

**KARAKTERISASI CAMPURAN MINYAK SOLAR DENGAN METIL  
ESTER DARI MINYAK BIJI KETAHANG (*Terminalia catappa* Linn)  
YANG DIBUAT MENGGUNAKAN KATALIS KOH**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**

**ANDRI YAMILUS  
09053130035**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDRALAYA  
2010**

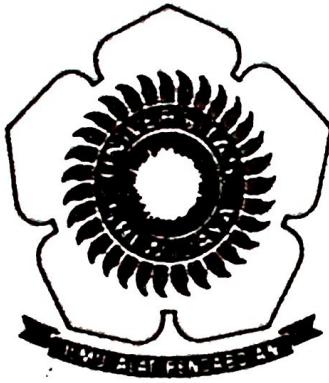
665.776.07  
Yam  
6/10/2010

KARAKTERISASI CAMPURAN MINYAK SOLAR DENGAN METIL  
ESTER DARI MINYAK BIJI KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn)  
YANG DIBUAT MENGGUNAKAN KATALIS KOH

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Studi Kimia



Oleh :

**ANDRI YAMILUS**

**09053130035**

JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDRALAYA  
2010

## LEMBAR PENGESAHAN

### KARAKTERISASI CAMPURAN MINYAK SOLAR DENGAN METIL ESTER DARI MINYAK BIJI KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn) YANG DIBUAT MENGGUNAKAN KATALIS KOH

#### SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh  
Andri Yamilus  
09053130035

Indralaya, Agustus 2010

Pembimbing Utama



Fahma Riyanti, M.Si

NIP. 19720408 200003 2 001

Pembimbing Pembantu



Dra. Poedji Lockitowati, M.Si

NIP. 19680827 199402 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

**Menjadi kupu-kupu meskipun itu tak mudah**

**Sebab, ia harus melewati berbagai proses-proses sulit sebelum dirinya saat ini.....**

**Sebab, ia lalui semedi panjang tanpa rasa bosan dan menahan diri dari segala yang menyenangkan.....**

**Hingga tiba saatnya untuk keluar, menampakkan dirinya.....**

**Kesempurnaan memang hanya milik Allah SWT,**

**Kita tidak bisa menuntut kesempurnaan kepada orang lain**

**Sebagaimana kita tidak bisa menuntutnya dari diri kita sendiri**

**Walaupun hal ini bukanlah legitimasi untuk tidak semakin baik**

**Kita harus berusaha semakin baik dan semakin baik lagi dengan seiring berjalannya waktu.....**

**kupersembahkan karya kecilku ini untuk :**

- ☺ Allah SWT Yang Maha Pengasih Lagi  
Maha Penyayang**
- ☺ Ayah (Alm) dan Ibunda tercinta**
- ☺ kedua adik-adikku tersayang**
- ☺ Keluarga Besarku**
- ☺ Sahabat-sahabat terbaikku**
- ☺ Almamaterku**

## **KATA PENGANTAR**

Assalamualaikum Wr.Wb

Segala puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT Sang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala Karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi yang berjudul “Karakterisasi Campuran Minyak Solar Dengan Metil Ester Dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa* Linn) Yang Dibuat Menggunakan Katalis KOH” yang dibuat sebagai salah satu syarat menyelesaikan tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana sains di bidang studi kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Berjuta rasa syukur penulis ucapan atas segala kemudahan yang Allah SWT berikan dan semua pihak yang menjadi perantara dalam mempermudah menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi ini. Ucapan terima kasih dari hati yang paling dalam penulis ucapan kepada :

- Bapak Dekan Fakultas MIPA UNSRI
- Ibu Dra Fatma, M.S selaku ketua jurusan kimia
- Ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku Pembimbing utama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini. Terima kasih atas waktu, bimbingan dan kesabarannya selama ini
- Ibu Dra. Poedji Loekitowati H, M.Si selaku pembimbing kedua dan dosen pembimbing akademik. Terima kasih atas waktu, bimbingan, perhatian dan kesabarannya selama ini

- Seluruh dosen dan seluruh guru yang telah memberi pengajaran hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi
- Seluruh Analis Jurusan Kimia, seluruh staf karyawan & karyawati FMIPA dan Jurusan Kimia
- Kedua orang tuaku tercinta (mama dan bapak (Alm)) yang telah memberikan dan melakukan yang terbaik dalam hidupku. Doa, kasih sayang dan didikan yang luar biasa dan tidak pernah lelah memberiku semangat. I love u so much...
- Kak Afit, kak Awen, papa Lan, mama Lin, Citra, adikku Yogie dan Putri, Yuni, Makrom, Bodek, Amir, keponakanku Devansa dan Refaldy yang selalu mewarnai hidupku, selalu mendukungku dan memberi semangat saat banyak tantangan ku hadapi dan selalu setia mendoakan aku...I love u all..
- Keluarga besarku yang selalu mendukungku dan mendoakanku
- Teman-teman seperjuangan di Lab (mbak Catur, Inge, Tya, Wiwin, Supry) terima kasih atas kerjasama dan pengertiannya selama ini
- Tim KF, Tim KO, Tim Anorganik, Tim Analisa, keluarga besar MIKI-05 dan MIKI FMIPA yang tidak bisa Penulis tuliskan satu persatu. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya
- Sahabat-sahabat terbaikku Iwan, Rino, Agung, Teja, Iqbal, Fajar, Slamet, Cator dan semuanya, terima kasih atas segala perhatian, canda tawa dan semua yang kalian lakukan untukku, u all the best...

- Teman-teman angkatan '05 (Opet, Lia, Ira, Alin, Tante, Liliet, Veby, Panjol, O'dill, dll yang tidak mungkin disebutkan satu per satu) terima kasih telah menjadi sahabat yang terindah bagi hidupku
- Adik-adik angkatan 2006-2009, tetap Semangat belajar ya. . .

Dalam kesempatan ini tidak lupa penulis haturkan maaf yang sedalam-dalamnya, seandainya penulis telah berlaku yang kurang berkenan dihati Bapak, Ibu dan Saudara/I sekalian, kiranya Allah SWT maha pemberi maaf dan maha pemberi ampun.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk acuan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Wassalammualaikum Wr.Wb

Indralaya, Agustus 2010

Penulis

**THE MIXTURES CHARACTERIZATION OF DIESEL OIL WITH  
METHYL ESTER MADE FROM KETAPANG SEED OIL  
(*Terminalia catappa* Linn) USING KOH CATALYST**

**By**

**ANDRI YAMILUS  
09053130035**

**ABSTRACT**

Research has been done about "The Mixtures Characterization of Diesel Oil With Methyl Ester Made From Ketapang Seed Oil (*Terminalia catappa* Linn) Using KOH Catalyst". The purpose of research is to determine the optimum condition of blending methyl ester from ketapang seed oil with diesel oil, with concentration of methyl ester 0%, 5%, 15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%, and 100%. Characterization used ASTM (*American Standard for Testing Material*) methods. The parameters measured were of specific gravity, flash point, kinematic viscosity, cetane index, carbon residue, sediment content, sulfur content, water content, colour and distillation. The results showed that the optimum mixture of methyl ester and diesel oil is a mixture of 35% composition with 0.8606 g/cm<sup>3</sup> of density, 47°C of flash point, 3.346 cSt of viscosity at 122°F, 50.13 of cetane index, 0.06 % weight of carbon residue, 0.58 % weight of sediment content, 722.3 ppm of the sulfur content, 278.2 ppm of water content and 2 of colour. Blending composition 5% to 25% still meet the specification requirements of diesel oil.



**KARAKTERISASI CAMPURAN MINYAK SOLAR DENGAN METIL  
ESTER DARI MINYAK BIJI KETAPANG (*Terminalia catappa* Linn)  
YANG DIBUAT MENGGUNAKAN KATALIS KOH**

**Oleh**

**ANDRI YAMILUS  
09053130035**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian mengenai "Karakterisasi Campuran Minyak Solar Dengan Metil Ester Dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa* Linn) Yang Dibuat Menggunakan Katalis KOH". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum dari campuran metil ester minyak biji ketapang dengan minyak solar, dengan konsentrasi metil ester 0%, 5%, 15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%, dan 100%. Karakterisasi yang dilakukan menggunakan metode ASTM (*American Standard for Testing Material*). Parameter yang diukur meliputi berat jenis, titik nyala, kinematik viskositas, indeks setana, residu karbon, kadar sedimen, kadar sulfur, kandungan air, warna dan destilasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum campuran metil ester dan minyak solar adalah pada komposisi campuran 35% yang memiliki berat jenis  $0,8606 \text{ g/cm}^3$ , titik nyala  $47^\circ\text{C}$ , kinematik viskositas pada  $122^\circ\text{F}$  3,346 cSt, indeks setana 50,13, residu karbon 0,06 % berat, kadar sedimen 0,58 % berat, kadar sulfur 722,3 ppm, kandungan air 278,2 ppm dan warna 2. Komposisi campuran 5% sampai 25% masih memenuhi persyaratan spesifikasi minyak solar.

## DAFTAR ISI

Halaman

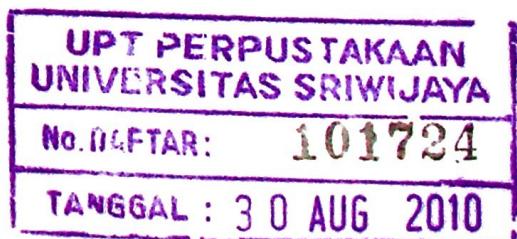
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERSEMPAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv

### BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Ketapang ( <i>Terminalia catappa</i> Linn).....	5
2.2. Ekstraksi Minyak Biji Ketapang .....	7
2.3. Minyak Biji Ketapang .....	8
2.4. Pembuatan Biodiesel .....	9



2.4.1. Bahan Kimia Untuk Proses Produksi Biodiesel .....	9
2.4.1.1. Alkohol .....	9
2.4.1.2. Katalis.....	10
2.4.2. Proses Pembuatan Biodiesel.....	10
2.5. Metil Ester/Biodiesel.....	12
2.6. Minyak Solar .....	14
2.6.1. Spesifikasi Minyak Solar.....	16
2.6.2. Spesifikasi Bahan Bakar Diesel .....	17
2.7. Pencampuran Metil Ester Dengan Solar .....	17
2.8. Parameter Biodiesel .....	19
2.8.1. Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ) .....	19
2.7.2. Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ) .....	20
2.7.3. Kinematik Viskositas.....	21
2.7.4. Indeks Setana .....	22
2.7.5. Residu Karbon .....	23
2.7.6. Kandungan Sedimen .....	24
2.7.7. Kadar Sulfur .....	24
2.7.8. Kandungan Air ( <i>Water Content</i> ).....	25
2.7.9. Warna .....	25
2.7.10. Destilasi.....	26

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Waktu dan Tempat.....	27
3.2. Alat dan Bahan .....	27
3.2.1 Alat .....	27
3.2.2 Bahan .....	28
3.3. Prosedur Penelitian .....	28
3.3.1. Pengambilan Sampel.....	28

3.3.2. Persiapan Sampel.....	28
3.3.3. Ekstraksi Minyak Dari Biji Ketapang .....	28
3.3.4. Pemurnian Minyak Biji Ketapang .....	28
3.3.5. Pembuatan Metil Ester Dengan Katalis KOH.....	29
3.3.6. Komposisi Campuran Metil Ester Minyak Biji Ketapang Dengan Solar .....	29
3.3.7. Uji Karakteristik Campuran Metil Ester Dengan Solar .....	30
3.3.7.1. Berat Jenis (ASTM D-1298).....	30
3.3.7.2. Titik Nyala (ASTM D-56).....	31
3.3.7.3. Kinematik Viskositas (ASTM D-445) .....	31
3.3.7.4. Indeks Setana (ASTM D-976) dan Destilasi (ASTM D- 38) .....	31
3.3.7.5. Residu Karbon (ASTM D-189) .....	32
3.3.7.6. Kandungan Sedimen (ASTM D-473) .....	33
3.3.7.7. Kadar Sulfur (ASTM D-1551).....	33
3.3.7.8. Kandungan Air (ASTM D-1744).....	33
3.3.7.9. Warna (ASTM D-1500) .....	34

#### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pembentukan Metil Ester Dari Minyak Biji Ketapang .....	35
4.2. Karakterisasi Campuran Metil Ester Dengan Minyak Solar .....	37
4.2.1. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Berat Jenis.....	37
4.2.2. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Titik Nyala.....	38
4.2.3. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Kinematik Viskositas .....	40
4.2.4. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Indeks Setana .	41
4.2.5. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Residu Karbon .	43
4.2.6. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Kadar Sedimen...	45

4.2.7. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Kadar Sulfur.....	46
4.2.8. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Kandungan Air....	48
4.2.9. Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Warna .....	49
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	51
5.2. Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 1.	Tumbuhan Ketapang ( <i>Terminalia catappa L</i> ) dan buah .....	5
Gambar 2.	Biji dan buah Ketapang .....	6
Gambar 3.	Reaksi transesterifikasi pembentukan metil ester .....	11
Gambar 4.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap berat jenis.....	37
Gambar 5.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap titik nyala .....	39
Gambar 6.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap kinematik viskositas.	40
Gambar 7.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap indeks setana.....	42
Gambar 8.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap residu karbon .....	44
Gambar 9.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap kadar sedimen .....	45
Gambar 10.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap kadar sulfur .....	47
Gambar 11.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap kandungan air.....	48
Gambar 12.	Grafik pengaruh komposisi campuran terhadap warna .....	49

## **DAFTAR TABEL**

Halaman

Tabel 1. Komposisi biji ketapang.....	7
Tabel 2. Sifat fisika kimia minyak biji ketapang.....	8
Tabel 3. Sifat fisika kimia minyak biji ketapang dengan pelarut n-heksana .....	9
Tabel 4. Spesifikasi bahan bakar minyak solar PT Pertamina.....	16
Tabel 5. Spesifikasi bahan bakar diesel berdasarkan ASTM D-975 (1991).....	17
Tabel 6. Sifat fisik minyak biji ketapang dan metil ester .....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

Lampiran 1. Data hasil pengamatan dengan metode ASTM dan Spesifikasi Solar PT Pertamina .....	56
Lampiran 2. Data pengamatan berat jenis pada 60/60°F .....	57
Lampiran 3. Data pengamatan destilasi.....	58
Lampiran 4. Data pengamatan titik nyala.....	58
Lampiran 5. Data pengamatan dan perhitungan kinematik viskositas .....	59
Lampiran 6. Data pengamatan dan perhitungan indeks setana.....	60
Lampiran 7. Data pengamatan dan perhitungan residu karbon.....	61
Lampiran 8. Data pengamatan dan perhitungan kadar sedimen .....	62
Lampiran 9. Data pengamatan kadar sulfur .....	63
Lampiran 10. Data pengamatan kandungan air.....	64
Lampiran 11. Data pengamatan warna .....	64
Lampiran 12. Foto alat dan bahan penelitian.....	65



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 Latar belakang

Indonesia memiliki berbagai sumber energi salah satunya dari fosil yaitu minyak bumi, batu bara dan beberapa energi yang dapat diperbarui misalnya tenaga angin, air, panas bumi dan lain sebagainya. Kebutuhan minyak bumi dari waktu ke waktu terus mengalami peningkatan sejalan dengan pembangunan yang terjadi di Indonesia namun cadangan minyak bumi yang ada tidak dapat memenuhi kebutuhan di masa mendatang. Oleh sebab itu perlu dipikirkan energi alternatif yang dapat dikembangkan sebagai substitusinya. Salah satu alternatif bentuk energi yang dapat menggantikan minyak bumi adalah bahan bakar nabati. Untuk itu teknologi proses pembuatan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak solar perlu dikembangkan (Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007).

Sejak tahun 1990 penelitian dan pengembangan biodiesel dirintis secara ekstensif yang tujuannya untuk mendapatkan bahan bakar yang dapat diperbarui. Riset semakin berkembang dengan tidak terbatas pada minyak kelapa sawit tetapi juga tanaman yang lain seperti jarak pagar, kelapa dan nipah. Indonesia yang memiliki keragaman jenis tumbuhan penghasil minyak atau lemak yang berpotensi sebagai bahan baku bahan bakar nabati (BBN). Minyak nabati sebagai sumber utama biodiesel dapat dipenuhi oleh berbagai macam jenis tumbuhan tergantung pada sumber daya utama yang banyak terdapat di suatu tempat/negara.

Indonesia mempunyai banyak sumber daya untuk bahan baku biodiesel. Banyak sumber minyak nabati yang potensial sebagai bahan baku biodiesel (Anonim, 2009).

Tanaman ketapang merupakan salah satu tanaman yang berpotensi menghasilkan minyak nabati (Hutchinson dan Lawrence *dalam* Anonim, 2004). Penelitian selanjutnya mengekstraksi minyak biji ketapang dengan metoda ekstraksi pelarut. Hasil penelitian diperoleh bahwa kualitas minyak hasil ekstraksi paling baik tanpa pemurnian dilakukan dengan pelarut n-heksana, suhu 70°C dan lama ekstraksi 15 jam, minyak yang dihasilkan memiliki berat jenis 0,906 g/mL, viskositas 0,144 poise, kekeruhan 3,517 NTU, angka asam 3,270 mg KOH/g minyak dan angka peroksida 1,983 meq/g minyak. Komposisi asam lemak penyusunnya terdiri dari asam palmitat, palmitoleat, stearat, oleat dan linoleat (Riyanti dkk, 2007).

Hasil penelitian sebelumnya pada pembuatan metil ester dari minyak biji ketapang dengan menggunakan katalis KOH, menghasilkan kondisi optimum perolehan metil ester pada perbandingan volume metanol : minyak ketapang (20 mL : 80 mL) dengan temperatur 60°C menghasilkan metil ester sebanyak 67,7 mL (rendemen sebesar 84,6%). Metil ester dari minyak nabati dapat digunakan sebagai minyak diesel atau campurannya (Masjuki dan Zaki, 1995). Hartati (2010), telah meneliti karakteristik campuran metil ester dari minyak biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn) yang dibuat dengan menggunakan katalis NaOH dengan minyak solar sebagai minyak diesel, campuran optimum diperoleh pada komposisi 25% dengan berat jenis 0,8473 g/cm<sup>3</sup>, titik nyala 53°C, viskositas

kinematik 3,3126 cSt, indeks setana 52,3, residu karbon 0,1601 % berat, kadar sedimen 0,0091 % berat, kadar sulfur 0,045 % berat dan kadar air 0,0575 % volume.

Pada penelitian ini akan dipelajari peranan katalis KOH dalam reaksi pembentukan metil ester dan mengamati terbentuknya metil ester serta mempelajari potensi campuran minyak solar dengan metil ester dari minyak biji ketapang sebagai bahan baku biodiesel dengan perbandingan yang bervariasi. Dari penelitian ini akan diketahui perbandingan mana yang terbaik untuk dijadikan bahan bakar pada mesin diesel. Karakterisasi campuran metil ester dengan solar ditentukan melalui pengukuran berat jenis, titik nyala, kinematik viskositas, indeks setana, residu karbon, kadar sedimen, kadar sulfur, kandungan air, warna dan destilasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Kajian dan analisa bahan bakar yang dapat diperbarui diharapkan akan mendapatkan gambaran tentang kelebihan dan kekurangan yang dimiliki biodiesel sehingga akan memberikan kontribusi untuk membantu mengatasi masalah energi di masa-masa yang akan datang. Permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah untuk mempelajari peranan katalis KOH dalam mempercepat reaksi pembentukan metil ester dan mengamati terbentuknya metil ester serta mencari perbandingan yang tepat antara metil ester dan minyak solar yang akan dicampur untuk mendapatkan karakteristik yang memenuhi karakteristik bahan bakar diesel kemudian mengetahui bagaimana pengaruh campuran metil ester dengan minyak solar tersebut terhadap parameter-parameter yang mewakili karakteristik minyak

solar. Parameter yang diukur untuk mewakili karakteristik minyak solar adalah berat jenis, titik nyala, kinematik viskositas, indeks setana, residu karbon, kadar sedimen, kadar sulfur, kandungan air, warna, dan destilasi yang menggunakan metode ASTM.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mempelajari peranan katalis KOH dalam mempercepat reaksi pembentukan metil ester dan mengamati terbentuknya metil ester yang dilihat dari sifat fisiknya.
2. Menentukan perbandingan yang tepat pada pencampuran metil ester dengan minyak solar dengan berbagai variasi dari komposisi campuran 5% sampai 65% yang memenuhi spesifikasi minyak solar terhadap parameter berat jenis, titik nyala, kinematik viskositas, indeks setana, residu karbon, kadar sedimen, kadar sulfur, kandungan air, warna, dan destilasi dengan menggunakan metode ASTM.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai biodiesel sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM) pada pencampuran metil ester minyak ketapang dengan minyak solar yang memenuhi karakteristik bahan bakar mesin diesel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A.N., 2006, *Biodiesel Jarak Pagar, Bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan*, PT Agromedia Pustaka, Jakarta
- Allison J P., 1973, *Criteria for Quality of Petroleum Products*, Applied Science Publisher, Ltd, London
- Amin, S. dkk, 2003, Membandingkan Emisi Gas Buang Bahan Bakar Solar dan Biodiesel, *Jurnal Sains dan Teknologi, P3T Agroindustri-BPPT, Balai Rakayasa Disain dan Sistem Teknologi-BPPT, Jakarta*
- Anonim, 1996, *Bahan Bakar Minyak Pertamina*, Edisi Maret, Direktorat Pembekalan dan Pemasaran dalam Negeri, Pertamina Plaju
- Anonim, 2001, *Metode Uji Destilasi*, Laboratorium Litbang Refinery Unit III, Pertamina, Plaju
- Anonim, 2002, *Minyak Goreng*, Badan Standarisasi Nasional, BSN, Jakarta
- Anonim, 2004, *Nutritive Value of Indian Foods, National Institute of Nutricion*, Indian Council of Medical Research, Hyrerabad, India
- Anonim, 2008, *Biodiesel Energi Terbarukan Ramah Lingkungan*, <http://www.Lembaga Riset Perkebunan Indonesia/Biodiesel>
- Anonim, 2009, *bahan bakar diesel*, <http://smk3ae.wordpress.com/2009/04/08/bahan-bakar-diesel>
- Anonim, 2009, *Keputusan Direktur Jenderal Minyak Dan Gas Bumi*, <http://www.indobiofuel.com/images/sni-biodiesel.jpg>
- Anonim, 2009, *Keputusan Direktur Jenderal Minyak Dan Gas Bumi*, <http://www.indobiofuel.com/images/sni-solar.jpg>
- Anonim, 2009, *Latar Belakang dan Keuntungan Biodiesel*, <http://www.alpensteel.com/article/511-latar-belakang-dan-keuntunganbio-diesel>
- Daintith, J., 1990, *Kamus Lengkap Kimia*, Erlangga, Jakarta
- Darmanto, S., 2006, *Analisa Biodiesel Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Minyak Diesel*, <http://www.teknik mesin UNDIP/Seno.pdf>

- Darmilah., 1989, *Evaluasi Berbagai Pelarut Untuk Mengekstraksi*, Makalah Seminar Peranan Kimia Dalam Mengembangkan Agribisnis, Himpunan Kimia Indonesia, Ujung Pandang
- Edward, E.G., 1994, *Terminalia Catappa Tropical Almond Fast Sheet, ST 626*, Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, Florida
- Flores, E.M., 1994, *Species Description Terminalia Catappa L*, Academia, Naticonal de Ciences de Costa Rica, Costa Rica
- Hamid, S dan Yusuf, 2002, *Preparasi Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit*, Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, <http://library.ui.ac.id/download/ft/Hamid-Yusuf.pdf>
- Hartati, J., 2010, *Karakteristik Campuran Biodiesel Dari Minyak Biji Ketapang Dengan Solar Menggunakan Katalis NaOH*, Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Hasibuan, M.R., 2007, *Karakterisasi Campuran Metil Ester Minyak Kelapa dengan Minyak Solar sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel Alternatif*, Universitas Sriwijaya
- Ketaren, 1986, *Pengantar teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta
- Larasati, R., 2009, *Karakterisasi Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Dengan Variasi Waktu Reaksi Pada Proses Esterifikasi-Transesterifikasi*, Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Mahani, 2009, *Prarancangan Pabrik Gliserol dari Crude Palm Oil (CPO) dan Air dengan Proses Continuous Fat Splitting Kapasitas 44.000 ton/tahun*, Teknik Kimia UMS, Surakarta, <http://www.scribd.com/doc/22588515/Pra-RP-Gliserol>
- Mahon, 1992, *Diesel Generator Handbook*, Part of Reed International Books, London
- Manningara, 2000, *Biodiesel Jarak Pagar*, PT Agro Media Pustaka, Jakarta
- Masjuki, H & Zaki AM., 1995, Dynamometer Evaluationand Engine Wear Characteristic of Palm Oil Diesel Emulsion, *Jour. A.O.C.S*, 72 (8), 905-910
- Noviana, V., 2009, *Karakterisasi Minyak Biji Ketapang (Terminalia Catappa Linn) Hasil Pemurnian Dengan Karbon Aktif*, Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya



- Platini, I., 2007, *Pengaruh Jumlah Metanol dan Temperatur Terhadap Jumlah Metil Ester Yang Dihasilkan Dari Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel Alternatif*, Universitas Sriwijaya
- Prihandana, R., Hendroko, R., Nuramin, M., 2006, *Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM*, Agromedia Pustaka, Jakarta
- Priyatno, S., Yulia, G., Kusyanto., 1999, *Ekstraksi Minyak Biji Ketapang yang Tumbuh di Kampus UI Salemba dan Depok*, Prosiding Seminar Nasional Kimia Bahan Alam, UI-UNESCO
- Riyanti, F., Hariani, P.L., Dessy R., 2007, *Pengaruh Jenis Pelarut, Lama Ekstraksi dan Temperatur Ekstraksi Terhadap Kualitas Minyak Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya
- Riyanti, F., Hariani, P.L., Heni., 2006, *Analisa Kandungan Kimia Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya
- Sitompul, M., 2006, *Karakterisasi Campuran Metil Ester Minyak Sawit Dengan Minyak Solar Sebagai Bahan Bakar Diesel Alternatif*, Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Suryani, I., 2009, *Pengaruh Variasi Jumlah Metanol dan Temperatur Pemanasan Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Ketapang Dengan Katalis NaOH*, Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Syah, A., 2005, *Biodiesel Jarak Pagar*, PT Agro Media Pustaka, Jakarta
- Lin, T.C., Tsu, F.L., 1999, Tannin and Related Compound from Catappa and Terminalia Parviflora, *Journal of Chin. Chem. Soc.*, Vol 46, 613-618, no.4
- Tim Nas., 2007, *Bahan Bakar Nabati Bahan Bakar Alternatif dari Tumbuhan Sebagai Pengganti Minyak Bumi dan Gas*, Eka Tjipta Foundation
- Vogel, 1985, *Buku Teks Analisis An Organik Makro dan Semimakro*, direvisi oleh G. Svehla, edisi 5, kalman Media Pustaka, Jakarta
- Wanto, E.R dan Subagio, A., 1980, *Proses Industri Kimia*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta
- Widyastuti, L., 2007, *Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis KOH*, Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, UNS,

- Semarang,[http://digilib.unnes.ac.id/gsdl/collect/skripsi/index/assoc/HASH\\_ef4f/dab4b791.dir/doc.pdf](http://digilib.unnes.ac.id/gsdl/collect/skripsi/index/assoc/HASH_ef4f/dab4b791.dir/doc.pdf)
- Wiranto, 1997, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, PT Pradnya Paramita, Jakarta  
[www.ccitonline.com](http://www.ccitonline.com), 2008
- Yessy, P & Lediana, A.P., 2005, *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Sebagai Bahan Metil Ester*, Universitas Sriwijaya
- Yubaidah, S., 2008, *astm – color – astm – d-1500*, [http://www.ccitonline.com/mekanikal/tikiread\\_article.php?articleId=172](http://www.ccitonline.com/mekanikal/tikiread_article.php?articleId=172)
- Yuniasri, K., 2007, *Metil Ester Sebagai Pengganti Solar*, <http://www.Kimia ITS-HKI Jatim/Kendedes.pdf>
- Zainuddin, F., 2006, *Crude Assay (Evaluasi Minyak Bumi)*, Laboratorium Unit Pengolahan III, Pertamina, Plaju