

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN DEKAN

**Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian
Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri
Wilayah Barat**

BUKU 3

**AGRIBISNIS, TEKNOLOGI PERTANIAN,
PETERNAKAN, PERIKANAN DAN KELAUTAN,
KEHUTANAN, POSTER**

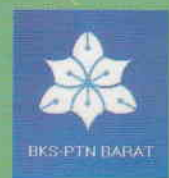
Tema :

**Revitalisasi Program Studi dan Peningkatan Peran
Perguruan Tinggi Ilmu-Ilmu Pertanian
dalam Pembangunan Pertanian Nasional**

Tim Penyunting:
Septri Widiono
Sigit Mujiharjo
Ketut Sukiyono
Endang Sulistyowati



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
23-25 MEI 2010**



PROSIDING SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN DEKAN
Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat
(BUKU 3 AGRIBISNIS, TEKNOLOGI PERTANIAN, PETERNAKAN, PERIKANAN DAN
KELAUTAN, KEHUTANAN, POSTER)
Badan Penerbitan Fakultas Pertanian UNIB, 2010
606 hal., ukuran A4

ISBN 978-602-96609-9-9

Tim Penyunting:

Septri Widiono

Sigit Mujiharjo

Ketut Sukiyono

Endang Sulistyowati

Desain Sampul: *Pematang Creativis*

Tata Letak Isi:

Septri Widiono

Slamet Riyadi

Meti Januarni

Edi Saputra

Dhesna

**Undang-Undang No. 19 Tahun 2002
tentang Perubahan atas Undang-Undang No. 12 Tahun 1997 Pasal 44
tentang Hak Cipta**

Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau member izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerka, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).



BADAN KERASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI
(BKPS-PTN)
INDONESIA WILAYAH BARAT
BIDANG ILMU-ILMU PERTANIAN



BKPS-PTN BARAT

Sertifikat

Diberikan kepada


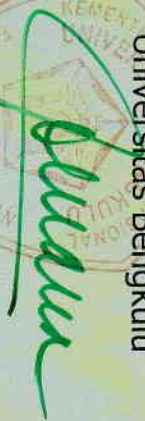
Ir. Budiyanto, M.Sc., Ph.D.

Sebagai

Pemakalah

Pada Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu-ilmu Pertanian
di Bengkulu 23- 25 Mei 2010

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Bengkulu



Dr. Ir. Yuwana, M.Sc

Ketua Panitia

Dr. Ik. Ketut Sukiyono, M.Ec



ntifikasi Jamur pada Tempoyak Makanan Khas Tradisional Bengkulu <i>Hasanuddin</i>	834
engaruh Substitusi Tepung Ubi Jalar Kuning dengan Tepung Biji Kecipir Terhadap Mutu Flakes <i>Kesuma Sayuti, Nurhaida Hamzah, Dan Elvira</i>	839
ntifikasi Keragaman Sate Bandeng sebagai Produk Unggulan di Propinsi Banten <i>Meutia, Sri Mulyati, Tubagus Báhtiar R, dan Moh. Ana Syabana</i>	845
engaruh Pencampuran Terigu, Tepung Singkong dan Tepung Daun Katuk Terhadap Sifat anoleptik dan Karakteristik Biskuit <i>Nurhaida Hamzah, Rifma Eliyasmi, Dewi Loveina</i>	851
engaruh Pemberian Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.) terhadap Kualitas dan Umur Simpan Saus Cabe ur (<i>Morinda citrifolia</i> L.) <i>Rifma Eliyasmi, Gunarif Taib, Rini Nofrida</i>	854
manfaat Pati Talas (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu n Pembuatan Roti Manis <i>Rina Yenrina, Anwar Kasim, Muhammad Iqbal Syahputra</i>	862
engaruh Jenis Larutan Garam Jenuh sebagai Humektan terhadap Mutu Fisik Daun Pisang Batu <i>a brachycarpa</i>) selama Penyimpanan Dingin <i>Rona J. Nainggolan Dan Elisa Julianti</i>	869
kuan Air Gambut dengan Zeolit Alam Metode Kolom untuk Mendapatkan Air Bersih enuhi Standar Kualitas <i>Sigit Mujiharjo, Syafnil, Johan Niza</i>	875
manfaat Abu Briket Batubara Rumah Tangga sebagai Bahan Penganti Sebagian dalam uatan Mortar <i>Tamrina, Hamzah Lanya, dan Sanjaya</i>	880
engaruh Kerusakan Akibat Benturan Sesama TBS (Tandan Buah Segar) Kelapa Sawit <i>Yuwana</i>	887
Analisis Lonsoran Akibat Gempa di Kenagarian Tandikek Kecamatan Partamu n Padang Pariaman. Sumatera Barat, Indonesia <i>Amrizal Saidi, Isril Berd dan Rusli Har</i>	892
Bahan Pengisi pada Pembuatan Kopi Instan Tablet <i>Kurnia Harlina Dewi, Hasan Basri Daulay, Rahmat Hidayat</i>	902
engaruh Kandungan Asam Lemak Bebas pada Limbah Minyak terhadap Rendemen dan teristik Biodiesel <i>Budiyanto</i>	911
Penggunaan Zeolit Alam untuk Menurunkan Tingkat Pencemaran Limbah Cair lahan karet <i>Syafnil, Devi Silsia, dan Sigit Mujiharjo</i>	916
engaruh Daun <i>Litsea</i> sp dan Aktivasinya terhadap <i>Candida albicans, Trichophyton rubrum</i> <i>Faizah Hamzah</i>	921
engaruh Bajak Singkal Satu Telapak dan Bajak Singkal Dua Telapak untuk Pengolahan Tanah <i>Santosa, Mislaini R., Dan Rio Candra</i>	925
MAKANAN	
engaruh Probiotik dan <i>Trichoderma viride</i> untuk Meningkatkan Kualitas Jerami sebagai ternak Ruminansia <i>Darlis, Afzalani, T. Kaswari, A. Nasution dan Suryadi</i>	937

PENGARUH KANDUNGAN ASAM LEMAK BEBAS PADA LIMBAH MINYAK TERHADAP RENDEMEN DAN KARAKTERISTIK BIODIESEL

Budiyanto
Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

ABSTRACT

The objective of the study is to optimize conversion of the oil extracted from Palm Oil Mill Effluent (POME). POME samples from PT Bio Nusantara were collected from 1st sewage pond at various time within one month period. The oil was extracted from POME at PT Bio Nusantara Bengkulu. The oil was bleached degummed followed by determination of free fatty acid (FFA) content. Eleven oil samples with various FFA were processed into methyl ester through esterification with methanol and acid catalyst followed by transesterification using methanol and NaOH as a base catalyst. The yield of the methyl ester were determined after each methyl ester completely separated from glycerol, water and other product of esterification and transesterification reaction. Similarly the characteristic of the methyl ester (Viscosity, water content, pour point, acid value, density, and cloud point) were determined on each product of methyl ester. The relationship FFA of the oil and the yield of the related methyl ester will be evaluated. In addition the characteristic of methyl ester product will be compared with SNI standard of diesel oil. The result indicate that the higher FFA content of the oil extracted from POME would result in higher yield of methyl ester. However the average characteristic of the methyl ester were close to SNI standard, except its viscosity and water content.

Key words: Methyl ester, POME, esterifikasi, transesterifikasi

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi penduduk menyebabkan peningkatan permintaan energi dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia, sehingga memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Langkah strategis dilakukan Indonesia dengan menghidupkan bahan bakar dari minyak nabati sebagai sumber bahan bakar untuk menggantikan minyak bumi. Penelitian-penelitian dilakukan untuk mendapatkan sumber energi alternatif dengan bahan baku nabati, seperti misalnya CPO (*Crude Palm Oil*). Provinsi Bengkulu pengembangan ekonominya berbasis pada sektor pertanian, salah satu komoditi yang diunggulkan adalah kelapa sawit. Pada tahun 2007/2008 tercatat 17 Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS), setiap pabrik memproduksi CPO rata-rata sebanyak 30-60 ton/jam. Berdasarkan observasi dari jumlah produksi tersebut sebanyak 2% - 2,5% merupakan *oil losses*, dan sebanyak 1,5 % minyak terikut dalam limbah cair (Chooet al. 2005).

Penelitian ini dilakukan menggunakan limbah cair PMKS dengan demikian bahan baku yang digunakan sama sekali tidak mengganggu produk utama yaitu CPO. Studi konversi minyak limbah cair PMKS menjadi metil ester melalui reaksi dua tahap (esterifikasi dan transesterifikasi dengan menggunakan katalis H_2SO_4 didapatkan rendemen sebesar 88% (Puspanosa, Sundaryono, Budiyanto, 2007). Dalam studi yang sama dilaporkan bahwa metil ester yang diperoleh masih mempunyai viskositas yang tinggi pada suhu 40°C dibandingkan dengan standar mutu SNI 04-7182-2006 biodiesel. Upaya untuk mengkaji optimasi pembuatan metil ester, khususnya reaksi transesterifikasi dilakukan dengan mengamati tahap-tahap reaksi pemecahan trigliserida menjadi asam lemak bebas (Ferella et al., 2010).

Minyak pada limbah pengolahan kelapa sawit (POME) pada umumnya memiliki asam lemak yang relatif tinggi dan akan terus mengalami peningkatan sejalan dengan kerusakan minyak pada kolam pembuangan limbah. Beberapa studi pendahuluan menunjukkan kandungan ALB minyak limbah pada kolam pertama dapat bervariasi dari 18% sampai dengan lamanya minyak tersebut terakumulasi dan proses kerusakan minyak yang terjadi (Heriwibowo, 2009; Khasanah, 2009; Surahman, 2008; Subhakti, 2009; Sumarni 2008). Dengan bervariasinya kandungan asam lemak bebas (ALB) pada bahan baku pembuatan metil ester, perlu untuk dikaji upaya untuk mengoptimalkan pembuatan metil ester dari minyak limbah pengolahan kelapa sawit. Dengan demikian studi ini bertujuan untuk: (1) Mengkaji hubungan antara kandungan ALB minyak terhadap

ndemen atau yield metil ester yang dihasilkan dan (2) membandingkan karakteristik metil ester yang dihasilkan dengan standard SNI untuk minyak diesel.

METODE PENELITIAN

Persiapan Sampel

Limbah cair PMKS disaring secara manual, minyak yang diperoleh dipanaskan pada suhu 104°C selama satu jam untuk menghilangkan kandungan air. Minyak dipucatkan dengan cara kontak menggunakan zeolit aktif (Verina, 2005), kemudian ditambahkan asam fosfat (H_3PO_4) 0,6% sebanyak 3% dari volume bahan baku dan diaduk selama 30 menit lalu diendapkan sebagai proses *degumming*.

Pengukuran ALB

Sebanyak 2,5 gram minyak dalam Erlenmeyer, ditambah 5 ml alkohol lalu dipanaskan. Campuran didinginkan dan ditambahkan 2 tetes indikator phenolphthelin, kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Jika kadar ALB < 2% maka metode konversi limbah cair PMKS menjadi metil ester dilakukan melalui reaksi esterifikasi dengan katalis basa, tetapi bila kadar ALB > 2% maka dilakukan melalui dua tahap esterifikasi menggunakan katalis asam dan transesterifikasi dengan katalis basa.

Pengembangan Metil Ester

Sebanyak 2 mL H_2SO_4 ditambahkan dalam 40 mL metanol dan 200 mL minyak limbah cair (metanol : minyak = 1 : 5) campuran dipanaskan 60°C, selama 2 jam, kemudian dibiarkan dingin selama 8 jam. Ke dalamnya ditambahkan metoksi (0,8 gram NaOH yang dilarutkan dalam 24 mL metanol), kemudian dipanaskan pada suhu 55°C selama 2 jam, campuran dimasukkan ke dalam corong pisah, dan didiamkan selama satu malam. Campuran akan terpisah sebagai metil ester dan gliserol. Metil ester dicuci dengan menggunakan air hangat 60°C sampai air cucian jernih.

Pengujian Mutu Metil Ester

Pengujian mutu dilakukan terhadap metil ester meliputi densitas, viskositas, kadar air, titik pengkabutan, titik gelatin, bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan iod, dan bilangan setana.

Penentuan densitas.

Piknometer ditimbang dengan teliti (G_0) pada 40°C kemudian diisi dengan sampel dan ditutup. Selanjutnya piknometer ditimbang dengan teliti (G). Densitas pada suhu yang digunakan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho = \frac{G - G_0}{V_t} + 0,0012$$

= Berat piknometer dan metil ester (g)

= Berat piknometer kosong (g)

= Volume metil ester pada suhu 40°C (ml)

Penentuan viskositas.

Viskometer ostwald diisi 5 mL sampel, kemudian ditempatkan pada penangas air 40°C dan dibiarkan selama 10 menit, lalu diukur waktu yang dibutuhkan sampel untuk melewati jarak antara dua pipa yang terdapat pada viskometer. Penentuan viskositas dihitung dengan rumus:

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{td}{t_0 d_0}$$

dan η_0 adalah viskositas larutan dan pelarut

dan t_0 adalah waktu alir larutan dan pelarut

dan d_0 adalah massa jenis larutan dan pelarut

viskositas yang dihasilkan dari ostwald ini merupakan viskositas dinamik, selanjutnya dikonversikan menjadi viskositas kinematik dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Viskositas Kinematik} = \frac{\text{Viskositas dinamik}}{\text{massa jenis sampel}}$$

3. Penentuan kadar air.

Ditimbang ± 5 gram sampel dalam botol timbang, kemudian dioven pada suhu 105°C sampai berat konstan. Pengurangan berat sampel dinyatakan sebagai berat air yang menguap dari sampel.

4. Penentuan titik kabut dan titik tuang.

Sebanyak 5 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dimasukkan ke dalam freezer. Setiap 15 menit diukur suhunya. Jika kristal mulai terbentuk berarti sampel telah mencapai titik pengabutan. Jika sampel menjadi gel, berarti telah mencapai titik gelatinasi (Syah, 2006).

5. Bilangan asam.

Sebanyak 4 gram sampel dimasukkan ke dalam labu yang dilengkapi dengan pendingin balik, kemudian ditambahkan 10 mL etanol p.a. Campuran dipanaskan selama 30 menit pada suhu 80°C. Larutan yang sudah dingin dititrasi dengan larutan NaOH 0,105 M dan indikator PP. Besarnya bilangan asam dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{BilanganAsam} = \frac{b \times N \text{ NaOH} \times 40}{W} \text{ mgNaOH/gr metilester}$$

b = volume NaOH dalam alkohol yang dibutuhkan pada titrasi (ml)

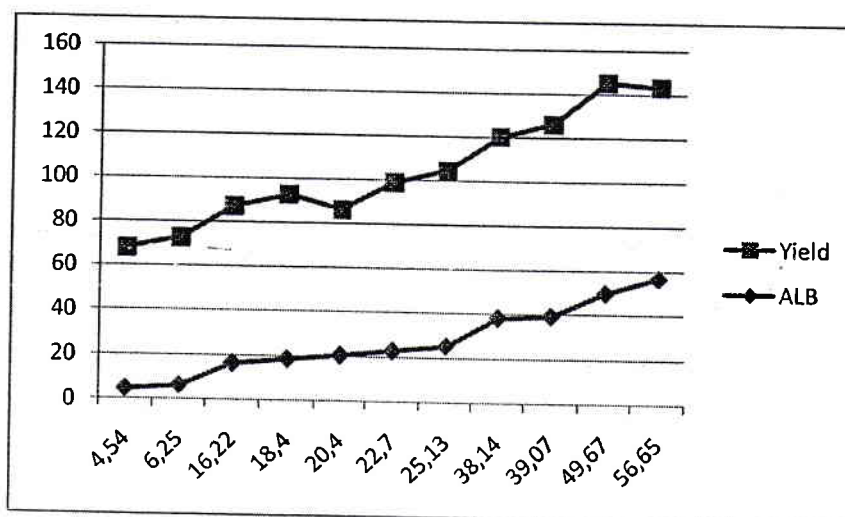
N = normalitas NaOH

W = berat sampel metil ester (gr)

HASIL DAN PEMBAHASAN

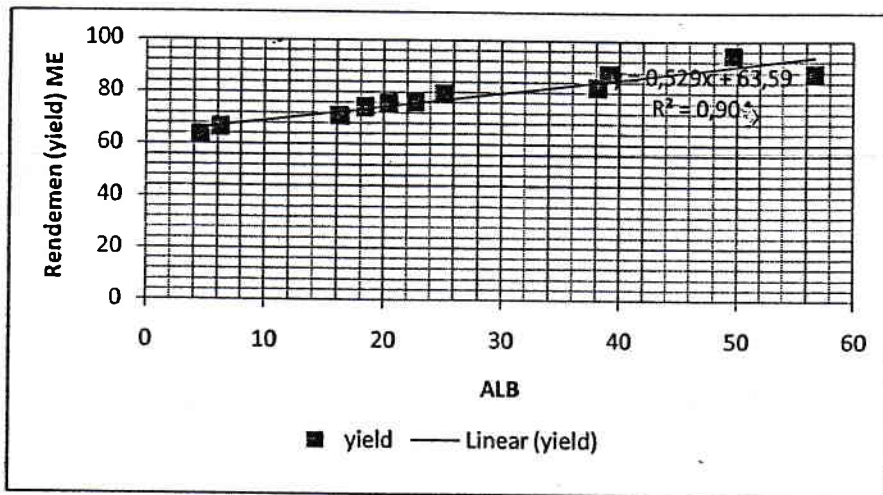
Diketahui bahwa sampel minyak dari limbah cair PMKS mengandung ALB sebesar 38,14%. Menurut Samios *et al.* (2009) metil ester lazim diproduksi dengan menggunakan reaksi transesterifikasi. Oleh karena itu reaksi dilakukan dengan dua tahap: Reaksi tahap satu esterifikasi bertujuan untuk mereaksikan asam lemak bebas menjadi metil ester. Reaksi tahap kedua adalah transesterifikasi menggunakan katalis NaOH. Dalam reaksi transesterifikasi (reaksi alkoholisis) satu mol trigliserida bereaksi dengan tiga mol alkohol untuk membentuk satu mol gliserol dan tiga mol alkil ester asam lemak. Proses tersebut merupakan suatu rangkaian dari reaksi reversibel, yang di dalamnya molekul trigliserida diubah tahap demi tahap menjadi digliserida, monogliserida, dan gliserol. Mekanisme reaksi transesterifikasi menggunakan asam kuat dan basa kuat digambarkan pada reaksi 1 dan 2 (Khasanah, dkk, 2009; Yunitasari, 2009). Setelah tahap transesterifikasi selesai, campuran didiamkan satu malam di dalam corong pisah. Pada tahap ini terjadi pemisahan metil ester dan gliserol. Metil ester yang terbentuk dicuci dengan air hangat untuk menghilangkan sisa katalis, gliserol dan metanol yang tidak bereaksi dan tertinggal dalam metil ester.

Metil ester merupakan hasil konversi minyak limbah cair PMKS. Uji metode standart ASTM. karakteristik yang dilakukan meliputi densitas pada 40°C, viskositas, titik kabut, titik tuang, bilangan asam. Hubungan kandungan Asam lemak bebas pada minyak limbah dengan rendemen (yield) metil ester yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut



Gambar 1. Sebaran kandungan ALB minyak dan Yield metil ester

Pada Gambar 1 di atas, menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas pada minyak limbah pengolahan kelapa sawit turut mempengaruhi rendemen/yield metil ester yang dihasilkan. Hubungan antara kandungan ALB minyak limbah dan rendemen metil ester yang dihasilkan cukup erat seperti yang diperlihatkan pada persamaan regresi dan nilai koefisien pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Persamaan regresi dan nilai koefisien pada

Rendemen atau yield metil ester yang dihasilkan pada studi tersebut merupakan hasil reaksi dua tahap (esterifikasi dan transesterifikasi) yang dilakukan untuk menghindari hilangnya kandungan asam lemak bebas akibat terjadinya penyabunan pada reaksi transesterifikasi. Karakteristik sifat fisik dan kimia metil ester dari limbah cair PMKS disajikan pada tabel 1

Tabel 1. Karakteristik metil ester

Parameter	Satuan	Karakteristik	Std	SNI
Densitas	gr/cm ³	0,857	0,005	0,85-0,89
Viskositas	CSt	3,04	3,02	2,3-6,0
Titik pengkabutan	°C	12,3	2,3	Maks 18
Titik Gelatinitas	°C	8,3	1,3	Maks 28
Kadar air	%	3,5	2,3	0,05
Bilangan asam	mgNaOH/gr	0,686	0.013	0,8

Pada studi ini, pemisahan metil ester dari air dan gliserol serta pencucian metil ester dilakukan dengan corong pemisah. Selain itu tidak dilakukan upaya untuk menghilangkan kadar air pada metil ester. Dengan demikian kandungan air pada metil ester yang terbentuk masih relatif tinggi dan rendemen yang dihasilkan masih belum optimal (Tabel 1). Belum optimalnya rendemen atau yield metil ester pada studi ini dapat terjadi karena belum tepatnya reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dilakukan. Reaksi esterifikasi dengan katalis asam akan menghasilkan metil ester yang optimal bila semua asam lemak bebas bereaksi membentuk metil ester pada kondisi asam (Rice at al. 1999; Samios et al, 2009). Pada reaksi tahap ke 2 (transesterifikasi) kondisi yang optimal dapat menghasilkan yield sampai 98% (Vyaset al., 2010). Walaupun demikian, bila ada asam lemak bebas pada substrat, asam lemak tersebut akan tersabunkan dan akan ikut terbuang bersama air (Budiyanto et al. 2007; Prihandana, 2006; Yunitasari et al. 2009).

Densitas metil ester hasil konversi minyak limbah cair PMKS telah memenuhi standar SNI (0,85 – 0,89 gr/cm³) untuk biodiesel. Menurut Prihandana dkk, (2006) jika metil ester memiliki densitas yang melebihi ketentuan SNI, tidak baik digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin. Menurut Haryanto (2000) minyak diesel yang dikehendaki memiliki viskositas relatif rendah agar mudah mengalir dalam pompa injeksi. Viskositas metil ester berbahan minyak sawit mempunyai lebih tinggi dari standard SNI viskositas minyak diesel. Untuk itu diperlukan penurunan viskositas metil ester dengan mencampur metil ester minyak sawit dengan minyak diesel/solar (Hamid & Yusuf, 2002). Viskositas yang berbeda merupakan bagian dar

pengaruh struktur asam lemak turut mempengaruhi karakteristik metil ester, (Knothe, 2005). Viskositas yang terlalu tinggi dapat mempersulit proses pembentukan butir-butir kabut pada saat atomisasi bahan bakar ke dalam mesin, yang berakibat terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna, akan tetapi jika viskositas rendah dapat menyebabkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar.

SIMPULAN

1. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi pada minyak limbah akan menghasilkan rendemen metil ester yang tinggi bila dilakukan menggunakan reaksi dua tahap (esterifikasi dan transesterifikasi).
2. Walaupun demikian secara umum, kualitas atau karakteristik metilester yang dihasilkan dari minyak limbah dengan berbagai kandungan asam lemak bebas relatif tidak berbeda.
3. Viskositas dan kadar air metilester yang dihasilkan dari minyak limbah masih lebih tinggi dari standard viskositas SNI untuk minyak diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. *Bahan Bakar Diesel dari Minyak Sawit*. <http://www.energi.lipi.go.id/utama> artikel. September 2007.
- Budiyanto, Yuwana., Surahman. 2008. Rendemen dan mutu metil ester dari berbagai kualitas limbah air pabrik kelapa sawit. Prosiding Seminar Nasional BKS-PTN wilayah Indonesia Barat, Bengkulu, 13-14 Mei 2008, Bengkulu
- Choo Y.M., Yung C.H., Cheng, S.F., Ma, A.N., Chau H., Yusof B., 2005, Key fuel properties of palm oil alkyl esters, *Fuel* 84 (2005), 1717-1720
- Ferella, F., Di Celso, M., DeMchelis, I., Stanisci, V., Veglio, F. 2010. Optimization of the transesterification reaction in biodiesel production.
- Hamid T., dan Yusuf, R., 2002, *Preparasi karakteristik biodiesel dari minyak kelapa sawit*, Makara teknologi, vol 6 No.2, Agustus
- Haryanto, B. 2000. *Studi Neraca Energi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit*. Thesis Magister ITB.
- Indartono, Yuli Setyo. 2008. *Mengenal Biodiesel: Karakteristik, Produksi, hingga Performansi Mesin* (3). <http://www.beritaipstek.com/pilihberita.php?id=266> [16 Desember 2008]
- Khasanah, Sundaryono, Budiyanto, 2009. Pemanfaatan limbah cair pengolahan kelapa sawit untuk pembuatan biokerosen dan implementasinya pada pembelajaran kimia di SMA FKIP Kimia Universitas Bengkulu (tidak dipublikasikan)
- Knothe, G. 2005. Dependence Of Biodiesel Fuel Properties On The Structure Of Fatty Acid Alkyl Esters. *Fuel Processing Technology*, 86 : 1059 – 1070
- Prihandana, 2006. *Menghasilkan biodiesel murah mengatasi polusi dan kelangkaan BBM*. Jakarta : Agromedia Pustakan
- Pupana, A., Sundaryono, Budiyanto, A, 2007. *Kajian rendemen dan karakteristik metil ester dari palm oil mill effluent (POME) industri pengolahan kelapa sawit*. Prosiding seminar Nasional Sains & Teknologi, hal. 424-432. Lembaga Penelitian Universitas Lampung 27-28 Agustus 2007, Bandar Lampung
- Rice, B., Frohlich, A., dan Leonard, R., 1999, Acid catalysed biodiesel, cost reduction in bio-diesel production, Crops Research centre, Oak Park, Carlow.
- Samios, D., Pedrotti, F., Nicolau, A., 2009. A Transesterification Double Step Process — TDSP For Biodiesel Preparation From Fatty Acids Triglycerides. *Fuel Processing Technology*
- Subhakti, 2009. Kajian kualitas bahan bakar nabati dari minyak limbah pengolahan kelapa sawit sebagai bahan tambahan minyak tanah, Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu (tidak dipublikasikan)
- Vyas, A.P, Verma, J.L, Subramanyam, N. 2010. A Review on FAME Production Processes. *Fuel*, 89:1-9.
- Yunitasari, Sundaryono, Budiyanto, 2009. Karakterisasi biodiesel sebagai hasil reaksi transesterifikasi dari limbah cair pabrik CPO FKIP Kimia Universitas Bengkulu (tidak dipublikasikan)



BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI
(BKSP-TN)
INDONESIA WILAYAH BARAT
BIDANG ILMU-ILMU PERTANIAN



BKS-PTN BARAT

Sertifikat

Diberikan kepada

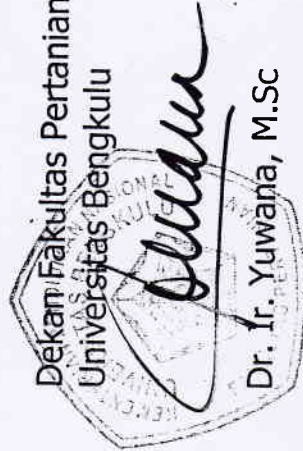
Ir. Budiyanto, M.Sc., Ph.D.

Sebagai

Pemakalah

Pada Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu-ilmu Pertanian
di Bengkulu 23- 25 Mei 2010

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Bengkulu



Dr. Ir. Yuwana, M.Sc

Ketua Panitia



Dr. Ik. Ketut Sukiyono, M.Ec

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU

SEMIRATA
SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN DEKAN