

VARIASI SUHU DAN RASIO (METANOL/MINYAK) TERHADAP KARAKTER BIODIESEL DARI BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum Inophyllum* Linn.)

VARIOUS OF TEMPERATURE AND RATIO (METHANOL/OIL) ON BIODIESEL CHARACTER'S FROM NYAMPLUNG SEED (*CALOPHYLLUM INOPHYLLUM* LINN.)

Eva Meikareni & Endang Dwi Siswani
Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
e-mail : evameikareni@gmail.com & endang_ds@uny.ac.id

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui 1) rendemen minyak hasil pengepresan dan biodiesel hasil proses transesterifikasi 2) besarnya massa jenis, viskositas, bilangan asam, kadar air, kalor pembakaran, dan gugus fungsi FTIR biodiesel serta 3) kesesuaian karakteristik biodiesel jika dibandingkan dengan SNI 7182:2015. Tiga tahap sintesis biodiesel yaitu pengepresan, esterifikasi dan proses transesterifikasi menggunakan metanol dan KOH sebagai katalis. Proses transesterifikasi dilakukan pada variasi suhu 45, 55, 65 °C dan rasio mol (metanol:minyak) 8:1 dan 6:1 selama 60 menit. Pengepresan minyak menghasilkan 27,273 % sedangkan biodiesel hasil transesterifikasi berkisar antara 88,5 sd 94,5%. Karakterisasi biodiesel hasil sintesis memberikan nilai massa jenis biodiesel B_B, B_D, dan B_E sesuai dengan standar SNI (850–890 kg/m³), nilai viskositas biodiesel B_E dan B_F sesuai dengan standar SNI (2,3–6,0 cSt), nilai bilangan asam dan kadar air semua biodiesel sesuai dengan SNI 7182:2015, namun untuk nilai kalor pembakaran semua biodiesel belum sesuai. Gugus fungsi biodiesel yang dihasilkan adalah C=O_{ester}, C-O_{ester}, C-H_{alkana}, C-H_{alifatik} dan -CH₃.

Kata Kunci : Minyak Biji Nyamplung, Transesterifikasi, Karakter Biodiesel

ABSTRACT

The aim of this research are to know 1) yield of oil seed nyamplung from pressing and yield of biodiesel from transesterification process, 2) the value of density, viscosity, acid number, moisture content, heat of combustion and the functional group of biodiesel, 3) the suitability of biodiesel characteristics with SNI 7182:2015. There are 3 steps in biodiesel synthesised there are pressing, esterification and transesterification process using methanol and KOH as catalyst. Transesterification process was performed at variations of temperature 45, 55, 65 °C and mole ratio of (methanol:oil) are 8:1 and 6:1 for 60 minutes. Oil pressing produces 27.273% while transesterification biodiesel is between 88.5 until 94.5%. The biodiesel characterization of the synthesized product gives the density of biodiesel B_B, B_D, and B_E were suitable with SNI (850-890 kg/m³), the viscosity of biodiesel B_E and B_F were suitable with SNI (2.3-6.0 cSt), the value of acid number and water content of all biodiesel were suitable with SNI 7182:2015, but for all heat of combustion were not suitable. The functional groups of biodiesel are C=O_{ester}, C-O_{ester}, C-H_{alkane}, C-H_{aliphatic} and -CH₃.

Keywords: Nyamplung Seed Oil, Transesterification, Biodiesel Character

PENDAHULUAN

Petumbuhan penduduk di Indonesia terus mengalami peningkatan. Meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan konsumsi minyak bumi juga bertambah. Namun hal ini tidak seiring dengan persediaan minyak bumi yang semakin menipis[4]. Minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui dan proses terbentuknya membutuhkan waktu yang lama. Maka dari itu salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membuat bahan baku terbarukan seperti biodiesel[3].

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif terbarukan yang berasal dari sumber daya alam seperti minyak tumbuhan dan hewan, baik diperairan maupun di darat[8]. Salah satu bahan baku yang potensial untuk dijadikan bahan bakar karena pemanfaatan yang kurang maksimal adalah biji nyamplung. Selain itu biji nyamplung merupakan bahan bakar non pangan dan mudah diperoleh[12]. Kandungan minyak biji nyamplung juga tinggi berkisar antar 40-73 % [8]. Pengambilan minyak nabati dari tumbuhan dapat dilakukan dengan metode ekstraksi dengan pelarut maupun metode press[6].

Biodiesel dari minyak biji nyamplung dapat dihasilkan melalui

proses transesterifikasi dengan mereaksikan trigliserida dan alkohol dengan bantuan katalis. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi seperti suhu dan waktu pengadukan, jenis alkohol, perbandingan rasio minyak dan alkohol, jenis dan jumlah katalis, serta kandungan air dalam bahan baku[7].

Berdasarkan kenyataan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dari biji nyamplung dengan variasi suhu dan rasio (metanol:minyak) pada proses transesterifikasi. Biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi dilakukan analisis parameter seperti rendemen, massa jenis, viskositas, bilangan asam, kadar air dan kalor pembakaran yang kemudian dibandingkan dengan SNI 7182:2015 dan diuji menggunakan spektrofotometri FTIR.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum Linn.*) yang diperoleh dari Purworejo dan objeknya adalah biodiesel dari biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum Linn.*). Bahan – bahan yang digunakan adalah biji nyamplung, kristal KOH 1% b/b, metanol p.a, akuades, indikator pp, isopropil alkohol teknis, kristal asam

oksalat, larutan H_2SO_4 18 M, H_3PO_4 85%, dan KOH 0,1 N. Alat yang digunakan adalah seperangkat alat pengepresan, *hot plate stirer*, oven, cawan porselin, bom kalorimeter, piknometer, *oswald*, neraca analitik, FTIR dan alat – alat gelas pendukung lainnya.

Pengambilan minyak dilakukan dengan menggunakan mesin press hidrolik. Minyak hasil press kemudian dilakukan proses *degumming*. Minyak hasil *degumming* kemudian dilakukan penentuan kadar asam lemak bebas (FFA) dan gugus fungsi.

Pembuatan biodiesel dilakukan melalui 2 tahap reaksi yaitu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak dan metanol dengan bantuan katalis H_2SO_4 18 M sebanyak 2% b minyak selama 120 menit. Kadar asam lemak bebas (FFA) setelah esterifikasi sebesar 1,4536 %. Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak dan metanol dengan katalis KOH. Reaksi dilakukan selama 60 menit dengan variasi rasio mol (metanol:minyak) 8:1 dan 6:1 serta variasi suhu 45, 55, 65 °C. Biodiesel yang dihasilkan dari minyak biji nyamplung kemudian dilakukan uji karakter meliputi : rendemen, massa jenis, viskositas,

bilangan asam, kadar air, dan kalor pembakaran dan dilakukan analisis spektrofotometri FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan SNI 7182:2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Rendemen Minyak Biji Nyamplung

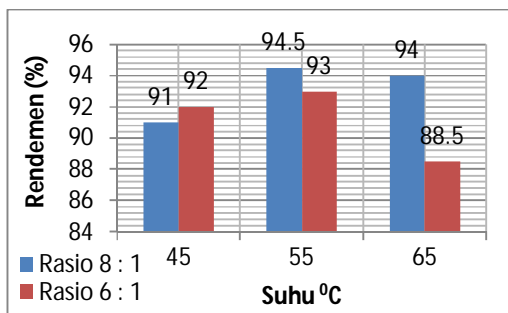
Pengepresan biji nyamplung menggunakan metode press hidrolik menghasilkan rendemen 27,273 %. Hasil pengepresan ini memiliki rendemen yang jauh lebih sedikit dari teori yaitu sebesar 40-73%[8]. Sedikitnya rendemen pengepresan dikarenakan beberapa faktor seperti : tekanan yang digunakan, ukuran partikel, kandungan air, serta suhu dan waktu pemanasan[9].

2. Parameter Biodiesel

Berikut analisis parameter biodiesel hasil reaksi transesterifikasi :

a. Rendemen

Rendemen biodiesel merupakan rendemen keseluruhan bukan metil ester saja. Hasil rendemen biodiesel B_A , B_B , B_C , B_D , B_E , dan B_F ditunjukkan pada Gambar 1.

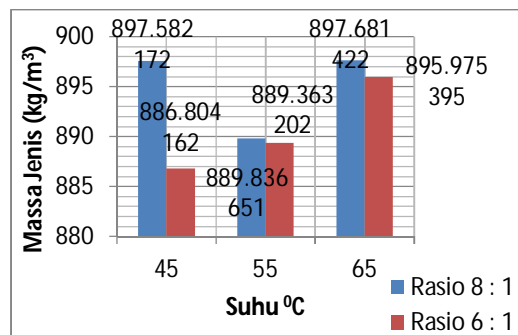


Gambar 1. Grafik Rendemen Biodiesel dengan Suhu dan Rasio (Metanol: Minyak)

Berdasarkan grafik diatas rendemen biodiesel mengalami peningkatan dari suhu 45-55 °C dan menurun pada suhu 65 °C. Hal ini dimungkinkan bahwa pada suhu 55 °C merupakan suhu yang pas diterima oleh reaktan untuk bereaksi daripada suhu lain. Rendemen biodiesel tertinggi diperoleh pada suhu 55 °C dari biodiesel B_B yaitu sebesar 94,5 %. Rendemen menurun pada suhu 65 °C dikarenakan pada suhu tersebut mendekati titik didih metanol. Sehingga resiko terjadinya reaksi penyabunan lebih tinggi pada suhu 65 °C.

b. Massa Jenis

Massa jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Massa jenis berkaitan dengan viskositas, nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar[11]. Hasil massa jenis biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E, dan B_F ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Massa Jenis dengan Suhu dan Rasio (Metanol: Minyak)

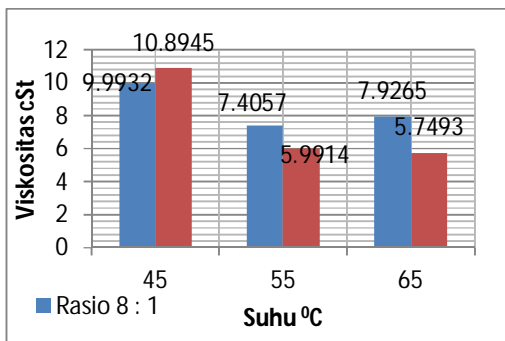
Hasil pengujian biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E, dan B_F menunjukkan bahwa biodiesel B_B, B_D, dan B_E sudah memenuhi spesifikasi SNI 7182:2015 sedangkan untuk biodiesel B_A, B_C, dan B_F masih belum memenuhi spesifikasi SNI 7182:2015. Massa jenis yang tinggi dapat disebabkan pada tahap pemurnian karena tahap pemurnian yang kurang baik dapat menghasilkan massa jenis yang bervariasi[2]. Pengotor yang kemungkinan terdapat pada biodiesel seperti sabun kalium atau sisa metanol. Selain itu kemungkinan masih adanya gliserol pada minyak dapat menyebabkan massa jenis yang lebih tinggi karena massa jenis gliserol cukup tinggi yaitu 1,26 g/cm³[14].

c. Viskositas

Viskositas merupakan ukuran hambatan yang dimiliki oleh suatu cairan yang dialirkan pada pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Hasil dari

pengujian viskositas biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E, dan B_F ditunjukkan pada Gambar 3.

Hasil pengujian pada biodiesel B_E, dan B_F sudah memenuhi syarat SNI 7182:2015 sedangkan untuk biodiesel B_A, B_B, B_C, dan B_D belum memenuhi standar SNI 7182:2015. Viskositas yang melebihi dari standar yang ditentukan dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Viskositas yang tinggi disebabkan oleh adanya monogliserida dan digliserida dalam biodiesel[1]. Semakin panjang rantai asam lemak penyusun metil ester dan ikatan rangkap juga dapat meningkatkan viskositas dari biodiesel[5]. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan uji GC-MS sehingga tidak dapat mengetahui susunan rantai asam lemaknya.

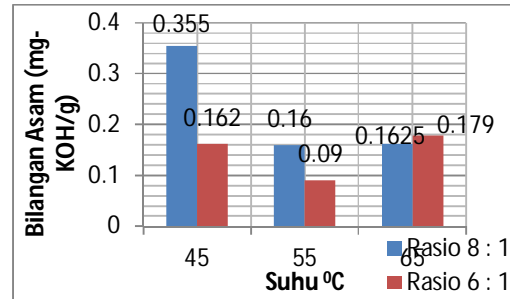


Gambar 3. Grafik Viskositas dengan Suhu dan Rasio (Metanol: Minyak)

d. Bilangan Asam

Bilangan asam merupakan ukuran jumlah asam lemak bebas,

dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Hasil penentuan kadar air untuk biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E dan B_F ditunjukkan pada Gambar 4.

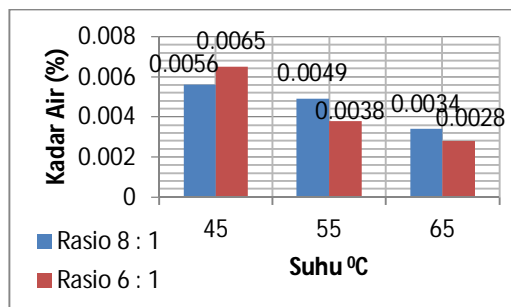


Gambar 4. Grafik Bilangan Asam dengan Suhu dan Rasio (Metanol: Minyak)

Batas nilai maksimum bilangan asam pada biodiesel menurut SNI 7182:2015 adalah 0,5 mg-KOH/g. Berdasarkan data yang diperoleh nilai bilangan asam pada semua biodiesel sudah memenuhi standar SNI 7182:2015.

e. Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam minyak dimana kandungan air ini berpengaruh pada nilai bakar[13]. Hasil penentuan kadar air untuk biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E dan B_F ditunjukkan pada Gambar 5.

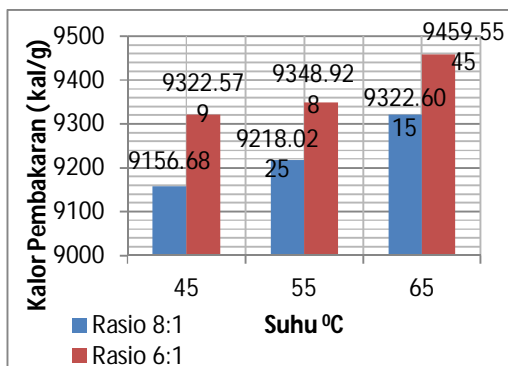


Gambar 5. Grafik Kadar Air dengan Suhu dan Rasio (Metanol:Minyak)

Batas maksimum nilai kadar air menurut SNI 7182:2015 adalah 0,05 %. Sehingga berdasarkan penelitian nilai kadar air pada semua biodiesel sudah memenuhi standar SNI 7182:2015.

f. Kalor Pembakaran

Nilai kalor merupakan jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran persatuan volume atau persatuan massanya. Makin tinggi nilai kalor bahan bakar menunjukkan bahan bakar tersebut semakin sedikit pemakaian bahan bakar[15]. Hasil uji kalor pembakaran dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Kalor Pembakaran dengan Suhu dan Rasio (Metanol: Minyak)

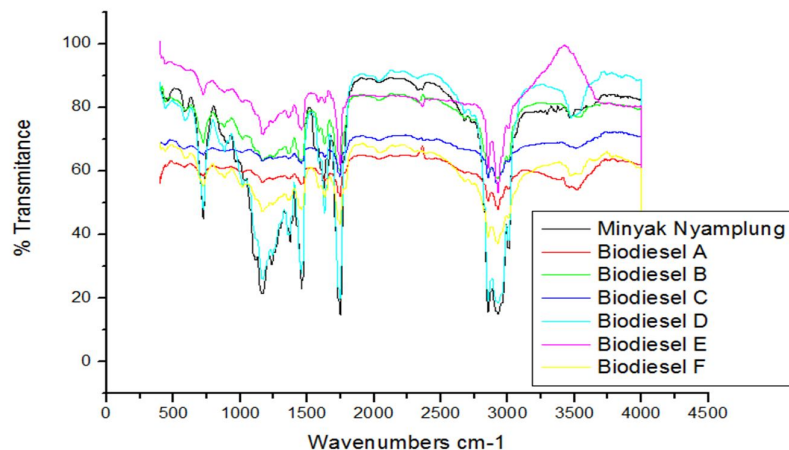
Nilai kalor bakar yang bisa digunakan pada mesin berkisar antara 10.160 – 11.000 kal/g. Maka berdasarkan hasil penelitian nilai kalor pembakaran pada biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E, dan B_F belum memenuhi standar yang ditetapkan. Faktor dari ketidaksesuaian hasil uji kalor pembakaran ini dapat disebabkan oleh masih mengandung *impurities* (pengotor)[10]. Solusi yang dapat dilakukan agar mempunyai nilai kalor pembakaran yang tinggi adalah dengan mencampurkan biodiesel dengan solar pada komposisi tertentu[16].

g. Analisis Spektroskopi FTIR

Analisis spektroskopi FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi pada minyak dan biodiesel hasil proses reaksi transesterifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spektrum minyak biji nyamplung dan biodiesel tidak jauh berbeda. Maka reaksi transesterifikasi telah berlangsung dan diperkuat dengan munculnya gugus fungsi $-C(O)-O$ ester yang merupakan senyawa dari biodiesel hasil produk transesterifikasi dari trigliserida dan metanol. Gugus

fungsi yang terdapat pada biodiesel adalah C=O ester, C-O ester, C-H alkana, C-H alifatik dan $-CH_3$.

Spektrum FTIR minyak dan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Spektrum FTIR Minyak dan Biodiesel

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Rendemen minyak biji nyamplung sebesar 27,273 % dan rendemen biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E, dan B_F berturut-turut adalah 91; 94,5; 94; 92; 93; dan 88,5 %.
2. Karakter biodiesel B_A, B_B, B_C, B_D, B_E, dan B_F meliputi: massa jenis berturut-turut sebesar 897,58; 889,83; 897,68; 886,80; 886,36; 895,98 kg/m³, viskositas berturut-turut sebesar 9,9932; 7,405 ; 7,9265; 10,8945; 5,9914; dan 5,7493 cSt, bilangan asam berturut-turut sebesar 0,355; 0,160; 0,1625; 0,162; 0,09; 0,179 mg-KOH/g, kadar air berturut-turut sebesar 0,0056; 0,0049; 0,0034; 0,0065; 0,0038 dan 0,0028 %, kalor pembakaran berturut-turut

sebesar 9156,68; 9218,0225; 9322,6015; 9322,579; 9348,928 dan 9459,5545 kal/g serta gugus fungsi C=O ester, C-O ester, C-H alkana, C-H alifatik dan $-CH_3$.

3. Biodiesel B_B, B_D, dan B_E memiliki nilai massa jenis yang sudah sesuai dengan SNI 7182:2015. Viskositas biodiesel B_E dan B_F sudah sesuai dengan SNI 7182:2015. Nilai bilangan asam dan kadar air semua biodiesel hasil sintesis sudah sesuai dengan SNI 7182:2015 namun untuk semua nilai kalor pembakaran belum sesuai dengan standar yang ditentukan.

Saran

Perlu dilakukan analisa menggunakan GC-MS untuk mengetahui kandungan metil ester di dalam biodiesel hasil proses transesterifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamsyah, R., Enny, H.L. (2012). Pengolahan Biodiesel dari Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dengan Purifikasi Kering. *Jurnal Kimia Kemasan*, 34(2), 286–293.
- [2] Faizal, M, D. (2013). Pengaruh Kadar Metanol Jumlah Katalis dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Lemak Sapi Melalui Proses Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4), 29–37.
- [3] Hambali, A. (2014). Perbandingan Pembuatan Biodiesel dengan Variasi Bahan Baku, Katalis dan Teknologi Proses. *Skripsi*. Samarinda : Politeknik Negeri Samarinda.
- [4] Hambali, E., Mujdalipah, S., Halomoan, A., et al. (2007). *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Gramedia.
- [5] Kartika, I.A., Sri, Y., Danu, A., et al. (2011). Transesterifikasi In Situ Biji Jarak : Pengaruh Kadar Air dan Ukuran Partikel Bahan Terhadap Rendemen dan Kualitas Biodiesel. *Agritech*, 31(3), 242–249.
- [6] Ketaren, S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- [7] Kinasih, A., Endang, D.S. (2014). Variasi Suhu dan Waktu Transesterifikasi Minyak Biji Kapuk Randu pada Sintesis Biodiesel dengan Katalis NaOH, *Jurnal Sains Dasar*, 22(1), 1-9.
- [8] Kuncahyo, P., Aguk Z.M.F., Semin. (2013). Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Motor Diesel di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 1–5.
- [9] Kurniawan, A., Chandra, K., Nani, I., et al. (2008). Ekstraksi Minyak Kulit Jeruk dengan Metode Distilasi, Pengepresan dan Leaching. *Widya Teknik*, 7(1), 15–24.
- [10] Palupi, T.A., Endang, D.S. (2012). Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Randu pada Variasi Suhu dan Waktu Transesterifikasi Berkatalis NaOH, *Jurnal Sains Dasar*, 6(2), 1–9.
- [11] Prihandana, R., Roy, H., & Makmuri, N. (2006). *Menghasilkan Biodiesel Murah : Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta : PT Agromedia Pustaka.
- [12] Prihanto, A., Lucia, H.R. (2015). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Nyamplung melalui Esterifikasi Netralisasi dan Transesterifikasi. *Momentum*, 11(1), 1–6.
- [13] Rezki., Rustam, M., & Aceng, H. (2017). Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) Dengan Etanol. *Ind. J. Chem. Res*, 4(2), 406-412.
- [14] Syahir, S.N., Agrandy, F. (2017). Pembuatan Biodiesel dari Biji Nyamplung menggunakan Microwave dengan Proses Ex Situ dan In Situ. *Skripsi*. Surabaya : ITS.
- [15] Tazi, I., & Sulistiana. (2011). Uji Kalor Bakar Bahan Bakar Campuran

Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Neutrino*, 3(2), 163–174.

[16] Tohari. (2014). Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Randu

(Ceiba pentandra l.) dengan Variasi Waktu Lama Pengadukan pada Reaksi Transesterifikasi. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta