

# KONVERSI ASAM LEMAK SAWIT DISTILAT MENJADI BIODIESEL MENGGUNAKAN KATALIS $\text{Ni.Mo/Al}_2\text{O}_3$

Lenniasti Manurung, Ida Zahrina, Elvi Yenie  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Panam Pekanbaru

## Abstrak

Berdasarkan Kebijakan Umum Bidang Energi, ditegaskan bahwa pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri perlu diarahkan sedemikian rupa menuju kepada diversifikasi sumber energi yaitu peningkatan *share* penggunaan energi non-minyak. Oleh karena itu, dipandang perlu untuk segera mengupayakan pengembangan bahan bakar cair alternatif yang dapat berkontribusi pada pemenuhan akan kebutuhan minyak solar Indonesia. Salah satu jenis bahan bakar cair alternatif yang dipandang berpotensi besar untuk dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar diesel yang terbuat dari sumber daya hayati. CPO (Crude Palm Oil) merupakan sumber nabati terbesar di Indonesia. Saat ini, kebutuhan CPO (Crude Palm Oil) dalam negeri sebagian besar terserap oleh pabrik minyak goreng dengan kebutuhan rata-rata 3,5 juta ton per tahun. Pabrik minyak goreng dapat menghasilkan asam lemak sawit distilat sekitar 6% dari kebutuhan CPO-nya (sehingga setahun dapat mencapai 0,21 juta ton asam lemak sawit distilat). Asam lemak sawit distilat yang memiliki kadar asam lemak melebihi 70% merupakan bahan baku yang cocok digunakan untuk produksi biodiesel karena tidak konflik dengan penyediaan pangan dan produk-produk vital lain dalam kehidupan. Reaksi esterifikasi dikatalisis oleh asam. Penggunaan katalis bifungsi (mengkatalisis reaksi esterifikasi dan hidrogenasi) akan diperoleh biodiesel dengan bilangan setana lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja (aktivitas dan usia kerja) katalis  $\text{Ni.Mo/Al}_2\text{O}_3$  pada reaksi esterifikasi asam lemak sawit distilat dengan memvariasikan nisbah molar asam lemak-metanol dan nisbah berat katalis-asam lemak. Esterifikasi asam lemak distilat dengan metanol menggunakan katalis  $\text{Ni.Mo/Al}_2\text{O}_3$  menghasilkan konversi tertinggi sebesar 77.94 % pada nisbah molar 1:4 dan penggunaan katalis sebanyak 10% berat (berbasis PFAD). Esterifikasi asam lemak sawit distilat (PFAD) dengan menggunakan metanol tanpa penggunaan katalis  $\text{Ni.Mo/Al}_2\text{O}_3$  menghasilkan konversi sebesar 2.12 %.

*Kata Kunci:* Asam lemak sawit distilat, Katalis  $\text{Ni.Mo/Al}_2\text{O}_3$ , Esterifikasi, Hidrogenasi

## 1. Pendahuluan

Konsumsi minyak solar secara nasional mencapai 23 juta KL pada tahun 2007 dengan kenaikan rata-rata 7% sehingga di tahun 2010 diperkirakan mencapai 34 juta KL. Dari konsumsi tersebut, sekitar 40% adalah solar yang diimpor dari beberapa negara. Mengingat kemampuan produksi minyak nasional yang terus berkurang, maka pemakaian sumber energi alternatif menggantikan minyak solar merupakan kebutuhan yang sangat mendesak, apalagi minyak solar memerlukan subsidi yang sangat besar. Di tahun 2010, penyediaan minyak solar akan semakin sulit dipenuhi tanpa upaya pemakaian sumber energi alternatif tersebut (Nasikin, 2004).

Berdasarkan Kebijakan Umum Bidang Energi, ditegaskan bahwa pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri perlu diarahkan sedemikian rupa menuju kepada diversifikasi sumber energi yaitu peningkatan *share* penggunaan energi non-minyak mengingat bahwa ekspor minyak mentah masih merupakan salah satu andalan sumber pendapatan devisa negara. Oleh karena itu, dipandang perlu untuk segera mengupayakan pengembangan bahan bakar cair alternatif yang dapat berkontribusi pada pemenuhan akan kebutuhan minyak solar Indonesia.

Salah satu bahan bakar alternatif yang dipandang berpotensi besar untuk dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel. Apabila upaya pemanfaatan dan pengembangan biodiesel tersebut dapat diwujudkan maka akan diperoleh sejumlah manfaat nasional diantaranya pengurangan beban impor minyak solar, jaminan ketersediaan bahan bakar, penyediaan lapangan kerja dan

berkontribusi pada perbaikan kualitas lingkungan karena biodiesel adalah sumber energi terbarukan dan beberapa emisinya dikenal lebih ramah lingkungan dibanding minyak solar (Soeradwidjaja, 2005).

Biodiesel adalah bahan bakar diesel yang terbuat dari sumber daya hayati. Pada dasarnya biodiesel adalah senyawa ester metil/etil dari asam-asam lemak yang dihasilkan dari reaksi antara minyak nabati dengan metanol/etanol. Mengingat tingkat urgensi dari pengembangan biodiesel dan tingkat kemampuan produksi minyak sawit nasional saat ini maupun masa mendatang yang cukup tinggi (diperkirakan mencapai 15 juta ton pada tahun 2012), maka jenis biodiesel yang dipandang perlu untuk segera dikembangkan adalah biodiesel berbasis minyak sawit. Pilihan pada jenis biodiesel dari sawit ini selaras dengan upaya untuk meningkatkan nilai tambah produk hilir industri sawit dalam kaitannya denganantisipasi terhadap persaingan pasar sawit dunia yang diperkirakan akan makin ketat di masa mendatang (Soerawidjaja, dkk., 2005).

Kebutuhan CPO (*Crude Palm Oil*) dalam negeri saat ini sebagian besar terserap oleh pabrik minyak goreng dengan kebutuhan rata-rata 3,5 juta ton per tahun. Pabrik minyak goreng dapat menghasilkan asam lemak sawit distilat sekitar 6% dari kebutuhan CPO-nya (sehingga setahun dapat mencapai 0,21 juta ton asam lemak sawit distilat).

Asam lemak sawit distilat (yang dikenal juga sebagai PFAD = *Palm Fatty Acid Distillate*) yang merupakan produk samping industri minyak goreng (memiliki kadar asam lemak melebihi 70%) merupakan bahan baku yang cocok digunakan untuk produksi biodiesel. Rute proses produksi biodiesel dari PFAD akan lebih sederhana karena tidak diperlukan tahap pre-treatment bahan baku untuk melangsungkan reaksi esterifikasi.

Pemanfaatan asam lemak sawit distilat sebagai bahan mentah biodiesel tidak konflik dengan penyediaan pangan dan produk-produk vital lain dalam kehidupan. Selain itu, harga PFAD relatif murah sehingga bila ditambah biaya produksi masih dapat bersaing dengan harga solar sekarang yang masih disubsidi oleh pemerintah.

Pengkonversian asam lemak sawit menjadi biodiesel dapat dilakukan dengan reaksi esterifikasi asam lemak dengan metanol. Reaksi tersebut dikatalisis oleh asam, baik katalis homogen maupun heterogen. Penggunaan katalis heterogen pada reaksi esterifikasi asam lemak dengan metanol dapat mempermudah proses pemisahan katalis dari campuran reaksi. Selain itu, katalis heterogen tersebut juga masih dapat digunakan kembali bila aktivitasnya masih baik (Zahrina dan Sunarno, 2006).

$\text{Al}_2\text{O}_3$  bersifat asam dan merupakan katalis heterogen. Bimetal Ni.Mo merupakan katalis yang biasa digunakan untuk reaksi hidrogenasi. Penggunaan katalis Ni.Mo/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada reaksi esterifikasi asam lemak sawit distilat diperkirakan akan memberi keuntungan sinergi. Metil ester asam lemak (biodiesel) yang berikatan rangkap akan terhidrogenasi menjadi metil ester asam lemak berikatan jenuh. Metil ester asam lemak berikatan jenuh memiliki bilangan setana yang lebih tinggi dibanding metil ester asam lemak berikatan rangkap (Klopfenstein, 1985). Pengujian kinerja (aktivitas dan usia kerja) katalis Ni.Mo/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  tersebut perlu dilakukan untuk informasi komersialisasi produksi biodiesel dari asam lemak sawit distilat.

## 2. Fundamental

Proses pembuatan minyak goreng dari CPO akan menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5-6% PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) dan 0,5- 1% CPO parit. Olein digunakan untuk minyak goreng, sedangkan stearin digunakan untuk membuat margarin dan shortening, bahan baku industri sabun dan deterjen. PFAD tidak digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan minyak goreng karena beracun. Namun, PFAD ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku yang relatif murah karena harga PFAD sekitar 80% dari harga CPO standar. Dengan tersedianya PFAD sekitar 0,21 juta ton/tahun, maka akan dihasilkan biodiesel sebesar 0,189 juta ton/tahun (Prihandana dkk., 2007).

Pengkonversian PFAD menjadi biodiesel dilakukan dengan reaksi esterifikasi asam lemak tersebut dengan metanol menggunakan katalis asam. Esterifikasi asam lemak bebas dengan metanol dapat dilakukan dengan bantuan katalis homogen (cairan) maupun heterogen (padatan). Katalis yang telah berhasil digunakan seperti asam sulfat, asam klorida, asam bromida dan asam p-toluen sulfonat (Lepper dkk., 1986 ; Stern dkk., 1987). Dalam sebuah paten, Jeromin dkk. (1987) melaporkan bahwa katalis padat yang bersifat asam kuat Lewatit SPC-108 dapat mengkatalisis reaksi esterifikasi asam lemak bebas secara sinambung pada tekanan atmosferik dan temperatur 55 – 65 °C. Selain itu, katalis padat yang bermerek dagang Amberlit, Permutit, dan Dowex telah berhasil digunakan untuk reaksi tersebut (Basu dan Max E. Norris, 1996). Pada tahun 1996, Bradin menyatakan bahwa asam Lewis seperti aluminium klorida, besi klorida, aluminium bromida, clay, montmorillonit dan zeolit juga dapat mengkatalisis reaksi esterifikasi asam lemak bebas.

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak dalam PFAD [Ketaren, 1986]

| Asam Lemak         | Rumus Molekul     | Komposisi (% berat) | Jenis Asam Lemak | Mr  |
|--------------------|-------------------|---------------------|------------------|-----|
| Asam miristat      | $C_{14}H_{28}O_2$ | 1,0                 | Jenuh            | 228 |
| Asam palmitat      | $C_{16}H_{32}O_2$ | 45,6                | Jenuh            | 256 |
| Asam stearat       | $C_{18}H_{36}O_2$ | 3,8                 | Jenuh            | 284 |
| Asam oleat         | $C_{18}H_{34}O_2$ | 33,3                | Tak jenuh        | 282 |
| Asam linoleat      | $C_{18}H_{32}O_2$ | 7,7                 | Tak jenuh        | 280 |
| Asam linolenat     | $C_{18}H_{30}O_2$ | 0,3                 | Tak jenuh        | 278 |
| Asam tetrakosenoit | $C_{24}H_{46}O_2$ | 0,3                 | Jenuh            | 369 |
| Asam ekosanoik     | $C_{20}H_{40}O_2$ | 0,3                 | Jenuh            | 313 |
| Asam ekosenoik     | $C_{20}H_{38}O_2$ | 0,2                 | Tak Jenuh        | 310 |
| Asam palmitoleat   | $C_{16}H_{30}O_2$ | 0,2                 | Tak jenuh        | 253 |

Zulaikah dkk. (2005) melakukan esterifikasi asam lemak bebas yang terkandung dalam *rice bran oil* pada temperatur 60°C pada tekanan atmosferik selama 2 jam dengan molar metanol/minyak 5:1 menggunakan katalis asam sulfat sebanyak 2% berat berbasis minyak. Pada tahun 2006, Zahrina dan Sunarno mengesterifikasi asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak sawit mentah menggunakan katalis analsim selama 3 jam. Esterifikasi dilangsungkan pada temperatur reaksi 60 – 70°C dan nisbah molar asam lemak bebas - metanol 1,5 – 4,5. Jumlah katalis yang digunakan sebanyak 10% dan 15% (berbasis PFAD).

### 3. Metodologi

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

#### 3.1 Tahap Preparasi Katalis

Preparasi katalis  $Ni.Mo/Al_2O_3$  dipanaskan dengan metanol pada suhu  $\pm 60^\circ C$  baru diumpankan ke reaktor.

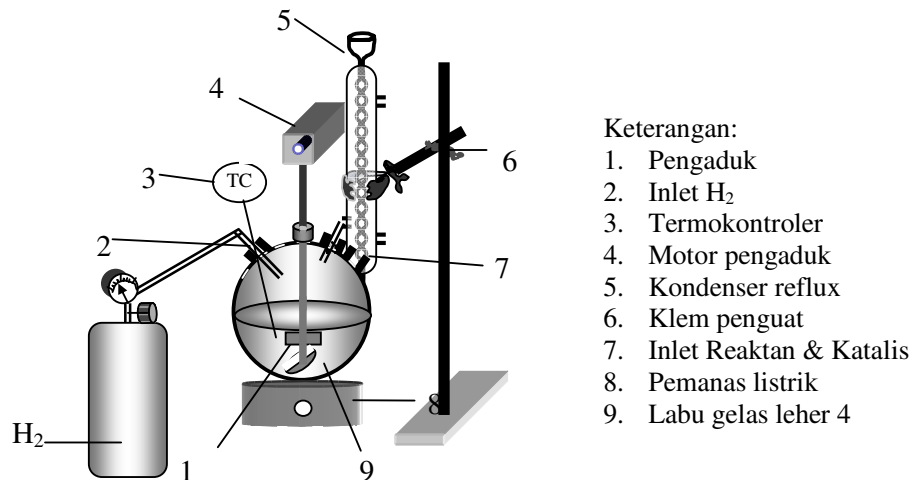
#### 3.2 Tahap Preparasi Bahan Baku

Asam lemak sawit distilat (PFAD) terlebih dahulu dicairkan pada suhu  $\pm 70^\circ C$ , selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan kotoran. Sebelum digunakan sebagai bahan baku reaksi

esterifikasi, dilakukan analisa kadar asam lemak awal yang terkandung dalam asam lemak sawit distilat.

### 3.3 Reaksi Esterifikasi

Esterifikasi asam lemak sawit distilat dilakukan secara partaian (*batch*) dalam sebuah labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk, termokopel, kondensor, dan tabung hidrogen seperti terlihat pada Gambar 1. Metanol dipanaskan terlebih dahulu sampai temperatur reaksi sebelum diumpankan ke dalam reaktor. Pada saat yang bersamaan, minyak sawit dan katalis juga dipanaskan sampai temperatur reaksi di dalam reaktor. Karena katalis yang digunakan mengandung Ni untuk hidrogenasi, maka dipasangkan tabung hidrogen untuk membantu memecahkan ikatan rangkap pada asam lemak yang terdapat pada PFAD sehingga bilangan setananya makin tinggi. Reaksi esterifikasi dilakukan pada temperatur  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  dan nisbah molar PFAD - metanol 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6. Variasi Jumlah katalis yang digunakan sebanyak 10% dan 15% berat (berbasis PFAD). Reaksi dilangsungkan selama 2 jam.



Gambar 1. Skema Peralatan untuk Reaksi Esterifikasi PFAD dengan Metanol

### 3.4 Analisis reaktan dan produk

Untuk mengetahui tingkat kesempurnaan reaksi, maka pada setiap percobaan akan dilakukan analisis reaktan dan produk yaitu dengan mengukur angka keasamannya dengan metoda titrimetri (Mehlenbacher, 1953).

## 4. Hasil dan Pembahasan

Katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diuji aktivitasnya pada reaksi esterifikasi asam lemak sawit distilat dengan metanol. Pengaruh persentasi katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> reaksi esterifikasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Konversi reaksi esterifikasi (%) dengan katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10% berbasis PFAD)**

| PFAD : Metanol (Mol) | Konversi (%) |
|----------------------|--------------|
| 1:4                  | 77.941       |
| 1:5                  | 29.625       |
| 1:6                  | 17.129       |

**Tabel 2. Konversi reaksi esterifikasi (%) dengan katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (15 % berbasis PFAD)**

| PFAD : Metanol (Mol) | Konversi (%) |
|----------------------|--------------|
| 1:4                  | 10.852       |
| 1:5                  | 7.922        |
| 1:6                  | 25.805       |

Dari Tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa konversi tertinggi diperoleh pada nisbah PFAD terhadap Metanol 1: 4 menggunakan katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10 %. Pada nisbah 1 : 5 konversi yang diperoleh justru menurun. Reaksi esterifikasi asam lemak dengan metanol adalah reaksi reversibel. Pada reaksi reversibel, jika metanol (reaktan) semakin berlebih maka konversi reaksi semakin meningkat. Pada reaksi esterifikasi asam lemak sawit distilat ternyata peningkatan nisbah molar PFAD/metanol justru menurunkan konversi. Hal ini kemungkinan dikarenakan aldehyd dan keton yang terkandung dalam PFAD teroksidasi menjadi asam, sehingga meningkatkan keasaman hasil akhir produk. Aldehyd dan keton yang terdapat dalam PFAD akibat terjadinya reaksi oksidasi asam lemak selama penyimpanan (Ketaren, 1986).

Dari Tabel 2 diatas dapat dilihat juga bahwa konversi tertinggi diperoleh pada nisbah PFAD/metanol 1: 6 dengan katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15 %. Konversi reaksi terendah berada pada nisbah 1:5. Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1 dan 2, dapat diketahui bahwa pada nisbah molar PFAD/metanol 1:4 diperoleh konversi lebih tinggi pada penggunaan katalis sebanyak 10% berat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh aksi dari Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dapat mengkatalisis reaksi oksidasi aldehyd dan keton membentuk asam peroksida, sehingga keasaman produk meningkat selain keasaman yang diakibatkan oleh PFAD sisa reaksi.

Berdasarkan hasil yang diperoleh tanpa menggunakan katalis ternyata konversi yang didapat sebesar 2.14 %. Hal ini menunjukkan bahwa konversi dengan menggunakan katalis jauh lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan katalis.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Esterifikasi asam lemak sawit distilat dengan metanol menggunakan katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menghasilkan konversi tertinggi sebesar 77.94 % pada nisbah molar 1:4 dan penggunaan katalis sebanyak 10% berat (berbasis PFAD).
2. Esterifikasi asam lemak sawit distilat (PFAD) dengan menggunakan metanol tanpa penggunaan katalis Ni.Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menghasilkan konversi sebesar 2.12 %.

## Daftar Pustaka

- [1] Basu, H.N dan Norris, M.E., 1996. *Process for Production of Ester for Use as Diesel Fuel Substitute Using a Non-alkalin Catalyst*, US. 5.525.126
- [2] Bradin, D.S., 1996. *Biodiesel Fuel*, US. 5.578.090
- [3] Jeromin, L., Peukert, E dan Wollmann, G., 1987, *Process for the Pre-esterification of Free Fatty Acids in Fats and Oils*, US. 4.698.186
- [4] Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press. Jakarta.
- [5] Klopfenstein, W.E., 1985. "Estimation of Cetane Index for Esters of Fatty Acids", *Journal American Oil Chemist Society*, 59(12), 531-533
- [6] Lepper, H., Friesenhagen, L., 1986. *Process for the Production of Fatty Acid Esters of Short Chain Aliphatic Alcohols from Fats and/or Oils Containing Free Fatty Acids*, US. 4.608.202
- [6] Mehlenbacher, V.C., 1953. *Organic Analysis*, Volume I, Interscience Publisher Inc.
- [7] Nasikin, M., A. Wahid dan G. Iswara, 2006. "Perengkahan katalitik Fasa Cair Minyak Sawit Menjadi Biogasolin", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Palembang.
- [8] Othmer, K., 1978. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3<sup>rd</sup> ed, vol.1. John Wiley & Sons Inc., New York.
- [9] Othmer, K., 1981. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3<sup>rd</sup> ed, vol.13. John Wiley & Sons Inc., New York.
- [10] Soerawidjaja, T.H., Tahar, S., Siagian, U.W., Prakoso, T., Reksowardojo, I.K., Permana, K.S., 2005. *Studi Kebijakan Penggunaan Biodiesel di Indonesia, Kajian Kebijakan & Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel*, Menristek, MAKSI, SEAFast Center, IPB.
- [11] Zulaikah, S., Lai, C.C, Vali, S.R., Ju, Y.H., 2005. "A Two Step Acid Catalyzed For the Production of Biodiesel from Rice Bran Oil" , *Bioresource Technology*, 96 : 1886-1989.