



PENGARUH WAKTU ADSORPSI MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIODIESEL DENGAN TANAH LIAT TERHADAP KUALITAS BIODIESEL

Ahmadi¹, Ika Suyanti², Sri Astuti Tikrahsari³, Miftahul Aini⁴

Prodi Pendidikan Kimia, FPMIPA, IKIP Mataram, Jl. Pemuda No. 59A, Mataram, Indonesia 83125

Email: ahmadi@ikipmataram.ac.id

Article History

Received: July 2018

Revised: November 2018

Published: Desember 2018

Abstract

Population growth and industrial development cause oil fuel consumption increases, so availability will thinning because it cannot be renewed. So to overcome that the government issued Presidential Decree No.10 of 2006 concerning Development of Vegetable Fuels. Biodiesel is one of them renewable alternative energy sources which are processed from vegetable oils with use alcohol and NaOH as catalysts through the transesterification process. Used cooking oil is one source of vegetable oil that can used as raw material for making biodiesel through the process transesterification. But the use of used cooking oil directly without through the adsorption process will affect the quality of the biodiesel produced. The purpose of this study is to determine the effect of adsorption time used cooking oil for the quality of biodiesel produced from used cooking oil. This research aimed to know there is or no effect of adsorption time of cooking oil using the clay towards biodiesel quality. Object of this research used cooking oil which is adsorbed with varieties time of adsorption was 0 hour (Control), 12 hours, 36 hours and 48 hours. Based on the result of research showed that adsorption time has effect towards quality, where high adsorption time was 12 hours. Quality of biodiesel has been suitable with SNI. The quality was density $0,860 \text{ gr/cm}^3$, water degree 0,035% vol, flame coordinate 170°C and acid number 0,71 mg KOH/g oil % the result of biodiesel 55,29%.

Keywords: Adsorption, Cooking Oil, Clay, Biodiesel and Quality of Biodiesel

Sejarah Artikel

Diterima: Juli 2018

Direvisi: November 2018

Dipublikasi: Desember 2018

Abstrak

Pertumbuhan populasi dan perkembangan industri menyebabkan konsumsi bahan bakar minyak meningkat, sehingga ketersediaan akan menipis karena tidak dapat diperbarui. Maka untuk mengatasinya pemerintah mengeluarkan Keputusan Presiden No.10 tahun 2006 tentang Pengembangan Bahan Bakar Nabati. Biodiesel adalah salah satunya sumber energi alternatif terbarukan yang diolah dari minyak nabati dengan menggunakan alkohol dan NaOH sebagai katalis melalui proses transesterifikasi. Minyak goreng bekas adalah salah satu sumber minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel melalui proses transesterifikasi. Tetapi penggunaan minyak goreng bekas secara langsung tanpa melalui proses adsorpsi akan mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu adsorpsi minyak goreng bekas terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidak adanya pengaruh waktu penyerapan minyak goreng menggunakan lempung terhadap kualitas biodiesel. Objek penelitian ini menggunakan minyak goreng yang diadsorpsi dengan variasi waktu adsorpsi yaitu 0 jam (Kontrol), 12 jam, 36 jam dan 48 jam. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu adsorpsi berpengaruh terhadap kualitas, dimana waktu adsorpsi tinggi adalah 12 jam. Kualitas biodiesel telah sesuai dengan SNI. Kualitasnya adalah kerapatan

0,860 gr / cm³, derajat air 0,035% vol, koordinat api 170oC dan angka asam
0,71 mg KOH / g minyak% hasil biodiesel 55,29%.

Kata kunci: Adsorpsi, Minyak Goreng, Tanah Liat, Biodiesel dan Kualitas Biodiesel

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok yang digunakan sebagai pengolah bahan-bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, serta penambah rasa gurih, dan menambah nilai kalori bahan pangan yang digoreng. Sesuai hasil observasi terhadap beberapa pedagang gorengan di wilayah Kekalik tiap pedagang rata-rata menggunakan ± 20 Liter minyak goreng per hari dimana dari jumlah tersebut seperempatnya dibuang sebagai minyak jelantah. Minyak goreng bekas yang dihasilkan digunakan kembali untuk menggoreng. Sehingga sangat tidak baik bagi kesehatan yaitu bisa mengakibatkan keracunan dalam tubuh dan berbagai macam penyakit misalnya diarrhea, pengendapan lemak didalam pembuluh darah, kanker, dan menurunkan nilai cerna lemak (Ketaren, 2008).

Minyak jelantah tidak hanya menimbulkan kerugian bagi manusia dari aspek kesehatan saja, tetapi juga menimbulkan kerugian bagi manusia dari aspek lingkungan berupa naiknya kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biology Oxygen Demand*) dalam perairan, selain itu juga menimbulkan bau busuk akibat degradasi biologi. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha-usaha pemanfaatan minyak goreng bekas tersebut. Salah satunya adalah sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel (Indra dan Susila, 2013). Namun penggunaan metode esterifikasi dinilai kurang ekonomis karena prosesnya yang lamadanmembutuhkan biaya yang mahal. Sebagai alternatif yang akandikembangkan adalah metode adsorpsi menggunakan tanah liat. Penggunaan tanah liat sebagai adsorben alternatif sangat dimungkinkan karena tanah liat memiliki luas permukaan yang besar, kelimpahan yang tinggi dialam dan relatif murah dibandingkan dengan adsorben lain.

Peneliti sebelumnya yaitu Elsa Deliana (2013) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan tanah liat sebagai adsorben yaitu memanfaatkan tanah liat dari Tanak Awu sebagai adsorben untuk menurunkan bilangan asam pada minyak goreng bekas. Tanah liat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah liat yang diambil pada kedalaman 40 cm. tanah liat yang telah diambil kemudian diayak dengan ukuran ukuran serbuk 50 *mesh*, 60 *mesh*, dan 100 *mesh*, namun daya adsorpsi yang lebih tinggi adalah pada ukuran serbuk 100 *mesh*.

Salah satu faktor yang menentukan efisiensi dari adsorpsi tersebut adalah waktu adsorpsi. Jika proses adsorpsi terlalu cepat maka zat yang diadsorpsi tidak sepenuhnya terserap oleh adsorben dan apabila proses adsorpsi terlalu lama akan dikhawatirkan adsorbat akan terlepas dari adsorben. Maka dari peneliti perlu melakukan penelitian tentang pengaruh waktu adsorpsi minyak jelantah sebagai bahan pembuatan biodiesel dengan tanah liat terhadap kualitas biodiesel.

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka muncul suatu tujuan dalam penelitian. Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh waktu adsorpsi minyak jelantah menggunakan tanah liat terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan.

Menganalisis biodiesel yang dihasilkan apakah sudah memenuhi spesifikasi kualitas meliputi densitas (Massa jenis) dan kadar air sesuai standar nasional (SNI).

METODE

1. Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dilaboratorium. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan dengan perlakuan yaitu pada variasi waktu adsorpsi minyak jelantah menggunakan tanah liat. Sedangkan parameter yang diamati adalah uji *yield*, densitas, kadar air dan angka asam.

2. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia FPMIPA IKIP Mataram bulan Februari 2015.

3. Instrumen Penelitian

Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini mencakup alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan.

a. Alat Penelitian

Gelas beaker 100 ml dan 250 ml, gelas erlenmeyer 250 ml dan 500 ml, kain katun tipis, *magnetic stirrer*, botol plastik air mineral, corong pisah 250 ml, kertas saring, kompor listrik, termometer, kertas indikator pH, oven, piknometer 25°C, cawan porselin, stopwatch, batang pengaduk, botol bening, desikator, biuret, statif dan neraca analitik.

b. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : Tanah liat tanpa aktivasi ukuran 100 *mesh*, minyak jelantah, metanol 96%, NaOH, asam cuka, KOH, indikator fenolftalin (PP), aquades dan asam oksalat.

4. Teknik Pengumpulan data

Teknik pengumpulan data diambil dari hasil pengamatan yang dilakukan di laboratorium. Dalam penelitian ini, dilakukan pengolahan data hasil penelitian dengan membuat tabel dan grafik hubungan antara hasil percobaan dengan variabel yang dipilih.

5. Teknik analisa data

Untuk mendapatkan kondisi kerja dan komposisi bahan baku yang menghasilkan biodiesel dengan kualitas baik, dilakukan pengujian berikut:

a. Uji *yield*

Yield adalah perbandingan terhadap banyaknya biodiesel yang diperoleh dengan jumlah minyak jelantah yang digunakan (Mulana, 2011). *Yield* dapat dihitung dengan rumus :

$$Yield = \frac{\text{berat biodiesel}}{\text{Berat Minyak Jelantah}} \times 100\%$$

b. Uji *Density* (Massa Jenis)

Proses analisa *Density* (Massa Jenis) dalam membuat Biodiesel dan uji mutunya adalah sebagai berikut:

- 1) Dipanaskan sampel atau biodiesel yang dihasilkan hingga mencapai suhu $\pm 40^{\circ} \text{C}$.
- 2) Ditimbang piknometer kosong beserta tutupnya dengan neraca analitik dan dicatat beratnya.
- 3) Dimasukkan sampel atau biodiesel ke dalam piknometer 25°C hingga penuh, kemudian tutup dan timbang kembali dengan neraca analitik dan dicatat beratnya.

Menurut parhusip (2012), untuk menghitung densitas dapat menggunakan rumus yaitu :

$$Density = \frac{b-a}{c}$$

Keterangan :

Density : Massa Jenis (gram/ml)

- a : Berat Piknometer kosong (gram)
- b : Berat Piknometer berisi biodiesel (gram)
- c : Volume Piknometer yang digunakan (ml)

c. Uji kadar Air

Hidupkan oven dan hidupkan temperatur pada suhu 110 °C dan masukkan cawan porselin tersebut dalam oven tujuannya untuk menguapkan kandungan air. Setelah itu, cawan diambil dan masukkan dalam desikator dan setelah dingin timbang dengan neraca analitik. Setelah itu, masukkan 10 gram biodiesel ke cawan porselin yang sudah diketahui beratnya dan timbang. Kemudian dioven pada suhu 105 °C selama kurang lebih 2 jam, dinginkan dalam desikator selama 15 menit. Kemudian timbang sampai berat konstan diperoleh pengurangan berat biodiesel dinyatakan sebagai berat air yang menguap dari biodiesel. Kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan :

- a: Berat cawan dan sampel awal sebelum dioven (g)
- b: Berat cawan dan sampel setelah dioven (g)
- c: Berat sampel awal (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Adsorpsi minyak jelantah dengan tanah liat

Sebelum dibuat menjadi biodiesel, minyak jelantah terlebih dahulu diadsorpsi menggunakan tanah liat yang bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas yang terkandung didalam minyak jelantah. Sebanyak 12 gram tanah liat ditambahkan kedalam 300 mL minyak jelantah kemudian didiamkan dengan variasi waktu adsorpsi yaitu 12 jam, 36 jam dan 48 jam.

2. Pembuatan Biodiesel dari minyak jelantah yang telah diadsorpsi

Data % hasil produk dan data hasil pengujian kualitas biodiesel meliputi densitas, kadar air, titik nyala dan bilangan asam biodiesel dapat dilihat sebagai berikut:

a. % Hasil (*Yield*) Produk Biodiesel

Yield biodiesel merupakan pengujian perbandingan banyaknya jumlah biodiesel yang dihasilkan dengan jumlah minyak jelantah yang digunakan. Tujuan dari penentuan yield yaitu untuk mencari persentase hasil produk biodiesel yang didapatkan dari hasil penelitian.

b. Densitas Biodiesel

Pengujian densitas dilakukan untuk mencari massa jenis biodiesel yang didapatkan sesuai dengan standar biodiesel SNI.

c. Kadar Air Biodiesel

Pengukuran kadar air dilakukan dengan memanaskan minyak sehingga air yang terkandung pada minyak tersebut menguap.

B. Pembahasan

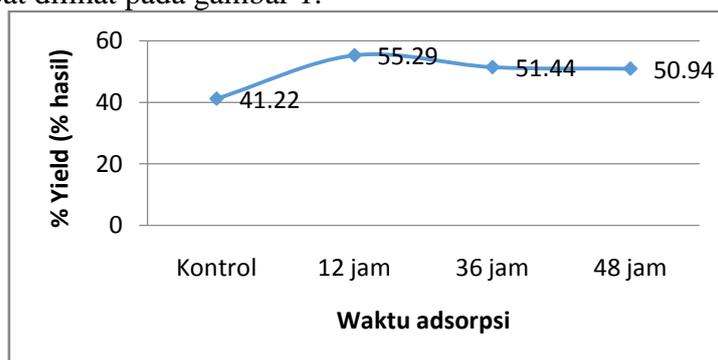
1. Pengaruh Waktu Adsorpsi Terhadap % Hasil Biodiesel Dan Kualitas Biodiesel

Minyak sebelum diolah menjadi biodiesel terlebih dahulu dilakukan penyaringan untuk menghilangkan pengotor fisik dan diadsorpsi dengan masing-masing waktu adsorpsi yang berbeda untuk menurunkan asam lemak bebas dan menyerap logam-logam yang dapat menghambat proses transesterifikasi dan berdampak terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan.

Waktu adsorpsi mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat dari grafik hubungan anatara waktu adsorpsi terhadap % Produk biodiesel dan kualitas biodiesel yang dihasilkan meliputi densitas, dan kadar air.

a. % hasil biodiesel

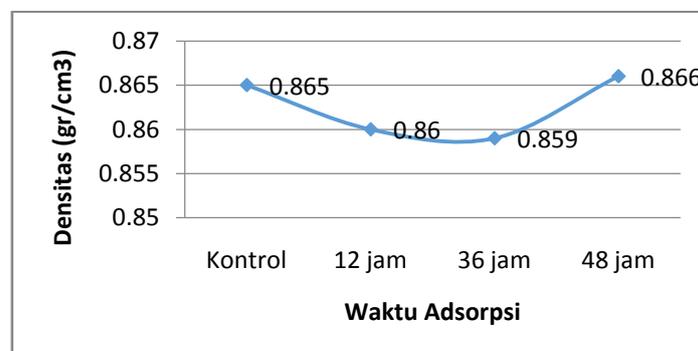
Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara persen penurunan asam lemak bebas setelah adsorpsi dengan *yield* biodiesel. *Yield* biodiesel yang paling tinggi terdapat saat waktu adsorpsi minyak selama 12 Jam yang diakibatkan karena persen penurunan asam lemak bebas paling tinggi terdapat saat adsorpsi minyak jelantah selama 12 jam pula. Hal ini sejalan dengan penelitian (Aziz *et al*, 2011) yang menyatakan hasil *yield* biodiesel berkorelasi dengan penurunan asam lemak bebas pada minyak jelantah yaitu penurunan asam lemak bebas yang tinggi bisa menghasilkan persen *yield* yang besar. Data % hasil biodiesel dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik % Hasil Biodiesel (Yield)

b. Densitas

Densitas menunjukkan perbandingan berat jenis persatuan volume. Minyak Densitas tinggi memiliki kemampuan bakar yang rendah. Hasil pengujian densitas dapat dilihat pada gambar 2..



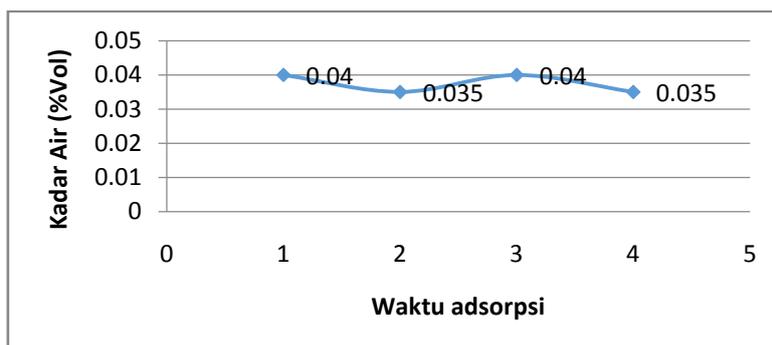
Gambar 2. Pengaruh Waktu Adsorpsi Terhadap Densitas

Gambar 2 menunjukkan bahwa densitas terendah terdapat saat adsorpsi 36 jam sedangkan densitas tertinggi terdapat saat waktu adsorpsi 48 jam. Hal ini terjadi akibat dari proses pengocokan pada saat pencucian dilakukan dengan proses manual menyebabkan pengocokan tidak konstan, sehingga proses pencucian yang bertujuan untuk membersihkan zat-zat pengotor yang terdapat dalam biodiesel seperti sabun dan gliserol hasil dari reaksi penyabunan, asam-asam lemak yang tidak terkonversi menjadi metil ester dan NaOH sisa reaksi maupun sisa metanol yang terdapat dalam biodiesel hasil proses transterifikasi yang tidak ikut bereaksi kurang maksimal sehingga mempengaruhi densitas biodiesel.

Secara umum sampel telah memenuhi nilai densitas sesuai spesifikasi SNI biodiesel yaitu 0,850-0,890 gr/cm³ karena hasil penelitian ini berkisar antara 0,859-0,866 gr/cm³ dan dikatakan densitas biodiesel yang dihasilkan hampir sama karena memiliki selisih yang sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian (Rahmi, 2011) yang menyatakan bahwa hasil densitas yang dihasilkannya sebesar 0,86-0,87 gr/cm³ memiliki selisih nilai yang sedikit dan telah memenuhi standar spesifikasi SNI.

c. Kadar air

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam biodiesel, dimana kandungan air sangat berpengaruh terhadap nilai bakar suatu bahan bakar. Kadar air yang dihasilkan berasal dari proses transterifikasi dan proses pencucian biodiesel. Hasil uji kadar air dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Adsorpsi Terhadap Kadar air Biodiesel yang dihasilkan

Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar air terendah saat waktu adsorpsi 12 jam dan 48 jam sedangkan kadar air tertinggi saat waktu adsorpsi 0 jam dan 36 jam. Hal ini dimungkinkan terjadi akibat pemanasan untuk menghilangkan kadar air belum cukup maksimal karena dipanaskan sampai suhu 105⁰C dan saat proses pemisahan biodiesel dengan air dimungkinkan masih tertinggal air yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Rahmi, 2011) yang menyatakan bahwa kadar air dalam biodiesel semua perlakuan masuk dalam spesifikasi menurut SNI sehingga layak untuk dijadikan bahan bakar mesin diesel akan tetapi kadar air tidak berpengaruh secara signifikan.

Secara umum kadar air semua sampel pada waktu adsorpsi 0 jam (Kontrol), 12 Jam, 36 jam dan 48 jam sudah memenuhi nilai kadar air biodiesel menurut SNI yaitu maksimal 0,05%-m karena berkisar antara 0,035-0,050 dan memiliki selisih nilai yang sedikit. kandungan air yang tinggi dalam biodiesel akan menyebabkan keausan mesin diesel sehingga dapat menyebabkan korosi pada mesin diesel.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu adsorpsi berpengaruh terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan
2. Waktu optimum untuk adsorpsi minyak jelantah terdapat pada waktu adsorpsi 12 jam dengan nilai penurunan asam lemak bebas yaitu 55,29%, sehingga nilai densitas yang didapat adalah 0,860 gr/ml, kadar air yang dihasilkan adalah 0,035%, titik nyala yang dihasilkan adalah 170°C dan angka asam yang dihasilkan yaitu sebesar 0,71mg/gr dan dikatakan semua parameter untuk waktu adsorpsi telah memenuhi standar spesifikasi biodiesel SNI.
3. Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi biodiesel SNI pada pengujian parameter densitas dan kadar air memenuhi standar spesifikasi biodiesel SNI meski yang memenuhi standar hanyalah waktu adsorpsi 12 jam dan 36 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins,P.W. 1999. *Kimia Fisik Edisi Keempat*. Jilid 1. Jakarta:Erlangga.
- Afriawan,R. 2013. Pengaruh Konsentrasi Hcl Pada Aktivasi Arang Tongkol Jagung Terhadap Kemampuannya Menurunkan Kadar Asam Pada Limbah Industry Tempe-Tahu.**Skripsi**. Jurusan Kimia FPMIPA IKIP Mataram.
- Afridawaty,I.S. 2012. Perbandingan Kinerja Biokatalis Yang Diimobilisasi Melalui Metode Entrapment Menggunakan Medium Support Rute Non-Alkohol. **Skripsi**. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik. UI Depok
- Ary,N.U. 2014. Aktivasi Tanah Liat Secara Basa Dan Penggunaannya Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kesadahan Air.**Skripsi**. Jurusan pendidikan kimia,FPMIPA IKIP Mataram
- Deliana,E. 2013. Potensi Tanah Liat Dari Tanak Awu Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Bilangan Asam Pada Minyak Goreng Bekas.**Skripsi**. Jurusan Pendidikan Kimia, FPMIPA IKIP Mataram.
- Hambali,E. Mujdalipah,S. Ramdja,F.A. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta:Penerbit Agro Media
- Hanif. 2009. Abalisis Sifat Fisik Dan Kimia Biodiesel Dari Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Alternatif Motor Diesel. **Jurnal teknik Mesin**. Vol.6 No.2. ISSN 1829-8958
- Hariska.A, Fajar.R.S, Fuadi.A.R. 2012. Pengaruh Metanol Dan Katalis Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Secara Esterifikasi Dengan Menggunakan Katalis K₂CO₃.**Jurnal Teknik Kimia**. No.1 Vol.18
- Hikmah,N dan Zuliyana.2010.Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi.**Skripsi**.Universitas Diponegoro Semarang.
- Indra,F.D. &Susila,I.W. 2013. Proses Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Metode Pencucian Dry-Wash Sistem.**Jurnal Teknik Mesin**. Vol.2 No.01 Hal 80-87.

- Irma,A.S. 2009. Penurunan Asam Lemak Bebas dan Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Kopelarut Metil Tersier Butil Eter (MBTE).**Skripsi**. Jurusan Kimia. FPMIPA. Universitas Sebelas Maret
- Ketaren,S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. UI-Press. Jakarta
- Mittlebach,M., Remschmidt, Claudia., 2004. *Biodiesel The Comprehensive Handbook*. Vienna: Boersedruck Ges.m.bH.
- Mukhibin.2010. *Mengubah Minyak Jelantah Menjadi Solar*. Jakarta. Penerbit:Solomon
- Mulana,F.2011.Penggunaan Katalis NaOH dalam Proses Transesterifikasi Minyak Kemiri Menjadi Biodiesel.**Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan**.Vol.8.No.2.Hal 73-78.2011.
- Mulyani,S dan Kartasapoetra. 2005. *Pengantar ilmu tanah*. Jakarta : Rineka
- Parhusip,R.2012.Pengaruh Waktu Reaksi Dan Penambahan Katalis Pada Pembuatan Gliserol Monooleat Dari Gliserol dan Asam Oleat.**Jurnal Teknik Kimia**.No.1,Vol.18,Januari 2012.
- Permanasari, A. 2009. Kajian Aspek Teoretika Dan Aplikatif Dari Adsorben Organo-Bentonit Terhadap Residu Pestisida Dalam Air Minum Dan Implikasinya Dalam Perkuliahan Kimia Material. **Forum Pendidikan**.Volume 28 No 2.
- Rahmi,A.U. 2011. Kajian proses produksi biodiesel dari minyak biji bintaro dengan metode transesterifikasi. **Skripsi**. Fakultas Teknologi Pertanian: Institut Pertanian Bogor.
- Riyanti, F, dkk. 2012. PengaruhVariasiKatalis KOH PadaPembuatanMetil Ester Dari MinyakBijiKetapang (TerminaliaCattapaLinn).**JurnalpenelitianSains**.No. 2. Vol. 15, April 2012.
- Sari, Pornoemodan,S.P.,Permata,D. 2012. Pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel M30 dari minyak jelantah dengan katalis 0,25% NaOH terhadap unjuk kerja motor diesel S-1110. **Teknik Mesin**: Universitas Gunadarma.
- Setiawati,E& Edwar,F. 2012. Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif bahan bakar Mesin diesel.**Jurnal Riset Industri**. Vol.VI No.2. Hal 117-127.
- Sugiyono. 2012. *Statistika untuk penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Supandi. 2003. Pembuatan biodiesel transesterifikasi minyak kelapa menggunakan metanol dengan katalis natrium metoksida (NaOCH₃). **Skripsi**. Jurusan Kimia MIPA. Universitas Negeri Surakarta.
- Supeno, M. 2007. Bentonit Alam Terpilar Sebagai Material Katalis / Co-Katalis Pembuatan Gas Hidrogen dan Oksigen dari Air. **Disertasi Program Doktor (S-3) Ilmu Kimia** : Universitas Sumatra Utara.
- Syamsudin,M. 2008. *Gemerincing rupiah dari jelantah membuat biodiesel dari minyak jelantah*.Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Zappi, M., Hernandez, M., Spark, D., Horne, J., Brough, M., 2003, *A Review of the Engineering Aspects of the Biodiesel Industry*, MSU EnvironmentalTechnology

Ahmadi¹, Ika Suyanti², Sri Astuti Tikrahsari³,
Miftahul Aini⁴

Pengaruh Waktu Adsorpsi Minyak Jelantah
Sebagai Bahan Pembuatan Biodiesel.....

Research and Applications Laboratory Dave C. Swalm School of Chemical
Engineering Mississippi State University, Mississippi.