

# PENGARUH WAKTU ESTERIFIKASI TERHADAP PROSES PEMBENTUKAN METIL ESTER (BIODIESEL) DARI MINYAK BIJI KARET (*RUBBER SEED OIL*)

Susila Arita, Rina Dessi Ariani , Siti Fatimah

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

## Abstract

*Biodiesel from rubber seed oil (Hevea brasiliensis) can be produced through two step processes, esterification and transesterification, and the objectives of this research are to know the effect of esterification reaction time on producing methyl ester (biodiesel) from rubber seed oil. The method of this research is started by preparation process, including pressing and extraction of the rubber seed oil. The next step is esterification with acid catalyst ( $H_2SO_4$ ) 3 % volume from rubber seed oil used, reactants are rubber seed oil and excess methanol with ratio 1:2 at 60-65°C for 1 hour, 2 hour and 3 hour. The processes are continued with transesterification process with base catalyst (KOH) 2 % weight from rubber seed oil used, reactants are rubber seed oil and excess methanol with ratio 1:2 at 60-65°C for 2 hour. The last step of this processes are yield and quality of biodiesel analysis. The results of this research shows that the maximum conversion biodiesel yield of 95% can be obtained at 3 hour of esterification reaction time.*

## I. PENDAHULUAN

Cadangan energi fosil di Indonesia semakin berkurang, sedangkan kebutuhannya terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan industri. Sementara itu kita ketahui, minyak bumi merupakan hasil dari proses evolusi alam yang berlangsung selama ribuan bahkan jutaan tahun lalu dan merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui.

Untuk mengatasi hal itu, keberadaan bahan bakar alternatif (BBA) sangat diharapkan. Salah satu BBA yang aman terhadap lingkungan adalah yang berasal dari tumbuhan/hewan, lebih dikenal dengan istilah biodiesel. Produksi biodiesel dapat dilakukan melalui reaksi transesterifikasi minyak atau asam lemak dengan alkohol (metanol/etanol) dan beberapa katalis.

Riset kimia bisa diarahkan kepada empat hal, yaitu intensifikasi teknologi proses produksi agar kian efisien, hemat biaya dan ramah lingkungan, peningkatan mutu produk biodiesel agar sesuai tuntutan pasar, diversifikasi bahan mentah, dan peningkatan nilai tambah produk-ikutan gliserin. Dalam diversifikasi bahan mentah hendaknya dikembangkan bahan alternatif yang bersifat nonpangan, seperti jarak pagar, biji karet, kemiri, kemiri cina, biji kapok, jarak kaliki (Castor oil), dan alga-alga mikro (microalgae).

Modifikasi secara kimia minyak nabati menjadi bahan bakar dengan minyak molekul kecil, viskositas rendah dan berangka cetana tinggi dapat dilakukan dengan menggunakan metode transesterifikasi menggunakan alkohol. Proses ini menghasilkan ester alkyl asam lemak (*Fatty acid Methyl Ester, FAME* dan biasa disebut biodiesel) sebagai produk utama dan gliserin sebagai produk ikutan.

Karet merupakan hasil bumi yang bila diolah dapat menghasilkan berbagai macam produk yang amat dibutuhkan dalam kehidupan. Teknologi karet sendiri semakin berkembang dan akan terus berkembang seiring berjalannya waktu dan akan semakin banyak produk yang dihasilkan dari industri ini.

Kebanyakan dari tanaman karet memanfaatkan batang dari tanaman karet tersebut, baik pemanfaatan getah dari batangnya maupun pemanfaatan batang karet itu sendiri. Sebelum dilakukan penelitian, biji karet dimanfaatkan untuk makan ternak, pupuk, bahan bakar padat atau sebagai tambahan makanan seperti cookies. Belum banyak yang tahu bahwa biji karet mengandung minyak nabati yang cukup tinggi. Karena itu pemanfaatan minyak biji karet dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel.

Namun karena kandungan FFA pada minyak biji karet juga tinggi maka proses yang paling baik dilakukan adalah double stage transesterifikasi.

## II. PROSES PEMBUATAN BIODIESEL

### 2.1. Biodiesel

Biodiesel merupakan sumber energi alternative pengganti solar yang terbuat dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, tidak mengandung sulfur dan tidak beraroma. Biodiesel dihasilkan dengan mereaksikan minyak tanaman dengan alkohol menggunakan zat basa sebagai katalis pada suhu dan komposisi tertentu, sehingga akan dihasilkan dua zat yang disebut *alkyl ester* ( umumnya *methyl* atau *ethyl ester* ) dan *glycerin*. Proses reaksi gambar 7 biasa disebut dengan proses transesterifikasi. *Methyl ester* yang didapat perlu dimurnikan untuk mendapatkan biodiesel yang bersih.

### 2.2. Biji Karet

Biji karet terdiri dari kulit yang keras dan berwarna coklat (40-50% berat) dan kernel yang berwarna putih kekuning-kuningan (50-60% berat). Kernel biji karet terdiri dari 45.63% minyak, 2.71% abu, 3.71% air, 22.17% protein dan 24.21% karbohidrat. Hal ini mengindikasikan bahwa biji karet berpotensi untuk dijadikan biodiesel. Sedangkan kandungan air dalam biji karet dapat menyebabkan hidrolisis trigliserida menjadi FFA sehingga dibutuhkan perlakuan pengeringan terhadap kernel sebelum dilakukan proses pengepresan. Perlakuan ini dapat dalam bentuk mengeringkannya dalam oven dengan suhu tertentu hingga kadar airnya rendah dan disimpan dalam kontainer yang vakum udara.

Tipe dan persentase asam lemak tergantung pada jenis tanaman dan kondisi pertumbuhan tanaman. Kandungan asam lemak bebas (FFA) pada minyak mentah biji karet (*unrefined rubber seed oil*) sekitar 17%, sedangkan bilangan asam sekitar 34. Esterifikasi asam merupakan metode yang cocok untuk menghasilkan biodiesel dari minyak yang mempunyai kandungan FFA tinggi, oleh karena itu proses esterifikasi double stage lebih cocok untuk menghasilkan biodiesel dari minyak biji karet.

Ampas biji karet yang telah diambil minyaknya dapat dijadikan pupuk, pakan ternak, atau bahan bakar padat. Ampas ini dapat diambil minyaknya hingga kadar minyak dalam ampas sekecil mungkin sehingga dapat dimakan ternak. (Muhammad Rachimoellah dan I Wayan Susila, Juli 2008).

### 2.3. Pembuatan Biodiesel

Penelitian ini dimulai dengan persiapan bahan baku biji karet menjadi minyak karet. Biji karet yang digunakan sebanyak 10 kg. biji karet sebelum diambil minyaknya mengalami tahapan-tahapan lainnya. Pada awalnya kulit biji karet yang keras di buang dan biji karet di pecah-pecah hingga berbentuk serpihan-serpihan kecil kemudian mengalami pemanasan untuk mengurangi kadar air didalam biji karet hingga mudah untuk diambil minyaknya. Pemanasan sangat penting dilakukan untuk mengurangi air yang dikandung biji karet hingga 4 %. Karena proses tanpa pemanasan akan menyebabkan sulit untuk mengeluarkan minyak. Proses pemanasan juga dapat memperbesar pori-pori dari biji karet sehingga minyak didalam biji karet mudah keluar jika mengalami pengepresan. Setelah di press ampas biji karet dapat di ekstraksi kembali, karena di duga masih terdapat minyak di dalam ampas setelah pengepresan biji karet.

Pembuatan biodiesel menggunakan dua tahapan reaksi yaitu reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi sehingga menghasilkan dua senyawa yaitu metil ester dan gliserol. Reaksi ini berlangsung pada temperatur 60-65°C dengan waktu reaksi esterifikasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Dan waktu reaksi transesterifikasi 2 jam.

Digunakan dua tahapan reaksi karena kandungan asam lemak bebas dari minyak biji karet sangat tinggi. Dan untuk menurunkan nilai asam lemak bebas tersebut di lakukan reaksi esterifikasi dengan asam sebagai katalis baru kemudian di lakukan reaksi transesterifikasi dengan katalis basa.

Penelitian ini menggunakan variable-variabel sebelumnya dari penelitian pembuatan biodiesel dengan bahan baku PFAD. Sehingga penggunaan rasio methanol berlebih sebanyak 1 : 2 dengan minyak, penambahan katalis asam sulfat 3% dari volume minyak, dan penambahan katalis basa KOH 2% dari berat minyak, diambil dari data yang paling baik dari pembuatan biodiesel dari bahan baku PFAD. Hal ini dilakukan atas pertimbangan karena bahan baku PFAD memiliki kadar asam lemak bebas (FFA) yang sangat besar yaitu lebih dari 5 %. Sama halnya dengan minyak biji karet yang memiliki nilai FFA yang cukup tinggi lebih dari 2 %. Karena itu diambil variable-variabel di atas untuk

membuat biodiesel dari minyak biji karet dengan variasi waktu reaksi esterifikasi dan waktu transesterifikasi yang tetap.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Pengolahan Biji Karet menjadi Minyak Biji Karet

#### Proses Press

- Biji karet di keluarkan dari cangkangnya hingga didapat biji dalam (kernel) berwarna putih atau putih kekuningan.
- Biji karet di bersihkan dari kotoran yang melekat padanya seperti tanah atau sisa kulit luarnya.
- Lalu biji di panaskan di bawah sinar matahari sampai setengah kering.
- Kemudian biji di pecah-pecah hingga menjadi serpihan-serpihan kecil.
- Biji yang telah pecah dipanaskan lagi didalam oven hingga diperoleh kadar air serendah-rendahnya.
- Berikutnya di press dengan mekanisme pengepressan biji dengan menggunakan press hidrolik, hingga minyaknya keluar.

#### Proses Ekstraksi

Ampas biji karet kemungkinan masih mengandung minyak, karena itu dilakukan proses ekstraksi agar minyak yang berada di dalam biji karet dapat diambil semuanya. Proses ekstraksi yang digunakan menggunakan metode *Ekstraktor Soxhlet*, prinsip kerjanya adalah sebagai berikut :

- Sampel biji/daging sumber minyak/lemak digiling dan dipra-kondisikan, kemudian ditempatkan dalam selongsong (*thimble*, → tabung poros ter-buat dari karton, keramik, dll.).
- Uap pelarut mengembun di kondensor dan cairan embunnya menetes ke dalam selongsong.
- Efek sifon terjadi jika permukaan cairan di dalam selongsong dan tabung ekstraksi sudah sama tinggi dengan level pipa sifon. → Seluruh cairan di selongsong + tabung menggerojok ke dalam labu didih.
- Efek sifon membuat tabung ekstraksi terisi-penuh dan terkosongkan secara periodik dengan pelarut panas.
- Ekstraktan (minyak, lemak, asam lemak) terpindahkan ke dalam labu didih (tak ikut menguap dengan pelarut).
- Periksa bahwa tak ada pengembunan pelarut di puncak kondensor (indikasi uap bocor ke atas !).
- Pada akhir operasi, pelarut didistilasikan, ekstraktan dikeringkan pada temperatur sedikit lebih tinggi dari titik didih pelarut,

dan kemudian ditimbang hingga beratnya konstan.

#### Proses Esterifikasi

- Minyak biji karet dimasukkan kedalam labu leher tiga
- Dipanaskan sampai temperature 60 - 65 °C
- Ditambahkan campuran methanol (1 : 2 dengan berat sample) dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (3% dari berat sampel)
- Diaduk selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam serta temperatur dijaga 60 - 65 °C
- Dimasukkan ke dalam corong pemisah
- Diambil lapisan atasnya.

#### Proses Transesterifikasi

- Lapisan atas hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam labu leher tiga
- Dipanaskan sampai temperature 60 - 65 °C
- Ditambahkan campuran metanol dan KOH  
Perbandingan *trigliserida* : Metanol = 1 : 2  
KOH (2 % dari berat sample)
- Diaduk selama 2 jam serta temperature dijaga 60 - 65 °C
- Dimasukkan dalam corong pemisah
- Diambil lapisan atasnya
- Lapisan atas dicuci dengan air panas (55°C) sampai didapatkan lapisan bawah yang bersih
- Diambil lapisan atasnya
- Dianalisa AV lapisan atasnya

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Rendemen Minyak Biji Karet

Tahap persiapan biji karet meliputi pembersihan biji karet dari kulit luar yang keras dan tanah kemudian di pecah-pecah hingga didapatkan biji karet dalam bentuk serpihan-serpihan kecil. Kemudian biji karet ini di panaskan di bawah sinar matahari hingga didapatkan biji karet yang mengandung lebih sedikit air. Lalu biji karet di press dengan menggunakan pressan hidrolik dan dari biji karet yang digunakan sebanyak 10 kg didapatkan minyak biji karet sebanyak 660 ml, sehingga dapat dilakukan perhitungan rendemen minyak dari proses tahap pengepressan yaitu sebesar 6.6 %.

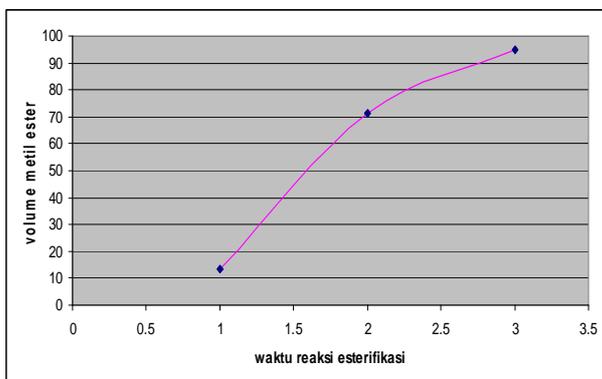
Ampas biji karet dapat diekstraksi kembali dengan menggunakan pelarut n-Heksane, karena diduga di dalam ampas biji karet setelah pengepressan masih terdapat

minyak. Dan hasil dari proses ekstraksi dengan menggunakan metode *ekstraksi soxhlet* ini, dengan berat ampas biji karet sebanyak 500 gr didapatkan minyak biji karet sebanyak 232 gr. Dilakukan perhitungan rendemen minyak dari proses tahap ekstraksi yaitu 46.4 %.

Jadi, dapat dilihat bahwa di dalam ampas biji karet masih terdapat minyak biji karet. Dengan persentase rendemen tersebut sangat jelas bahwa biji karet banyak mengandung minyak dan hal ini mengindikasikan bahwa biji karet memiliki potensi yang baik sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

#### 4.2 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Persentase Volume Metil Ester (Biodiesel) yang Dihasilkan

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa volume metil ester (biodiesel) yang dihasilkan cenderung meningkat seiring dengan penambahan waktu reaksi esterifikasi. Pada saat reaksi 1 jam esterifikasi dengan reaksi esterifikasi 2 jam jumlah volume metil ester yang dihasilkan meningkat. Volume metil ester pada waktu reaksi 2 jam meningkat 82 % lebih besar dari waktu reaksi 1 jam. Sedangkan volume metil ester pada waktu reaksi 3 jam meningkat sebesar 25 % lebih besar dari waktu reaksi 2 jam. Hal ini dapat terjadi karena pada saat minyak di reaksikan dengan methanol dan katalis asam dengan waktu reaksi 1 jam, minyak dan methanol belum bereaksi dengan sempurna hingga di dapat metil ester yang lebih sedikit. Sedangkan pada reaksi esterifikasi selama 2 jam dan 3 jam sudah banyak minyak yang bereaksi dengan methanol sehingga metil ester yang dihasilkanpun sudah jauh lebih banyak. Bahkan untuk reaksi esterifikasi selama 3 jam metil ester yang dihasilkan mencapai hingga 95 % dari volume minyak yang direaksikan yaitu sebanyak 100 ml.

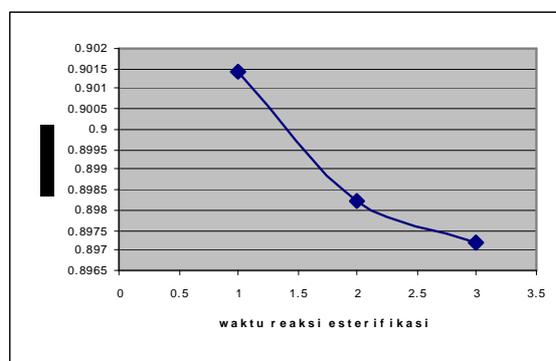


Gambar 1. Hubungan waktu reaksi dengan volume metil ester

#### 4.3 Pengaruh Waktu Reaksi Esterifikasi Terhadap Densitas

Gambar 2, menunjukkan nilai densitas terhadap waktu esterifikasi seperti yang terlihat pada gambar bahwa nilai densitas cenderung menurun seiring penambahan waktu reaksi esterifikasi. Hal ini yang sangat di inginkan, karena tingginya densitas pada waktu reaksi 1 jam tidak dapat memenuhi standar ASTM yang telah ada.

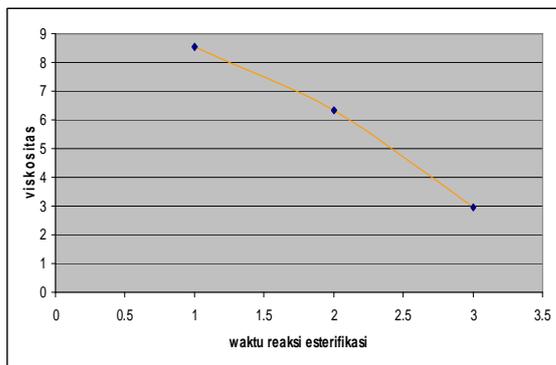
Dengan nilai densitas pada waktu reaksi 2 jam dan 3 jam ini telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh ASTM.



Gambar 2. Hubungan waktu reaksi dengan densitas

#### 4.4 Pengaruh Waktu Reaksi Esterifikasi Terhadap Viskositas Metil Ester

Grafik gambar 3 pengaruh waktu reaksi esterifikasi terhadap viskositas metil ester menunjukkan penurunan nilai. Penurunan ini memang dikehendaki karena dari tabel 1 (sifat fisik metil ester minyak biji karet) dapat dilihat nilai viskositas yang baik untuk metil ester minyak biji karet. Pada reaksi esterifikasi 1 jam nilai viskositas metil ester masih sangat tinggi, bahkan tidak masuk dalam range standar ASTM. Sedangkan pada waktu reaksi esterifikasi 2 jam nilai viskositas mulai menunjukkan penurunan dan mendekati nilai viskositas metil ester yang ditunjukkan pada tabel 4. Hanya saja nilai viskositas ini juga masih belum masuk dalam range standar ASTM, karena itu di lakukan penambahan waktu reaksi esterifikasi 3 jam dan didapatkan nilai viskositas yang baik dan telah masuk dalam range standar ASTM yang telah ditetapkan untuk biodiesel.

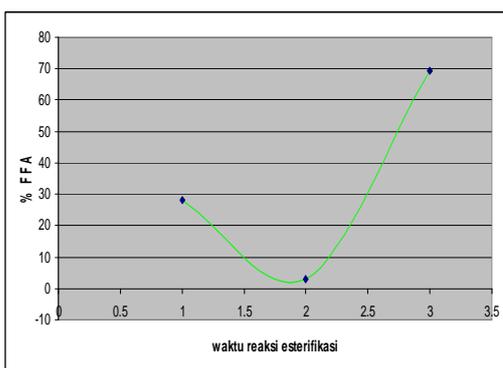


**Gambar 3. Hubungan waktu reaksi dengan viskositas**

#### 4.5 Pengaruh Waktu Reaksi Esterifikasi Terhadap % FFA

Pengaruh waktu esterifikasi terhadap % FFA seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 menunjukkan ketidakstabilan nilai % FFA yang didapatkan. Pada waktu reaksi 1 jam hingga waktu reaksi 2 jam nilai % FFA mengalami penurunan. Bahkan pada waktu reaksi 2 jam % FFA ditunjukkan dengan angka nol. Hal ini sangat baik untuk produksi biodiesel yang menginginkan % FFA sebesar 2 % atau kurang.

Namun setelah penambahan waktu reaksi esterifikasi didapatkan nilai % FFA yang sangat tinggi. Hal ini terjadi karena pada saat proses pemisahan biodiesel dengan gliserol tidak dilakukan dengan baik sehingga masih terdapat kandungan gliserol didalam biodiesel yang mengakibatkan angka %FFA naik sangat tinggi.



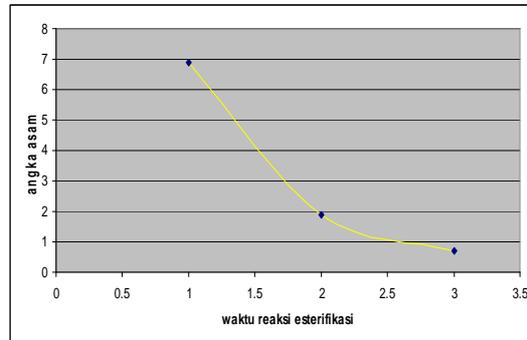
**Gambar 4. Hubungan waktu reaksi dengan %FFA**

#### 4.6 Pengaruh Waktu Reaksi Esterifikasi Terhadap Angka Asam

Angka asam merupakan banyaknya miligram NaOH yang dipakai untuk menetralkan

kandungan asam lemak bebas didalam 1 gram contoh biodiesel. Asam bebas ini terutama terdiri dari asam lemak bebas dan sisa asam mineral. Angka asam yang tinggi merupakan indikator biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi dalam biodiesel sangat mempengaruhi kinerja mesin diesel, karena sifatnya yang korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel.

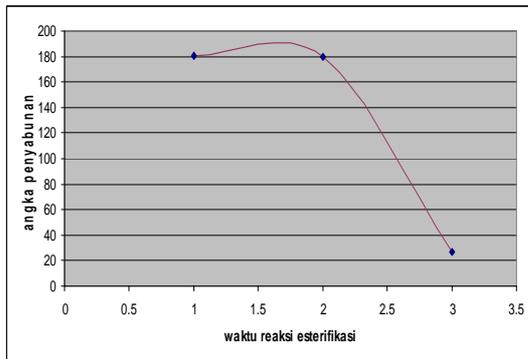
Dari percobaan menunjukkan pengaruh waktu reaksi esterifikasi terhadap angka asam dimana seperti yang terlihat pada gambar 5 nilai angka asam menunjukkan penurunan. Penurunan nilai ini sangat diinginkan, karena nilai angka asam yang di anjurkan oleh ASTM juga sangat kecil, karena biodiesel yang baik adalah biodiesel dengan angka asam yang kecil. Standar ASTM (tabel 1) memberikan nilai angka asam yang baik untuk biodiesel adalah 0.8. Nilai angka asam pada waktu reaksi esterifikasi 1 jam dan 2 jam masih menunjukkan nilai yang sangat tinggi dan tidak dapat memenuhi standar ASTM. Namun pada penambahan waktu reaksi 3 jam didapatkanlah nilai ASTM yang memenuhi standar ASTM.



**Gambar 5. Hubungan waktu reaksi dengan angka asam**

#### 4.7 Grafik Pengaruh Waktu Reaksi Esterifikasi Terhadap Angka Penyabunan

Pengaruh waktu reaksi terhadap angka penyabunan menunjukkan penurunan. Hal ini akan mengakibatkan sedikitnya reaksi yang akan mengakibatkan terjadinya sabun. Karena adanya reaksi penyabunan maka angka %FFA juga akan naik dan hal ini sangat tidak di inginkan dalam pembuatan biodiesel. Gambar 6.



**Gambar 6. Hubungan waktu reaksi dengan angka penyabunan**

### 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan proses pembuatan biodiesel dari biji karet terdiri dari tahapan-tahapan proses, yaitu :
  - a. Tahap persiapan yaitu, proses pembersihan biji karet dari kulit luar yang keras, pemanasan, pengepresan dan ekstraksi.
  - b. Tahap proses yaitu, proses esterifikasi dan transesterifikasi.
  - c. Tahap analisa terhadap yield dan kualitas biodiesel.
2. Pada tahap esterifikasi, waktu esterifikasi yang paling baik adalah 2 jam dan 3 jam, karena pada waktu reaksi ini konversi yield biodiesel yang dihasilkan tinggi begitu juga dengan variabel-variabel lain yang di hitung menunjukkan nilai yang baik untuk biodiesel..
3. Konversi yield maksimum yang dicapai adalah pada waktu reaksi esterifikasi 3 jam dengan konversi yieldnya adalah 95 %.
4. Dari parameter-parameter variabel biodiesel yang di analisa menunjukkan biji karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Destriani, Silvia, Wiliaty, Yoaneta. 2007. *Pretreatment CPO "Off Grade" Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel Dengan Larutan Asam*. Laporan Riset. UNSRI. Palembang.
- [2] Diana, Juli, Holik, Hardi. 2008. *Pengaruh Rasio Reaktan Dan Jumlah Katalis Terhadap Proses Pembentukan Metil Ester Dari Palm Fatty Acid Distillate (PFAD)*. Laporan Riset. UNSRI. Palembang.

- [3] Djoehana, Setyamidjaya. 2008. *Karet, Budidaya Dan Pengolahan*. wikipedia@google.
- [4] Hyene, K. Jilid III. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- [5] Ikwuagwu, O.E., Ononogbu, I.C., Njoku, O.U. 2000. *Jurnal Production Of Biodiesel Using Rubber [Hevea Brasilliensis (Kunth Muell)] Seed Oil*. Nigeria.
- [6] Muhammad Rachimoellah, I Wayan Susila. 2008. *Jurnal Pembuatan Biodiesel Dari Biji Karet*. ITS. Surabaya.
- [7] Ramadhas, A.S., Jayaraj, S., and Muraleedharan, C. 2004 - 2005. *Jurnal Biodiesel Production From High FFA Rubber Seed Oil*. India.
- [8] Susila Arita. 2008. *Laporan Hasil Kemajuan Pekerjaan Dan Matrix Kemajuan Pekerjaan Semester II*. UNSRI. Palembang.
- [9] Tatang, H. Soerawidjaja. 2008. *Ekstraksi Minyak/ Lemak didalam Laboratorium*. ITB. Bandung.
- [10] [www.ristek.go.id](http://www.ristek.go.id) (12 November 2008)
- [11] [www.google.com](http://www.google.com) (12 November 2008)
- [12] wikipedia @google.com (Oktober 2008)
- [13] \_\_\_\_\_. 2007. *Panduan Karet*. [wikimedia@google.com](http://wikimedia@google.com)
- [14] \_\_\_\_\_. 2007. *Biodiesel (BBM Alternatif Pengganti Solar)*. [www.google.com](http://www.google.com)
- [15] \_\_\_\_\_. 2008. *Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan*. ITB. Bandung.