

## STUDY PERBANDINGAN PENGGUNAAN KATALIS ASAM DAN BASA PADA SINTESA BIODIESEL DARI MINYAK GORENG BEKAS

Nurhayati

Laboratorium kimia fisika, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Riau

### ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang paling baik digunakan menggantikan bahan bakar asal petroleum karena berasal bahan baku yang dapat diperbarui dan lebih ramah terhadap lingkungan. Pemamfaatan minyak bekas dalam pembuatan biodiesel sangat menguntungkan, selain mengurangi limbah juga menjadikan produksi biodiesel lebih murah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pembuatan bahan bakar alternatif (biodiesel) dari minyak goreng bekas dengan memilih katalis asam  $H_2SO_4$  dan  $CaCO_3$ . Sebagai perbandingan, disintesa pula biodiesel dari minyak goreng bekas dengan katalis basa ( $NaOH$ ). Perbandingan molar (minyak dan methanol), jumlah katalis, temperatur serta lama reaksi dari proses tersebut dianalisa pula. Kemudian biodiesel yang dihasilkan akan diuji kualitasnya berdasarkan standar yang sudah ada, antara lain: Viskositas, Flash Point, residu karbon dan bilangan asam. Sebelum sintesa, kandungan asam lemak bebas (FFA) dari minyak bekas yang akan digunakan juga di tentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan katalis asam pada proses esterifikasi dan dilanjutkan dengan transesterifikasi dengan katalis basa memberikan produksi terbanyak yaitu 88,86%, sedangkan dengan katalis  $CaCO_3$  diperoleh hasil 77,67%, dan dengan katalis  $NaOH$  yaitu 79,26%. Karakterisasi biodiesel yang dihasilkan dengan ketiga katalis tersebut menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda, dan semuanya ada pada range Standar Nasional Indonesia (SNI).

**Kata Kunci:** *biodiesel, katalis asam, katalis basa, minyak goreng bekas, transesterifikasi*

### PENDAHULUAN

Biodiesel adalah minyak diesel alternatif yang secara umum didefinisikan sebagai ester monofasik (Fatty Acid methyl Ester = FAME) dari minyak tanaman, atau lemak hewan. Biodiesel diperoleh dari hasil reaksi transesterifikasi antara minyak dengan alkohol monohidrat dalam suatu katalis alkalin (KOH atau NaOH). Biodiesel akhir-akhir ini memberikan perhatian yang menarik karena dihasilkan dari sumber yang dapat diperbaharui. Selain itu karena kandungan sulfur dan karbon relatif rendah sehingga penggunaan biodiesel dapat mengurangi karbon monoksida dan sulfur pada emisinya.

Penggunaan biodiesel tidak seperti petrodiesel yang menghasilkan emisi karbon dan sulfur yang besar-mengeluarkan asap yang tidak menyebabkan iritasi pada mata. Artinya, biodiesel yang berasal bahan baku dapat diperbarui ini akan mereduksi efek rumah kaca dan pemanasan global sehingga lebih ramah terhadap lingkungan. Tetapi nilai produksinya lebih rendah dibandingkan dengan nilai produksi yang berasal dari bahan bakar petroleum. Untuk menurunkan harga dan membuat biodiesel bersaing dengan dengan petroleum, maka pemilihan bahan dasar yang lebih murah untuk pembuatan biodiesel perlu di perhitungkan. Salah satu bahan dasar yang murah dan dapat digunakan adalah minyak goreng bekas atau minyak jelantah.



Di Indonesia penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak bekas masih sangat jarang. Walaupun seseorang telah berhasil membuat biodiesel dari minyak bekas dengan menggunakan basa (NaOH) sebagai katalis, namun analisis secara mendalam terhadap biodiesel minyak jelantah tersebut masih jarang dilakukan.

Penggunaan katalis homogen alkali (basa) pada proses transesterifikasi seperti lemak atau minyak bekas tersebut secara langsung akan menimbulkan masalah karena terdapat sejumlah besar asam lemak bebas (free fatty acid, FFA) (Ramadhas, et al. 2005). Asam lemak bebas ini secara cepat bereaksi dengan katalis basa sehingga menghasilkan sabun yang akan menghambat pemisahan antara ester dan gliserin. Pada kenyataan penggunaan katalis alkaline dapat dilakukan dimana kandungan FFA dari bahan dasar kecil dari 0,5 w% (Jeromin, 1987).

Makalah ini membahas tentang sintesis biodiesel dari minyak goreng bekas dengan menggunakan katalis asam yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), katalis heterogen ( $CaCO_3$ ), dan katalis basa (NaOH). Faktor utama yang mempengaruhi efisiensi konversi reaksi adalah perbandingan methanol dan bahan dasar (minyak bekas), jumlah katalis, temperatur serta lama reaksi, sehingga semua parameter ini akan di analisa.

## 2. METODE DAN BAHAN

### Penyiapan sample

Sampel (minyak bekas) yang akan digunakan dicek secara visual mengenai: adanya air, warnanya dan benda-benda asing atau binatang kecil yang mati. Kalau ada partikel lain dari mulai dari 100  $\mu m$ , 50  $\mu m$  dan 10  $\mu m$ . Dipanaskan 90-100 $^{\circ}C$  untuk menghilangkan air. Pada sintesis biodiesel yang menggunakan katalis NaOH dan  $CaCO_3$ , sebelum disintesis minyak goreng bekas terlebih dahulu dimurnikan dengan NaOH 16%. Asam lemak bebas (FFA) dari minyak goreng sebelum dan setelah pemurnian ditentukan dengan cara titrasi yaitu: sebanyak 50 ml isopropyl alcohol dan 20 gr minyak bekas dicampur dalam tempat dihangatkan dalam water bath dengan suhu 50 - 60 $^{\circ}C$  sampai larut. Tambahkan 2-3 tetes indicator phenolphthalein dan larutan dititrasi dengan KOH 0,1 N sampai timbul warna merah muda (pink). Jumlah mL KOH yang digunakan setara dengan jumlah asam (FFA) yang terkandung.

### Sintesa Biodiesel

Transesterifikasi reaksi dilakukan dalam suatu flask tiga leher (three-necked glass flask) 500 ml yang dilengkapi dengan thermometer dan sampling port. Flask dicelupkan ke dalam termostate bath yang ada pengontrol suhu.

Kedalam flask 100 gr minyak ditambahkan sedikit demi sedikit campuran larutan katalis (NaOH atau  $CaCO_3$ ) methanol dengan perbandingan tertentu. Dipanaskan sampai suhu 60 $^{\circ}C$  sambil diaduk, dan suhu dijaga tetap selama waktu yang diperlukan (maksimum 24 jam). Pada sintesa biodiesel menggunakan katalis  $H_2SO_4$  prosesnya berlangsung dua tahap yaitu transesterifikasi dengan asam sulfat dan dilanjutkan dengan transesterifikasi dengan NaOH. Setelah reaksi campuran reaksi didiamkan selama semalam dan kemudian reaksi bagian atas dari larutan dipisahkan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka biodiesel yang diperoleh dicuci dengan aquades, dikocok sampai bercampur sempurna dan di biarkan masing-masingnya sehingga terbentuk dua lapisan air dan biodiesel yang kemudian dipisahkan dari masing-masingnya.

Perlakuan yang sama diulang dengan memvariasikan: jumlah minyak dan methanol, jumlah katalis dan perbedaan suhu reaksi sehingga didapat hasil yang maksimal.

Oral Presentasi



### Analisis mutu biodiesel

Beberapa parameter penting terhadap mutu biodiesel yang dianalisis antara lain: Viskositas, titik nyala, bilangan asam, residu karbon, berat jenis dan kandungan air. Viskositas, ditentukan dengan viscometer, yaitu dihitung waktu yang diperlukan untuk sejumlah volume cairan yang mengalir melalui gelas kapiler. Flash point ditentukan dengan alat "Tag Closed Tester" yaitu dengan memanaskan sample (biodiesel) dalam tempat bergaduk dan dilewatkan suatu flame ke permukaan cairan tersebut.

Temperatur pada saat api pencoba dapat menyalakan uap sampel dinyatakan sebagai titik nyala. Karbon residu ditentukan dengan cara destilasi destruktif yaitu sample dengan berat tertentu (10g) ditempatkan dalam krus dan diuapkan dalam waktu tertentu. Sisa yang tertinggal dihitung sebagai persen berat terhadap contoh mula-mula. Prosedur penentuan bilangan asam sama dengan penentuan FFA pada minyak goreng bekas sebelum disintesis. Sedangkan berat jenis ditentukan dengan menggunakan piknometer dengan menggunakan air sebagai standar.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### Penentuan asam lemak bebas dan kandungan air minyak goreng bekas

Hasil analisis awal yang dilakukan pada sampel minyak goreng bekas sebelum sintesis biodiesel terhadap kandungan FFA dan air tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil penentuan Asam lemak bebas dan kandungan air minyak goreng bekas sebelum dan setelah pemurnian.

| No. | Parameter                      | Sebelum pemurnian | Setelah pemurnian |
|-----|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1.  | Kandungan asam lemak bebas (%) | 3,144             | 0,284             |
| 2.  | Kandungan air (%)              | 1,866             | 0,065             |

Dari tabel terlihat bahwa setelah minyak bekas dimurnikan kandungan asam lemak bebas berkurang sebanyak 90% yaitu dari 3,144% menjadi 0,284%, sedangkan kandungan air berkurang sebanyak 96% yaitu dari 1,866% menjadi 0,065% setelah pemurnian. Hal ini menunjukkan bahwa minyak yang telah dimurnikan cukup baik digunakan untuk sintesis biodiesel dengan menggunakan katalis  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{NaOH}$ . Kecilnya jumlah asam lemak bebas pada bahan dasar akan mengurangi pembentukan sabun pada sintesis biodiesel.

#### Perbandingan produksi biodiesel yang dihasilkan dengan katalis yang berbeda

Seperti yang telah dikemukakan pada pendahuluan bahwa faktor penting yang mempengaruhi kuantitas biodiesel yang dihasilkan adalah perbandingan methanol dan bahan dasar (minyak bekas), jumlah katalis, temperatur serta lama reaksi. Sehingga pada sintesis biodiesel semua parameter ini di analisis dan hasilnya dibandingkan satu sama lain dengan katalis yang berbeda yaitu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{NaOH}$ . Hasil perolehan tersebut terlihat pada tabel dibawah ini.

#### 2. Perolehan biodiesel dengan transesterifikasi berkatalis $\text{NaOH}$ .

| No. | $\text{NaOH}$ (g) | Methanol (g) | Hasil Biodiesel (%) |
|-----|-------------------|--------------|---------------------|
| 1.  | 0,5               | 20           | 68,30               |
| 2.  | 1,0               | 20           | 79,26               |
| 3.  | 2                 | 20           | 75,99               |



Analisis tersebut dilakukan dengan jumlah minyak bekas 100 g pada kondisi optimum yaitu temperatur 60°C, waktu reaksi 90 menit dan jumlah methanol 20 g.

Tabel 3. Perolehan biodiesel dengan transesterifikasi berkatalis CaCO<sub>3</sub>.

| No. | CaCO <sub>3</sub> (g) | Methanol (g) | Hasil Biodiesel (%) |
|-----|-----------------------|--------------|---------------------|
| 1.  | 1,0                   | 20           | 62,00               |
| 2.  | 2,0                   | 20           | 56,42               |
| 3.  | 3,0                   | 20           | 42,21               |
| 4.  | 1,0                   | 30           | 73,93               |
| 5.  | 1,0                   | 40           | 77,67               |

Note: Analisis diatas dilakukan dengan jumlah minyak bekas 100 g pada kondisi optimum yaitu temperatur 80°C dan waktu reaksi 240 menit.

Tabel 4. Perolehan biodiesel dengan esterifikasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan dilanjutkan dengan transesterifikasi dengan katalis NaOH.

| No. | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (g) | Methanol tahap 2 (g) | NaOH (g) | Hasil Biodiesel (%) |
|-----|------------------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| 1.  | 0,01                               | 20                   | 1,0      | 10,12               |
| 2.  | 0,05                               | 20                   | 1,0      | 77,72               |
| 3.  | 0,1                                | 20                   | 1,0      | 74,56               |
| 4.  | 0,05                               | 20                   | 0,5      | 58,14               |
| 5.  | 1,0                                | 20                   | 1,5      | 74,10               |
| 6.  | 0,5                                | 10                   | 1,0      | 49,19               |
| 7.  | 0,5                                | 30                   | 1,0      | 81,15               |
| 8.  | 0,5                                | 40                   | 1,0      | 88,86               |

Note: Analisis diatas dilakukan dengan jumlah minyak bekas 100 g pada kondisi optimum yaitu temperatur 70°C, waktu reaksi 180 menit dan jumlah methanol tahap 110gr.

Alkali yang umum digunakan sebagai katalis adalah NaOH, KOH. Transesterifikasi menggunakan Katalis basa prosesnya jauh lebih cepat daripada transesterifikasi menggunakan katalis asam dan kalsium karbonat. Pembentukan sabun pada proses transesterifikasi dengan katalis NaOH tidak begitu signifikan. Hal ini disebabkan karena sebelum transesterifikasi dilakukan pemurnian terhadap minyak goreng bekas sehingga kandungan FFA berkurang dari 3,144% menjadi 0,284%. Untuk transesterifikasi menggunakan katalis basa FFA yang dikandung minyak dasar untuk sintesa biodiesel harus kecil mungkin (kecil dari 0,5%) (Jeromin, 1987). Kecilnya kandungan FFA memungkinkan proses transesterifikasi dengan katalis basa berlangsung dengan sempurna. Selain kandungan FFA kecil, transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa harus dilakukan pada minyak yang mengandung air tidak lebih 0,06%. Adanya sedikit kandungan FFA dan air dalam campuran reaksi akan cenderung menghasilkan sabun, yang mana ini akan mengurangi produk ester yang diinginkan dan sukar memisahkan antara ester dan glycerol serta pencuciannya juga sukar. Hasil maksimum yang diperoleh pada sintesa biodiesel dengan menggunakan katalis basa (NaOH) tersebut adalah 79,29% yaitu pada perbandingan minyak: NaOH dan methanol adalah 100 : 1: 20. pada suhu 60°C dan waktu reaksi 90 menit (Tabel 2).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengutip seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.



Sintesa biodiesel menggunakan katalis  $\text{CaCO}_3$  memberikan hasil maksimum yaitu 77,67% pada suhu  $80^\circ\text{C}$  dan waktu reaksi 240 menit, dengan perbandingan minyak:  $\text{CaCO}_3$  dan methanol adalah 100 : 1: 40. (Tabel 3). Dibandingkan dengan katalis  $\text{NaOH}$ , transesterifikasi menggunakan katalis  $\text{CaCO}_3$  memberikan hasil sedikit lebih banyak tetapi membutuhkan waktu yang jauh lebih lama. Dari hasil pengamatan, salah satu keuntungan menggunakan katalis  $\text{CaCO}_3$  adalah methyl ester yang dihasilkan lebih mudah dipisahkan dari glycerol dibanding dengan menggunakan katalis  $\text{NaOH}$ .

Penggunaan katalis asam

### Karakterisasi biodiesel.

Perolehan biodiesel dari minyak goreng bekas dengan menggunakan berbagai katalis diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan karakterisasi biodiesel yang disintesis dengan katalis yang berbeda dan harga standar biodiesel (SNI).

| No. | Parameter  | Biodiesel dengan $\text{NaOH}$ | Biodiesel dengan $\text{CaCO}_3$ | Biodiesel dengan $\text{H}_2\text{SO}_4$ dan $\text{NaOH}$ | Standart biodiesel (SNI) |
|-----|--|--------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------|
| 1.  | Masa Jenis pada $40^\circ\text{C}$ , $\text{kg/m}^3$                         | 880                            | 885                              | 860  | 850-890                  |
| 2.  | Viskositas kinematika pada $40^\circ\text{C}$ , $\text{mm}^2/\text{s}$ (cSt) | 3,23                           | 4,27                             | 3,28   | 2,3-6,0                  |
| 3.  | Flash Point, $^\circ\text{C}$  | 130                            | 112                              | 126  | Min. 100                 |
| 4.  | Kandungan air, % v   | 0,045                          | 0,039                            | 0,045  | Maks. 0,05               |
| 5.  | Bilangan Asam, % w   | 0,435                          | 0,645                            | 0,61   | Maks. 0,8                |
| 6.  | Residu karbon  | 0,025                          | 0,022                            | 0,045  | Maks. 0,05               |

### DAFTAR PUSTAKA

- H.N, dan Norris, M.E. (1996) . US Patent 5,525,126
- Amadi, M. and J. Van Gerpen. (2001). Biodiesel Production from Oils and Fats with High Free Fatty Acids, ASAE Transactions, 44(6):1429-1436.
- Perom, L., Peukert, E. and Wollmann, G. (1987). US Patent 4,698,186
- Ono, Y. dan Yoshiharu, K. (1979). US Patent 4,164,506
- Shall, G.W. dan Ittel, S.D. (1992). *Homogeneous Catalysis*, II ed., Wiley, New York.
- Amadhas, A.S., Jayaray, S. dan Muraleedharm, C. (2005), Biodiesel Production from High FFA Rubber seed oil, *Fuel*, 84, 335-340
- Kutub, H. (2001), *Biodiesel, Mengapa Tidak?*. Penerbit Institut Teknologi 10 November, Surabaya.
- Y., Dube, M.A., McLean, D.D. dan Kates, M., 2003, *Bioresources Technology*, 89,

