

**VARIASI SUHU DAN WAKTU TRANSESTERIFIKASI PADA SINTESIS  
BIODIESEL DARI BIJI KAPUK RANDU DENGAN KATALISATOR NaOH  
DAN RASIO (MINYAK/ METANOL) : 15/1**

**THE VARIATION OF TRANSESTERIFICATION TEMPERATURE AND  
TIME IN BIODIESEL SYNTHESIS OF RANDU COTTON SEED USING NaOH  
CATALYS AND (OIL/ METHANOL) RATIO : 15/1**

**Joko Susanto & Endang Dwi Siswani\***

*Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*

*e-mail : [endang\\_anie@yahoo.co.id](mailto:endang_anie@yahoo.co.id)*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1) Rendemen biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak biji kapuk randu. 2) Karakteristik biodiesel yang meliputi massa jenis, viskositas, titik tuang, titik nyala kalor pembakaran dan analisa gugus fungsi dengan spektroskopi IR, serta 3) Kesesuaian karakteristik biodiesel hasil sintesis dengan SNI 04-7182:2012.

Subjek dalam penelitian ini adalah biji kapuk randu yang berasal dari Gunungkidul. Objek dalam penelitian ini adalah biodiesel dari minyak biji kapuk randu yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi. Metode pengambilan minyak dengan pengepresan. Jenis alkohol yang digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah metanol dengan perbandingan massa (minyak:metanol) adalah 15:1 b/b. Katalis yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah NaOH dengan konsentrasi 0,5 % b/b. Variasi suhu yang digunakan adalah 35, 50 dan 65 °C dengan waktu pengadukan 60 menit untuk biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub>. Biodiesel B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> dan B<sub>6</sub> untuk variasi suhu 35, 50 dan 65 °C dengan waktu pengadukan 120 menit. Biodiesel yang diperoleh dianalisis dengan FTIR dan uji parameternya meliputi massa jenis, viskositas, titik tuang, titik nyala dan kalor pembakaran.

Hasil penelitian menghasilkan rendemen biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> dan B<sub>6</sub> sebesar 80,9648; 82,6644; 90,5655; 84,2775; 83,1769 dan 95,9423%. Uji parameter menunjukkan bahwa massa jenis biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> dan B<sub>6</sub> berturut-turut sebesar 882,83; 875,60; 889,60; 876,43; 875,10 dan 899,43 kg/m<sup>3</sup>, viskositas: 7,3042; 5,2177; 6,3705; 4,2437; 3,9845 dan 8,5470 cSt, titik tuang: -3; -3, 0; 0; 0 dan 6 °C, titik nyala: 194; 190; 189; 187; 185 dan 185 °C, kalor pembakaran: 7668,1350; 7717,1729; 7792,6060; 7696,5865; 7759,8347 dan 7816,7487 kal/g, dan gugus fungsi yang terdapat pada biodiesel yaitu C=O karbonil ester, C-O ester, C-H alkana dan C-H alifatik. Biodiesel yang paling memenuhi syarat SNI adalah B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> dan B<sub>5</sub>, namun kalor pembakarannya belum memenuhi standar.

**Kata kunci:** minyak biji kapuk randu, biodiesel, sintesis, transesterifikasi

## ABSTRACT

The aims of this research were to determine: 1) The biodiesel yield resulted from transesterification of randu cotton seed oil. 2) Biodiesel characteristics including density, viscosity, pour point, flash point, combustion calor and analysis of the functional group with spectroscopic IR, and 3) The equality of biodiesel characteristics synthesis product with SNI (National Standard of Indonesia) 04-7182:2012.

The subject of this research was randu cotton seed from Gunungkidul. The object of this research was biodiesel from randu cotton seed oil resulted from transesterification process. The oil was produced by pressing method. The alcohol used in the transesterification was methanol using mass ratio (oil:methanol) 15:1 (w/w). The catalys used in the transesterification was 0.5% w/w concentration of NaOH. The temperature variations used were 35, 50 and 65 °C at 60 minutes stirring time for B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> biodiesels. The temperature variations for B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> and B<sub>6</sub> biodiesels were 35, 50 and 65 °C at 120 minutes stirring time. The biodiesel product was analyzed using FTIR and the parameters examination were density, viscosity, pour point, flash point, and combustion calor.

The results of this research were 80.9648; 82.6644; 90.5655; 84.2775; 83.1769 dan 95.9423% of B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> and B<sub>6</sub> biodiesels yields. The parameters examination showed that the density of B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> and B<sub>6</sub> biodiesels were 882.83; 875.60; 889.60; 876.43; 875.10 and 899.43 kg/m<sup>3</sup>, the viscosities were 7.3042; 5.2177; 6.3705; 4.2437; 3.9845 and 8.5470 cSt, the pour points were -3; -3, 0; 0; 0 and 6 °C, the flash points were 194; 190; 189; 187; 185 and 185 °C, the combustion calors were 7668.1350; 7717.1729; 7792.6060; 7696.5865; 7759.8347 and 7816.7487 cal/g and functional groups of biodiesel were C=O carbonil ester, C-O ester, C-H alkane and C-H aliphatic. The B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> and B<sub>5</sub> biodiesels have completed the SNI equality, but the combustion calors were not suitable.

**Keywords:** randu cotton seed oil, biodiesel, synthesis, transesterification

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi. Kenaikan harga minyak mentah dunia

akhir-akhir ini memberi dampak yang besar pada perekonomian nasional, terutama dengan adanya kenaikan harga BBM. Selain itu, akibat pemakaian bahan bakar terus menerus mengakibatkan ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin menipis. Maka dari itu diperlukan bahan bakar

alternatif yang dapat diperbaharui dan berkelanjutan seperti biodiesel.

Biodiesel diketahui sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Biodiesel biasanya dibuat dengan transesterifikasi minyak tumbuhan atau lemak hewan dengan metanol atau etanol [1]. Salah satu sumber minyak nabati yang potensial di Indonesia adalah biji kapuk randu.

Secara umum biodiesel minyak nabati dapat terurai secara biologis dan lebih sempurna (lebih dari 90% dalam waktu 21 hari) daripada bahan bakar minyak bumi (sekitar 20% dalam waktu 21 hari) [2].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rendemen biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak biji kapuk randu; mengetahui karakteristik biodiesel yang meliputi massa jenis, viskositas, titik tuang, titik nyala, kalor pembakaran dan analisa struktur dengan spektroskopi IR, serta mengetahui kesesuaian karakteristik biodiesel hasil sintesis dengan SNI 04-7182:2012.

#### **METODE PENELITIAN**

Subjek penelitian ini adalah biji kapuk randu (*Ceiba pentandra L.*) dan objeknya adalah biodiesel dari minyak biji kapuk (*Ceiba pentandra L.*) hasil

reaksi transesterifikasi. Alat yang digunakan antara lain seperangkat alat pengepresan, alat refluks, *bomb calorimeter*, neraca analitik, piknometer, oswald dan alat-alat gelas pendukung.

Biji kapuk randu dipres dengan menggunakan mesin pres hidrolik. Minyak yang keluar dari mesin pres mengandung kotoran dari kulit dan senyawa: alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin. Proses selanjutnya adalah penjernihan minyak dengan menggunakan arang aktif. Selanjutnya dilakukan penyaringan dan pengujian kadar asam lemak bebas (FFA) serta diuji karakternya meliputi: spektroskopi IR, massa jenis dan viskositas.

Pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk randu dilakukan dengan cara transesterifikasi pada labu leher tiga dilengkapi kondensor dan pengaduk yang ditempatkan pada *waterbath* dan dilengkapi *magnetic stirrer*. Diambil rasio volume minyak: metanol adalah 15:1. Transesterifikasi dilakukan dengan variasi suhu 35, 50 dan 65 °C serta waktu pengadukan selama 60 dan 120 menit.

Untuk membedakan minyak biji kapuk dengan biodiesel yang dihasilkan, dilakukan analisis spektroskopi IR. Biodiesel yang dihasilkan diuji

karakternya menggunakan parameter yang berupa: massa jenis, viskositas, titik tuang, titik nyala dan kalor pembakaran.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Karakter Minyak Biji Kapuk**

Minyak biji kapuk hasil pengepresan mempunyai rendemen 9,479 %. Karakter minyak biji kapuk mempunyai massa jenis dan viskositas sebesar 903,43 kg/m<sup>3</sup> dan 28,8815 cSt. Uji kadar asam lemak bebas (FFA) sebesar 6,428 %. Menurut A. Pandey, et.al., dalam penelitian Nidya Santoso (2012: 1) bahwa kadar FFA harus dijaga maksimal 1 % [3], sehingga perlu dilakukan reaksi esterifikasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebasnya. Setelah reaksi esterifikasi di uji kadar FFA didapatkan hasil 0,9285 %. Gugus fungsi yang terdapat pada minyak biji kapuk yaitu C-H alkana (alkil, metil, metilen), gugus karbonil C=O dan C-O ester yang merupakan karakteristik minyak.

### **2. Karakter Biodiesel**

Biodiesel kapuk randu secara prinsip diperoleh dari reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang melibatkan metanol dan katalis asam atau basa. Pembuatan biodiesel kapuk randu secara

kimia (transesterifikasi) dengan beberapa komposisi memberikan hasil atau konversi minyak kapuk randu ke biodiesel kapuk randu yang berbeda [4].

#### **a. Rendemen Biodiesel**

Dari hasil penelitian didapatkan rendemen biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> secara berturut-turut sebesar 80,9648; 82,6644; 90,5655; 84,2775; 83,1769 dan 95,9423 %.

Suhu reaksi transesterifikasi akan mempengaruhi jumlah rendemen biodiesel yang dihasilkan yaitu semakin tinggi suhu maka semakin besar pula rendemen biodiesel yang dihasilkan. Efek dari temperatur pada laju reaksi kimia dapat dijelaskan melalui teori kinetika reaksi. Peningkatan temperatur, meningkatkan fraksi molekul yang memiliki kecepatan tinggi dan karenanya memiliki laju kinetik yang tinggi [5].

Selain itu juga dipengaruhi oleh waktu transesterifikasi yaitu semakin lama reaksi transesterifikasi maka biodiesel yang dihasilkan semakin besar. Lama waktu reaksi akan berbanding lurus dengan persen yield biodiesel yang diperoleh. Laju konversi meningkat seiring lamanya waktu reaksi. Digliserida dan monogliserida meningkat pada awal waktu reaksi dan

kemudian menurun. Pada akhirnya, jumlah dari monogliserida akan lebih tinggi dari digliserida dan yang dibutuhkan untuk reaksi transesterifikasi adalah monogliserida sehingga biodiesel terbentuk dengan cepat [6].

#### b. Analisis Spektroskopi FTIR Biodiesel

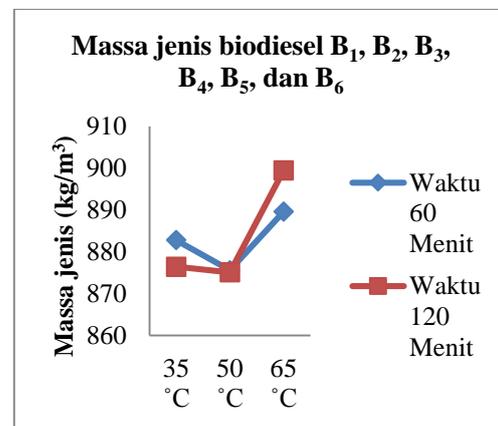
Analisis spektroskopi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi suatu molekul senyawa organik tertentu. Dari hasil pengujian, diperoleh bahwa spektrum antara minyak biji kapuk dengan biodiesel tidak jauh berbeda. Hanya pada beberapa titik spektrum yang menunjukkan perbedaan mencolok. Perbedaan ini membuktikan bahwa reaksi transesterifikasi telah berlangsung, ditunjukkan dengan adanya senyawa metil ester yang merupakan senyawa dari biodiesel hasil produk transesterifikasi dari trigliserida dan metanol.

#### c. Massa Jenis

Densitas atau massa jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Jika biodiesel memiliki massa jenis melebihi ketentuan, akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati.

Biodiesel dengan mutu seperti ini tidak seharusnya digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin, emisi, dan menyebabkan kerusakan pada mesin [7].

Hasil pengujian massa jenis untuk biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> secara berturut-turut sebesar 882,83; 875,60; 889,60; 876,43; 875,10 dan 899,43 kg/m<sup>3</sup> yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Massa Jenis Biodiesel dengan Suhu

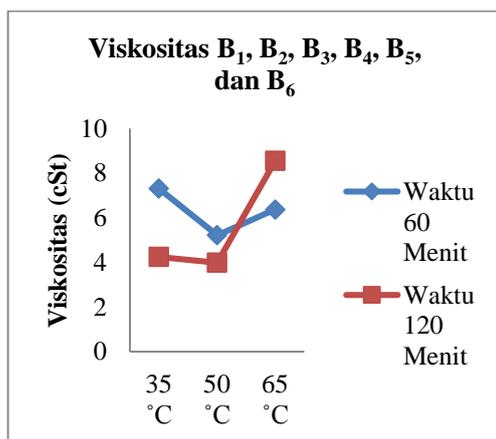
Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan massa jenis yang dipengaruhi oleh suhu dan waktu reaksi transesterifikasi. Didalam SNI 04-7182:2012 tentang biodiesel ditunjukkan nilai massa jenis biodiesel pada 40 °C antara 850-890 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian untuk biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> sudah memenuhi spesifikasi SNI 04-7182:2012. Untuk biodiesel B<sub>6</sub> belum memenuhi spesifikasi SNI 04-7182:2012 sehingga perlu dicampur dengan bahan

bakar solar untuk mendapatkan massa jenis lebih rendah.

d. Viskositas

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan ukuran yang menyatakan kekentalan suatu fluida atau cairan [8] atau ukuran besarnya tahanan geser dari cairan [9].

Hasil pengujian viskositas biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> secara berturut-turut sebesar 7,3042; 5,2177; 6,3705; 4,2437; 3,9845 dan 8,5470 cSt yang dapat dilihat pada Gambar 2.

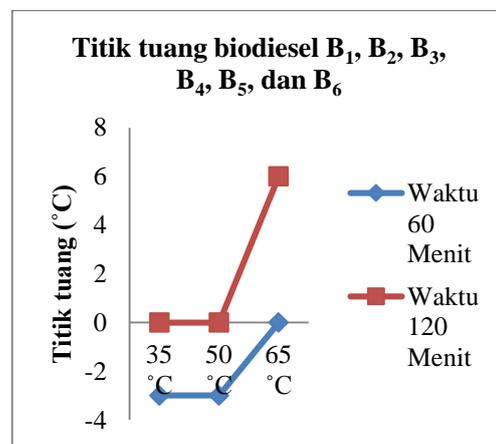


Gambar 2. Grafik Hubungan Viskositas Biodiesel dengan Suhu Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan viskositas yang dipengaruhi oleh suhu dan waktu reaksi transesterifikasi. Didalam SNI 04-7182:2012 tentang biodiesel ditunjukkan nilai viskositas biodiesel pada 40 °C antara 2,3-6,0 cSt. Hasil pengujian menunjukkan biodiesel B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> dan B<sub>5</sub> sudah memenuhi spesifikasi SNI 04-7182:2012. Namun

untuk biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, dan B<sub>6</sub> belum memenuhi spesifikasi SNI 04-7182:2012. Viskositas yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengabutan bahan bakar minyak[10].

e. Titik Tuang (*pour point*)

Titik tuang merupakan titik temperatur terendah dimana bahan bakar biodiesel masih dapat mengalir. Hasil pengujian titik tuang untuk biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> secara berturut-turut sebesar -3; -3, 0; 0; 0 dan 6 °C yang dapat dilihat pada Gambar 3.



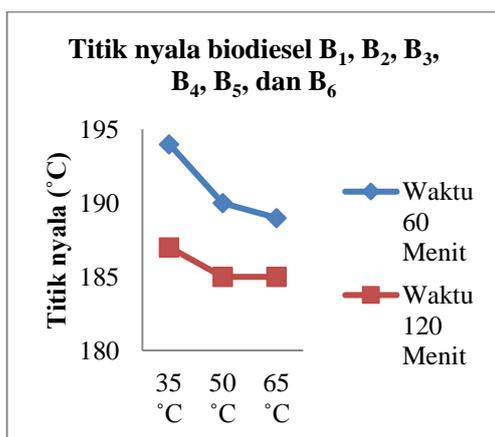
Gambar 3. Grafik Hubungan Titik Tuang Biodiesel dengan Suhu Hasil pengujian menunjukkan biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> sudah memenuhi standar biodiesel yaitu berada pada kisaran -15–13 °C (*Crimson Renewable Energy*) sehingga apabila

digunakan untuk bahan bakar masih dapat melakukan pembakaran karena biodiesel tersebut dapat mengalir menuju ruang bakar. Hal ini karena nilai titik tuang yang tinggi menyebabkan biodiesel mudah membentuk gel pada suhu yang rendah.

f. Titik Nyala (*flash point*)

Titik nyala (*flash point*) adalah angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dapat terbakar bila pada permukaan minyak tersebut didekatkan dengan nyala api. Titik nyala diperlukan untuk keperluan keamanan dalam penanganan minyak dari bahaya kebakaran [11].

Hasil pengujian titik nyala untuk biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> berturut-turut adalah 194; 190; 189; 187; 185 dan 185 °C yang dapat dilihat pada Gambar 4.

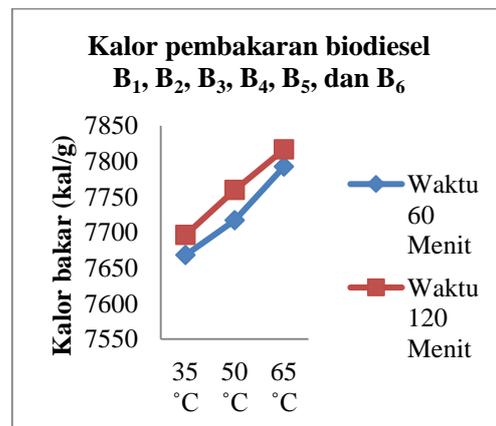


Gambar 4. Grafik Hubungan Titik Nyala Biodiesel dengan Suhu  
Dilihat dari hasil pengujian yang didapatkan terjadi penurunan titik nyala.

Penelitian ini menunjukkan bahwa biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> sudah memenuhi spesifikasi SNI 04-7182:2012 yaitu minimal 100 °C.

g. Kalor Pembakaran

Nilai kalori adalah angka yang menyatakan jumlah panas/ kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/ oksigen. Hasil pengujian kalor pembakaran biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>6</sub> secara berturut-turut sebesar 7668,1350; 7717,1729; 7792,6060; 7696,5865; 7759,8347 dan 7816,7487 kal/g yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Kalor Pembakaran Biodiesel dengan Suhu  
Standar nilai kalor pembakaran pada bahan bakar minyak yaitu 10.160 – 11.000 kal/g, sehingga dari keenam biodiesel tersebut masih belum memenuhi standar bahan bakar minyak yang sudah ditetapkan. Apabila biodiesel minyak biji kapuk ini akan dipergunakan sebagai bahan bakar, perlu

pencampuran dengan solar agar diperoleh kalor pembakaran yang lebih tinggi.

## SIMPULAN

Rendemen biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub> yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak biji kapuk randu secara berturut-turut yaitu 80,9648; 82,6644; 90,5655; 84,2775; 83,1769 dan 95,9423 %. Uji karakteristik menunjukkan bahwa massa jenis biodiesel B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> dan B<sub>6</sub> masing-masing adalah 882,83; 875,60; 889,60; 876,43; 875,10 dan 899,43 kg/m<sup>3</sup>, viskositas: 7,3042; 5,2177; 6,3705; 4,2437; 3,9845 dan 8,5470 cSt, titik tuang: -3; -3, 0; 0; 0 dan 6 °C, titik nyala: 194; 190; 189; 187; 185 dan 185 °C, kalor pembakaran: 7668,1350; 7717,1729; 7792,6060; 7696,5865; 7759,8347 dan 7816,7487 kal/g dan gugus fungsi yang terdapat pada biodiesel yaitu C=O karbonil ester, C-O ester, C-H alkana dan C-H alifatik. Biodiesel yang paling memenuhi syarat SNI adalah B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> dan B<sub>5</sub>, namun kalor pembakarannya belum memenuhi standar.

## DAFTAR PUSTAKA

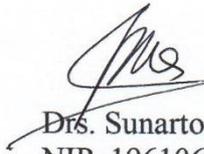
- [1]. Susilowati. (2006). Biodiesel Dari Minyak Biji Kapuk Dengan Katalis Zeolit. *Jurnal UPN "Veteran" JATIM*.
- [2]. R. Handoyo. (2007). Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk. *Jurnal Enjiniring Pertanian UGM, Vol. V, No.1*, 57-64.
- [3]. Nidya Santoso, dkk. (2012). *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Kapuk Randu (Ceiba Pentandra) Melalui Proses Transesterifikasi Dengan Menggunakan CaO Sebagai Katalis*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4]. Seno Darmanto. (2010). Analisis Karakteristik Biodiesel Kapuk Randu sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel. *Eksergi Jurnal Teknik Energi*. 6(3): 91-95.
- [5]. W. L. Masterton, C. N. Hurley, E. J. Neth, "Chemical Principles and Reactions (Book style)", Cengage Learning (2011).
- [6]. F. Ma, M. A. Hanna, "Biodiesel Production : A Review," *Departement of Food Science and Technology, University of Nebraska, Lincoln:USA* (1998).
- [7]. H. Dewajani. (2008). "Potensi Minyak Kapuk Randu (Ceiba Pentandra) sebagai Bahan Baku Biodiesel," Politeknik Negeri Malang.
- [8]. Sutiah, K. Sofjan Firdausi, & Wahyu Setia Budi. (2008). Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Berkala Fisika*. 11(2): 53-58.
- [9]. Dita Victiary. (2011). Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah Hasil Pemucatan dengan Adsorben Abu Sekam Padi Pada Berbagai Variasi Suhu. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- [10]. A Hardjono. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [11]. Wardan Suyanto, Zainal Arifin. (2003). *Bahan Bakar Dan Pelumas*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY.

Artikel ini telah disetujui untuk diterbitkan oleh Pembimbing pada tanggal ...



Ir. Endang Dwi Siswani, M.T.  
NIP. 19541120 198702 2 001

Artikel ini telah direview oleh Penguji Utama pada tanggal ...



Drs. Sunarto, M.Si  
NIP. 19610608 198812 1 001