

PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN PROSES ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI

Bambang Wahyudi^{1)*}, Tri Rizki²⁾, Rakhmad Wahyu P³⁾,

1) Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, email : bwahyudi11@yahoo.com

2) Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

3) Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya Jawa Timur 60294, Telp. (031) 8782179

* Penulis Korespondensi: E-mail: bwahyudi11@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan bahan bakar minyak semakin meningkat seiring dengan bertambahnya populasi penduduk. Akan tetapi meningkatnya kebutuhan bahan bakar minyak ini tidak diimbangi dengan adanya cadangan energi, karena sumber daya minyak bumi yang ada saat ini berasal dari fosil yang sifatnya tidak dapat diperbaharui. Salah satu solusi untuk mengatasinya yakni dengan membuat Bahan Bakar Nabati yang berasal dari bahan-bahan yang dapat diperbaharui, salah satunya yakni biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk membuat biodiesel dengan memanfaatkan minyak goreng bekas dengan bantuan adsorben silica amorf yang berasal dari Geothermal Sludge yang merupakan limbah padat yang berasal dari PLTPB Dieng. Tahapan percobaan terdiri dari perlakuan silica morf dengan suhu 110° C, selanjutnya dilakukan proses esterifikasi.. Setelah itu hasil dari proses esterifikasi dilanjutkan dengan proses Transesterifikasi. Pada proses transesterifikasi dilakukan dengan mencampur minyak dan metoksid dengan memvariasi waktu (60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit, 120 menit) dan suhu (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C). Dari penelitian diketahui bahwa kondisi operasi untuk menghasilkan kualitas yield biodiesel terbaik pada suhu 90° C dengan waktu reaksi 120 menit. Yield biodiesel yang didapatkan sebesar 96,25%. Hasil analisis ASTM D. 4737 menunjukkan cetane number sebesar 62. Sifat fisika biodiesel yang dihasilkan sudah memenuhi beberapa kriteria SNI untuk biodiesel.

Kata kunci : Biodiesel, Minyak Jelantah, Silica Amoft, Esterifikasi, Transesterifikasi.

BIODIESEL FROM WASTE COOKING OIL WITH ESTERIFICATION AND TRANSESTERIFICATION PROCESSES

Abstract

Fuel oil requirement is increasing along with the increasing of population. However, the increasing of fuel oil demand is not matched by the presence of energy reserves, because the existing petroleum resources come from non-renewable fossil fuels. One solution to overcome this problem is making biofuels from renewable materials, one of which is biodiesel. This study aims to make biodiesel from waste cooking oil with the help of amorphous silica adsorbent from Geothermal Sludge which is solid waste from PLTPB Dieng. The experimental stages consisted of treating amorphous silica at a temperature of 110° C, then the esterification process is carried out. After that, the product of the esterification process are continued with the transesterification process. The transesterification process is carried out by mixing oil and methoxide by time variation (60 mins, 75 mins, 90 mins, 105 mins, 120mins) and temperature variation (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C). From the research it is known that the operating conditions to produce the best quality biodiesel yield at a temperature of 90o C with a reaction time of 120 minutes. The biodiesel yield obtained was 96.25%. The results of ASTM D. 4737 analysis showed a cetane number of 62. The physical properties of the biodiesel produced have met several SNI criteria for biodiesel.

Key words : Amorphous Silica, Biodiesel, Esterification, Transesterification, waste cooking oil.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara yang menduduki peringkat ke-4 terbesar di Asia Tenggara dalam mengkonsumsi Bahan Bakar Minyak. Besarnya angka penggunaan BBM di Indonesia mencapai 0,83 liter setiap orang dalam satu tahunnya. (Direktur Eksekutif Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia, Paulus Tjakrawan). Penggunaan BBM ini dapat mengalami peningkatan seiring dengan berkembangnya teknologi yang ada. Meningkatnya konsumsi BBM di Indonesia ini tidak diimbangi dengan hasil produksinya maka lambat laun bahan bakar minyak akan habis. Salah satu solusi untuk mengatasinya yakni dengan membuat Bahan Bakar Nabati yang berasal dari bahan-bahan yang dapat diperbaharui, salah satunya yakni biodiesel.

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari sumber daya hayati yang berupa minyak lemak nabati atau lemak hewani. Senyawa utamanya adalah ester. Biodiesel dapat dibuat dari transesterifikasi asam lemak. Asam lemak dari minyak lemak nabati direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester dan produk samping berupa gliserin yang juga bernilai ekonomis cukup tinggi.

Proses esterifikasi adalah reaksi pengubahan dari suatu asam karboksilat dan alkohol menjadi suatu ester dengan menggunakan katalis asam. Katalis asam yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam phosphate. Reaksi ini juga sering disebut esterifikasi Fischer. Ester adalah suatu senyawa yang mengandung gugus $-COOR$ dengan R dapat berbentuk alkil maupun aril. Suatu ester dapat dibentuk dengan reaksi esterifikasi berkatalis asam. Reaksi esterifikasi merupakan reaksi bolak balik (*reversible*).

Proses transesterifikasi adalah proses transformasi kimia molekul trigliserida yang besar, bercabang dari minyak nabati dan lemak menjadi molekul yang lebih kecil, molekul rantai lurus, dan hampir sama

dengan molekul dalam bahan bakar diesel. Perbedaan antara transesterifikasi dan esterifikasi menjadi sangat penting ketika memilih bahan baku dan katalis. Transesterifikasi dikatalisis oleh basa. Katalis basa yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH.

Minyak goreng sering kali dipakai untuk menggoreng secara berulang-ulang, bahkan sampai warnanya coklat tua atau hitam dan kemudian dibuang. Penggunaan minyak goreng secara berulang-ulang sangat berbahaya bagi kesehatan. Dalam penggunaannya, minyak goreng mengalami perubahan kimia akibat oksidasi dan hidrolisis, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada minyak goreng tersebut. Untuk mengatasinya, limbah minyak goreng bekas (jelantah) dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Adhiatma et al, 2012).

Silika amorf adalah silika yang telah teraktivasi melalui pemanasan pada suhu tinggi. Silika yang terkandung di dalam trass itu menjadi aktif akibat pemanasan pada suhu tinggi pada waktu pembentukan trass di gunung berapi (Purijatmiko A, 2008). Silika amorf terbentuk ketika silikon teroksidasi secara termal. Silika amorf terdapat dalam beberapa bentuk yang tersusun dari partikel-partikel kecil yang kemungkinan ikut bergabung. Silika amorf yang digunakan berasal dari Geothermal Sludge yang merupakan limbah padat yang berasal dari PLTPB Dieng. Limbah GS terjadi karena adanya proses pengendapan limbah cair Geothermal Brine yang terdiri atas silika dan impurities berupa garam-garam logam. Limbah GS dari PLTPB Dieng banyak mengandung silika. Kandungan silika dalam limbah PLTPB Dieng dapat mencapai sekitar 89% SiO_2 dan bersifat amorf (Muljani dkk, 2014). Karena kandungan silika yang cukup besar sehingga GS dapat dipergunakan untuk bahan penyerap kotoran yang ada dari penggorengan minyak jelantah.

Alkohol yang digunakan adalah alkohol dengan rantai pendek, seperti metanol, etanol dan butanol. Methanol dan etanol dapat dengan mudah dihasilkan dari bahan nabati. Etanol menghasilkan etil ester yang lebih sedikit dan meninggalkan sisa

karbon yang banyak. Metanol selain harganya yang lebih murah, juga adalah jenis alkohol yang paling umum digunakan. Katalis digunakan untuk mempercepat jalannya reaksi (Encinar, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik biodiesel dari proses esterifikasi katalis (asam phosphate) dan transesterifikasi katalis (NaOH) terhadap minyak jelantah menggunakan bahan penjernih silica amorf dari berbagai variasi suhu dan waktu.

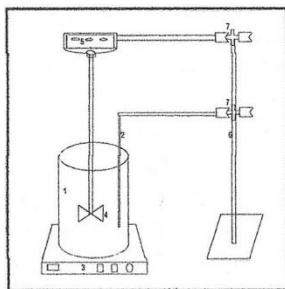
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama dari penelitian ini adalah minyak jelantah yang berasal dari sisa penggorengan pedagang kaki lima, dimana minyak awal yang digunakan oleh pedagang adalah minyak curah dan minyak jelantah yang di dapat merupakan lima kali hasil penggorengan dan memiliki warna coklat tua, silica amorf, asam phosphate, natrium hidroksida dan methanol.

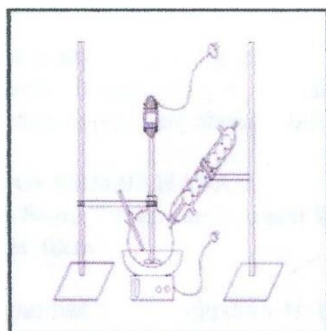
Alat

Alat yang digunakan dalam praktikum ini disusun sedemikian rupa (seperti terlihat pada gambar)



Gambar 1.
Rangkaian Alat
Adsorpsi

- Keterangan :
- 1: Beaker Glass
 - 2 : Thermometer
 - 3 : Kompor Pemanas
 - 4 : Impeller
 - 5 : Motor Penggerak
 - 6 : Statif
 - 7 : Klem Bolder



- Keterangan :
- 1 : Kompor pemanas
 - 2 : Labu leher tiga
 - 3 : Impeller
 - 4 : Termometer
 - 5 : Statif

Gambar 2.
Rangkaian Alat
Esterifikasi dan
transesterifikasi

Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah minyak jelantah yang diperoleh dari sisa penggorengan pedagang kaki lima, dimana minyak awal yang digunakan oleh pedagang adalah minyak curah dan minyak jelantah yang di dapat merupakan lima kali hasil penggorengan dan memiliki warna coklat tua. Pada awalnya dilakukan penyaringan pada minyak jelantah menggunakan saringan untuk memisahkan minyak dengan kotoran hasil dari penggorengan.

Persiapan Bahan Tambahan

Bahan tambahan yang digunakan dalam proses pemisahan kotoran pada minyak jelantah adalah Silika Amorf yang berasal dari Geothermal Sludge yang merupakan limbah padat yang berasal dari PLTPB Dieng. Disini silica amorf berfungsi sebagai adsorben. Pada awalnya dilakukan pencucian untuk memisahkannya dari kotoran atau pasir kemudian di keringkan dengan cara dijemur untuk mengurangi kadar airnya setelah itu dilakukan pengecilan ukuran lalu disaring menggunakan saringan 100 mesh.

Proses Pemisahan Kotoran pada Minyak Jelantah

Untuk memisahkan kotoran yang masih tersisa pada minyak jelantah maka dilakukan proses penjernihan. Proses ini pada awalnya dilakukan dengan memvariasi berat silica dengan tujuan untuk menentukan berat silica optimum sehingga dapat digunakan sebagai variable tetap. Proses ini dilakukan dengan cara mengambil minyak jelantah sebanyak 1000 mL kemudian ditambahkan dengan silica amorf sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat filtrate, lalu dipanaskan pada suhu 110°C selama 60 menit, kemudian diendapkan selama 24 jam dan disaring, filtratnya ditampung dalam beaker glass.

Proses Esterifikasi

Pada proses ini kami mencari waktu optimalnya sehingga dilakukan percobaan

terlebih dahulu. Sebanyak 300 mL minyak jelantah yang telah di bleaching ditambahkan methanol 99% sebanyak 10% dari berat minyak. Katalis yang digunakan adalah asam fospat 1% berat minyak. Proses esterifikasi berlangsung pada suhu 60°C dan variabel waktunya di variasi yakni 60, 75, 90, 105 dan 120 menit, dengan menggunakan kecepatan pengadukan sebesar 200 rpm. Setelah itu hasil dari proses esterifikasi di Analisa dan diambil hasil yang terbaik untuk dilanjutkan ke proses transesterifikasi.

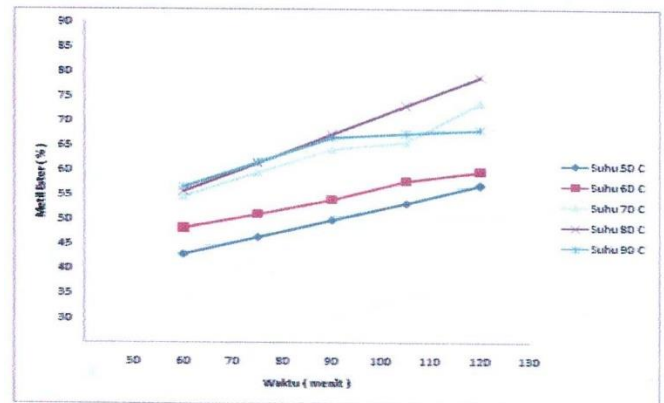
Proses Transesterifikasi

Buatlah larutan sodium metoksida (CH_3ONa) dalam labu ukur dengan cara mencampurkan methanol (ratio volume methanol terhadap minyak adalah 10% dari berat minyak) dengan katalis NaOH (ratio berat katalis terhadap minyak adalah 1 %). Setelah itu mencampur minyak dengan memvariasi waktu (60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit, 120 menit) dan suhu (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C) sambil diaduk dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Setelah itu campuran dibiarkan selama 24 jam dan terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan atas (biodiesel) dan lapisan bawah (sisa pereaksi dan air). Kemudian ester asam lemak yang terbentuk dipisahkan dari airnya dengan menggunakan corong pemisah. Hasil yang diperoleh kemudian di analisis kuantitas (yield) dan kualitas (Densitas, viscositas, angka asam, angka iod, bilangan penyabunan, bilangan ester, flash point, heating value).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu terhadap Variasi Waktu dengan Kadar Metil Ester pada Proses Transesterifikasi

Pada gambar 3 menunjukkan Hubungan Antara Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Kadar Metil Ester dalam Berbagai Variasi Suhu pada Proses Transesterifikasi.



Gambar 3. Pengaruh Suhu terhadap Variasi Waktu dengan Kadar Metil Ester pada Proses Transesterifikasi

Pada gambar 3 dapat dilihat dengan bertambahnya waktu reaksi transesterifikasi, maka konversi metil ester yang didapat juga semakin besar, itu terlihat dalam variasi suhu yang kita lakukan. Kita lihat pada suhu 50°C dengan waktu reaksi 60 menit diperoleh metil ester sebesar 42,86% sedangkan pada waktu reaksi 120 menit diperoleh kadar metil ester sebesar 56,78%. Kenaikan kadar metil ester pada suhu 50°C saat waktu 60 menit ke 120 menit sebesar 1,325 kalinya. Kenaikan kadar metil ester yang di dapatkan ini terjadi seiring dengan bertambahnya waktu reaksi hal ini dikarenakan semakin lama waktu reaksi, maka zat reaksi semakin reaktif sehingga kontak antar zat semakin besar dan akan menghasilkan konversi yang besar.

Dengan cara yang sama untuk suhu 60°C diperoleh kenaikan kadar metil ester sebesar 1,238 kalinya. Sedangkan pada suhu 70°C kadar metil ester naik sebesar 1,346 kalinya. Pada suhu 80°C terjadi kenaikan kadar metil ester sebesar 1,418 kalinya dan untuk suhu 90°C kenaikan kadar metil ester sebesar 1,204 kalinya. Dengan demikian maka kenaikan kadar metil ester tertinggi terjadi pada suhu 80°C dengan kenaikan sebesar 1,418 kalinya. Jika dilihat dari pengaruh antar suhu dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suhu maka metil ester yang dihasilkan juga semakin

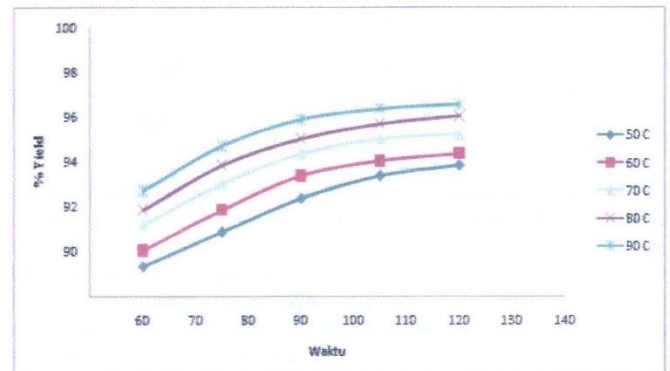
tinggi. Hal ini dapat dilihat pada kadar metil ester pada suhu 50°C untuk waktu operasi 120 menit sebesar 56,78 % sedangkan untuk suhu 60°C kadar metil ester yang dihasilkan 59,63%. Kenaikan kadar metil ester pada saat waktu 120 menit dari suhu 50°C ke 60°C sebesar 1,05 kalinya.

Dengan cara yang sama untuk suhu 60°C - 70°C diperoleh kenaikan kadar metal ester sebesar 1,238 kalinya. Saat suhu 70°C - 80°C kadar metil ester naik menjadi 1,072 kalinya. Sedangkan suhu 80°C - 90°C terjadi penurunan metil ester sebesar 0,864 kalinya. Penurunan harga metil ester ini dikarenakan kesetimbangan reaksi pada suhu 90°C sudah tercapai dalam waktu kurang lebih 90 menit, sehingga dalam waktu lebih dari 90 menit tidak akan memperbesar konversi metil ester pada produk, hal ini dikarenakan reaksi yang terjadi pada proses transesterifikasi adalah reversible (bolak – balik), maka apabila sudah terjadi kesetimbangan, reaksi akan bergeser ke kiri dan akan memperkecil kadar metil ester yang dihasilkan.

Berdasarkan penjelasan dapat dikatakan bahwa besarnya suhu dan waktu sangat mempengaruhi terdapat besarnya metil ester yang di hasilkan, semakin tinggi suhu maka konversi metil ester akan semakin besar untuk waktu yang relative cepat sedangkan semakin lama waktu reaksi maka akan memperbesar konversi metil ester pada untuk suhu yang rendah.

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Kadar Metil Ester Dalam Berbagai Variasi Suhu Pada Proses Transesterifikasi

Pada gambar 4 menunjukkan Hubungan Antara Pengaruh Waktu Terhadap % Yield Untuk Berbagai Variasi Suhu.



Gambar 4. Pengaruh Suhu Terhadap Variasi Waktu dengan % Yield Produk

Pada grafik 4 menunjukkan semakin lama waktu transesterifikasi maka yield yang dihasilkan semakin besar. Hal ini terlihat pada suhu 50°C dengan waktu reaksi 60 menit diperoleh yield sebesar 89,23 % sedangkan pada waktu reaksi 120 menit diperoleh yield sebesar 93,89 %. Kenaikan yield pada suhu 50°C saat waktu 60 menit ke 120 menit sebesar 1,052 kalinya. Dengan cara yang sama pada suhu 60°C terjadi kenaikan yield sebesar 1,047 kalinya. Sedangkan saat suhu 70°C diperoleh kenaikan yield sebesar 1,046 kalinya. Sata suhu 80°C yield yang dihasilkan naik sebesar 1,045 kalinya. Kemudian untuk suhu 90°C kenaikan yield yang diperoleh sebesar 1,04 kalinya.

Berdasarkan grafik diatas dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suhu yield yang dihasilkan semakin tinggi. Akan tetapi semakin lama waktu reaksi kenaikan yield yang dihasilkan semakin kecil, hal ini disebabkan karena pada waktu yang terlalu lama, sisa asam lemak bebas yang tidak ikut bereaksi pada proses esterifikasi akan bereaksi dengan NaOH membentuk sabun, sehingga yield yang terbentuk tidak mengalami kenaikan yang signifikan.

Karakteristik Biodiesel

Hasil Analisa konvrsi metil ester pada peubah (waktu dan suhu) di dapatkan hasil konversi metil ester terbesar pada waktu 120 menit dan suhu 80°C, maka dilakukan Analisa lengkap dan perbandingan standart mutu minyak biodiesel dengan minyak solar adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Biodiesel Minyak Jelantah Pada Waktu 120 Menit dan Suhu 80°C

Parameter (Meter)	Hasil Uji Biodiesel Minyak Jelantah	Minyak Biodiesel SNI 04-7182-2006	Minyak Solar SK Dirjen Migas No. 3675K/24/DMJ/2006
Massa Jenis, Kg/m ³ (Gravimetri)	866,7	850 – 890	820 – 860
Viscositas Kinematik, mm ² /s (cst) (ASTM D 445)	3,85	2,3 – 6,0	2,0 – 4,5
Titik Nyala, Mangkok Tertutup, °C (ASTM D 93)	176,8	Min 100	
Angka Asam (Titrimetri)	0,36	Maks 0,8	> 0,6
Angka Cetana (ASTM D 613)	62	Min 51	> 48 – 51
Heating Value (Btu/Lb) Boom Kalorimeter)	10856,6	-	-

Pada hasil penelitian yang kami lakukan untuk hasil titik maksimum yaitu pada waktu 120 menit dengan suhu 80°C dianalisa sebagaimanapada table IV.4. Tabel IV.4 menunjukkan bahwa hasil analisa massa jenis, viscositas, titik nyala, angka asam dan angka cetane telah memenuhi standart mutu minyak biodiesel SNI 04-7182-2006 dan standart minyak solar **SK Dirjen Migas No. 3675K/24/DJM/2006** dan **SK Dirjen Migas No. 26/SK/24/DMJ/2006**, akan tetapi untuk heating value tidak ada standart khusus yang menentukan kalor maksimal yang harus dimiliki bahan bakar mesin diesel, pada sumber lain disebutkan (Lower heating value, (Btu/lb)) = 15.700 to 16.735. (www.Biodiesel.org.2005).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar metil ester terbesar terletak pada waktu 120 menit dengan suhu 80°C sebesar 78,76 dan % yield terbesar pada waktu 120 menit dengan suhu 90°C. Besarnya suhu dan waktu sangat mempengaruhi terhadap besarnya metil ester yang dihasilkan, semakin tinggi suhu maka konversi metil ester akan semakin besar untuk waktu yang relative cepat sedangkan semakin lama waktu reaksi maka akan memperbesar konversi metil ester pada untuk suhu yang rendah.

Sedangkan untuk semakin lama waktu reaksi maka % yield yang dihasilkan semakin besar begitu juga dengan suhu, semakin besar suhu maka % yield yang dihasilkan semakin besar. Hasil uji karakteristik minyak biodiesel dari minyak jelantah memiliki densitas sebesar 866,5 kg/m³, Viscositas 3,85 cst titik nyala 176°C dan angka cetane sebesar 62, hasil ini telah memenuhi standart yang ditetapkan yaitu standart minyak biodiesel SNI 04-7182-2006 dan minyak solar SK Dirjen Migas No. 3675K/24/DJM/2006.

Saran

Bahan baku minyak jelantah yang digunakan berasal dari satu sumber sehingga jelas dan lebih homogen dan dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penambahan metoksid serta kecepatan pengadukan karena mempengaruhi hasil konversi metal ester.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, 2010, *Pembuatan Silika Amorf dari Limbah Sekam Padi*, (Online), <https://industri0agus.wordpress.com/2010/11/27/pembuatan-silika-amorf-dari-limbah-sekam-padi/>,
- Christina, N dkk,2015 *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung dengan Menggunakan Katalis Berbasis Kalsium*, http://www.academia.edu/5385069/PEMBUATAN_BIODIESEL_DARI

- MINYAK_NYAMPLUNG_DENGAN
_MENGGUNAKAN_KATALIS_BER
BASIS_KALSIUM
- Hart Harold, dkk. 2003, *Kimia Organik*, Jakarta.Penerbit : Erlangga
- Muljani dkk, 2014, *A facile method for the production of high-surface-area mesoporous silica gles from geothermal sludge*, department of chemical engineering industrial technology, Sepuluh November Institute of Technology, Surabaya.
- Prawito,2004,*Biodiesel*,<http://chemical-engineer.digitalzones.com/biodiesel.html>
- Purwati,eny & Febri,nurul,2010,"*Kinetika Reaksi dan Optimasi Pembentukan Biodiesel dari CFO*" *Riset Teknik Kimia*.
- Purijatmiko A, 2008, *Semen Trass*, (Online), <https://arpumiko.wordpress.com/2008/11/21/semen-trass/>,
- Ramdja,Fuadi dkk, 2010, *Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Ampas Tebu Sebagai Adsorben*,UNS. <http://jtk.unsri.ac.id>
- Risnoyatningsih,sri.,2010, "*Biodiesel From Avocado Seeds by Transesterification Process*" *Jurnal Teknik Kimia* : Vol.5, No. 1
- Riswiyanto,2009,*Kimia Organik* (hal 298), Jakarta: PT Gelora Aksara Pratama.
- Sudrajat, R. dan D. Setiawan. 2003. *Teknologi pembuatan biodiesel dari minyak biji jarak pagar*.
- Suharyono, H dan N, Agus,2006, *Prospek Pengembangan Bio-Fuel Sebagai Substitusi Bahan Baku Minyak (BBM) di Indonesia*, Jakarta : Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Konversi Dan Konservasi Energi, BPPT
- Syamsidar,2010, "*Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah*", UN Alaudin Makassar, *Jurnal Teknosains*, Volume 7 Nomor 2, Juli 2013, hlm: 209-218.
- Wirabudi, Agy, 2012, *pembuatan dan analisis sifat fisiokimia biodiesel kemiri* <http://www.acadmeia.edu/10496833/P>
EMBUATAN_DAN_ANALISIS_SIF
AT_FISIKOKIMIA_BIODIESEL_KE
MIRI_SUNAN_Aleurites_trisperma