

Penelitian/Research

**PRODUKSI BIODIESEL DARI BAHAN BAKU MINYAK JELANTAH DENGAN MENGGUNAKAN ABU TANDAN AREN SEBAGAI KATALIS**

*Production Biodiesel of Used Cooking Oil by Using Palm Sugar Bunches Ash as Catalyst*

Rizal Alamsyah, Enny Hawani Lubis dan Susi Heryani

Balai Besar Industri Agro (BBIA), Jl. Ir. H. Juanda No.11 Bogor 16122

**ABSTRACT:** Research on production biodiesel of used cooking oil by using palm sugar bunches ash as catalyst has been conducted. This research was aimed at investigating the variation of transesterification time (2, 3 and 4 hours) by adding 5% palm sugar bunches ash catalyst. The result of transesterification show the use of palm sugar bunches which is uncomposted give better result than the used of composted in term of kinematic viscosity value. For other parameter (acid value, glycerol total contain, ester value) using either composted or non composted give biodiesel that meet biodiesel requirement No. 04-7182-2006. Based on the research, it could be concluded that 2 hours transesterification using non composted catalyst give biodiesel requirement with yield of metil ester 87,90% and acid value 0,73 mg KOH/g, kinematic viscosity 2,39 cSt, glycerol total contain 0,128 (%b/b) and ester content 98,72 (%b/b). While a composted catalyst give kinematic viscosity value between 1,69 – 1,98, that is not meet biodiesel requirement (2,3 – 6,0 cSt)

Keyword : *Used cooking oil, palm sugar bunches ash catalyst, transesterification, biodiesel*

**PENDAHULUAN**

Ketersediaan energi fosil yang terdapat di dalam perut bumi diprediksikan semakin menipis, sementara itu kegiatan konsumsi diperkirakan akan meningkat seiring dengan berjalannya waktu, pertumbuhan ekonomi, dan perkembangan industri. Produksi minyak sebagai bahan bakar atau energi saat ini sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan minyak bumi nasional, baik untuk kepentingan industri maupun transportasi. Cadangan minyak Indonesia hanya sebesar 0,6 persen dari cadangan minyak dunia, sementara jumlah penduduk Indonesia mencapai 3,5 persen populasi dunia. Oleh karena itu, sudah saatnya Indonesia untuk mencari energi alternatif yang mampu berkontribusi sebagai pengganti bahan bakar fosil dan mampu mengurangi ketergantungan akan energi fosil tersebut. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang paling tinggi potensinya secara keseluruhan (Darnoko, 2001).

Bahan bakar cair alternatif yang dapat menggantikan penggunaan minyak bumi adalah minyak nabati, karena bersifat dapat diperbaharui atau ditanam kembali (*renewable*). Akan tetapi, kekentalan minyak nabati perlu diturunkan agar tidak menghambat

proses injeksi dan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna. Salah satu reaksi yang dapat menurunkan viskositas minyak nabati adalah reaksi transesterifikasi yang menghasilkan metil ester. Metil ester inilah yang kemudian disebut biodiesel. Saat ini, harga biodiesel masih lebih tinggi dibandingkan solar dari minyak bumi. Hal ini disebabkan harga bahan baku yang tinggi dan masih bersaing dengan kebutuhan pangan. Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan minyak jelantah sebagai bahan baku minyak nabati dan abu tandan aren sebagai katalis yang harganya murah dan dapat mengurangi limbah yang ada (Sontag, 1982).

Untuk kebutuhan industri biodiesel, minyak jelantah dapat diperoleh dari sisa restoran/rumah makan dan dari para pengumpul minyak jelantah. Menurut Prihandana *et al.* (2006), pengumpulan 25% dari total produksi minyak jelantah dapat menghasilkan biodiesel sekitar 1,6 juta ton. Diharapkan kondisi minyak jelantah yang menjadi bahan baku biodiesel memiliki kadar asam lemak bebas dibawah 5%, kadar air dibawah 2%, dan bersih dari sisa bahan gorengan. Untuk mendapatkan minyak jelantah dalam jumlah banyak perlu usaha keras, karena saat ini sejumlah pengumpul minyak jelantah

menjualnya kembali dengan harga Rp. 1.000,-/liter kepada penjual jajanan goreng di tepi jalan. Dengan demikian penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku dalam produksi biodiesel dapat memberikan dua manfaat, yaitu: (1) sebagai sumber bahan baku yang relatif murah (2) meningkatkan nilai tambah minyak jelantah (Padmaningsih *et al.*, 2006).

Abu tandan aren dapat dimanfaatkan sebagai katalis heterogen karena bersifat basa dan mengandung banyak unsur kalium. Katalis heterogen dapat digunakan pada suhu tinggi sehingga dapat dioperasikan pada berbagai kondisi. Katalis padat dalam bentuk atau serbuk diharapkan mampu meningkatkan aktivitas katalitiknya karena memiliki ukuran pori-pori yang besar sehingga menyediakan luas permukaan yang baik pula (Padmaningsih *et al.*, 2006). Kondisi lain menunjukkan bahwa Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku katalis alami, serta memiliki teknologi yang cukup untuk memproduksi katalis sendiri. Katalis inilah yang diharapkan dapat dikembangkan sehingga mampu dijadikan alternatif bahan baku katalis yang bersifat ekonomis dan *renewable* (Serio, *et al.*, 2008). Variasi lama waktu transesterifikasi menjadi fokus pada penelitian ini, untuk mengetahui seberapa efektif pengaruh lama produksi terhadap konversi metil ester.

Tujuan penelitian ini adalah untuk : (1) Mengolah dan melakukan karakterisasi kompos tandan aren untuk dijadikan alternatif baru sebagai katalis heterogen pada produksi biodiesel berbahan baku minyak jelantah; (2) Mengolah minyak jelantah untuk dijadikan biodiesel dengan menggunakan abu tandan aren yang dikomposkan dan yang tidak dikomposkan sebagai katalis, dengan variasi waktu produksi (2,3 dan 4 jam) dapat menghasilkan mutu terbaik.

## BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah sisa industri tahu sumedang yang diperoleh di Dramaga kabupaten Bogor. Bahan penolong yang digunakan yaitu abu tandan aren yang dikomposkan dan yang tidak dikomposkan,serta botol pengemas, Sedang bahan kimia yang digunakan yaitu, asam

Fosfate, NaOH, Asam Sulfat, metanol dan bahan kimia untuk analisis (dari toko bahan kimia di Bogor). Penelitian dilakukan di laboratorium proses cikaret dan laboratorium Balai Besar Industri Agro jalan Ir. H. Juanda 11, Bogor Jabar.

### B. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanur 48000 *Barnstead Thermolyne*, mortar, ayakan dengan ukuran 100 mesh, neraca analitik Sartorius, labu estrans (labu berleher 4) 1000 mL (merk pyrex), *magnetic stirrer* 5 cm, kondensor, termometer alkohol (0-100 °C), *stirrer hot plate* 220 V- 800 W, corong pemisah 1000 mL (pyrex), *viscosimeter Brookfield* dengan model RV, gelas piala 500 mL dan 1000 mL(pyrex), gelas ukur 1000 mL (pyrex) dan oven *Memmert*.

### C. Metode

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Pada penelitian pendahuluan dilakukan (1) karakterisasi minyak jelantah dan (2). karakterisasi abu tandan aren. Karakterisasi minyak jelantah meliputi bilangan asam, bilangan penyabunan dan bilangan peroksida (AOCS, 1995) kadar asam lemak bebas dan densitas (AOAC 1984), viskositas (ASTM, 1998), kadar air (wb) (AOAC, 1995). Sedang karakterisasi abu tandan aren, meliputi pH (metode pH meter) dan kadar kalium. Metode preparasi logam untuk pengujian kalium pada abu tandan aren menggunakan metode AOAC (1995) dan dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS) GBC avanta model A 5295.

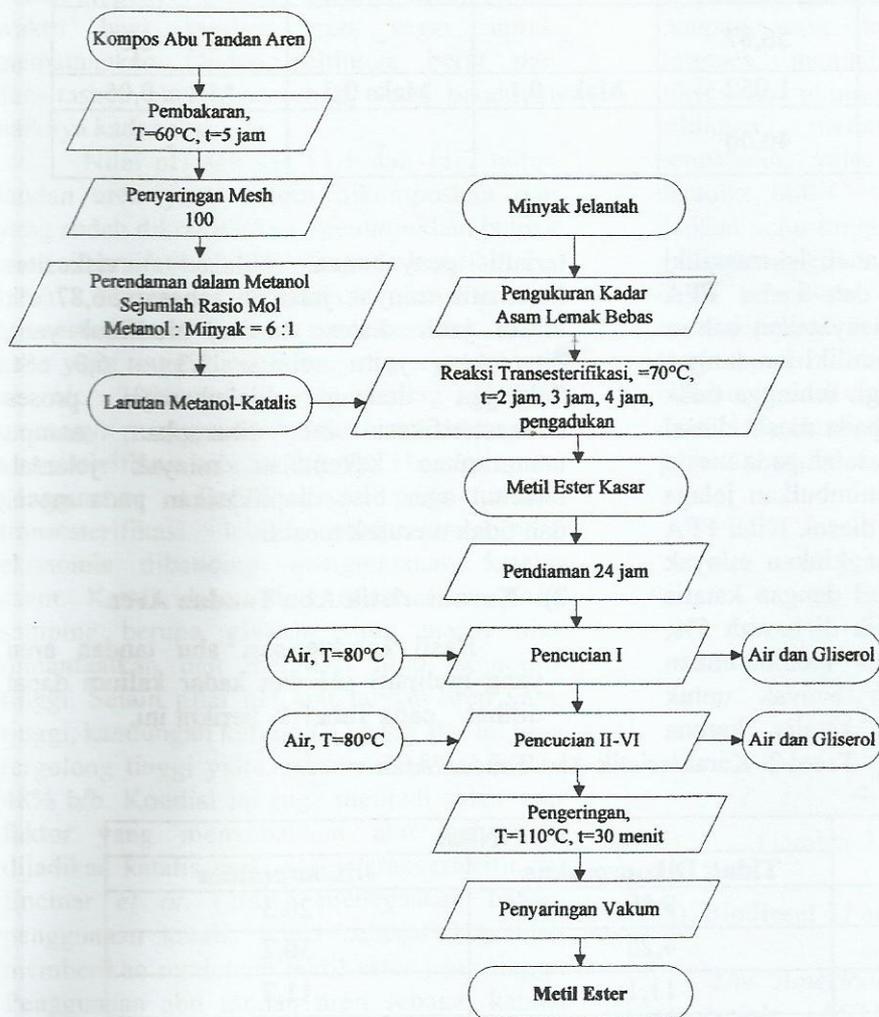
Penelitian utama meliputi : (1) Pembuatan katalis abu tandan aren. Tandan aren dibakar dalam tanur bersuhu 600°C selama 5 jam. Kemudian dicecilkan ukurannya dengan mortar dan disaring dengan penyaring mesh 100. Diagram proses pembuatan katalis alami dari tandan aren disajikan pada Gambar 1. (2) Pembuatan Biodiesel : Minyak jelantah (BM: 847,28) sebanyak 200 gram ditransesterifikasi dengan menggunakan larutan katalis-metanol. Sejumlah 5% abu tandan aren (b/b) ditambahkan kedalam

minyak jelantah yang sebelumnya direndam dalam metanol (BM: 32,04). Metanol yang dibutuhkan didasarkan pada sejumlah nisbah mol metanol terhadap minyak yaitu sebesar 6:1 (sebanyak 52 ml). Reaksi transesterifikasi dilakukan pada labu estrans yang dilengkapi dengan termometer, kondensor, dan pengaduk magnetik pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$ - $70^{\circ}\text{C}$  dengan waktu reaksi 2 jam. Campuran metil ester yang terbentuk dimasukkan ke dalam corong pemisah. Campuran dibiarkan selama 24 jam sehingga terbentuk dua lapisan. Lapisan gliserol di bagian bawah dibuang dan lapisan metil ester di bagian atas kemudian ditambahkan air hangat bersuhu  $60^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ . Air dan sisa gliserol di bagian bawah kemudian dibuang. Pencucian diulang 5-6 kali dengan air hangat suhu  $60^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$  hingga air sisa pencucian jernih. Metil ester dipanaskan pada

suhu  $120^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit untuk menurunkan kadar airnya kemudian disaring vakum dengan menggunakan kertas saring Whatman no 41. Diagram proses transesterifikasi secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.

### Pengujian Mutu Biodiesel

Parameter mutu yang diamati terhadap biodiesel yang dihasilkan antara lain: (1). viskositas kinematik (ASTM D455 (1998)), (2). bilangan asam (AOCS Official Method Cd 3d-63 (1995)), (3). kadar gliserol total (AOCS Official Method Ca 14-56 (1995)), (4) bilangan penyabunan (AOCS Official Method CD 3-25 (1995)) dan (5). kadar ester alkil (SNI 04-7182-2006). Hasil pengamatan dibandingkan dengan SNI. No. 04-7182-2006.



Gambar 1. Proses Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan Katalis Abu Tandan aren

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### PENELITIAN PENDAHULUAN

#### 1). Karakterisasi Minyak Jelantah

Hasil analisis minyak jelantah menunjukkan bahwa nilai bilangan asam,

kadar asam lemak bebas (FFA), bilangan penyabunan, kadar air dan bilangan peroksida melewati batas yang dipersyaratkan oleh standar industri minyak goreng. Hasil analisis minyak jelantah dibandingkan dengan standar minyak goreng dan biodiesel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Minyak Jelantah, Standar Minyak Goreng dan Standar Biodiesel

Parameter	Hasil Analisis Minyak Jelantah	Minyak Goreng (SNI 01-3741-2002)		Standar Biodiesel (SNI 04-7182-2006)
		Mutu I	Mutu II	
Bilangan Asam (mg KOH/g)	3,60	Maks 0,6	Maks 2	Maks. 0,8
Kadar FFA (%)	1,66	Maks 0,3	Maks 0,3	-
Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)	234,56	-	-	-
Masa Jenis pada 30°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,991	-	-	850 – 890
Viskositas Kinematik 40°C (cSt)	56,87	-	-	2,3 – 6,0
Kadar Air (% b/b)	1,052	Maks. 0,1	Maks 0,3	Maks. 0,05
Bilangan Peroksida (mg/kg)	40,00	-	-	-

Minyak jelantah hasil analisis memiliki nilai bilangan asam 3,60 dan kadar FFA sebesar 1,66 %. Nilai ini menyatakan bahwa minyak jelantah tersebut memiliki kandungan asam lemak bebas yang tinggi, sehingga tidak bisa langsung diaplikasikan pada mesin diesel karena akan menimbulkan masalah pada mesin seperti sifat korosif dan menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel. Nilai FFA sebesar 1,66% masih memungkinkan minyak ini diproses menjadi biodiesel dengan katalis basa karena kadar FFA masih di bawah 5%, reaksi transesterifikasi akan membutuhkan jumlah katalis yang lebih banyak untuk menanggulangi kehilangan katalis karena

terjadi penyabunan. Nilai viskositas kinematik minyak jelantah sebesar 56,87 cSt masih jauh diatas standar biodiesel yang ditetapkan, yaitu sebesar 2,3 – 6,0 cSt. Sehingga dengan dilakukannya proses transesterifikasi ini diharapkan mampu menurunkan kekentalan minyak jelantah tersebut agar bisa diaplikasikan pada mesin dan tidak merusak mesin.

#### 2). Karakteristik Abu Tandan Aren

Hasil karakterisasi abu tandan aren yang meliputi pH dan kadar kalium dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Karakteristik Abu Tandan Aren

Parameter	Nilai	
	Tidak Dikomposkan	Dikomposkan
Kadar Air (% b/b)	9,89	20,3
Kadar Abu (% b/b)	4,25	30,2
pH	11,1	11,7
Kadar K (% b/b)	20,2	48

Hasil analisis abu tandan aren yang belum dikomposkan dengan yang sudah dikomposkan terdapat perbedaan yang signifikan. Pembahasan akan difokuskan pada nilai pH dan kadar kalium, karena dua parameter ini merupakan parameter penting sebagai katalis dalam transesterifikasi metil ester biodiesel. Secara umum terjadi peningkatan nilai dari karakteristik yang diteliti untuk abu tandan aren yang belum dikomposkan dengan yang sudah dikomposkan. Peningkatan itu terjadi sekitar dua kali lipat untuk kadar air yaitu dari 9,89% menjadi 20,3%, dan tujuh kali lipat untuk kadar abu yaitu 4,25% menjadi 30,2%. Selain itu juga terjadi peningkatan lebih dari dua kali lipat untuk kadar kalium yaitu sebesar 20,2% menjadi 48%. Hal ini diharapkan bahwa dengan dilakukannya pengomposan terhadap tandan aren, maka akan lebih memberikan keuntungan dan pemenuhan kriteria sebagai katalis heterogen pada reaksi transesterifikasi. Selain itu pengomposan juga akan memberikan waktu bagi tandan aren segar untuk mematangkan tandan sehingga berat dan densitasnya akan bertambah, yang berakibat naiknya kadar abu.

Nilai pH sebesar 11,1 dan 11,7 untuk tandan aren yang belum dikomposkan dan yang sudah dikomposkan, menunjukkan bahwa abu ini bersifat basa. Katalis yang bersifat basa lebih umum digunakan pada reaksi transesterifikasi karena menghasilkan metil ester yang tinggi dan waktu yang cepat (Wang *et al.*, 2006). Menurut Sontag (1982), umumnya penggunaan katalis basa pada reaksi transesterifikasi sebesar 0,5-5%. Disamping itu penggunaan katalis basa pada reaksi transesterifikasi lebih memberikan nilai ekonomis dibanding menggunakan katalis asam. Katalis basa akan memberikan hasil samping berupa gliserin yang masih bisa dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Selain nilai pH abu tandan aren yang tinggi, kandungan kalium (K) pada abu ini juga tergolong tinggi yaitu sebesar 20,2% b/b dan 48% b/b. Kondisi ini juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan abu ini dapat dijadikan katalis pada reaksi transesterifikasi. Encinar *et al.* (2005) menegaskan bahwa penggunaan katalis KOH sebesar 1% telah memberikan rendemen metil ester yang tinggi. Penggunaan abu tandan aren sebagai katalis termasuk jenis katalis heterogen yang mengandung bermacam-macam unsur logam, sehingga penggunaannya harus lebih banyak

dibandingkan dengan katalis homogen. Katalis heterogen menyediakan permukaan luas untuk tempat reaksi kimia terjadi. Agar reaksi terjadi, satu atau lebih reaktan harus tersebar pada permukaan katalis dan teradsorb ke dalamnya (Wikipedia, 2008). Peterson dan Scarrah (1984) pernah menguji beberapa katalis heterogen pada proses pembuatan biodiesel dan menyimpulkan bahwa katalis yang mengandung campuran unsur Ca dan Mg, serta katalis yang mengandung K menghasilkan rendemen metil ester yang tinggi. Keuntungan lain katalis heterogen dibandingkan katalis homogen adalah mudahnya pemisahan katalis dari produk dengan cara penyaringan dan tidak perlu proses netralisasi untuk menghilangkan sisa katalis.

## PENELITIAN UTAMA

### 1). Pembuatan Abu Tandan Aren

Tandan aren baik yang dikomposkan maupun yang tidak dikomposkan sebelum diproses menjadi abu, terlebih dahulu dikecilkan ukurannya dengan *hammer mill* sehingga memudahkan dalam proses pengabuan, yaitu pembakaran dalam tanur bersuhu 600°C selama 6 jam. Pemanasan dengan suhu tinggi ini akan berpengaruh pada peningkatan aktivitas katalis sehingga abu dapat membuka pori-pori partikelnya dan meningkatkan reaktivitas. Setelah itu abu tandan aren dikecilkan ukurannya dengan mortar dan disaring dengan ayakan ukuran mesh 100. Hasil abu tandan aren dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Abu Tandan Aren

### 2). Biodiesel (*Fatty acid Methyl Ester*)

*The American Society for Testing and Materials* (ASTM) (1998) mendefinisikan biodiesel sebagai mono-alkil ester yang terdiri dari asam lemak rantai panjang, didapat dari

lemak terbarukan, seperti minyak nabati atau lemak hewani. Mono-alkil ester dapat berupa metil ester atau etil ester, tergantung dari sumber alkohol yang digunakan. Metil ester atau etil ester adalah senyawa yang relatif stabil, berwujud cair pada suhu ruang (titik leleh antara  $4^{\circ}$ - $18^{\circ}$ C), nonkorosif, dan titik didihnya rendah (Sontag, 1982). Biodiesel hasil proses transesterifikasi yang awalnya dari minyak jelantah berwarna hitam gelap, keruh dan kental dengan menggunakan katalis abu tandan aren berubah menjadi metil ester berwarna coklat kekuning-kuningan, terang, jernih dan encer (Gambar 3). Warna biodiesel ini sangat terlihat jauh berbeda dengan bahan baku minyak jelantah, hal ini disebabkan adanya hasil reaksi dengan pelarut tertentu (metanol) Sedang hasil samping dari reaksi transesterifikasi adalah gliserol berwarna coklat gelap dan lebih kental dibandingkan dengan metil ester. Perbandingan secara visual minyak jelantah dengan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 3. Perbandingan visual antara Minyak Jelantah (A) dengan Biodiesel (B)

Biodiesel hasil reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis abu tandan aren 5% dengan waktu transesterifikasi yang berbeda-beda dapat dilihat pada Gambar 4



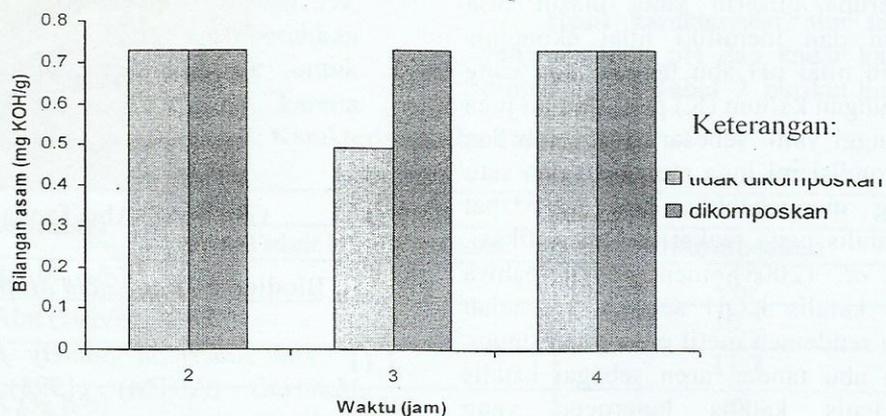
Gambar 4. Hasil Reaksi Transesterifikasi dengan Waktu Produksi 2 jam (A), 3 jam (B), dan 4 jam (C)

#### Pengujian Mutu Biodiesel :

Parameter mutu biodiesel yang dianalisis dan dibahas meliputi bilangan asam, viskositas kinematik, massa jenis, bilangan penyabunan, kadar gliserol total dan kadar ester alkil.

#### 1. Bilangan Asam

Hasil analisis bilangan asam dari kedua jenis katalis dengan tiga perlakuan waktu esterifikasi disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Bilangan Asam terhadap Waktu Esterifikasi pada Pemakaian Katalis Abu Tandan Aren yang Dikomposkan dan Tidak Dikomposkan

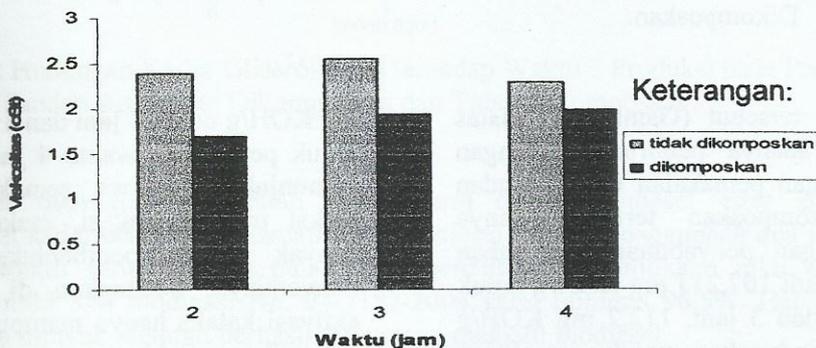
Dari gambar 5 di atas, baik untuk pemakaian katalis abu tandan aren yang dikomposkan maupun yang tidak dikomposkan, dengan waktu transesterifikasi 2 jam dan persentase katalis 5% ternyata berhasil menurunkan bilangan asam minyak dari 3,6 mg KOH/g minyak menjadi 0,73 mg KOH/g biodiesel. Ini menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi dengan pemakaian metanol telah berhasil mengkonversi gugus asam lemak menjadi molekul-molekul metil ester. Peningkatan waktu transesterifikasi menjadi 3 jam dan 4 jam pada pemakaian katalis abu tandan aren yang dikomposkan ternyata tidak mempengaruhi penurunan nilai asam pada akhir proses reaksi transesterifikasi. Hal ini dimungkinkan karena faktor kinerja katalis yang sudah mencapai keadaan maksimal pada waktu 2 jam. Artinya katalis sudah tidak mampu mempengaruhi dan mempercepat reaksi konversi asam lemak bebas di atas waktu 2 jam. Kemungkinan lain yang menyebabkan kondisi ini adalah karakter abu tandan aren yang kurang teraktivasi secara optimal pada pencampuran dengan metanol.

Proses aktivasi ini disebut reaksi oksidasi. Oksidasi bertujuan untuk menghilangkan elektron dari unsur sehingga unsur menjadi bermuatan positif dan reaktif. Karena abu tandan aren kurang teraktivasi menyebabkan kemampuan menarik elektron dari metanol kurang sempurna, sehingga katalis sudah tidak reaktif pada waktu di atas 2 jam. Kondisi yang tidak jauh berbeda terjadi pada pemakaian katalis abu tandan aren yang tidak dikomposkan. Meskipun pada penggunaan waktu produksi selama 3 jam berhasil menurunkan bilangan asam menjadi

0,49 mg KOH/g biodiesel, tetapi penggunaan waktu 4 jam kembali hanya mampu menurunkan bilangan asam sampai 0,73 mg KOH/g biodiesel. Ketiga nilai di atas masih berada dalam SNI biodiesel No. 04-7182-2006 yaitu maksimum 0,8 mg KOH/g biodiesel.

## 2. Viskositas Kinematik

Pada karakterisasi minyak jelantah di dapatkan nilai viskositas kinematik sebesar 56,87 cSt. Angka ini sangat jauh di atas viskositas bahan bakar diesel khususnya biodiesel yang seharusnya yaitu sebesar 2,3 – 6,0 cSt. Hal ini yang menjadi kendala penggunaan langsung minyak nabati sebagai bahan bakar, sehingga perlu dilakukan penurunan viskositasnya melalui proses transesterifikasi. Gambar 6 menunjukkan hasil analisis viskositas kinematik untuk pemakaian katalis abu tandan aren yang dikomposkan dan yang tidak dikomposkan. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi dapat menurunkan nilai viskositas dari 56,87 cSt hingga 1,69; 1,94; dan 1,98 cSt, berurutan sesuai dengan waktu proses transesterifikasi yang dilakukan. Penurunan angka viskositas di atas sangat signifikan dari sebelumnya. Hasil ini menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi yang memecah dan mengkonversi trigliserida berhasil dengan baik. Meskipun demikian, ketiga pemakaian waktu transesterifikasi (2, 3 dan 4 jam) ternyata tidak memenuhi standar biodiesel yang ditetapkan yaitu sebesar 2,3 – 6 cSt. Viskositas kinematik memiliki pengaruh yang besar terhadap efektifitas metil ester sebagai bahan bakar (Kirk dan Othmer 1993).



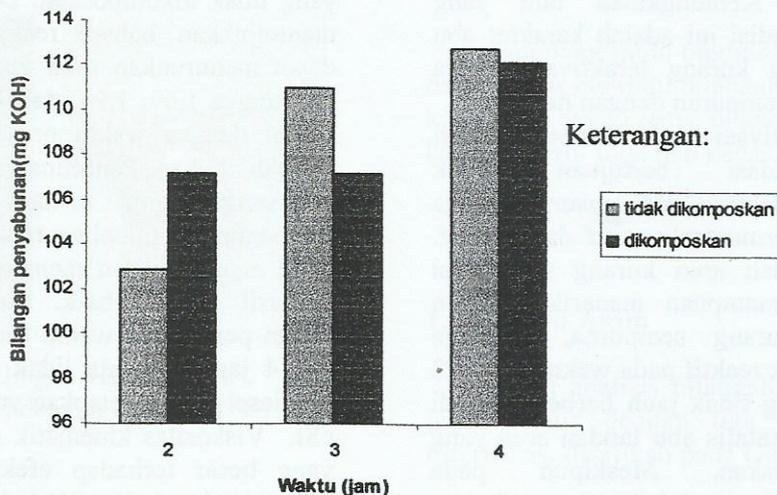
Gambar 6. Grafik Hubungan Viskositas Kinematik terhadap Waktu Transesterifikasi pada Pemakaian Katalis Abu Tandan Aren yang Dikomposkan dan Tidak Dikomposkan

Data di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi transesterifikasi, maka akan semakin tinggi nilai viskositas yang artinya biodiesel lebih kental. Hal ini menunjukkan bahwa trigliserida belum secara sempurna dikonversi, sedangkan di sisi lain daya aktivasi katalis hanya mampu berperan dalam waktu 2 jam. Selain itu peningkatan viskositas ini juga dimungkinkan karena masih banyak terdapat sisa katalis yang tidak terbuang sempurna pada proses pencucian biodiesel. Cara menurunkan masa jenis metil ester ini yaitu menyaringnya dengan kertas saring berkerapatan tinggi untuk menghilangkan sisa katalis.

Berbeda dengan pemakaian katalis abu tandan aren yang tidak dikomposkan, ternyata pemakaian waktu produksi 2 jam dan 3 jam

memberikan hasil nilai viskositas yang memenuhi standar yaitu 2,39 cSt untuk 2 jam dan 2,56 cSt untuk 3 jam. Kemungkinan-kemungkinan sebagai penyebab kondisi-kondisi di atas masih berkaitan dengan pembahasan sebelumnya pada bilangan asam yaitu faktor keaktifan dari katalis yang digunakan. Selain itu juga dipengaruhi oleh faktor penggunaan nisbah mol-metanol. Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2008) menunjukkan bahwa perubahan nilai viskositas sangat dipengaruhi secara nyata oleh nisbah mol-metanol dan suhu reaksi. Penelitian tersebut menghasilkan perlakuan terbaik yaitu dengan menggunakan nisbah mol metanol 5 : 1 pada suhu 30°C yang menghasilkan nilai viskositas kinematik sebesar 3,89 cSt.

### 3. Bilangan Penyabunan



Gambar 7. Grafik Hubungan Bilangan Penyabunan terhadap Waktu Esterifikasi dengan Pemakaian Katalis Abu Tandan Aren yang Dikomposkan dan Tidak Dikomposkan.

Dari grafik tersebut (Gambar 7) di atas bahwa terlihat adanya penurunan bilangan penyabunan dengan pemakaian katalis tandan aren yang dikomposkan terlihat adanya penurunan bilangan penyabunan dari bahan baku, yaitu menjadi 107,213 mg KOH/g untuk produksi 2 jam dan 3 jam, 112,2 mg KOH/g untuk 4 jam. Sedangkan untuk pemakaian katalis tandan aren yang tidak dikomposkan, terjadi pola kenaikan bilangan penyabunan yaitu 102,85 mg KOH/g untuk 2 jam, 110,95

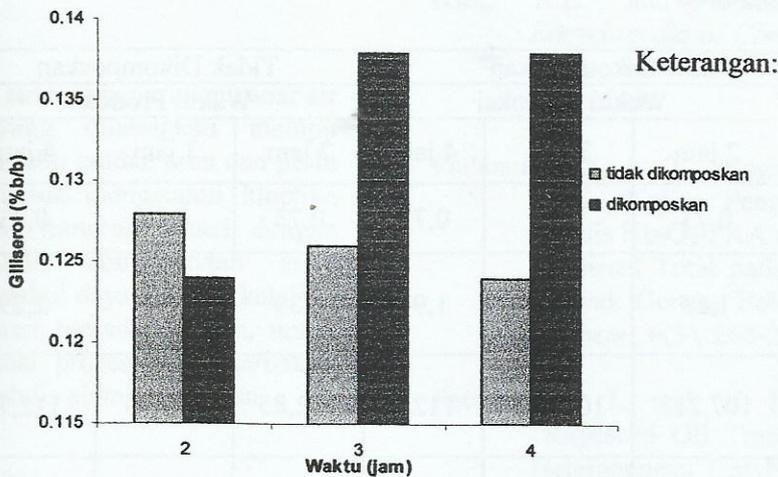
mg KOH/g untuk 3 jam dan 112,76 mg KOH/g untuk pemakaian waktu 4 jam. Data di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi transesterifikasi, maka akan semakin banyak proses pembentukan sabun pada konversinya. Sedangkan di sisi lain, daya aktivasi katalis hanya mampu berperan dalam waktu 2 jam. Sehingga asam lemak bebas pada trigliserida belum semua terkonversi yang menyebabkan bilangan asam dan bilangan penyabunan akan naik.

#### 4. Kadar Gliserol Total

Sebagai produk samping pembuatan biodiesel dan sisa senyawa gliserida (mono-, di-, dan tri-) dapat membahayakan mesin diesel, terutama akibat adanya gugus OH yang secara kimiawi yang agresif terhadap logam bukan besi dan campuran krom. Selain itu, akan terbentuknya deposit pada ruang pembakaran (Prihandana, 2006). Oleh karena itu SNI biodiesel No.04-7182-2006 mensyaratkan maksimum nilai 0,24 bagi kadar gliserol total. Gambar 8 di bawah menunjukkan grafik hubungan nilai kadar gliserol total terhadap waktu produksi biodiesel dengan pemakaian katalis abu tandan aren yang dikomposkan dan yang tidak dikomposkan. Dari grafik di bawah (gb 8), kadar gliserol total dari keseluruhan variasi waktu masih masuk dalam ambang batas SNI biodiesel No. 04-7182-2006. Hal itu menunjukkan reaksi transesterifikasi berjalan maksimal dan berhasil mengkonversi trigliserida yang ada. Selain itu, nilai ini juga menunjukkan proses pemisahan gliserol dari

metil ester telah berjalan baik sehingga didapat metil ester murni. Dari hasil percobaan ternyata menghasilkan pola hasil yang berbeda antara dua jenis katalis yang digunakan. Pemakaian katalis abu tandan aren yang dikomposkan dengan waktu esterifikasi yang berbeda-beda menunjukkan pola nilai kadar gliserol total yang meningkat, sedangkan untuk katalis abu tandan aren yang tidak dikomposkan justru sebaliknya, menunjukkan pola yang menurun.

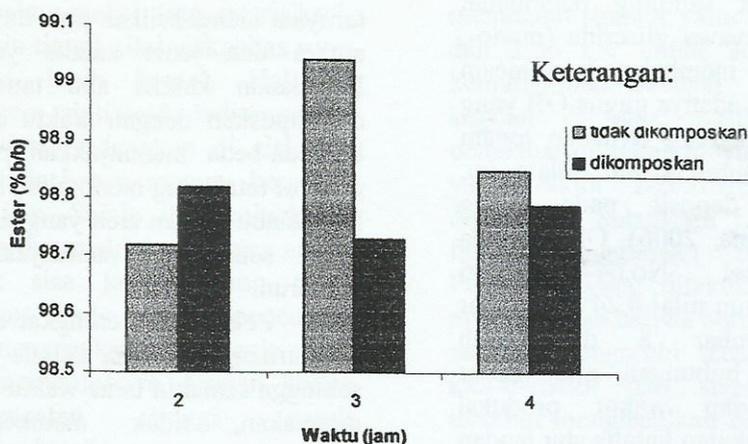
Pola yang meningkat disebabkan tidak sempurnanya aktivasi katalis yang digunakan sehingga semakin lama waktu esterifikasi yang digunakan, tidak memberikan pengaruh konversi yang meningkat pula. Sedangkan pola yang menurun menunjukkan bahwa reaksi berjalan dengan baik serta aktivasi katalis juga sempurna. Hal ini akan berpengaruh pada semakin lama waktu yang digunakan maka konversi trigliserida mejadi metil ester akan semakin meningkat, sehingga akan semakin sedikit gliserol yang terbentuk pada akhir reaksi.



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Gliserol Total terhadap Waktu Produksi pada Pemakaian Katalis Abu Tandan Aren yang Dikomposkan dan Tidak Dikomposkan.

#### 5. Kadar Ester

Kadar ester menunjukkan jumlah ester murni dalam biodiesel ester alkil. Gambar 9. menunjukkan nilai kadar ester yang diamati pada biodiesel dengan penggunaan dua jenis katalis yang berbeda dalam waktu yang berbeda pula. Hasil penelitian menunjukkan nilai kadar ester yang dihasilkan memenuhi SNI biodiesel No. 04-7182-2006 yaitu minimal 96,5%. Hal ini menunjukkan bahwa trigliserida minyak jelantah berhasil dikonversi menjadi biodiesel.



Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Ester terhadap Waktu Esterifikasi dengan Pemakaian Katalis Abu Tandan Aren yang Dikomposkan dan yang Tidak Dikomposkan

Hasil pengamatan terhadap beberapa parameter mutu menunjukkan bahwa kualitas biodiesel dapat berbeda-beda sesuai dengan waktu proses produksi. Berikut dibawah ini disajikan pada Tabel 3 yaitu perbandingan

parameter mutu biodiesel minyak jelantah dari ketiga variasi perlakuan waktu reaksi dengan Standar Biodiesel Indonesia yaitu SNI No. 01-7182-2006.

Tabel 3. Perbandingan Parameter Analisis Biodiesel Minyak Jelantah dengan SNI Biodiesel No. 04-7182-2006

Parameter Mutu	Dikomposkan			Tidak Dikomposkan			SNI Biodiesel No. 04-7182-2006
	Waktu Produksi			Waktu Produksi			
	2 jam	3 jam	4 jam	2 jam	3 jam	4 jam	
Bilangan Asam (mg KOH/g)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,49	0,73	Maks 0,8
Viskositas Kinematik (c ST)	1,69	1,94	1,98	2,39	2,56	2,29	2,3 – 6,0
Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)	107,213	107,213	112,2	102,85	110,95	112,76	-
Kadar Gliserol Total (% b/b)	0,124	0,138	0,138	0,128	0,126	0,124	Maks 0,24
Bilangan Ester (% b/b)	98,82	98,73	98,79	98,72	99,04	99,85	Min 96,5

Dari Tabel 3 diatas, berdasarkan parameter mutu yang dianalisis dapat disimpulkan bahwa jika dibandingkan dengan lama pemakaian waktu transesterifikasi, maka transesterifikasi dalam waktu 2 jam untuk tandan aren yang tidak dikomposkan menghasilkan biodiesel dengan parameter

mutu yang baik sesuai SNI Biodiesel No. 04-7182-2006.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap variasi waktu transesterifikasi (2, 3 dan 4 jam) dengan penambahan katalis abu tandan aren sebanyak 5%. Hasil penelitian transesterifikasi menunjukkan bahwa penggunaan katalis abu tandan aren yang tidak dikomposkan memberikan hasil lebih baik dalam hal nilai viskositas biodiesel yang dihasilkan. Untuk parameter lainnya (bilangan asam, kadar gliserol total, kadar ester) penggunaan katalis yang tidak dikomposkan maupun yang dikomposkan menghasilkan biodiesel yang memenuhi persyaratan SNI Biodiesel No. 04-7182-2006.

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa waktu transesterifikasi 2 jam untuk tandan aren yang tidak dikomposkan menghasilkan biodiesel yang sudah memenuhi persyaratan SNI Biodiesel No. 04-7182-2006 dengan rendemen metil ester sebesar 87,90 % dan nilai bilangan asam 0,73 mg KOH/g, viskositas kinematik 2,39 cSt, kadar gliserol total 0,128 (%b/b) dan kadar ester 98,72 (%b/b)

### Saran

Perlu adanya strategi penurunan kadar air bahan mentah yang diharapkan mampu meningkatkan kadar abu tandan aren dan perlu dilakukan kajian untuk mengetahui kinetika reaksi pada reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis abu tandan aren. Sehingga akan diketahui daya aktivasi katalitik dari abu tandan aren terhadap waktu, untuk menentukan optimasi proses transesterifikasi biodiesel dengan katalis alami heterogen.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1984. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Fourteenth edition. Association of Official Analytical Chemist Inc. Arlington. Virginia. USA.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. *Official Methods of Analysis of AOAC International 16<sup>th</sup> Edition*. AOAC Arlington - Washington, DC.
- [AOCS] American Oil Chemists Society. 1995. *Official Method and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 4<sup>th</sup> Edition*, American Oil Chemists Society, Champaign, USA.
- [ASTM] American Standard Technical Material. 1998. *Standard Test Method of Petroleum Products. In: Annual Book of ASTM Standards*. Vol 05.01. ASTM Philadelphia, 76-79, 845-847.
- Darnoko 2001. "Teknologi Produksi Biodiesel dan Prospek Pengembangannya di Indonesia". *Warta PPKS 9 (1)* 17-27.
- Encinar, J. M., González J.F, and Rodríguez-Reinares A. 2005. "Biodiesel from Used Frying Oil, Variables Affecting the Yields and Characteristics of The Biodiesel. Ind". *Eng. Chem. Res.* 44 (15), 5491-5499.
- Kirk, R.E. and Othmer D.F 1993. *Encyclopedia of Chemical Technology* 5. The Interscience Encyclopedia Inc, New York.
- Padmaningsih, A. T., Wega T. dan Tahir I. 2006. "Kajian Pengaruh Konsentrasi Katalis Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ZAA terhadap Konversi Biodiesel Total pada Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas". *Jurnal Indo. J. Chem.*, 6(3), 268-274.
- Peterson, C. L. and W. P. Scarrah. 1984. "Rapeseed Oil Transesterification By Heterogeneous Catalysis". *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61 (10), 1593-1597.
- Prihandana, R., Hendroko R., dan Nuramin M. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah, Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Agromedia Pustaka, Jakarta
- Sari A.B.T., 2007. *Proses Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak Pagar dengan Transesterifikasi Satu dan Dua Tahap*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA IPB.

- Serio, M. D., Riccardo T., Lu P., and Santacesaria E. 2008. "Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production". *Journal Of Energy & Fuels* :22, 2007-217.
- Sontag, 1982. "Structure and Composition of Fats and Oils". In *Bairley's Industrial Oil and Fat Products*; vol.1, Forth edition, ed. By. Swern, D. John Willey & Sons, New York, hal 1-98.
- Standar Nasional Industri 2002. *Standar Nasional Indonesia Minyak Goreng* No. 01-3741-2002. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Industri. 2006. *Standar Nasional Indonesia Biodiesel*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Wang Y., S. Ou, P. Liu, F. Xue and S. Tang. 2006. "Comparison of Two Different Processes to Synthesize Biodiesel by Waste Cooking Oil". *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 252 (2006) 107-112.
- Wikipedia. 2008. Catalysis. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). Diakses 6 -6 - 2008
- Yoeswono, Triyono dan Ignal 2007. "Pemanfaatan Limbah Abu Tandan Kosong Sawit, sebagai Katalis Basa pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit". *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol 14, No.2, p. 55-62.