

PENGARUH FISISORPSI ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

Afdhal Muttaqin¹, Riri Murniati¹, Syukri Drajat²

¹ Jurusan Fisika, Universitas Andalas Padang

² Jurusan Kimia, Universitas Andalas Padang

Email : allz@fmipa.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan zeolit alam teraktivasi sebagai penyerap (adsorben) dalam proses pembuatan biodiesel berbahan dasar minyak jelantah. Pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah menggunakan prosedur standar. Untuk melihat pengaruh zeolit alam teraktivasi sampel diberikan beberapa perlakuan yang berbeda, perlakuan TZ (Tanpa Zeolit), biodiesel TA (Tanpa Aktivasi) yang menggunakan zeolit alam sebagai adsorben namun tanpa aktivasi, biodiesel A1 100 yang menggunakan zeolit alam yang telah diaktivasi selama satu jam pada temperatur 100°C, serta biodiesel A2 100, A1 150, A2 150, A1 200 dan A2 200. Semua sampel dikarakterisasi dengan menggunakan uji sifat fisik yaitu kerapatan relatif, viskositas kinematik, densitas dan uji korosi terhadap lempeng tembaga mengacu pada standar ASTM dan Dirjen Migas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit alam yang telah diaktivasi secara fisika terbukti mampu meningkatkan kualitas biodiesel dari minyak jelantah. Biodiesel yang memenuhi standar untuk semua pengujian adalah A2 150, A1 200 dan A2 200.

Kata kunci: Biodiesel, fisisorpsi, minyak jelantah, zeolit alam

1. PENDAHULUAN

Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10-15 mikron (Sutarti, 1994, Hamdan, 1992). Mineral ini memiliki kekhasan ketika berada dalam pemanasan terlihat seperti mendidih karena molekulnya kehilangan air dengan sangat cepat. Zeolit terdiri dari senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, Zeolit memiliki melekular sruktur yang unik, dimana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Hal ini menjadikan partikel zeolit mempunyai pori yang ukurannya dapat dibedakan menjadi *macropore* (>50nm), *micropore* (<2nm) dan diantara keduanya terdapat *mesopore*.

Karena pori-pori yang berukuran molekuler tersebut, zeolit mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu sehingga zeolit juga sering disebut sebagai *molecular sieve* / *molecular mesh* (saringan molekuler). Pori dengan ukuran molekuler ini menjadikan zeolit mampu menarik molekul secara kondensasi sederhana menggunakan interaksi lemah (Van der Waals) (fisisorpsi) yang umumnya terjadi pada temperatur rendah. Peningkatan temperatur dapat mengakibatkan jumlah molekul teradsorpsi pada permukaan ikatan lemah dan bersifat dapat balik (*reversible*), sehingga molekul teradsorpsi dengan mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi terlarut. Adsorpsi terjadi jika gaya tarik antara zat terlarut dengan permukaan penyerap dapat mengatasi gaya tarik antara pelarut dengan permukaan penyerap. Banyaknya zat yang teradsorpsi dapat membentuk beberapa lapisan mono molekuler, dan kondisi kesetimbangan akan segera tercapai setelah adsorben bersentuhan dengan adsorbat (Komarudin, dkk., 2004). Adsorpsi terdiri dari fisisorpsi dan kemisorpsi, namun proses penyerapan pengotor pada minyak jelantah oleh zeolit alam belum mencapai tahap kemisorpsi melainkan baru tahap fisisorpsi.

Kekuatan zeolit sebagai penyerap (Rakhmatullah, 2007), katalis, dan penukar ion (Poerwadio, 2004) sangat tergantung dari perbandingan Al dan Si (Sutarti, 1994, Bambang P, dkk, 1995,

Khairinal, 2000). Untuk memperoleh zeolit dengan daya guna tinggi diperlukan suatu perlakuan yaitu dengan aktivasi. Proses aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dengan 2 cara, yang pertama yaitu secara fisika melalui pemanasan dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap di dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaannya bertambah (Khairinal, 2000).

Aktivasi zeolit alam perlu dilakukan karena pada umumnya zeolit alam memiliki ukuran pori yang tidak seragam, aktifitas katalik yang rendah dan mengandung banyak pengotor. Zeolit alam memiliki pori-pori dengan diameter 1,5 - 1,6 nm, ukuran pori ini dapat diperbesar hingga mencapai lebih dari 20 nm dengan cara mengaktifkan zeolit terlebih dahulu. Jenis aktivasi yang dilakukan yaitu secara fisika melalui pemanasan dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap di dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaannya bertambah (Khairinal, 2000). Proses pemanasan zeolit dikontrol, karena pemanasan yang berlebihan akan menyebabkan zeolit tersebut rusak.

Dengan adanya pori yang dimiliki oleh zeolit teraktivasi, biodiesel dari minyak goreng bekas (jelantah) akan mengalami penurunan viskositas dikarenakan terperangkapnya unsur pengotor dalam pori zeolit. Kemampuan fisisorpsi dari zeolit teraktivasi diharapkan mampu meningkatkan kualitas biodiesel, mengacu pada standar Dirjen Migas dan ASTM. Peningkatan viskositas dan massa jenis disebabkan adanya komponen-komponen sekunder hasil reaksi hidrolisis, oksidasi maupun polimerisasi minyak goreng bekas. Sebelumnya, kemampuan zeolit sebagai penyerap telah dibuktikan antara lain oleh Widyastuti (2007) dan Srihapsari (2006).

Sebagai limbah, minyak jelantah memiliki kandungan asam lemak yang cukup tinggi (Budijanto, 199, Sidjabat, 2003). Kandungan asam lemak yang tinggi dapat menyebabkan terjadi reaksi penyabunan. Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dengan pereaksi metanol dan katalis natrium metoksida (NaOCH_3) telah dilakukan Supandi (2003). Penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak jelantah juga dilakukan oleh Aziz (2005), Rohan (2005), dan Saefudin (2005), dengan hasil sifat fisik yang telah memenuhi ASTM dan Dirjen Migas.

Penggunaan minyak goreng secara berulang-ulang akan mengubah warna minyak menjadi lebih gelap, pembentukan busa, timbul bau tengik, serta peningkatan viskositas dan massa jenis minyak. Perubahan warna minyak yang menjadi lebih gelap selain disebabkan teroksidasinya pigmen-pigmen beta karoten dan klorofil, juga akibat polimerisasi hasil-hasil oksidasi sekunder dan interaksi minyak goreng dengan komponen di dalam bahan pangan (Ketaren, 1986). Bau tengik dari minyak jelantah disebabkan minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan pemanasan berulang, sehingga menghasilkan senyawa aldehid, keton, hidrokarbon, alkohol serta senyawa-senyawa aromatik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Universitas Andalas, Laboratorium Fisika Material dan Struktur Jurusan Teknik sipil Universitas Andalas dan Balai Laboratorium Kesehatan provinsi Sumatera Barat.

2.2. Tata Laksana Penelitian

a) Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah

Minyak bekas penggorengan yang telah dipakai sebanyak 3 hingga 5 kali penggorengan diperoleh dari penjual gorengan. Minyak dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 30-35 °C lalu disaring menggunakan saringan teh untuk menghilangkan pengotor berukuran besar yang ada pada minyak jelantah. Selanjutnya, minyak yang telah disaring dipanaskan pada suhu 55 °C dengan NaOH yang sebelumnya telah dilarutkan dengan methanol. Setiap sampel berisi 100 ml minyak, 20 ml methanol, dan 0,4 gram NaOH. Campuran diaduk cepat selama 20 menit lalu didinginkan semalam untuk memperoleh biodiesel dan endapan gliserin. Kemudian dipisahkan biodiesel dari gliserin dan sisa bahan lain.

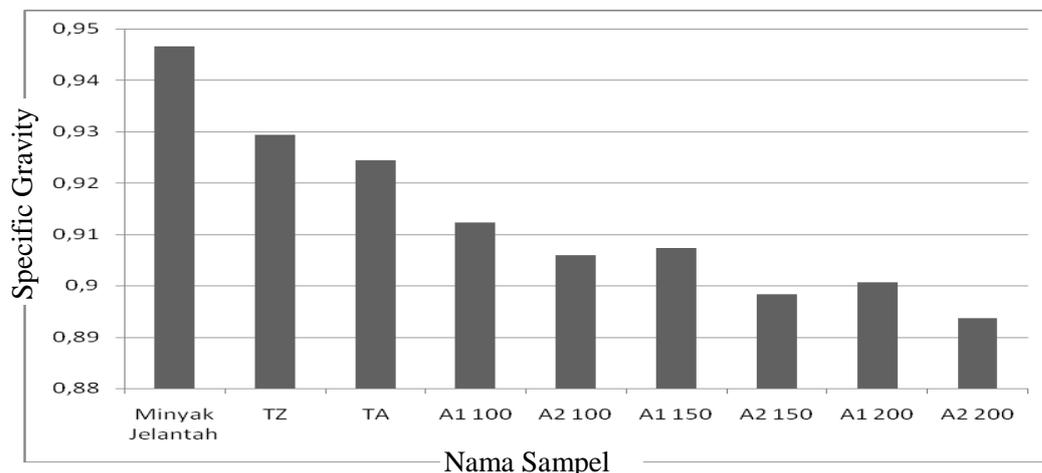
- b) Preparasi zeolit alam
Zeolit alam yang didapat dari gunung kidul berupa batuan dihaluskan kemudian diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh. Selanjutnya material ini digunakan sebagai bahan awal untuk membuat adsorben. Zeolit alam kemudian diberikan perlakuan yaitu tanpa aktivasi dan aktivasi secara fisika (pemanasan) yang dilakukan dengan memanaskan zeolit dengan variasi temperatur (100 °C, 150 °C dan 200 °C) dan waktu aktivasi (satu dan dua jam) sehingga menghasilkan tujuh sampel: TA (tanpa aktivasi), A1 100 (aktivasi selama 1 jam pada temperatur 100 °C), A2 100 (aktivasi selama 2 jam pada temperatur 100 °C), A1 150, A2 150, A1 200 dan A2 200.
- c) Proses fisisorpsi (penyerapan) biodiesel dan minyak jelantah
Disiapkan tujuh sampel minyak jelantah yang akan ditambahkan dengan tujuh sampel zeolit alam yang telah mendapatkan perlakuan. Minyak jelantah yang telah ditambahkan dengan zeolit alam kemudian diaduk selama 20 menit pada suhu 60 °C agar lebih merata dan untuk lebih mengoptimalkan kerja zeolit. Sampel didiamkan selama satu jam sebelum dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring untuk memisahkan minyak dengan adsorben.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran sifat fisik berupa kerapatan relatif, viskositas kinematik, densitas dan uji korosi terhadap lempeng tembaga dilakukan dengan mengacu pada ASTM untuk biodiesel dan hasilnya dibandingkan dengan standar sesuai dengan ASTM dan Dirjen Migas.

Uji SG (*Specific Gravity*) pada 60 °F (15 °C)

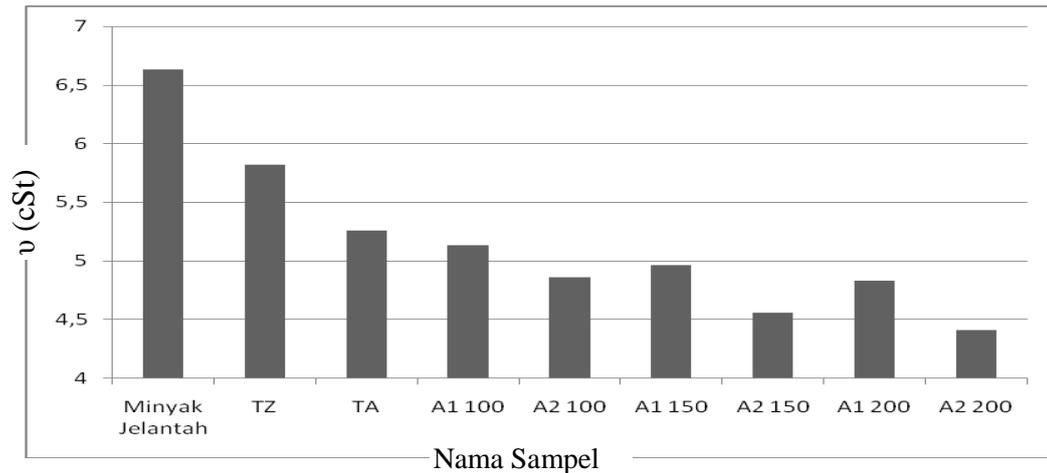
Hasil pengukuran SG biodiesel dengan variasi perlakuan zeolit pada standar suhu pengukuran uji 60 °F memperlihatkan pengaruh variasi waktu dan suhu aktivasi zeolit alam terhadap hasil uji SG terlihat dari grafik (gambar 1). Nilai SG mengalami penurunan seiring dengan besarnya suhu dan waktu aktivasi. Namun pada A1 150 nilainya naik daripada A2 100, terlihat bahwa aktivasi selama dua jam pada suhu 100 °C lebih bagus hasilnya dari aktivasi 150 °C yang hanya berlangsung satu jam. Sama halnya dengan nilai SG A1 200 yang lebih tinggi dari pada nilai SG A2 150.



Gambar 1 Grafik hasil uji SG (*Specific Gravity*) pada 60 °F (15 °C) untuk semua sampel

Uji viskositas kinematik pada 40 °C

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semua sampel biodiesel memenuhi standar uji viskositas kinematik pada 40°C. Hal ini berarti bahwa biodiesel yang dihasilkan tidak terkontaminasi minyak fraksi ringan maupun fraksi berat. Berdasarkan hasil pengujian viskositas kinematik (gambar 2) terlihat bahwa ada hubungan antara nilai viskositas kinematik terhadap perlakuan masing-masing sampel.



Gambar 2 Grafik hasil uji viskositas kinematik pada 40 °C untuk semua sampel

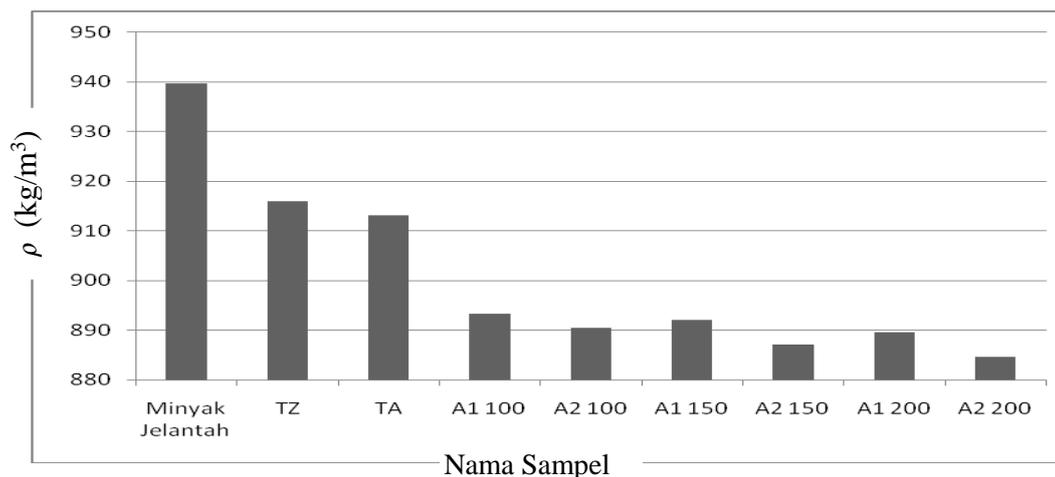
Nilai viskositas kinematik mengalami penurunan seiring dengan besarnya suhu dan waktu aktivasi. Namun pada sampel A1 150 nilainya naik dari sampel A2 100, terlihat bahwa aktivasi selama dua jam pada suhu 100 °C lebih bagus hasilnya dari aktivasi 150 °C yang hanya berlangsung satu jam. Hal tersebut juga terjadi pada A1 200 yang nilai viskositas kinematik lebih tinggi dari A2 150.

Semua sampel biodiesel memiliki nilai viskositas kinematik yang masih berada dalam rentang standar. Hal ini berarti bahwa biodiesel yang dihasilkan tidak terkontaminasi minyak fraksi ringan maupun fraksi berat.

Uji densitas pada 40 °C

Berdasarkan hasil pengujian densitas terlihat bahwa nilai densitas minyak jelantah jauh lebih besar dari biodiesel. Hasil densitas biodiesel dengan variasi perlakuan zeolit memiliki suatu hubungan seperti terlihat pada gambar 3.

Dari hasil penelitian diperoleh tiga buah sampel yang memenuhi standar yaitu sampel yang mendapat perlakuan menggunakan zeolit alam yang telah diaktivasi selama dua jam pada suhu 150 °C, selama satu jam pada suhu 200 °C dan selama dua jam pada suhu 200 °C. Sedangkan sampel biodiesel yang tidak memenuhi standar adalah sampel TZ, TA, A1 100, A2 100 dan A1 150.



Gambar 3 Grafik hasil uji densitas pada 40 °C

Uji korosi lempeng terhadap tembaga selama 3 jam pada suhu 50°C

Metode *copper strip corrotion* digunakan untuk memprediksi derajat korosivitas relatif lempeng tembaga yang diujikan pada biodiesel. Hasil pemeriksaan kemampuan korosi biodiesel kemudian

dibandingkan dengan hasil berdasar metode standar ASTM D 130. Pengujian korosi terhadap lempeng tembaga dilakukan dengan merendam lempeng tembaga pada biodiesel pada temperatur 50 °C selama tiga jam. Terlihat bahwa hasil pengujian korosi lempeng tembaga untuk semua biodiesel tersebut telah memenuhi standar ASTM (maks. No. 3) dan Dirjen Migas (maks. No.3). Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perubahan warna lempeng tembaga serta tipe korosi setelah perendaman selama 3 jam pada suhu 50°C

SAMPEL	MJ	TZ	TA	A1 100	A2 100	A1 150	A2 150	A1 200	A2 200
FOTO									
TIPE KOROSI	NO.2 TIPE D	NO.2 TIPE B	NO.2 TIPE B	NO.2 TIPE C	NO.1 TIPE B	NO.1 TIPE B	NO.1 TIPE A	NO.1 TIPE A	NO.1 TIPE A

Hasil pengujian korosi lempeng tembaga untuk semua biodiesel tersebut telah memenuhi standar ASTM (maks. No. 3) dan Dirjen Migas (maks. No.3). Perbedaan hasil korosi terhadap lempeng tembaga disebabkan oleh berbedanya jumlah zat pengotor yang masih tertinggal dalam minyak jelantah yang akan dibuat menjadi biodiesel. Sehingga hasil korosi menjadi berbanding lurus dengan jumlah pengotor yang masih tersisa namun berbanding terbalik kualitas biodiesel yang dihasilkan.

Dapat dilihat bahwa waktu dan temperatur aktivasi zeolit alam berpengaruh terhadap kualitas biodiesel mengacu pada standar ASTM dan Dirjen Migas, dimana terdapat hubungan waktu maupun temperatur yang berbanding lurus terhadap kualitas biodiesel, baik dari segi kerapatan relatif pada 60°F, viskositas kinematik dan densitas pada 40°C, serta laju korosi pada lempeng tembaga.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dapat disimpulkan dari penelitian ini yaitu:

1. Zeolit alam yang telah diaktivasi secara fisika yaitu pemanasan pada suhu 100 °C, 150 °C, dan 200 °C selama satu dan dua jam terbukti mampu meningkatkan kualitas biodiesel dari minyak jelantah dibandingkan dengan biodiesel yang tanpa menggunakan zeolit maupun biodiesel dengan menggunakan zeolit yang tanpa aktivasi.
1. Mengacu pada nilai densitas, penggunaan zeolit teraktivasi mampu menurunkan densitas biodiesel. Hasil karakterisasi sifat fisik biodiesel memperlihatkan bahwa biodiesel yang memenuhi standar untuk semua pengujian adalah A2 150, A1 200 dan A2 200. Sedangkan biodiesel lain masih belum memenuhi standar terutama pada nilai densitas.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disarankan bahwa:

2. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui batas maksimum temperatur aktivasi zeolit alam secara fisika yang masih bisa mempengaruhi kenaikan kualitas biodiesel yang dihasilkan.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk melihat perbandingan lain dari kualitas biodiesel dengan aktivasi zeolit alam secara kimia.
4. Perlu dilakukan karakterisasi yang lebih lengkap agar bisa melihat perbandingan kualitas biodiesel dari beberapa hasil uji.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. American Society for Testing Materials, 1958, *ASTM Standards on Petroleum Products and Lubricants*, pp. 458-459, Baltimore
2. Azis, I., 2005, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dan Uji Performance Biodiesel pada Mesin Diesel*, Tesis diajukan kepada Fakultas pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
3. Bambang Poerwadi, dkk. 1998. *Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia Sebagai Adsorben Limbah Cair dan Media Fluiditas dalam Kolom Fluidisasi*. Jurnal MIPA. Malang; Universitas Brawijaya
4. Budijanto, 1993, *Minyak Goreng Jelantah, Sadar Pangan dan Gizi*, vol. 3 (2)
5. Hardjono, 2000, *Teknologi Minyak Bumi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
6. Ketaren, 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta
7. Khairinal, 2000, *Biofuel*, www.indobiofuel.com (diakses tanggal 16 Maret 2011)
8. Komarudin, K.S.N., Wah, L.M., Yuan, C.Y., Hamdan, H., Mat, H., 2004, *Rice Husk Based Zeolite as Methane Adsorbent*. Universitas Teknologi Malaysia, Skuday, Johor
9. Poerwadio, Andreas Djatmiko dan Ali Masduqi. *Penurunan Kadar Besi Oleh Media Zeolit Alam Ponorogo Secara Kontinyu*. Jurnal Purifikasi, Vol.5, No.4, Oktober 2004 : 169-174. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS
10. Rakhmatullah, Dwi Karsa Agung et all, 2007, *Pembuatan adsorben dari zeolit alam dengan karakteristik adsorption properties untuk kemurnian bioetanol, laporan akhir penelitian bidang energi penghargaan pt. Rekayasa industri*, Program Studi Teknik Fisika, ITB
11. Rohan, Ajib, 2005, *Pengaruh Penambahan Al₂O₃-montmorillonit sebelum reaksi transesterifikasi jelantah minyak sawit terhadap konversi biodiesel Total*, Skripsi S1, MIPA UGM, Yogyakarta
12. Saefudin, Aep, 2005, *Sintesis Biodiesel Melalui Reaksi Esterifikasi Minyak Jelantah dengan Katalis Montmorillonit Teraktivasi Asam Sulfat yang Dilanjutkan dengan Reaksi Transesterifikasi Terkatalisis NaOH*, Skripsi S1. Jurusan Kimia, MIPA. UGM, Yogyakarta
13. Sidjabat, O., 2003, *Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Setara Solar dengan Proses Transesterifikasi*, Prosiding Seminar Nasional Daur Bahan Bakar, 27 Agustus 2003, Jakarta
14. Srihapsari, Dwita. 2006. *Penggunaan Zeolit Alam Yang Telah Diaktivasi Dengan Larutan HCl Untuk Menjerap Logam-Logam Penyebab Kesadahan Air*. Skripsi Jurusan Kimia Fmipa Universitas Negeri Semarang
15. Supandi, 2003, *Pembuatan Biodiesel Melalui Transesterifikasi Minyak Kelapa Menggunakan Metanol dengan Katalis Natrium Metoksida (NaOCH₃)*, Skripsi S1, Jurusan Kimia MIPA, UNS, Surakarta
16. Sutarti, M. dan Rahmawati, 1994, *Zeolit Tinjauan Literatur*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta