



## PENGGUNAAN CAMPURAN METANOL-ETANOL PADA SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN METODE ELEKTROLISIS

Arum Setyawati \*, Pedy Artsanti

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-540971  
Email: arumsetya19@gmail.com\*

**Abstrak** Telah dilakukan penelitian penggunaan campuran metanol-etanol pada sintesis biodiesel dari minyak jelantah dengan metode elektrolisis. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengkaji penggunaan sel A (1 anoda – 1 katoda) dan sel B (1 anoda – 2 katoda) pada elektrolisis dengan penambahan campuran metanol-etanol terhadap rendemen yang diperoleh berdasar waktu reaksi yang digunakan serta mengkaji karakteristik biodiesel yang dihasilkan berdasarkan uji kualitas. Tahapan yang dilakukan untuk mengetahui hubungan penggunaan sel A (1 anoda – 1 katoda) dan sel B (1 anoda – 2 katoda) terhadap rendemen yang dihasilkan yaitu dengan melakukan elektrolisis terhadap larutan elektrolit yang terdiri dari minyak, metanol-etanol, KOH, NaCl dan air, sedangkan untuk mengetahui karakteristik biodiesel yang dihasilkan berdasarkan uji kualitasnya dilakukan uji instrumen FT-IR dan GC-MS serta uji sifat fisiknya seperti densitas, kadar air dan angka asam. Variasi campuran metanol-etanol yang ditambahkan ke dalam larutan yaitu 24:00, 21:03, dan 18:06 serta waktu reaksi elektrolisis yaitu 2 dan 3 jam. Penggunaan sel A (1anoda-1 katoda) pada proses elektrolisis menghasilkan rendemen terbaik yaitu 90,94% pada penambahan campuran metanol-etanol 21:3 selama waktu reaksi 3 jam sedangkan sel B (1 anoda-2 katoda) menghasilkan rendemen terbaik sebesar 91,9% pada penambahan campuran metanol-etanol 21:03 dan waktu reaksi 3 jam. Hasil dari uji FT-IR menunjukkan adanya serapan gugus fungsi ester dan berdasarkan hasil uji GC-MS komposisi utama biodiesel adalah metil ester oleat dengan presentase 39,76%. Uji fisis yang meliputi densitas, kadar air, dan angka asam secara berturut-turut 0,8342 g/cm<sup>3</sup>; 0,0207% ; dan 0,2788 mg KOH/g

**Kata kunci:** Minyak Jelantah, Biodiesel, Elektrolisis, KOH, Metanol-Etanol.

This publication is licensed under a



### Pendahuluan

Penggunaan minyak bumi yang berkepanjangan dan dalam skala besar menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi. Oleh sebab itu perlu adanya sumber energi alternatif yang ramah lingkungan sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan yaitu biodiesel.

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

Pembuatan biodiesel terus berkembang dengan berbagai inovasi. Seperti yang telah dilakukan para peneliti terdahulu bahwa pembuatan biodiesel dilakukan dengan cara konvensional. Semakin berkembangnya zaman, peneliti mendapatkan referensi metode baru dalam pembuatan biodiesel yaitu dengan cara elektrolisis. Pembuatan biodiesel menggunakan metode elektrolisis dianggap lebih efisien karena dapat dilakukan pada temperatur kamar. Bahkan dengan kandungan air dalam minyak jelantah yang relatif tinggi masih dapat menghasilkan rendemen yang tinggi (Guan, 2009).

Pada penelitian ini dilakukan sintesis biodiesel dari minyak jelantah yang menggunakan metode elektrolisis dengan menambahkan campuran metanol-etanol. Untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi dan campuran metanol-etanol dalam menghasilkan *yield* biodiesel yang terbaik, maka dilakukan pengkajian variasi waktu reaksi dan campuran metanol-etanol dalam proses elektrolisis. Dalam penelitian ini sekaligus dilakukan uji coba penggunaan sel elektrolisis dengan satu anoda – satu katoda (sel A) dan sel elektrolisis dengan satu anoda – dua katoda (sel B).

### Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta pada bulan Oktober 2016 hingga bulan Juli 2017. Karakterisasi nanoselulosa meliputi analisis gugus fungsi menggunakan FTIR dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Analisis menggunakan XRD digunakan untuk mengetahui kristalinitas dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. analisis morfologi meliputi bentuk dan ukuran nanoselulosa menggunakan SEM dilakukan di Laboratorium LIPI Wonosari, Gunung Kidul Yogyakarta.

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain minyak jelantah rumah tangga merek tertentu, kertas saring,

metanol *p.a* buatan merk, etanol *p.a* buatan merk, akuades, indikator pp, KOH, NaCl, NaOH, HCl, dan H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

**Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat-alat gelas, elektroda grafit berbentuk silinder dengan panjang 100 mm dan diameter 10 mm, multimeter, adaptor, penjepit buaya, *magnetic stirrer*, *hot plate*, neraca analitik, termometer, corong pisah, dan statif. Analisis instrumen yang digunakan yaitu FTIR dan Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC-MS).

**Metode Penelitian**

**Preparasi Minyak Jelantah**

Minyak jelantah yang akan digunakan terlebih dahulu disaring. Hasil minyak yang telah disaring, selanjutnya diuji menggunakan instrumen GC-MS untuk mengetahui kandungan asam lemaknya.

**Analisis Asam Lemak Bebas**

Analisis kadar asam lemak bebas dilakukan dengan cara mengambil minyak jelantah sebanyak 3 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 9 etanol *p.a* (v/v) dan dipanaskan hingga temperatur 45°C. Sampel tersebut selanjutnya ditetesi dengan indikator fenolftalein 3 tetes dan dititrasi dengan larutan standar NaOH 0,1 N hingga diperoleh warna merah muda.

**Pembuatan Biodiesel dengan Metode Elektrolisis**

Sel elektrolisis yang terdiri dari anoda dan katoda dipisahkan dengan jarak 10 mm. Sel elektrolisis diisi dengan campuran reaktan yang terdiri dari minyak, metanol, etanol, KOH, air dan NaCl sebagai elektrolit pendukung. Minyak jelantah yang digunakan yaitu sebanyak 50 gram. Untuk mengetahui pengaruh campuran metanol-etanol, maka dilakukan variasi campuran metanol-etanol dengan rasio metanol terhadap etanol sebagai berikut: 24:0, 21:3, dan 18:6. Pada penelitian ini katalis KOH yang digunakan sebanyak 0,8% b/b. Penambahan air ke dalam larutan yaitu sebanyak 2% dari berat total (minyak, metanol, etanol dan NaCl). Elektrolisis dilakukan pada suhu kamar dengan menggunakan metode tegangan konstan. Tegangan listrik elektrolisis yang digunakan yaitu sebesar 24V. Campuran reaksi diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Reaksi berlangsung dengan variasi waktu 2 jam dan 3 jam. Reaksi dilakukan pada dua sel alat elektrolisis (A dan B) dimana sel A menggunakan elektroda dengan satu anoda dan satu katoda dan sel B menggunakan elektroda grafit dengan satu anoda dan dua katoda. Hasil elektrolisis dimasukkan ke dalam corong pisah. Lapisan metil ester yang telah dipisahkan selanjutnya disaring dan dipanaskan pada temperatur 110°C selama 30-45 menit untuk menghilangkan sisa air.

**Hasil dan Pembahasan**

**Minyak Jelantah**

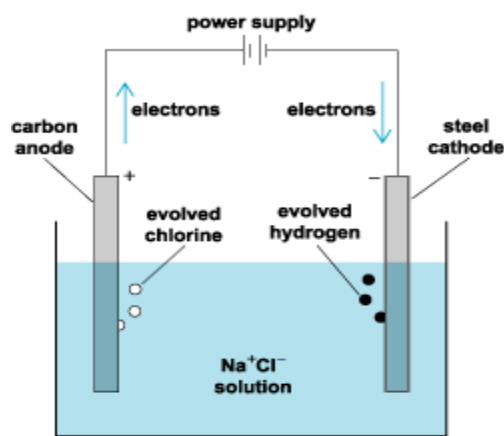
Minyak jelantah yang digunakan terlebih dahulu disaring dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor dari sisa penggorengan. Dalam penelitian ini, dilakukan uji menggunakan instrumen GC-MS untuk mengetahui karakteristik asam lemak dari minyak jelantah. Ketaren, (2012) menyatakan bahwa komposisi atau jenis asam lemak setiap jenis minyak berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan sumber, iklim, keadaan tempat tumbuh dan pengolahan. Minyak jelantah dari hasil uji GC-MS mengandung asam lemak oleat dengan persentase 44,82 %.

**Asam Lemak Bebas**

Minyak jelantah yang digunakan untuk sintesis biodiesel perlu diketahui kadar asam lemak bebasnya. Kadar asam lemak bebas yang terandung didalam minyak nabati dapat dijadikan salah satu parameter kualitas dari minyak tersebut. Dalam penelitian ini kadar asam lemak bebas diketahui sebesar 1,93%. Van Gerpen (2004) menyatakan bahwa minyak jelantah yang mengandung 5-15% asam lemak bebas pada minyak dapat menghambat reaksi pembentukan metil ester karena akan menimbulkan reaksi penyabunan.

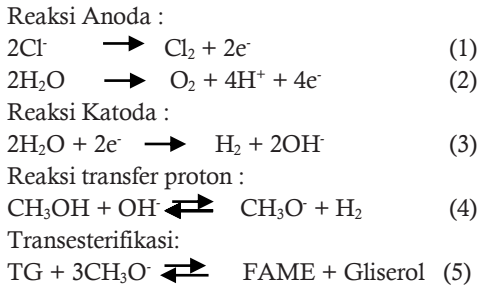
**Pembuatan Biodiesel dengan Cara Elektrolisis**

Pembuatan biodiesel pada penelitian ini menggunakan metode elektrolisis. Komponen terpenting dalam proses elektrolisis yaitu elektroda dan larutan yang bersifat elektrolit. Skema metode elektrolisis ditunjukkan pada Gambar 1.

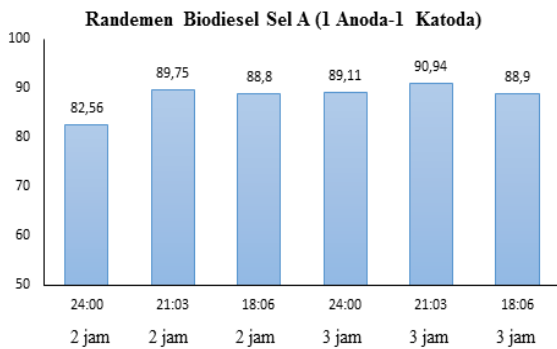


Gambar 1. Skema Elektrolisis

Pada penelitian ini, sampel minyak jelantah yang digunakan yaitu sebesar 50 gram. Penambahan NaCl pada penelitian ini bertujuan agar larutan bersifat elektrolit. Elektroda berperan sebagai tempat berlangsungnya reaksi. Dalam penelitian ini digunakan grafit, karena elektroda grafit bersifat *inert*. Proses reaksi pada penelitian ini menggunakan tegangan sebesar 24V. Dimana banyaknya zat yang bereaksi, berdasarkan pada jumlah muatan listrik yang digunakan dalam rentang waktu tertentu. Reaksi redoks yang terjadi pada proses elektrolisis secara teori yaitu (Guan,2009):



Data yang dihasilkan dari waktu reaksi yang digunakan dan campuran metanol-etanol pada saat elektrolisis menggunakan sel A ditunjukkan pada Gambar 2.



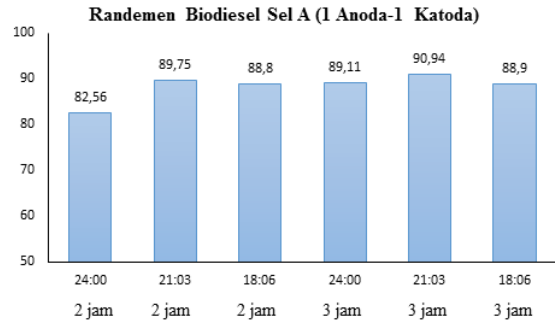
Gambar 2. Randemen Biodiesel A

Pengaruh campuran metanol-etanol dipelajari dengan memvariasikan rasio metanol terhadap etanol yaitu sebagai berikut: 24:00 (a), 21:03 (b), dan 18:06 (c). Campuran metanol-etanol sebagai sumber alkohol pada proses transesterifikasi akan memberikan kelebihan dibandingkan dengan hanya menggunakan metanol saja. Pemakaian etanol dapat mengurangi pemakaian bahan sintesis metanol. Untuk mempelajari pengaruh waktu reaksi, dalam penelitian ini dilakukan variasi waktu reaksi yaitu selama 2 jam dan 3 jam. Dari diagram Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu elektrolisis rendemen yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan Hukum Faraday dimana jumlah zat kimia yang terbentuk sebanding dengan jumlah mol elektron yang ditukar selama terjadi reaksi oksidasi-reduksi dan menunjukkan adanya keterkaitan antara mol elektron dengan coulomb (Brady, 1999).

Rendemen dari penggunaan sel A yang terbaik ditunjukkan pada penggunaan rasio molar metanol-etanol (b) dengan lama waktu reaksi 3 jam. Rendemen yang dihasilkan yaitu sebesar 90,94%. Pada penggunaan rasio molar metanol-etanol (c) pada waktu 2 jam dan 3 jam rendemen yang dihasilkan tidak berbeda jauh. Pada waktu 2 jam menghasilkan rendemen sebesar 88,8% sedangkan pada waktu 3 jam menghasilkan rendemen sebesar 88,9%. Dapat dikatakan bahwa waktu reaksi tidak berkontribusi signifikan.

Pengaruh variasi waktu reaksi dan penggunaan campuran metanol-etanol pada elektrolisis menggunakan sel B

menghasilkan data yang disajikan pada Gambar 3. Pada reaksi elektrolisis menggunakan sel B, rendemen tertinggi dihasilkan pada penggunaan rasio molar metanol-etanol (b) pada waktu 3 jam. Rendemen yang dihasilkan yaitu 91,9%.



Gambar 3. Rendemen Biodiesel B

Menurut Guan (2009), transesterifikasi trigliserida dengan metanol merupakan reaksi kesetimbangan, oleh karena itu metanol berlebih diperlukan untuk memaksa reaksi berlanjut ke arah pembentukan biodiesel. Penggunaan 2 katoda pada reaksi elektrolisis ini dapat memberikan peningkatan terhadap hasil rendemen, dibandingkan dengan menggunakan 1 katoda.

Perbedaan rendemen pada penggunaan sel A dan sel B pada saat reaksi elektrolisis terlihat nyata pada diagram. Dari diagram yang tersaji pada Gambar 2 dan Gambar 3 hasil rendemen terbaik berada pada rasio molar metanol-etanol (b). Penggunaan etanol yang berlebih dapat menyebabkan pembentukan sabun sehingga hasil rendemen berkurang.

Hasil rendemen tertinggi terjadi pada penggunaan rasio molar metanol-etanol (b) dengan menggunakan sel B dimana elektrolisis berlangsung selama 3 jam dengan adanya penambahan katalis KOH 0,8% (b/v). Rendemen yang dihasilkan tersebut sebesar 91,9%. Hasil rendemen penelitian ini tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Guan, (2009) dalam sintesis biodiesel yang sama-sama menggunakan metode elektrolisis yang dilakukan pada suhu kamar. Dalam penelitiannya rendemen yang dihasilkan yaitu sekitar 97%.

Dalam Penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel tanpa penggunaan katalis KOH dengan tujuan untuk melihat seberapa pengaruh penggunaan katalis. Dari hasil *variable control* yang telah dilakukan, rendemen yang dihasilkan yaitu sebesar 25,44%. Nilai Rendemen tersebut masih jauh dari hasil rendemen yang menggunakan katalis dalam reaksi elektrolisis. Sehingga, penambahan katalis juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil rendemen.

### Uji Biodiesel Densitas

Pengukuran massa jenis (densitas) bertujuan untuk mengetahui keterkaitan densitas dengan nilai kalor yang

dihasilkan persatuan bahan bakar. Biodiesel dengan densitas yang terlalu tinggi akan mempunyai nilai kalor yang rendah sehingga menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Densitas biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 0,831 g/cm<sup>3</sup>, dimana densitas ini belum memenuhi SNI. Berdasar standar SNI 7182-2012 densitas biodiesel berada pada rentang 0.85-0.89 g/cm<sup>3</sup>.

**Kadar Air**

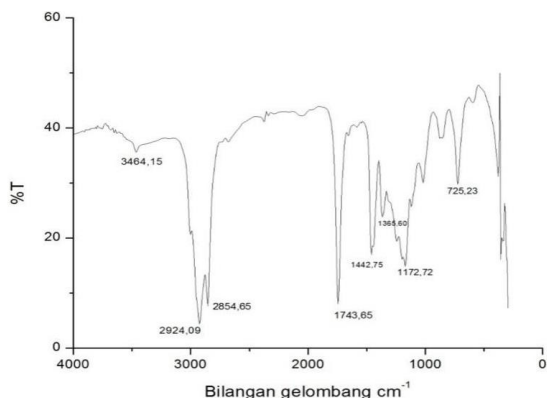
Kadar air yang terkandung dalam biodiesel hasil penelitian ini telah memenuhi standar nasional yaitu sebesar 0,021%. Dalam Standar Nasional Indonesia, kadar air maksimal 0,05%. Ketika kadar air dalam biodiesel tinggi, maka biodiesel makin rentan mengalami kerusakan.

**Angka Asam**

Angka asam menunjukkan miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 gram sampel biodiesel. Dalam penelitian ini angka asam sebesar 0,2788 mg KOH/g minyak, yang artinya telah memenuhi Standar Nasional Indonesia. Apabila biodiesel mempunyai angka asam yang tinggi, maka akan mempunyai sifat korosif yang tinggi sehingga dapat menimbulkan kerak dalam injektor (Prihandana, et.al.,2006).

**Analisis dengan Spektrofotometer Inframerah**

Biodiesel yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam metil ester. Hasil uji spektrofotometer inframerah disajikan dalam Gambar 4.



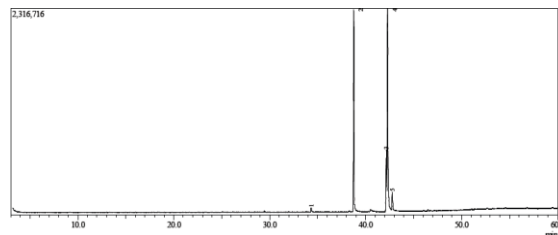
**Gambar 4.** Spektrum FT-IR biodiesel

Berdasarkan hasil spektra-IR tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam hasil sintesis biodiesel dari minyak jelantah terdapat serapan-serapan gugus fungsi yang merupakan karakteristik dari senyawa metil ester.

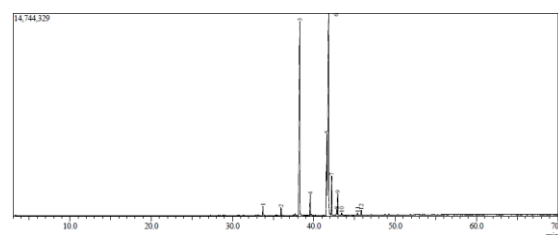
**Analisis dengan GCMS**

Karakteristik biodiesel menggunakan instrumen GC-MS bertujuan untuk mengetahui jenis komponen metil ester yang terdapat dalam biodiesel yang dihasilkan. Adapun kromatogram

GC minyak jelantah disajikan dalam Gambar 5 sedangkan hasil GC dari biodiesel disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 5.** Kromatogram GC minyak jelantah



**Gambar 6.** Kromatogram GC biodiesel

Senyawa metil ester yang diperoleh dengan persentase tertinggi yaitu metil oleat (39, 76%). Senyawa metil ester yang diperoleh tersebut sesuai dengan kandungan asam lemak yang terdapat pada bahan dasar minyak kelapa sawit yang digunakan untuk sintesis. Selain metil ester, juga terdapat etil ester yaitu etil palmitat. Etil ester palmitat terbentuk karena adanya penggunaan etanol pada saat reaksi pembentukan biodiesel.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, penggunaan sel A (1 anoda-1 katoda) pada proses elektrolisis biodiesel menghasilkan rendemen terbaik yaitu 90,94% pada penambahan campuran metanol-etanol 21:3 selama waktu reaksi 3 jam sedangkan sel B (1 anoda-2 katoda) menghasilkan rendemen terbaik sebesar 91,9% pada penambahan campuran metanol-etanol 21:03 dan waktu reaksi 3 jam. Hasil dari uji FT-IR menunjukkan adanya serapan gugus fungsi ester dan berdasarkan hasil uji GC-MS komposisi utama biodiesel adalah metil ester oleat dengan presentase 39,76%. Uji fisis yang meliputi densitas, kadar air, dan angka asam secara berturut-turut 0,8342 g/cm<sup>3</sup>; 0,0207% ; dan 0,2788 mg KOH/g.

**Saran**

Perlu dikaji penggunaan elektroda, co-solvent dan uji parameter lain seperti viskositas, flash point, bilangan iod, angka setana, kandungan sulfur dan lain-lain.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Ibu Pedy Artsanti, M.Sc. yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Guan, Guoqing dan Katsuki Kusakabe ; 2009 ; *Synthesis of Biodiesel Fuel Using an Electrolysis method* (Journal) ; Departement of Living Environmental Science;Fukuoka women's University of Japan
- Brady, J.E. 1999, *General Chemistry Principles And Structure*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Keraten, S., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta, UI Press
- Prihandana, R., Roy H., dan Makmuri N. 2007. *Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Soerawidjaja, T.H., 2006, *Fondasi-Fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi pembuatan Biodiesel, Seminar Nasional "Biodiesel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan"*, Yogyakarta, UGM.
- SNI, Biodiesel. SNI 04-7182-2012, 2012.
- Van Gerpen, B.Shanks, and R.Pruszko., 2004, *Biodiesel production Technology*, Iowa State University.