahap 3. Biodiesel yang telah dipisahkan dari kotorannya dipanaskan dalam oven. Pengeringan ini dilakukan untuk menguapkan sisa air bekas pencucian yang tertinggal pada biodiesel saat pemisahan. Prinsip proses pengeringan ini yaitu memanaskan biodiesel di atas suhu titik didih air supaya air yang terkandung pada biodiesel bisa menguap. Pada penelitian ini dilakukan pengeringan pada suhu 130 °C selama 60 menit.

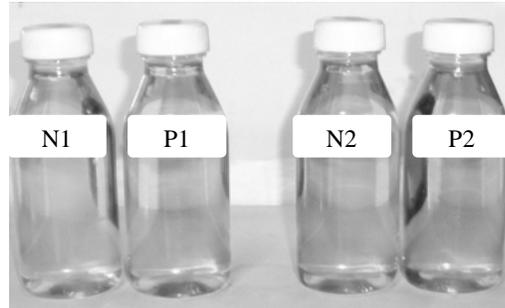
Rendemen biodiesel merupakan rasio antara massa biodiesel yang dihasilkan setelah proses pemurnian (pencucian, pengendapan dan pengeringan) dengan massa minyak goreng yang digunakan untuk pembuatan biodiesel tersebut. Rendemen setiap perlakuan biodiesel dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



**Gambar 4.** Grafik rendemen setiap sampel

Dari grafik di atas dapat dilihat penggunaan air pencuci yang digunakan pada proses pencucian tidak berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen biodiesel. Rendemen biodiesel dipengaruhi oleh lamanya reaksi, banyaknya katalis dan banyaknya metanol yang berlebih. Perlakuan proses reaksi semua sampel sama, maka rendemen yang dihasilkan tidak jauh berbeda.

Setelah pengeringan, biodiesel yang dihasilkan lalu disimpan dalam botol sampel yang tertutup. Hal ini dilakukan untuk menurunkan kontaminasi pengotor-pengotor biodiesel yang ada di udara.

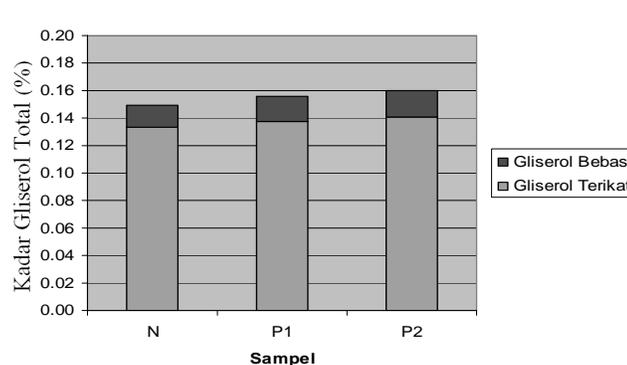


**Gambar 5.** Biodiesel yang dihasilkan

Pada gambar di atas dapat dilihat secara visual biodiesel yang dihasilkan untuk setiap metode pencucian tidak berbeda. Warna biodiesel tidak dipengaruhi oleh metode pencucian tetapi warna biodiesel dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Biodiesel dengan bahan baku minyak goreng mempunyai warna kuning keemasan.

### Kandungan Gliserol pada Biodiesel

#### *Gliserol bebas*



**Gambar 6.** Grafik rata-rata gliserol bebas dan gliserol terikat setiap metode pencucian

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa biodiesel yang dicuci dengan air bersih (N) mempunyai kadar gliserol sebesar 0,0146 % dan 0,0170 %. Sedangkan biodiesel yang dicuci menggunakan air pencucian 1 (P1) sebesar 0,0190 % dan air pencucian 2 (P2) sebesar 0.0193 %. Kadar gliserol bebas dari semua perlakuan pencucian ini memenuhi SNI-04-7182-2006 yaitu kadar gliserol bebas kurang dari 0,02 %. Kadar gliserol bebas untuk pencucian 1 dan pencucian 2 relatif tinggi, hampir melewati batas ambang yang diperbolehkan.

Gliserol bebas merupakan senyawa yang larut dalam air dan tidak larut dalam biodiesel. Pada saat pencucian, gliserol bebas akan mengendap dan larut dalam air. Sehingga kadar gliserol bebas ini sangat dipengaruhi oleh proses pencucian.

Dari gambar di atas dapat dilihat kadar gliserol bebas dari biodiesel yang dicuci dengan air pencucian 1 (P1) dan air pencucian 2 (P2) lebih tinggi dibandingkan biodiesel yang dicuci dengan air bersih (N). Hal ini terjadi karena

air yang digunakan untuk pencucian pada metode pencucian balik sudah mengandung gliserol sehingga pada saat digunakan untuk pencucian kembali, terjadi akumulasi kadar gliserol.

#### *Gliserol terikat*

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa biodiesel yang dicuci dengan air bersih (N) mempunyai kadar gliserol sebesar 0,1528 % dan 0,1458 %. Sedangkan biodiesel yang dicuci menggunakan air pencucian 1 (P1) sebesar 0,1561 % dan air pencucian 2 (P2) sebesar 0,1599 %. Kadar gliserol terikat tidak terdapat dalam SNI-04-7182-2006. Namun kadar gliserol terikat ini akan mempengaruhi kadar gliserol total.

Gliserol terikat merupakan gliserol yang terikat dalam bentuk monogliserida, digliserida ataupun trigliserida. Gliserol terikat ini larut dalam biodiesel dan tidak larut dalam air sehingga tidak bisa dihilangkan dengan proses pencucian. Gliserol terikat ini merupakan sisa dari minyak goreng yang tidak terkonversi secara sempurna menjadi biodiesel.

Dari Gambar 6 di atas dapat dilihat penggunaan air pencuci yang digunakan pada proses pencucian tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gliserol terikat dari biodiesel yang dihasilkan. Gliserol terikat menunjukkan kualitas proses konversi dari minyak goreng menjadi biodiesel. Semakin tinggi gliserol terikat maka semakin rendah kualitas konversi. Pada penelitian ini, proses reaksi yang dilakukan untuk setiap sampel adalah sama. Jadi kadar gliserol terikat dari biodiesel yang dihasilkan juga tidak jauh berbeda.

#### *Gliserol total*

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa biodiesel yang dicuci dengan air bersih (N) mempunyai kadar gliserol total sebesar 0,1674 % dan 0,1628 %. Sedangkan biodiesel yang dicuci menggunakan metode pencucian balik 1 (P1) sebesar 0,1751 % dan metode pencucian balik 2 (P2) sebesar 0,1792 %. Kadar gliserol total dari semua perlakuan pencucian ini memenuhi SNI-04-7182-2006 yaitu kadar gliserol total dari biodiesel kurang dari 0,24 %.

Pengaruh perlakuan pencucian terhadap kadar gliserol total dapat dilihat pada tabel di atas. Kadar gliserol total dari biodiesel P1 dan P2 sedikit lebih tinggi dari Biodiesel N. Hal ini terjadi karena kadar gliserol total dipengaruhi oleh gliserol bebas dan gliserol terikat. Apabila gliserol terikat tetap dan gliserol bebas semakin tinggi maka gliserol total akan semakin tinggi. Gliserol total merupakan penjumlahan antara gliserol terikat dan gliserol bebas. Gliserol terikat dipengaruhi oleh proses reaksi dan kadar gliserol bebas dipengaruhi oleh pencucian. Pengaruh kadar gliserol bebas terhadap kadar gliserol total relatif kecil maka pengaruh perlakuan pencucian terhadap kadar gliserol total juga kecil.

## KESIMPULAN

1. Kadar gliserol bebas dan gliserol total dari biodiesel yang dihasilkan dengan metode pencucian balik dengan air pencucian 1 dan pencucian 2 lebih tinggi dibanding dengan biodiesel yang dihasilkan dengan metode pencucian dengan air bersih.
2. Kadar gliserol bebas dan gliserol total dari biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan metode pencucian balik dengan air bersih, air pencucian 1 dan pencucian 2 memenuhi SNI-04-7182-2006.
3. Penggunaan metode pencucian dengan air bekas pencucian 2 dapat menghemat penggunaan air bersih dan penurunan limbah yang lebih besar daripada metode pencucian dengan air bekas pencucian 1. Namun di sisi lain biodiesel hasil metode pencucian dengan air bekas pencucian 2 mempunyai kadar gliserol bebas dan kadar gliserol total yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- BSN. 2006. SNI 04-7182-2006. Biodiesel.
- Freedman, B.; Pryde.E.H.; Mounts. T.L. 1984. *Variables Affecting the Rendemens of Fatty Esters from Transesterfied Vegetable Oils*.
- Soerawidjaja, dan Tatang H. 2006. *Fondasi-Fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi Pembuatan Biodiesel*. Handout Seminar Nasional “Biodiesel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan”. UGM, Yogyakarta.