

# PENGARUH VARIASI SUHU DAN WAKTU KONVERSI BIODIESEL DARI MINYAK JARAK TERHADAP KUANTITAS BIODIESEL YANG DIHASILKAN

R. Sipahutar<sup>(1)</sup>, H. L. L. Tobing<sup>(2)</sup>

<sup>(1,2)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Prabumulih Km. 32

Inderalaya-30662

E-Mail : <sup>(1)</sup>[riman\\_sipahutar@yahoo.com](mailto:riman_sipahutar@yahoo.com)

<sup>(2)</sup>[lumbantobing\\_harry@yahoo.com](mailto:lumbantobing_harry@yahoo.com)

## Ringkasan

*Biodiesel merupakan bahan bakar substitusi solar dewasa ini. Salah satu minyak nabati yang memiliki banyak keunggulan untuk dikonversi menjadi biodiesel adalah minyak jarak pagar. Proses produksi biodiesel dari minyak jarak dipengaruhi beberapa faktor diantaranya konsentrasi metanol, konsentrasi katalis, pengaruh suhu, dan pengaruh waktu reaksi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu reaksi dalam reaktor biodiesel. Penelitian menggunakan metode rancangan acak dengan variasi suhu 30<sup>o</sup>C, 45<sup>o</sup>C, 60<sup>o</sup>C dan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan variasi suhu memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kuantitas biodiesel sedangkan variasi waktu memberikan pengaruh berbeda tidak nyata terhadap kuantitas biodiesel yang dihasilkan. Suhu terbaik pada penelitian adalah 60<sup>o</sup>C dan waktu terbaik selama 120 menit.*

**Kata kunci:** Biodiesel, minyak *Jatropha*, suhu, panas, reaktor.

## Abstract

*Biodiesel is a substitute fuel of diesel fuel nowadays. One of plant oils that has many advantage converted to biodiesel is *Jatropha* Oil. The process of biodiesel production from *Jatropha* Oil is affected by several factors including concentrate of methanol, concentrate of catalyst, temperature effect, and time reaction effect. This research was conducted to determine the effect of temperature and time reaction in biodiesel reactor. The research using method of randomized design with variation temperature 30<sup>o</sup>C, 45<sup>o</sup>C, 60<sup>o</sup>C and variation time 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, 120 minutes. The result showed that variation temperature give very real different effect on the quantity of biodiesel while variation time give not much real different effect on the quantity of biodiesel produced. The best temperature in research was 60<sup>o</sup>C and best time was 120 minutes.*

**Keywords :** Biodiesel, *Jatropha* oil, temperature, heat, reactor.

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data tahun 2005 tercatat kebutuhan atau pemakaian solar nasional sebesar sekitar 27,5 milyar liter, dimana penggunaan solar ini lebih banyak dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar minyak lain (premium 17,5 milyar liter, minyak tanah 11,3 milyar liter, minyak diesel 9,0 milyar liter, dan minyak bakar 4,7 milyar liter) [5]. Walaupun produksi dari segi jumlah minyak mentah, Indonesia sanggup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, impor minyak solar harus dilakukan karena kapasitas kilang minyak yang tersedia tidak mencukupi untuk memenuhi seluruh permintaan solar dalam negeri. Di masa mendatang kebutuhan akan minyak solar dipastikan terus meningkat

seiring dengan pertumbuhan penduduk dan volume kegiatan ekonomi [4]. Upaya peningkatan kapasitas kilang bukanlah suatu hal yang mudah dilakukan dalam waktu relatif singkat karena kilang merupakan investasi yang bersifat *capital intensive* atau padat modal.

Peningkatan laju konsumsi BBM yang cukup besar akan berdampak pada peningkatan subsidi pemerintah, karena harga BBM yang berlaku di dalam negeri berada di bawah biaya pokok dan sebagian kebutuhan BBM harus diimpor. Tingginya harga minyak mentah di atas 50 dollar AS per barrel dan cenderung terus naik, diikuti oleh kenaikan harga produk yang mencapai lebih dari 70 dollar AS per barrel minyak tanah ( 1 barrel = 159 liter ), 60 dollar AS per barrel untuk premium dan 64 dollar AS per barrel untuk solar di pasar spot Singapura,

sehingga menguras devisa negara untuk mensubsidi harga BBM di dalam negeri [1].

Kondisi di atas, disertai dengan semakin menipisnya jumlah bahan bakar fosil (*nonrenewable resources*), mengharuskan Indonesia untuk terus mengurangi penggunaan sektor energi yang berbasis bahan bakar fosil dengan cara mengoptimasi penggunaan energi yang terbarukan, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel merupakan jenis bahan bakar cair alternatif yang mampu memberikan kontribusi untuk pemenuhan kebutuhan minyak solar di Indonesia mengingat porsi konsumsi minyak solar untuk sektor transportasi terus meningkat setiap tahunnya [2].

Biodiesel adalah bahan bakar diesel alternatif potensial yang berasal dari minyak nabati, minyak hewani atau minyak bekas dengan cara transesterifikasi minyak atau lemak dengan menggunakan alkohol seperti metanol atau etanol. Salah satu tanaman penghasil minyak nabati untuk biodiesel yang berpotensi di Indonesia adalah tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*).

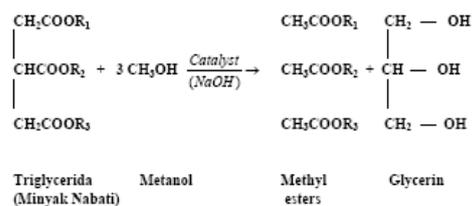
## 1. 2 Tinjauan Pustaka

Biji jarak pagar (*Jatropha curcas Linn* ) sebagai bahan baku biodiesel memiliki kadar minyak yang cukup tinggi, yaitu sekitar 40-60% atau sekitar 31,5% dari berat biji total [10]. Satu buah jarak pagar terdiri dari 20 – 25% biji jarak dan 60 – 65% sisa (kulit + daging + cangkang buah). Dari pengepresan mekanis, biji jarak menghasilkan 35 – 40 % minyak jarak dan sisanya berupa bungkil biji 60 – 65 % dari berat biji. Jadi rendemen biji jarak terhadap buah jarak maksimal adalah 25% dan minyak jarak yang dihasilkan 40% dari biji jarak [11].

Minyak ini berpotensi menggantikan minyak diesel karena *cetane number* minyak jarak lebih tinggi daripada minyak diesel meskipun *flash point* (titik pijar) dan *viskositas* (kekentalannya) lebih tinggi daripada solar [7]. Meskipun beberapa laporan dalam literatur tentang penggunaan minyak jarak pagar untuk merebus atau memasak, tetapi minyak jarak pagar secara umum tidak digunakan sebagai bahan nutrisi manusia karena komponennya yang beracun. Minyak ini digunakan sebagai pengganti minyak tanah tanpa merubah desain peralatan yang sudah ada, juga berpotensi untuk mengganti minyak bakar pada *boiler* pada industri – industri serta yang tidak asing lagi adalah sebagai bahan bakar hayati yang berbasis pada biodiesel [2].

Biodiesel minyak jarak diproses berdasarkan reaksi kimia yang disebut transesterifikasi. Proses ini pada dasarnya adalah mereaksikan minyak jarak yang telah dimurnikan dengan metanol atau etanol yang dibantu katalisator berupa soda api (NaOH) atau

KOH menghasilkan metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping [7].



**Gambar 1 : Reaksi Transesterifikasi [3]**

Reaksi ini berlangsung dalam reaktor biodiesel yang memiliki bagian- bagian antara lain:

1. Tangki pencampuran alkohol dan katalis  
Tangki ini memungkinkan jumlah alkohol yang akurat untuk dicampur dengan katalis. Terbuat dari baja stainless steel.
2. Tangki pencampuran biodiesel  
Terbuat dari baja stainless steel yang berdimensi sama dengan tangki pencampuran alkohol dan katalis digunakan untuk mencampur minyak jarak dengan natrium metoksida.
3. Pompa  
Terdapat dua buah pompa yang sama pada tangki 1 dan 2 yang berguna untuk memompa dan mengalirkan fluida melalui pipa aliran. Daya motor 370 W dan putaran motor 2800 r / min.
4. Katup (valve)  
Katup berfungsi untuk memasukkan reaktan ke dalam tangki pencampuran, membuka atau menutup aliran fluida dalam pipa, serta mengeluarkan campuran biodiesel yang dihasilkan ke luar tangki. Berukuran ½ inci.
5. Pemanas (Heater)  
Untuk memanaskan campuran dan atau fluida yang berada di dalam tangki pencampuran. Pemanas ini diatur suhu dan tekanannya dari panel listrik..
6. Panel kontrol : Berfungsi untuk menyalakan heater dalam reaktor dan menghidupkan pompa dan pengaduk. Suhu dari heater juga diatur melalui panel ini [1].



**Gambar 2 : Reaktor Biodiesel**

Perpindahan kalor pada reaktor biodiesel ada dua jenis, yaitu:

1. Perpindahan Kalor Konduksi

Perpindahan kalor konduksi terjadi antara dinding plat baja stainless steel pada tangki reaktor yang dipengaruhi tebal dinding. Laju perpindahan kalor konduksi dirumuskan sebagai[6]:

$$q_{\text{konduksi}} = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1)$$

2. Perpindahan Kalor Konveksi

Perpindahan kalor konveksi terjadi karena gradien suhu antara dinding plat reaktor dengan udara bebas pada lingkungan. Dirumuskan menurut hukum Newton tentang pendinginan[6]:

$$q_{\text{konveksi}} = h \cdot A \cdot (T_1 - T_\infty) \quad (2)$$

Metil ester merupakan hasil reaksi yang masih bercampur dengan gliserol dan sisa alkohol dan katalis. Senyawa ini merupakan bahan dasar biodiesel. Untuk mendapatkan metil ester, campuran hasil reaksi dicuci dengan air panas di atas titik didih metanol (>65°C) dan dihitung kuantitas beratnya dengan rendemen. Rendemen adalah parameter yang diamati yang ditentukan sebagai persentase perbandingan berat volume minyak jarak yang digunakan dengan berat volume metil ester yang diperoleh [9].

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat biodiesel}}{\text{berat minyak jarak}} \times 100\% \quad (3)$$

**1. 3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variabel suhu dan waktu pada reaksi konversi biodiesel dari minyak jarak pagar terhadap jumlah biodiesel yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui suhu dan waktu yang optimum dari konversi minyak jarak menjadi biodiesel.
3. Untuk mendapatkan produktivitas optimum biodiesel dengan variabel yang paling baik.

**2 METODE PENELITIAN**

**2. 1 Alat dan Bahan**

Bahan-bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Reaktor biodiesel
2. Timbangan digital.
3. Stopwatch
4. Gelas ukur.
5. Minyak jarak murni.
6. Metanol
7. Natrium Hiroksida

**2. 2 Metode**

Metode yang digunakan adalah metode rancangan acak dengan variasi suhu 30, 45, 60°C dan variasi waktu reaksi 30, 60, 90, 120 menit. Variabel utama lainnya dibuat tetap seperti berat minyak jarak pagar 100 gram, konsentrasi metanol 20 gram, berat NaOH 1 gram. Biodiesel yang dihasilkan dipisahkan dengan gliserol dan diukur beratnya dengan timbangan digital.

**Tabel 1: Uji variasi suhu**

Uji	Suhu	Minyak	metanol	NaOH
T <sub>1</sub>	30 <sup>0</sup> C	100	20	1
T <sub>2</sub>	45 <sup>0</sup> C	100	20	1
T <sub>3</sub>	60 <sup>0</sup> C	100	20	1

**Tabel 2: Uji variasi waktu**

Uji	waktu	Minyak	Metanol	NaOH
L1	30	100	20	1
L2	60	100	20	1
L3	90	100	20	1
L4	120	100	20	1

**2. 3 Prosedur Penelitian**

1. Periksa semua alat apakah dapat berfungsi dengan baik.
2. Sediakan bahan- bahan yang akan digunakan dalam percobaan ini seperti minyak jarak murni, metanol, dan katalis NaOH.
3. Sebelum direaksikan, timbang metanol dan NaOH sesuai yang ditetapkan optimal yaitu 20 gram metanol dan 1 gram NaOH.
4. Tutup katup bola pada bagian dasar tangki pencampuran alkohol dan katalis (tangki 1).
5. Tuangkan kedua bahan ini melalui katup bola di atas tangki pencampuran dan langsung ditutup untuk menghindari penguapan metanol karena bereaksi dengan udara.

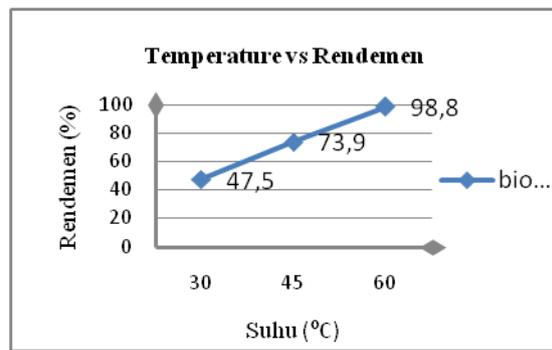
6. Hidupkan heater (pemanas) dan atur suhunya 60°C selama 5 menit untuk mencampur metanol dan NaOH.
7. Tutup katup pengeluaran pada bagian dasar tangki pencampuran biodiesel (Tangki 2).
8. Ukur jumlah minyak jarak yang akan dimasukkan dan timbang sebanyak 100 gram. Tuangkan melalui katup bagian atas tangki pencampuran biodiesel dan tutup katupnya.
9. Setelah 5 menit, katalis telah bercampur dengan metanol dan membentuk natrium metoksida. Matikan heater pada tangki 1.
10. Buka katup bagian dasar tangki I dan hidupkan pompa untuk mengalirkan campuran natrium metoksida melalui pipa aliran menuju tangki 2. Buka katup pada pipa aliran yang menuju tangki 2.
11. Setelah seluruh campuran berada di tangki 2, hidupkan heater pada tangki 2. Atur suhu dan waktunya sesuai variabel yang akan diuji.
12. Diamkan campuran biodiesel dan gliserol yang terbentuk selama 8 jam atau lebih.
13. Buka keran bola pada bagian bawah tangki pencampuran biodiesel dan keluarkan campuran di dalamnya. Campuran disimpan pada wadah penyimpanan.
14. Pisahkan metil ester (biodiesel) dengan gliserol dan ukur beratnya.
15. Biodiesel dicuci dengan air panas di atas didih metanol ( $> 65^{\circ}\text{C}$ ) untuk memisahkannya dari partikel pengotor serta emulsi lainnya yang masih bercampur.
16. Ulangi langkah- langkah di atas untuk seluruh variabel suhu dan waktu reaksi yang akan diuji.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

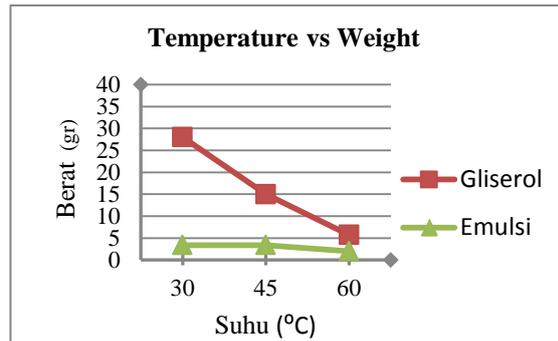
#### 3.1 Data Hasil Pengujian Dengan Variasi Suhu

Tabel 3: Hasil pengukuran

Suhu (°C)	Biodiesel (gr)	Gliserol (gr)	Emulsi (gr)	Loss (gr)
30	47,5	41,3	28,0	3,4
45	73,9	28,7	15,0	3,4
60	98,8	14,5	5,7	2,0



Gambar 3: Hubungan variasi suhu terhadap rendemen Biodiesel



Gambar 4: Hubungan variasi suhu terhadap produktifitas Gliserol dan Emulsi  
Analisa data dengan variasi suhu

Dari perhitungan rendemen biodiesel terhadap suhu reaksi, didapatkan perolehan metil ester (biodiesel) semakin meningkat seiring kenaikan suhu reaksi pada reaktor biodiesel. Suhu memberikan pengaruh sangat nyata pada produktifitas biodiesel. Nilai minimum produksi biodiesel adalah pada suhu 30 °C dan nilai optimum pada suhu 60 °C. Hal ini diakibatkan reaksi konversi biodiesel akan berlangsung sempurna jika suhu mendekati titik didih metanol (65 °C).

Dari nilai optimum suhu ini didapatkan kerja kalor dari reaktor menuju lingkungan dengan menggunakan rumus pendinginan:

$$\begin{aligned}
 q &= q_{\text{konduksi}} = q_{\text{konveksi}} \\
 &= h \cdot A \cdot \Delta T \\
 &= h \cdot A \cdot (T_1 - T_{\infty})
 \end{aligned}$$

dimana :

$$\begin{aligned}
 h &= \text{koefisien perpindahan kalor konveksi bebas} \\
 &= 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})
 \end{aligned}$$

A = ½ luas permukaan tabung reaktor

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} 2\pi r (r+h) \\
 &= \frac{1}{2} 2 (3,14) \cdot (0,25) \cdot (0,25 + 0,8) \\
 &= 0,82425 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$\Delta T$  = perbedaan suhu reaktor dan lingkungan

$$= T_1 - T_\infty = 60^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C} = 33^\circ\text{C}$$

maka  $q = h \cdot A \cdot \Delta T$

$$= 6,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \times 0,82425 \text{ m}^2 \times 33^\circ\text{C}$$

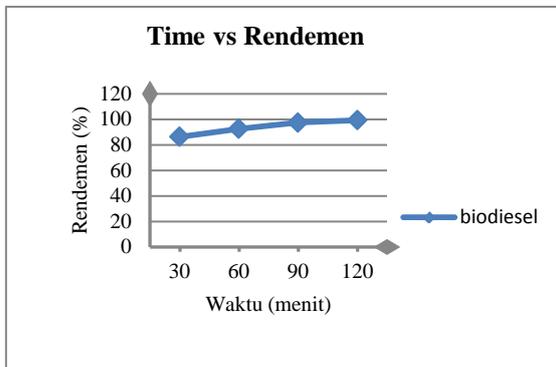
$$= 176,80 \text{ W}$$

Kerja kalor yang keluar dari reaktor biodiesel menuju lingkungan adalah 176,8 W [603,26 Btu/h].

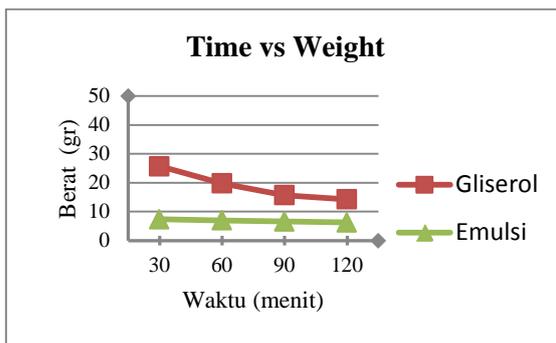
### 3.2 Data Hasil Pengujian Dengan Variasi Waktu

**Tabel 4: Hasil**

Waktu (menit)	Biodiesel (gr)	Gliserol (gr)	Emulsi (gr)	Loss (gr)
30	86,3	25,7	7,4	1,6
60	92,5	19,8	7,0	1,7
90	97,4	15,7	6,6	1,3
120	99,2	14,3	6,3	1,2



**Gambar 5: Hubungan variasi waktu terhadap rendemen**



**Gambar 6: Hubungan variasi waktu terhadap produktifitas Gliserol dan Emulsi**

### 3.3 Analisa Data Dengan Variasi Waktu

Dari hasil penelitian, lamanya waktu reaksi tidak memberikan pengaruh sangat nyata pada pembentukan metil ester dan emulsi, tetapi berpengaruh nyata pada perolehan gliserol. Hal ini disebabkan suhu yang digunakan pada pengujian adalah suhu optimal sehingga rendemen tidak meningkat tajam. Perolehan biodiesel juga tidak tergantung dengan lamanya waktu reaksi

dikarenakan konversi reaksi telah berlangsung sempurna jika suhu reaksi sudah optimal.

Semakin lama waktu reaksi, pembentukan metil ester semakin baik, penurunan produktifitas gliserol dan emulsi yang terbentuk. Energi kinetik dalam molekul yang bereaksi bertambah, lebih sering bertumbukan dan energi aktivasi semakin banyak sehingga hasil reaksi bertambah banyak.

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Semakin tinggi temperatur reaksi dari  $30^\circ\text{C}$  sampai  $60^\circ\text{C}$ , semakin cepat konversi reaksi yang berlangsung dan semakin besar kuantitas biodiesel yang dihasilkan.
2. Pada temperatur  $60^\circ\text{C}$ , konversi reaksi menghasilkan produktifitas biodiesel terbaik dengan perolehan 98,8 % rendemen biodiesel dan hanya 14,5 gram gliserol yang terbentuk.
3. Kerja kalor dari reaktor keluar lingkungan dipengaruhi oleh temperatur reaksi.
4. Waktu dengan variasi 30, 60, 90, dan 120 menit memberikan hasil berbeda tidak nyata pada perolehan biodiesel dan gliserol.
5. Pada waktu 120 menit, konversi reaksi menghasilkan produktifitas terbaik sebesar 99,2 % rendemen dan hanya 14,3 gram gliserol. Dari variasi 30 menit sampai 120 menit, kuantitas biodiesel yang dihasilkan semakin besar.

### 4.2 Saran

Adapun saran yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan kuantitas hasil optimum, sebaiknya proses konversi biodiesel dari minyak jarak pagar dilakukan pada variabel utama yang paling baik. Nilai terbaik pada suhu adalah  $60^\circ\text{C}$  dan nilai terbaik pada waktu adalah 120 menit.
2. Disarankan untuk melengkapi reaktor biodiesel dengan tempat pencucian biodiesel.
3. Untuk melengkapi standar biodiesel yang berlaku, perlu diadakan penelitian lanjutan tentang kualitas biodiesel yang dihasilkan.

## 5 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syah, Andi. *Mengenal Lebih Dekat Biodiesel Jarak Pagar Bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan*. Agromedia Pustaka, Jakarta. 2006.

- [2] Hambali, E., Suryani, A., Dadang, Hariyadi, Hanafie, I.K. Reksowardoyo, M. Rivai, M. Ihsanur, P. Suryadarma, S. Tjitrosemito, T.H Soerawidjaja, T. Prawitasari, T. Prakoso, dan W. Purnama. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Penebar Swadaya, Jakarta. 2006.
- [3] Knothe, G., Van Gerpen, J., Krahl, J. *The Biodiesel Handbook*. AOCS Press, Illinois. 2005.
- [4] Listiawati, A.P. *Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi terhadap Karakteristik Biodiesel Jarak Pagar*. Jurnal Teknologi Pertanian, IPB. Bogor. 2007.
- [5] Priyanto, U. *Menimba Ilmu Dari Praktisi, Menghasilkan Biodiesel Jarak Pagar Berkualitas*. Agromedia, Jakarta. 2007
- [6] Holman, J.P., Jasjfi, E. (Penerjemah). *Perpindahan Kalor*. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1988.
- [7] Rutz, D., Janssen, R. *Biofuel Technology Handbook*. WIP Renewable Energies, Munchen. 2007.
- [8] Sofyan, Putra. *Panduan Membuat Sendiri Bensin dan Solar*. Pustaka Baru Press, Sleman Yogyakarta. 2012.
- [9] Turnip, G.P. *Pengaruh Metanol dan NaOH terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Jarak sebagai Substitusi Bahan Bakar Solar*. Jurnal Teknologi Pertanian, USU. Medan. 2008.
- [10] [http://id.wikipedia.org/wiki/minyak/minyak\\_jarak](http://id.wikipedia.org/wiki/minyak/minyak_jarak). (diakses tanggal 30 Mei 2012).
- [11] [http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/Infotek/Jarak\\_Pagar](http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/Infotek/Jarak_Pagar). (diakses tanggal 17 Juli 2012).