

Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah

Andri Kapuji*, Sjahrul Hadi, Zainul Arifin
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Serang Raya
Jl. Raya Cilegon No., KM. 5, Drangong, Taktakan, Kota Serang, Banten
corresponding author: aka.campus@gmail.com

Abstract

The increasing demand for fuel oil (BBM) has resulted in a decrease in fossil fuel reserves. The government is trying to find alternative sources of renewable fuel, one of which is biodiesel. This study aims to develop biodiesel processing technology and determine the quality of biodiesel fuel from used cooking oil as raw material. The technology for processing used cooking oil biodiesel uses 3 (three) variations, namely temperature, rotation and time. The synthesis of biodiesel uses a transesterification step with a NaOH catalyst. The variation of the transesterification process lasted for 50, 60, 65 and 70 minutes at a temperature of 55°C – 85°C. Biodiesel purification technology uses a separating funnel technique. The optimum condition of used cooking oil biodiesel is with a filtration treatment of 16 μ m and a transesterification process of 60 minutes. The structure of the compounds produced from used cooking oil biodiesel are methyl ester oleate, methyl ester palmitate, methyl ester stearate, methyl ester ricinoleate, methyl ester tridecanoate, and methylester arachidate. The physical characteristics of biodiesel in general have met the standard of SNI-04-7182-2006, except that the distillation temperature of 90% vol of biodiesel produced has exceeded the quality requirements of SNI-04-7182-2006, but is still considered to meet the requirements of biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Used Cooking Oil, Microfiltration, Transesterification

Abstrak

Peningkatan kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) mengakibatkan penurunan cadangan BBM fosil. Pemerintah berupaya mencari sumber-sumber BBM alternatif yang dapat diperbaharui, salah satunya biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi pengolahan biodiesel dan mengetahui kualitas bahan bakar biodiesel dari bahan baku minyak goreng bekas. Teknologi pengolahan biodiesel minyak goreng bekas menggunakan 3 (tiga) variasi yakni temperatur, putaran dan waktu. Sintesis biodiesel menggunakan satu tahap transesterifikasi dengan katalis NaOH. Variasi proses transesterifikasi berlangsung selama 50, 60, 65 dan 70 menit pada suhu 55°C – 85°C. Teknologi pemurnian biodiesel menggunakan teknik corong pisah. Kondisi optimum biodiesel minyak goreng bekas adalah dengan perlakuan filtrasi ukuran 16 μ m dan lama proses transesterifikasi 60 menit. Struktur senyawa yang dihasilkan dari biodiesel minyak goreng bekas adalah metil ester oleat, metil ester palmitat, metil ester stearat, metil ester risinoleat, metil ester tridekanoat, dan metilester arachidat. Karakteristik sifat fisik biodiesel secara umum telah memenuhi standar SNI-04-7182-2006, kecuali temperatur destilasi 90% vol biodiesel yang dihasilkan telah melampaui syarat mutu SNI-04-7182-2006, namun dinilai masih memenuhi persyaratan biosolar.

Kata kunci: Biodiesel, Minyak Goreng Bekas, Mikrofiltrasi, Transesterifikasi

1. PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak bumi diperkirakan akan habis jika dieksploitasi secara besar-besaran. Ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi dapat dikurangi dengan cara memanfaatkan bahan bakar biodiesel, dimana bahan bakunya masih sangat besar untuk dikembangkan (Darmanto, Ireng, 2006). Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan beberapa

bahan baku biodiesel, Ruhyat dan Firdaus (2006) telah menentukan bahwa jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak goreng bekas (minyak jelantah). Menurut Chhetri (2008), alasan utama untuk mencari sumber alternatif bahan bakar mesin diesel dikarenakan tingginya harga produk minyak. Pengolahan biodiesel dari minyak jelantah

merupakan cara yang efektif untuk menurunkan harga jual biodiesel karena murah biaya bahan baku (Zhang, Y., Dub_e, M.A., McLean, D.D., Kates, M., 2003). Selain itu pemanfaatan minyak goreng dapat juga mengatasi masalah pembuangan limbah minyak dan Kesehatan masyarakat.

Minyak goreng bisa diproduksi dari tanaman kelapa serta bisa juga berasal dari tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*), yang termasuk famili palmae. Minyak goreng yang berasal dari kelapa sawit cenderung lebih disukai daripada minyak goreng dari kelapa karena mempunyai beberapa keunggulan antara lain kecenderungan berasap lebih rendah dan tingkat perkaratan pada kuali lebih sedikit (Lubis, 1992). Minyak jelantah mempunyai kandungan asam lemak bebas yang cukup tinggi. Oleh karena itu untuk menurunkan yang angka asam, pada umumnya diperlukan 2 (dua) tahap konversi minyak jelantah menjadi biodiesel, yaitu proses esterifikasidan transesterifikasi (Hambali, dkk, 2008).

Buah kelapa sawit dapat menghasilkan dua jenis minyak, yakni minyak yang berasal dari sabut (mesokarpium), yang disebut minyak sawit kasar (crude palm oil), dan minyak dari daging buah (endosperm), yang dinamakan minyak ninti sawit (palm kernel oil). Minyak sawit terdiri atas senyawa gliserol dan asam lemak dalam bentuk trigliserid. Asam lemak yang terikat dalam minyak sawit terdiri atas asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Penyusun terbesar asam lemak yang terikat sebagai minyak sawit adalah asam palmitat 48%, asam oleat 38 %, dan asam linoleat 9% (Kirk dan Othmer, 1965).



Gambar 1. Minyak Goreng Bekas

Biodiesel dari minyak nabati dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi

trigliserida dari minyak jarak. Transesterifikasi adalah penggantian gugus alkohol dari ester dengan alkohol lain dalam suatu proses yang menyerupai hidrolisis. Namun, berbeda dengan hidrolisis, pada proses transesterifikasi bahan yang digunakan bukan air melainkan alkohol. Umumnya, katalis yang digunakan adalah NaOH atau KOH. Transesterifikasi merupakan suatu reaksi kesetimbangan. Untuk mendorong reaksi agar bergerak ke kanan sehingga dihasilkan metil ester (biodiesel) digunakan alkohol dalam jumlah berlebih atau salah satu produk yang dihasilkan harus dipisahkan.

Biodiesel merupakan senyawa metil ester yang dihasilkan dari esterifikasi asam lemak (yang berasal dari minyak nabati atau hewani) dengan alkohol rantai pendek. Reaksi alkoholisis/esterifikasi merupakan reaksi bolak-balik yang relatif lambat. Untuk itu, guna mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, proses dilakukan dengan pengadukan yang baik, penambahan katalis untuk menurunkan energi aktivasi dan pemberian reaktan yang berlebihan agar reaksi bergeser ke arah kanan. Pemilihan katalis dilakukan berdasarkan kemudahan penggunaan dan pemisahannya dari produk. Untuk itu dapat digunakan katalis asam, basa atau penukar ion (Groggins, 1958).

Gliserol (1,2,3-propanatriol) atau disebut juga gliserin merupakan senyawa alkohol trihidrat dengan rumus bangun $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$. Gliserol berwujud cairan jernih, higroskopis, kental, dan terasa manis. Gliserol terdapat pada susunan minyak dan lemak nabati maupun hewani namun jarang ditemukan dalam bentuk tersendiri. Gliserol menyusun minyak dan lemak setelah berkombinasi dengan asam lemak seperti asam stearat, asam oleat, asam palmitat, dan asam laurid (Kern 1966). Sifat fisik gliserol terdapat pada gliserol dari trigliserida dapat diperoleh dari dua sumber. Pertama, gliserol dihasilkan dari pembuatan sabun. Minyak atau lemak direaksikan dengan soda kaustik dalam sehingga menghasilkan garam sabun dan gliserol. Kedua, minyak atau lemak dihidrolisis tanpa penambahan alkali (Kern, 1966). Gliserol juga dihasilkan dari proses pembuatan biodiesel. Pada reaksi transesterifikasi minyak nabati, trigliserida bereaksi dengan alkohol dengan adanya asam

atau basa kuat. Produk yang dihasilkan adalah metil ester sebagai biodiesel dan gliserol sebagai produk samping (Schuchardt et al. 1998).

Sifat fisik dari gliserol :

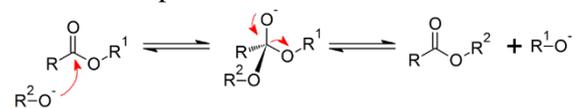
- Merupakan cairan tidak berwarna
- Tidak berbau
- Cairan kental dengan rasa yang manis
- Densitas 1,261
- Titik lebur 18,2°C
- Titik didih 290°C

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan atau didefinisikan juga teknik pemisahan kimia yang berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Metnode ini merupakan termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada Hukum Raoult dan Hukum Dalton. Destilasi juga bisa dikatakan sebagai proses pemisahan komponen yang ditujukan untuk memisahkan pelarut dan komponen pelarutnya. Hasil destilasi disebut destilat dan sisanya disebut residu. Jika hasil destilasinya berupa air, maka disebut sebagai aquadestilata (disingkat aquades). Pada suatu peralatan destilasi umumnya terdiri dari suatu kolom atau tray, reboiler (pemanas), kondenser, Drum reflux, pompa, dan packed.

Prinsip dari proses ini adalah campuran yang akan dipisahkan, dimasukkan dalam alat destilasi. Di bagian bawah alat terdapat pemanas yang berfungsi untuk menguapkan campuran yang ada. Uap yang terbentuk akan mengalir ke atas dan bertemu cairan (destilat) di atas. Zat-zat bertitik didih rendah dalam cairan akan teruapkan dan mengalir ke atas, sedangkan zat-zat bertitik didih tinggi dalam uap akan kembali mengembun dan mengikuti aliran cairan ke bawah.

Dalam kimia organik, transesterifikasi adalah proses pertukaran gugus organik R'' pada suatu ester dengan gugus organik R' dari alkohol. Reaksi ini terkadang dikatalisis oleh penambahan katalis asam atau basa. Reaksi ini juga dapat dicapai dengan bantuan enzim (biokatalis) terutama lipase. Asam kuat mengkatalisis reaksi dengan menyumbangkan proton pada gugus karbonil, sehingga membuatnya menjadi elektrofil lebih kuat, sedangkan basa mengkatalisis reaksi dengan melepas proton dari alkohol, sehingga membuatnya lebih nukleofilik. Ester dengan gugus alkoksi yang lebih besar dapat dibuat dari metil atau etil ester dalam kemurnian tinggi dengan memanaskan campuran ester, asam / basa, dan alkohol yang besar serta menguapkan alkohol yang kecil untuk mendorong kesetimbangan.

Dalam mekanisme transesterifikasi, karbon karbonil pada ester pemula (RCOOR₁) mengalami serangan nukleofilik oleh alkoksida yang datang (R²O⁻) menghasilkan zat antara tetrahedral, yang baik dapat kembali ke bahan awal, atau menuju pada produk transesterifikasi (RCOOR₂). Berbagai spesi yang ada dalam kesetimbangan, serta distribusi produk tergantung pada energi relatif dari reaktan dan produk.



Gambar 2. Transesterification Mechanism

Bioenergi adalah bahan bakar alternatif terbarukan yang prospektif untuk dikembangkan, tidak hanya karena harga minyak bumi dunia yang semakin melonjak naik seperti sekarang ini, tetapi juga karena terbatasnya produksi minyak bumi Indonesia. Terlebih lagi dengan kondisi perenergian Indonesia saat ini, sehingga pengembangan bioenergi semakin mendesak untuk segera dilaksanakan. Ketersediaan energi fosil yang diramalkan tidak akan berlangsung lama lagi memerlukan solusi yang tepat, yakni dengan mencari sumber energi alternatif. Sekarang ini tersedia beberapa jenis energi pengganti minyak bumi yang ditawarkan, antara lain tenaga baterai (fuel cells), panas bumi (geothermal), tenaga laut (ocean power), tenaga matahari (solar power), tenaga angin (wind

power), batu bara, nuklir, gas, fusi, dan biofuel. Diantara jenis-jenis energi alternatif tersebut, bioenergi dirasa cocok untuk mengatasi masalah energi karena beberapa kelebihanannya.

Kelebihan bioenergi, selain bisa diperbaharui, adalah bersifat ramah lingkungan, dapat terurai, mampu mengeliminasi efek rumah kaca, dan kontinuitas bahan bakunya terjamin. Bioenergi dapat diperoleh dengan cara yang cukup sederhana, yaitu melalui budidaya tanaman penghasil biofuel dan memelihara ternak. Salah satu energi yang dapat diperbaharui (renewable energy) adalah penggunaan kembali minyak jelantah sebagai bahan biodiesel, yang dapat mendampingi solar, bahkan dapat mengganti solar sebagai bahan bakar mesin diesel yang banyak digunakan dalam proses kehidupan sehari-hari dan industri, maka dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan hasil pembakaran dari biodiesel lebih baik dibandingkan hasil pembakaran dari solar, sehingga lebih ramah lingkungan.

Menggunakan biodiesel sebagai pengganti diesel standar tidak hanya akan membantu lingkungan, tetapi juga akan

membantu meningkatkan kemandirian energi dan keamanan energi negara. Kelemahan dari penggunaan biodiesel lebih karena biodiesel sebagian besar masih diproduksi dari tanaman pangan yang dalam skenario terburuk yang menyebabkan peningkatan harga pangan dan bahkan meningkatkan kelaparan di dunia. Inilah alasan utama mengapa para ilmuwan melihat berbagai bahan baku biodiesel potensial lainnya, contohnya adalah rumput dan alga.

Biodiesel ini mempunyai banyak keunggulan jika dibandingkan dengan bahan bakar jenis lainnya. Biodiesel tidak beracun dan tidak menyebabkan efek rumah kaca sehingga biodiesel ini ramah lingkungan dan juga bisa mengurangi resiko terkena kanker. Biodiesel dapat terurai (bio degradable) dan dapat diperbarui (renewable). Biodiesel juga dapat memperpanjang umur mesin kendaraan. Mengenai perbandingan tingkat emisi CO₂ dari biodiesel dan diesel standar, biodiesel muncul sebagai pemenang dengan menghasilkan sampai 75% lebih sedikit emisi CO₂ dibandingkan dengan diesel standar. Artinya dengan menggunakan lebih banyak biodiesel daripada diesel standar, kita dapat mengurangi dampak perubahan iklim.

Tabel 1. Karakteristik biodiesel dari berbagai biji-biji dengan diesel minyak

KARAKTER	SAWIT	KELAPA	KAPUK	JARAK KEPYAR	KACANG- KACANGAN	DIESEL
Densitas	0,92 – 0,95	0,92 – 0,94	0,93	0,92	0,92 – 0,98	0,80 – 0,86
Visco. 20 ^o C (cst)	88,6	51,9	—	293	150 – 160	2 – 8
H. value (MJ/kg)	39,5	37,5	37	18.822	—	45,2
Flame point C	314	270 – 300	—	150	—	> 55
Cetane Number	42	—	—	53,9	—	> 45
Melting point C	25 – 30	22 – 26	—	17	—	—
Water cont.	0,1	< 0,25	—	< 0,25	—	< 0,2
Sulfur cont.	—	—	—	—	—	< 0,3

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada waktu 22 July, 26 Agustus dan 16 September 2017 di Laboratorium Kimia Fakultas Teknik Universitas Serang Raya.

2.2. Alat

- Gelas kimia 600 ml : 1 buah
- Gelas kimia 400ml : 1 buah
- Gelas kimia 100 ml : 2 buah
- Hot plate + stirrer : 1 set
- Pipet ukur 50 ml : 1 buah

- Pipet ukur 5 ml : 1 buah
- Labu destilasi 500 ml : 1 buah
- Kondensor : 1 buah
- Statif : 2 buah
- Klem : 2 buah
- Bosshead : 3 buah
- Besi penyangga corong : 1 buah
- Corong pisah 500 ml : 1 buah
- Gelas ukur 500 ml : 1 buah
- Piknometer 50 ml : 1 buah
- Spatula : 1 buah
- Batang pengaduk : 1 buah
- Plate tetes : 1 buah

2.3 Bahan

- Minyak Goreng Bekas : 125 ml
- Methanol 96% : 37,64 ml
- H₂SO₄ 97% : 0,545 ml
- KOH : 1 gr
- Asam Asetat Glacial Teknis : 2 tetes
- Aquadest hangat : 50 ml

2.4 Proses Pembuatan Biodiedel

Proses Esterifikasi:

- a. Memipet methanol sebanyak 12,64 ml, masukan kedalam gelas kimia (Metanol 96%, Bj = 0,791 gr/ml)
- b. Memipet H₂SO₄ sebanyak 0,545 ml, campurkan kedalam methanol (H₂SO₄ 97% Bj = 1,84 gr/ml)
- c. Mengukur Minyak sebanyak 125 ml, (filtrasi dengan filter paper 1 μm, 5 μm, 16 μm) masukan kedalam labu destilasi datar leher dua berisi batu didih (Bj minyak, 250C = -0,8 gr/ml)
- d. Campurkan methanol dan H₂SO₄ kedalam minyak goreng tersebut.
- e. Merefluk campuran pada temperatur 55 – 850C dengan kecepatan pengaduk konstan 100 – 250 rpm selama 50-70 menit.
- f. Pisahkan metil ester dari kotorannya menggunakan corong pisah.

Perbandingan Volume Peroses Transesterifikasi (Minyak : Metanol = 1:5):

- a. Masukan metil ester dari hasil esterifikasi kedalam labu destilasi datar leher dua
- b. Menimbang KOH sebanyak 1 gram kedalam gelas kimia.
- c. Memipet methanol sebanyak 25ml, campurkan kedalam gelas KOH
- d. Mencampurkan kalium methanolat dengan metilk ester dari hasil esterifikasi.
- e. Merefluk campuran pada temperatur 55 – 850C dengan kecepatan pengaduk konstan 100 – 250 rpm selama 50 - 70 menit.
- f. Memisahkan metil ester sebagai crude biodiesel dan gliserol dengan menggunakan corong pisah.
- g. Menetralkan metil ester dengan penambahan asam asetat glacial teknis(2 tetes)
- h. Melakukan pencucian metil ester dari zat pengotor seperti sisa methanol,

sisakatalis alkalin, glisero dan sabun dengan aquades hangat sebanyak 50 ml dan memisahkannya dengan menggunakan corong pisah; lakukan 1x;

- i. Masukan metil ester yang di hasilkan kedalam gelas kimia dan panaskan sampai jernih (sambil di aduk) menggunakan hot plate.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

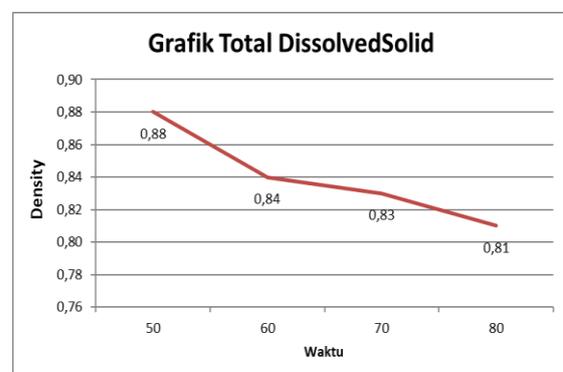
Tabel 2. Hasil Penelitian

NO	T	RPM	Waktu	Waktu Penelitian	Density
1	60	100	50	22 Agustus 2017	0,88
2	60	100	60	22 Agustus 2017	0,84
3	60	100	65	22 Agustus 2017	0,83
4	60	100	70	16 Sept 2017	0,81

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa perubahan waktu tertentu udapat merubah nilai density, dimana semakin lama waktu yang diuji dapat menurunkan density pada proses biodiesel. Dari 4 penelitian yang di uji, density yang sesuai dengan range biodiesel (0.82 – 0.90) terdapat pada percobaan 1, 2 dan 3. Jadi disimpulkan semakin lama waktu yang diuji dapat merusak komponen dari minyak bekas itu sendiri dan membentuk partikel hitam pekat. Ketika produk di analisa menggunakan piknometer nilai density semakin rendah.

Adapun faktor lain yang dapat menurunkan nilai dari density yaitu:

1. Pengukuran dari bahan-bahan yang dicampur tidak sesuai takaran
2. Pembacaan alat piknometer



Gambar 3. Grafik hasil penelitian density terhadap waktu

Tabel 3. Waktu percobaan dan density

No	X	Y
1	50	0,88
2	60	0,84
3	70	0,83
4	80	0,81
Jumlah	260	3,36

Keterangan :

X merupakan variabel waktu yang digunakan

Y merupakan nilai density yang di dapat

(Jumlah variabel Waktu yang digunakan)/4

$260/4=65$

(Jumlah Density yang di dapat)/4

$3,36/4=0,84$

5. Kesimpulan

Biodiesel berguna sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM) yang mana semakin lama, BBM akan habis. Biodiesel mudah diproduksi untuk pengganti bahan bakar minyak. Semakin lama waktu yang diuji maka nilai density nya sesuai. Hasilnya lebih dari -0,7 yaitu -1 berarti termasuk dalam Strong negative Correlation hal ini dikarenakan nilai y menurun bersamaan dengan meningkatnya nilai x. Lama waktu dalam penelitian ini adalah 50-80 menit, mungkin akan lebih baik lagi jika waktu di perlama. Jumlah minyak yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 125ml, Akan lebih baik jika jumlah dari bahan bakunya lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Chhetri, A.B., Watts, K.W., dan Islam, M.R. (2008). Waste Cooking Oil as And. Alternative Feedstock for Biodiesel Production, *Energies*, ISSN 1996-107
- Darmanto, Seno dan Ireng Sigit. 2006. "Analisa Biodiesel Minyak Kelapa Sebagai. Bahan Bakar Alternatif Minyak Diesel". *Jurnal Traksi* Vol 4 No 2. UNIMUS
- Groggins, P.H., 1958, "Unit Processes in Organic Synthesis", McGraw-Hill, New. York
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan A.H., Pattiwiri A.W. dan Hendroko, R. 2008. *Teknologi Bioenergi*. Agromedia Pustaka. Jakarta

- Kern, J. 1966, Glycerol. Di dalam. H. Mark, J.-McKetta, dan D. Othmer. 1966. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology Vol. 10. Interscience Publishers, New York
- Kirk,R.E & Othmer,D.F., 1965, "Encyclopedia of Chemical Technology", Vol 10, 1st, Interscience Encyclopedia, Inc., New York
- Lubis, A. U. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Indonesia. PPP Marihat Bandar Kuala, Sumatra Utara
- Ruhyat, N. dan Firdaus, A. 2006. Pemilihan Bahan Baku Biodiesel di DKI Jakarta. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Schuchardt, U. Ricardo dan S. Regerio, M.V. (1998). Transesterification of Vegetable Oils: a review. *J. Braz. Chem. Soc.* 9, 199-210
- Zhang, Y., Dube, M.A., McLean, D.D., dan Kates, M., 2003, Biodiesel Production From waste cooking oil , 2. Economic assement and sensitivity analysis, *Biosour. Technol., journal*, 90, 229240.