

**SINTESIS ISOAMIL ASETAT MELALUI REAKSI ESTERIFIKASI  
ISOAMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN  
MENGUNAKAN ZEOLIT SEBAGAI KATALIS: PENGARUH SUHU  
REAKSI DAN RASIO REAKTAN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik

Oleh:

**IRIYANTI DWI WULANDARI**

**D 500 130 038**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SINTESIS ISOAMIL ASETAT MELALUI REAKSI ESTERIFIKASI ISOAMIL  
ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT SEBAGAI  
KATALIS : PENGARUH SUHU REAKSI DAN RASIO REAKTAN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

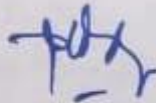
**IRIYANTI DWI WULANDARI**

**D500130038**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



**Ir. NUR HIDAYATI, M.T., Ph.D.**

**NIK. 975**

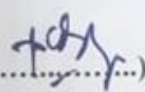

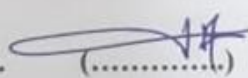
HALAMAN PENGESAHAN

SINTESIS ISOAMIL ASETAT MELALUI REAKSI ESTERIFIKASI ISOAMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT SEBAGAI KATALIS : PENGARUH SUHU REAKSI DAN RASIO REAKTAN

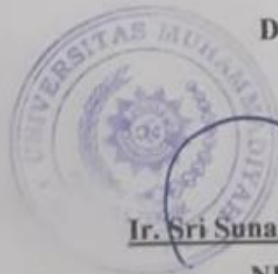
OLEH  
IRIYANTI DWI WULANDARI  
D500130038

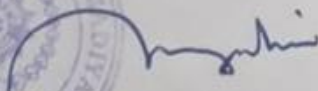
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Selasa, 7 Februari 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.   
(Ketua Dewan Penguji)
2. Kun Harismah, M.Si., Ph.D.   
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D.   
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



  
Ir. Sri Sunarvo, M.T., Ph.D.

NIK. 682

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 30 Juli 2018

Penulis



**IRIYANTI DWI WULANDARI**

**D500130038**

# SINTESIS ISOAMIL ASETAT MELALUI REAKSI ESTERIFIKASI ISOAMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT SEBAGAI KATALIS: PENGARUH SUHU REAKSI DAN RASIO REAKTAN

## Abstrak

Produksi etanol di seluruh dunia semakin meningkat mengikuti perkembangan kebutuhannya yang juga semakin meningkat. Setiap etanol yang dihasilkan, diperoleh *fusel oil* salah satunya adalah isoamil alkohol. Dengan hasil yang didapatkan, banyak cara yang dilakukan untuk mendapatkan turunan yang lebih bermanfaat. Salah satunya adalah sintesis isoamil asetat oleh reaksi esterifikasi isoamil alkohol dan asam asetat dengan menggunakan katalis zeolit. Isoamil asetat merupakan senyawa ester yang berbentuk cairan serta memiliki aroma bau yang khas seperti bau pisang. Variabel bebas yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu suhu 80, 90, 100, 110°C, dan perbandingan rasio asam asetat dan isoamil alkohol (1:1, 1:2, 2:1, 1:4, 1:6, 1:8). Variabel kontrolnya adalah jumlah katalis (10%) dan waktu refluks (2 jam). Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi yang digunakan pada saat pemanasan maka semakin tinggi pula konversi yang dihasilkan yaitu sebesar 98,48%. Semakin banyak jumlah isoamil alkohol yang digunakan maka semakin tinggi pula konversi yang dihasilkan yaitu sebesar 99,48%.

**Kata kunci:** isoamil asetat, esterifikasi, zeolit

## Abstract

*The worldwide production of ethanol is increasing as the demand increases. Ethanol produced, obtained fusel oil one of which is isoamyl alcohol. A number of attempts has been carried out to obtain more useful derivatif of isoamyl alcohol. One of them is isoamyl acetate synthesis used by esterification reaction of isoamyl alcohol and acetic acid by using zeolite catalyst. Isoamyl acetate is a liquid ester compound which has a distinctive smell like the smell of bananas. The independent variables to be used in this study are temperature (80, 90, 100, 110 ° C), and ratio ratio of acetic acid and isoamic alcohol (1: 1, 1: 2, 2: 1, 1: 4, 1: 6 , 1: 8). The control variables are number of catalyst (10%) and reflux time (2 hours). The results of this study can be concluded that the higher the reaction temperature used at the time of heating, the higher the resulting conversion is 98.48%. The more the amount of isoamyl alcohol used, the higher the conversion is 99.48%.*

**Keywords:** isoamil acetate, esterification, zeolite

## 1. PENDAHULUAN

Produksi etanol dengan menggunakan cara fermentasi semakin meningkat mengikuti perkembangan kebutuhannya yang juga semakin meningkat. Setiap

1000 liter etanol yang dihasilkan, diperoleh hampir 5 liter *fusel oil* dan salah satu kandungan yang terkandung adalah isoamil alkohol. Isoamil alkohol merupakan campuran alkohol yang terdapat dalam *fusel oil* sebanyak lebih dari 60%. Dengan hasil yang didapatkan, banyak cara yang dilakukan untuk mendapatkan turunan yang lebih bermanfaat. Salah satunya adalah sintesis isoamil asetat oleh reaksi esterifikasi isoamil alkohol dengan asam asetat. Reaksi ini biasanya dilakukan dalam fase cair, dan menggunakan asam sebagai katalis (Osorio-viana dkk., 2013).

Isoamil asetat merupakan senyawa ester yang berbentuk cairan tidak berwarna, dapat larut dalam pelarut organik tetapi hampir tidak larut dalam air, serta memiliki aroma bau yang khas seperti bau pisang (Fessenden & Fessenden, 1986). Isoamil asetat sendiri dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai contoh untuk penambahan dalam proses pembuatan makanan, kosmetik, dan dapat digunakan pada industri kimia (Osorio-viana dkk., 2013).

Reaksi esterifikasi merupakan hasil reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol. Salah satu cara pembuatan isoamil asetat yaitu dengan cara proses esterifikasi langsung dari isoamil alkohol dengan asam asetat. Reaksi ini dikenal sebagai reaksi reversibel. Biasanya dilakukan dalam fase cair dan menggunakan asam sebagai katalis. Proses tersebut banyak digunakan karena sangat sederhana dan menghasilkan air sebagai produk sampingnya. Dengan adanya katalis yang bersifat asam, baik katalis homogen maupun heterogen, maka reaksi dapat berjalan lebih cepat. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi esterifikasi diantaranya adalah suhu, waktu reaksi, jumlah molekul pereaksi alkohol, dan konsentrasi katalis (Widyawati, 2007, Duque-Bernal dkk., 2013).

Namun untuk menghasilkan isoamil asetat kebanyakan peneliti lebih memilih menggunakan proses ekstraksi. Walaupun, mereka juga mengetahui bahwasannya proses tersebut memerlukan waktu yang lama. Serta membutuhkan biaya yang tidak sedikit dengan hasil yang sangat sedikit pula (Azudin dkk., 2013).

Dalam percobaan sintesis isoamil asetat dilakukan melalui reaksi esterifikasi dengan adanya katalis. Tetapi dalam penggunaan katalis harus bisa memilih jenis katalis yang dapat digunakan untuk menentukan proses esterifikasi secara keseluruhan. Karena setiap jenis katalis memiliki sifat yang berbeda-beda. Jenis katalis homogen asam yang bersifat toksik, sehingga bisa menjadi permasalahan lingkungan. Selain itu, katalis homogen juga bersifat korosif dan waktu yang digunakan relatif lama. Dengan beberapa kekurangan yang telah disebutkan, maka penggunaan katalis homogen asam pada reaksi esterifikasi digantikan dengan katalis heterogen asam (Marchetti & Errazu, 2008). Sedangkan menurut SathyaSelvabala, dkk (2010), katalis heterogen asam mempunyai potensi yang cukup besar untuk menggantikan katalis homogen asam sehingga dengan penggunaan katalis heterogen ini reaksi dapat berjalan lebih cepat, tidak bersifat toksik serta dapat di daur ulang. Adapun jenis katalis heterogen asam yang dapat digunakan dalam proses sintesis isoamil asetat adalah zeolit alam.

Zeolit alam merupakan material yang berasal dari transformasi abu vulkanik yang biasanya terdapat di daerah pegunungan berapi. Beberapa kegunaan zeolit alam diantaranya sebagai katalis, adsorben, penukar ion, dan separator. Salah satu manfaat zeolit digunakan sebagai katalis heterogen. Hal tersebut dikarenakan zeolit memiliki struktur kerangka tiga dimensi serta mempunyai luas permukaan yang besar. Menurut Fansuri, dkk (2005), reaksi yang dikatalisis oleh material padatan banyak melibatkan pori-pori katalis sebagai tempat terjadinya reaksi. Sebagian reaksi katalisis tergantung pada luas permukaan katalis, dan sebagian tergantung pada sisi aktif katalis yang ada dalam pori-pori katalis.

Pada umumnya sebelum digunakan zeolit alam perlu dilakukan aktivasi atau modifikasi, dikarenakan zeolit alam memiliki aktivitas katalitik rendah dan stabilitas termal yang tidak terlalu tinggi. Ada dua cara aktivasi zeolit alam yaitu secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan cara pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan suhu tinggi. Hal tersebut bertujuan agar pengotor-pengotor organik dapat hilang serta dapat memperbesar

pori. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan cara pengasaman, yaitu mereaksikan zeolit dengan larutan asam seperti HCl, HF, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik (Lestari, 2010).

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1. Aktivasi Zeolit Alam**

Zeolit alam yang masih berbentuk batu-batuan granular digerus dengan mortar, kemudian diayak menggunakan ayakan untuk mendapatkan zeolit alam yang berukuran 100 mesh. Kemudian zeolit dicuci dengan aquades, selanjutnya dikeringkan di dalam oven selama 3 jam pada suhu 100°C. Zeolit yang telah kering di rendam dalam asam fosfat selama 1-4 hari. Setelah direndam, zeolit dicuci dengan aquades. Selanjutnya zeolit dipanaskan dalam *furnace* yang diatur pada suhu 400°C selama 4 jam. Zeolit yang telah di aktivasi disimpan di dalam desikator.

### **2.2. Sintesis Isoamil Asetat**

Mencampurkan isoamil alkohol (dari PT Acidatama Solo) dengan katalis zeolit yang telah diaktivasi ke dalam labu leher tiga dan dirangkai dengan alat refluks. Di tempat terpisah, asam asetat sesuai dengan perbandingan dipanaskan sampai suhu mendekati 90°C. Setelah suhu mendekati 90°C asam asetat dicampurkan ke dalam labu leher tiga. Kedua reaktan dan katalis dipanaskan sampai mencapai suhu tertentu, selama reaksi berlangsung suhu dijaga supaya konstan. Campuran larutan direfluks selama 2 jam, pada setiap waktu 10 menit 5 ml sampel diambil kemudian dititrasi dengan NaOH 1 N untuk mengetahui konversi isoamil asetat.

Mengulangi langkah yang sama dengan variabel suhu yaitu 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C, serta variabel perbandingan rasio yaitu 1:1, 2:1, 1:2, 1:4, 1:6, dan 1:8.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1. Komposisi Isoamil Alkohol**

Sebelum penelitian ini dilakukan, harus mengetahui kadar isoamil alkohol. Kadar isoamil alkohol yang terdapat dalam fusel oil dapat dilihat dari data hasil



uji pengujian (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) GC-MS. Grafik hasil pengujian GC-MS pada sampel isoamil alkohol tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel hasil uji GC-MS pada sampel isoamil alkohol

<b>Komponen</b>	<b>Presentase Kandungan</b>
i-butanol	0,58%
Isoamil alkohol	94,12%
Ethyl nonanoate	0,52%
Ethyl myristate	3,86%
Ethyl palmitate	0,82%

### **3.2. Hasil Analisis Organoleptik**

Tabel 2 berikut ini merupakan hasil organoleptik dari penelitian yang sudah dilakukan.

Tabel 2. Data analisis organoleptik

No	Aspek	Hasil dan Karakteristik
1.	Bau	Aroma khas seperti pisang
2.	Bentuk	Cair
3.	Warna	Isoamil alkohol berwarna kuning muda Isoamil asetat tidak berwarna

Data analisis pengujian organoleptik di atas diperoleh dengan pengujian visual secara langsung, di mana dapat diketahui bau khas seperti pisang, bau tersebut dihasilkan dari reaksi antara isoamil alkohol dengan asam asetat yang dipanaskan pada suhu tinggi. Sedangkan warna kuning muda diperoleh isoamil alkohol sendiri dimana warna kuning seperti minyak.

### **3.3. Analisis Hasil Esterifikasi**

Pembuatan isoamil asetat dilakukan dengan cara mencampurkan isoamil alkohol dengan katalis zeolit yang telah di aktivasi ke dalam labu leher tiga dan dirangkai dengan alat refluks. Setelah itu, asam asetat dengan suhu 90°C di campurkan ke dalam labu leher tiga. Kedua reaktan dan katalis dipanaskan sampai mencapai suhu tertentu, selama reaksi berlangsung suhu dijaga supaya konstan. Campuran larutan di refluks selama 2 jam, pada setiap waktu 10 menit 5 ml sampel diambil kemudian di titrasi dengan NaOH 1 N untuk mengetahui konversi isoamil asetat.

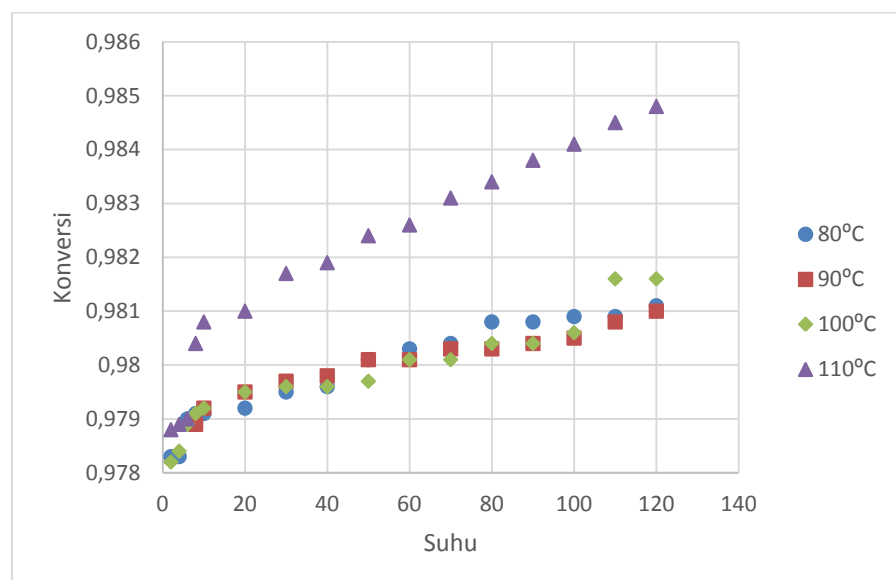
Mengulangi langkah yang sama dengan variabel suhu yaitu 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C, serta variabel perbandingan rasio yaitu 1:1, 2:1, 1:2, 1:4, 1:6, dan 1:8.

Teo, dkk (2004), menyebutkan bahwa untuk menentukan konversi dapat ditentukan dari peningkatan suhu yang digunakan serta banyaknya isoamil alkohol yang digunakan pada saat terjadinya reaksi.

Persen konversi diperoleh dengan menghitung mol asam asetat yang bereaksi dibagi dengan mol asam asetat awal. Hal yang dapat mempengaruhi hasil konversi diantaranya suhu pemanasan yang digunakan, jumlah penambahan katalis, dan perbandingan mol reaktan. Tetapi konstan atau tidaknya suhu pada saat pemanasan juga dapat mempengaruhi konversi yang didapatkan menjadi tidak maksimal.

### 3.4. Pengaruh Suhu Terhadap Konversi Reaksi

Gambar 1 menunjukkan pengaruh suhu terhadap konversi reaksi yang dihasilkan. Di mana didapatkan suhu optimal berada pada suhu 110°C. Pada suhu tersebut menunjukkan kenaikan nilai konversi yang stabil yaitu sebesar 98,48%.



Gambar 1. Hubungan antara suhu dengan konversi

Dari gambar dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai konversi yang dihasilkan. Akan tetapi

di setiap variasi suhu pada percobaan mengakibatkan konversi yang dihasilkan mengalami kenaikan yang tidak begitu konstan. Hal tersebut dikarenakan suhu pemanasan tidak terjaga dengan baik sehingga saat pengambilan sampel terkadang suhu tidak sesuai dengan yang sudah ditentukan.

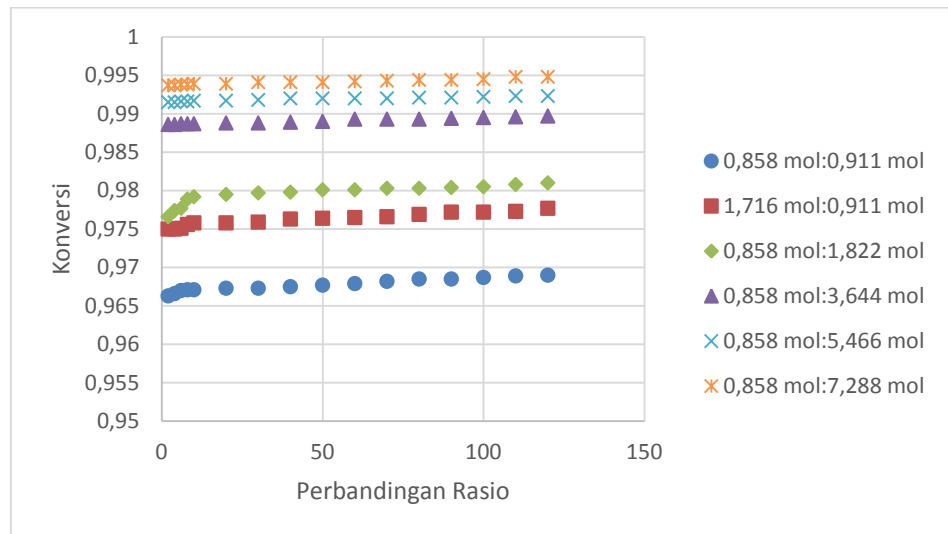
Menurut Teo, dkk (2004), pengaruh suhu terhadap reaksi esterifikasi dengan menggunakan katalis heterogen ini sangat penting. Suhu yang lebih tinggi akan menghasilkan konversi yang lebih tinggi pula, merupakan hal yang sama dengan hasil dari penelitian ini.

Teo, dkk (2004), juga menyebutkan bahwa perbandingan mol reaktan, jumlah katalis, dan waktu yang sama tidak berpengaruh dengan hasil konversi yang diperoleh. Pada hal ini hanya suhu pemanasan yang lebih tinggi yang berpengaruh pada konversi reaksi yang dihasilkan.

### **3.5. Pengaruh Perbandingan Rasio Terhadap Konversi Reaksi**

Pada percobaan variasi perbandingan rasio terhadap konversi reaksi ini digunakan katalis sebanyak 5,25 gram pada suhu 90<sup>0</sup>C selama 2 jam dengan perbandingan rasio yang berbeda-beda.

- a) Perbandingan rasio sebesar 0,858 mol:0,911 mol menghasilkan konversi sebanyak 96,90%
- b) Perbandingan rasio sebesar 1,716 mol:0,911 mol menghasilkan konversi sebanyak 97,77%
- c) Perbandingan rasio sebesar 0,858 mol:1,822 mol menghasilkan konversi sebanyak 98,10%
- d) Perbandingan rasio sebesar 0,858 mol:3,644 mol menghasilkan konversi sebanyak 98,97%
- e) Perbandingan rasio sebesar 0,858 mol:5,466 mol menghasilkan konversi sebanyak 99,23%
- f) Perbandingan rasio sebesar 0,858 mol:7,288 mol menghasilkan konversi sebanyak 99,48%



Gambar 2. Hubungan antara perbandingan rasio dengan konversi

Hal yang dapat mempengaruhi nilai konversi yang dihasilkan yaitu perbandingan jumlah mol awal bahan baku antara isoamil alkohol dan asam asetat. Terlihat dari gambar diatas bahwa semakin banyak isoamil alkohol yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai konversi yang dihasilkan. Kenaikan konversi yang terdapat di gambar 2 sudah mulai konstan hal ini dikarenakan suhu pemanasan dapat terjaga dengan baik sehingga nilai konversi yang dihasilkan juga mengalami kenaikan teratur.

Di dalam Teo, dkk (2004), disebutkan juga bahwa konversi kesetimbangan akan semakin meningkat apabila perbandingan antara isoamil alkohol dan asam asetat semakin tinggi. Penelitian yang sudah ada dengan perbandingan mol isoamil alkohol dan asam asetat sebesar 2:1, 5:1, dan 10:1 katalis sebanyak 5% pada suhu 73<sup>0</sup>C, menghasilkan konversi tertinggi pada rasio mol 10:1 sebanyak 95%.

#### 4. PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu reaksi yang digunakan pada saat pemanasan maka semakin tinggi pula konversi yang dihasilkan yaitu sebesar 98,48%. Serta semakin banyak jumlah isoamil alkohol yang digunakan maka semakin tinggi pula konversi yang dihasilkan yaitu sebesar 99,48%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azudin, N.Y., Mashitah, M.D., Syamsul, R.A.S., 2013. Production and Kinetics of Isoamyl Acetate from Acetic Anhydride using *Candida Antarctica* Lipase B in a Solvent-Free System. *Chemical Engineering Transactions*, 32, 1057-1062.
- Duque-Bernal, M., Quintero-Arias, J.D., Osorio-Viana, W., 2013. Kinetic Study on the Homogeneous Esterification of Acetic Acid with Isoamyl Alcohol. *International Journal of Chemical Kinetics*. 45 (1) : 10-11.
- Fansuri, H., Prasetyoko, D. & Muasyaroh, D., 2005. Effect of initial hydrothermal temperatures to zeolite products in the synthesis of zeolites from coal fly ash. Thesis. Institut Teknologi Surabaya.
- Fessenden, R. J dan Fessenden, J. S , 1986. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Jilid 2. Erlangga.
- Lestari, D.Y., 2010. Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010*, Yogyakarta.
- Marchetti, J.M. & Errazu, A.F., 2008. Comparison of different heterogeneous catalysts and different alcohols for the esterification reaction of oleic acid. *Journal of Fuel*. 87 (15-16) : 3477–3480.
- Osorio-viana, W., Duque-Bernal, M., Fontalvo, J., 2013. Kinetic study on the catalytic esterification of acetic acid with isoamyl alcohol over Amberlite IR-120. *Journal of Chemical Engineering Science*. 101 : 755–763.
- SathyaSelvabala, V., Varathachary, K.T., Selvaraj, K.D., 2010. Removal of free fatty acid in *Azadirachta indica* (Neem) seed oil using phosphoric acid modified mordenite for biodiesel production. *Bioresource Technology Journal*, 101 (15) : 5897–5902.
- Teo, H.T.R., Saha, B., 2004. Heterogeneous Catalysed Esterification of Acetic Acid with Isoamyl Alcohol: Kinetic Studies. *Journal of Catalysis* 228, 174–182.
- Widyawati, Y. 2007. Disain Proses Dua Tahap Esterifikasi-Transesterifikasi (Estrans) pada Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*, L). Thesis. Institut Pertanian Bogor.