

# PENGARUH KOMPOSISI KATALIS H-ZEOLIT DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KARAKTERISTIK ISOPROPIL OLEAT

**Amalia Ardiana<sup>1</sup>, Nirwana<sup>2</sup>, Irdoni HS<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
Email : amalia.ardiana@yahoo.com

## ABSTRACT

*Crude palm oil uses to term downstream industries in indonesia still at low, because of that we need to develop in downstream products. In addition, one of them which developed is fatty acid alkyl ester. Downstream products that included in fatty acid alkyl ester is plastisizer. Plastisizer is additive substance that added into polymer to increase flexibility and workability with esterification process. esterification is process between carboxylic acid and alcohol to form ester and water as byproduct. In this research, plastisizer synthesized by esterification of oleic acid and isopropanol with activated natural zeolit as catalyst. This process was doing with variation of stirrer speed (175, 200 and 225 rpm) and composition of catalyst (12.5, 15 and 17.5%) also as fixed variable is temperature of reaction at 75 - 80°C, the reaction time of 6 hours and molar ratio of 1:9 oleic acid based. From esterification analysis result we can look that stirrer speed and composition of catalyst influenced rate of reaction to reach the equilibrium. The best operating condition in this reasearch has got at 17.5% composition of catalyst and 200 rpm of stirrer speed that produce 59.27% conversion. Product that has been produced is methyl ethyl ester, oleic acid, Methyl Ester, Dihidroxypropyl Ester and Isopropyl Ester. Characterizion of plastisizer that has produced from this research is viscosity at (20<sup>0</sup> C ) is 4,360 – 5,882 mPa.s and specific gravity (20<sup>0</sup> C) is 0,785 – 0,844.*

**Keywords:** Esterification, H-Zeolit , Isopropanol, Oleic Acid, Plasticizer

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia khususnya provinsi Riau mengalami peningkatan cukup pesat. Pemanfaatan minyak sawit untuk produk hilir dapat diolah dengan proses esterifikasi. Reaksi esterifikasi minyak sawit menggunakan katalis

asam telah banyak dilakukan untuk memperoleh *fatty acid alkyl ester* [Handayani, dkk., 2006].

Produk hilir yang termasuk jenis *fatty acid alkyl ester* terdiri dari dua kategori yaitu produk pangan dan non-pangan. Produk pangan dapat berupa

bahan pengemulsi dan margarin, sedangkan produk non-pangan (turunan) dapat berupa surfaktan, biodiesel dan plastisizer [Hidayat, 2010].

Jenis plastisizer yang berpotensi untuk dikembangkan dari turunan minyak sawit seperti isopropil oleat (IPO) dan isobutil oleat (IBO) [Triwulandari & Haryono, 2007].

Penelitian yang telah dilakukan oleh Susanto, Nasikin & Sukirno [2008] untuk sintesa oktanol oleat dengan kecepatan pengadukan 480 rpm menggunakan katalis H-Zeolit 2 % selama 7 jam memperoleh konversi reaksi sebesar 39,06 % dan Nugroho [2012] melakukan sintesa isobutil oleat dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dengan katalis H-Zeolit sebesar 15 % selama 5 jam, menghasilkan konversi reaksi sebesar 56,44 %.

Reaksi esterifikasi untuk menghasilkan plastisizer membutuhkan katalis untuk

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah asam oleat, isopropanol, zeolit alam, aquades, indikator pp, asam oksalat 0,1 N, kalium hidroksida 0,1 N dan ammonium klorida 1 N.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah

- Alat Pereaksian terdiri dari Labu leher empat, stirrer dan rotor, water bath, Kondensor Liebig, Termometer 100°C.

mempercepat proses pembentukan produk. Selama ini untuk menghasilkan plastisizer komersil digunakan katalis homogen seperti asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan asam nitrat ( $HNO_3$ ) Salah satu alternatif katalis yang dapat digunakan secara esterifikasi adalah katalis heterogen

Reaksi esterifikasi adalah suatu reaksi antara asam karboksilat dan alkohol membentuk ester. Esterifikasi dikatalisis dengan asam dan bersifat dapat bolak-balik [Fessenden & Fessenden, 1982].

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan proses esterifikasi yaitu Waktu Reaksi, Pengadukan, Katalisator dan Suhu Reaksi [Mc Ketta, 1988].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh katalis H-zeolit dan kecepatan pengadukan terhadap isopropil oleat. dan menentukan karakteristik isopropil oleat yang dihasilkan.

- Alat Gelas terdiri dari Labu ukur, erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, corong pisah, pompa vakum, corong buchner dan erlenmeyer buchner, pipet tetes, batang pengaduk.
- Alat Analisa terdiri dari pH meter, piknometer (Iwaki Pyrex 10 ml), *viscometer oswald*, oven dan furnace.

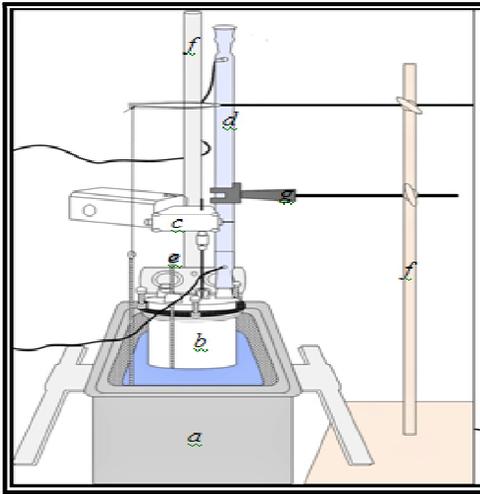
Dengan variabel tetap:

- Suhu reaksi 75-80°C untuk reaksi pembuatan plastisizer
- Waktu reaksi : 6 jam
- Rasio molar asam oleat dan isopropil alkohol yang digunakan : 1: 9

dan variabel bebas:

- a. Komposisi katalis H-Zeolit :12,5% ;15% ; 17,5% dari massa as.oleat
- b. Kecepatan pengadukan :175rpm ; 200rpm ; 225rpm

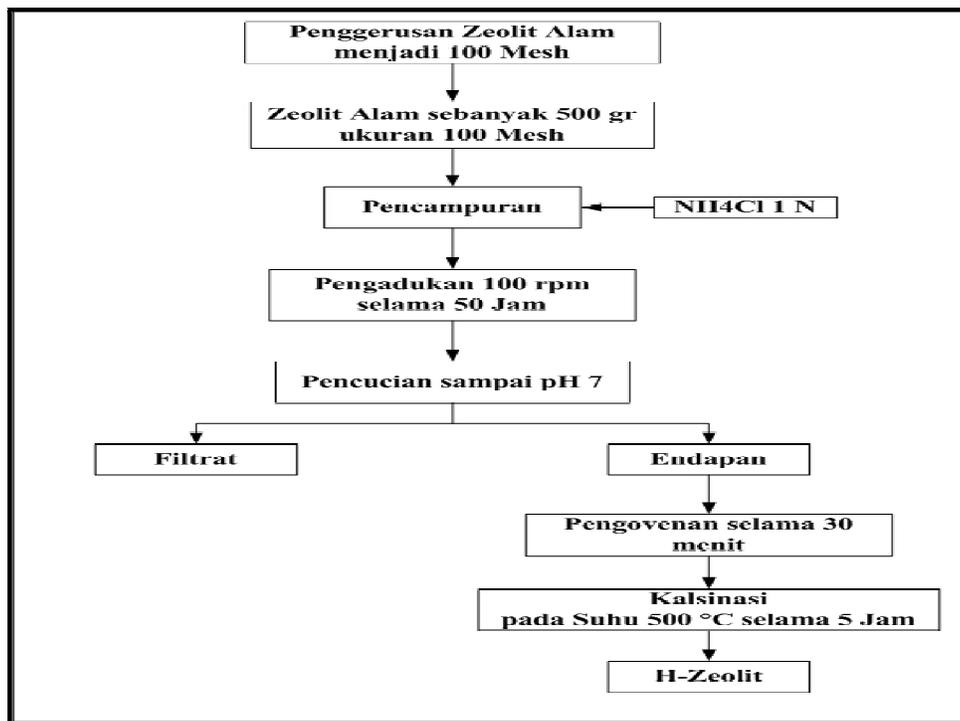
### Rangkaian Alat



- a. Water bath
- b. Reaktor leher empat
- c. Stirrer dan Rotor
- d. Kondensor
- e. Termometer
- f. Statif
- g. Klem

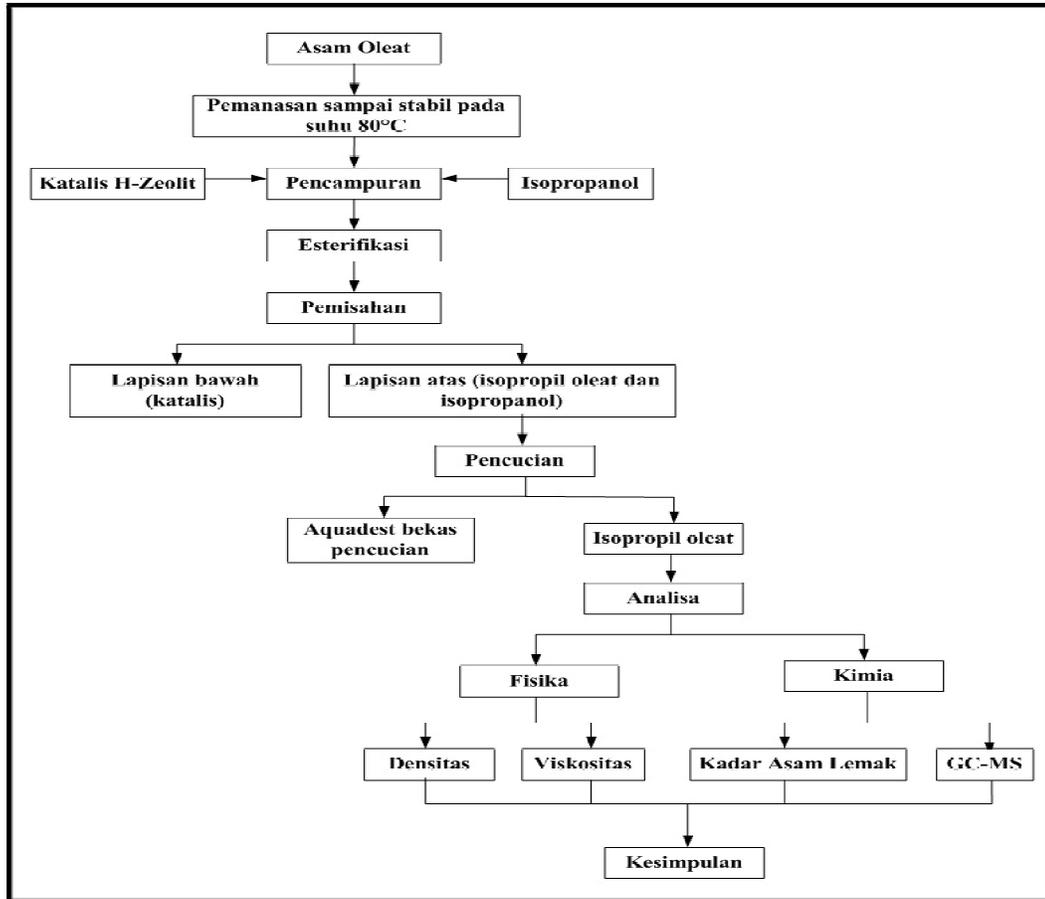
### Tahap Pelaksanaan Penelitian :

- a. Pembuatan H-Zeolit



Gambar 2.2 Tahapan pembuatan katalis H-Zeolit

## b. Pembuatan Sintesa Isopropil Oleat



Gambar 2.3 Tahapan pembuatan isopropil oleat

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN Karakteristik Zeolit Alam yang Diaktivasi

Pada penelitian ini digunakan katalis H-zeolit yang berasal dari zeolit alam yang diaktivasi. Zeolit alam dihaluskan sampai berukuran 100-150 mesh, dilakukan perendaman dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , pencucian disertai penyaringan dan dikalsinasi. Katalis yang sudah dikalsinasi kemudian dilakukan analisa dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan

dibandingkan dengan data zeolit standar yaitu JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standards*).

Zeolit alam memiliki kandungan mineral utama berupa klinoptilolit dan mordenit. Data nilai 2 $\theta$  dari puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit dapat dilihat pada Tabel 3.1 sedangkan karakteristik pori zeolit dapat dilihat pada gambar 3.1

Berdasarkan gambar 3.1 dapat dilihat bahwa pori dari zeolit sebelum

dan sesudah diaktivasi memiliki struktur pori yang berbeda. Karakterisasi struktur pori zeolit ini menggunakan analisa *Spectrofotometer Electron Machine* (SEM), dapat dikatakan bahwa modifikasi dan kalsinasi dapat meningkatkan luas permukaan dari pori zeolit tersebut. Menurut Lestari [2010], Peningkatan ini lebih disebabkan karena terjadinya pembukaan pori zeolit alam yang semula tertutupi oleh pengotor seperti Ca dan Fe melalui pertukaran ion dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Selain itu, pertukaran ion juga dapat meningkatkan keasaman, luas permukaan pori, volume total pori dan kestabilan zeolit.

#### **Pengaruh Komposisi Katalis terhadap Konversi Reaksi pada Sintesa Isopropil Oleat**

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh komposisi katalis terhadap konversi reaksi yang dapat dilihat pada Gambar 3.2

Dari gambar 3.2 menunjukkan bahwa dengan adanya variasi komposisi katalis maka nilai konversi yang didapat berbeda. Konversi tertinggi berada komposisi katalis 17,5% dengan kecepatan pengadukan 200 rpm didapat konversi sebesar 59,27%.

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan katalis dapat mempercepat reaksi sehingga dapat memperbesar konversi reaksi. Kondisi tersebut sesuai dengan teori persamaan Arrhenius yaitu  $k = Ae^{(-E_a/RT)}$  dimana penggunaan katalis dapat menurunkan energi aktivasi ( $E_a$ ) sehingga laju kesetimbangan reaksi ( $k$ ) akan lebih cepat tercapai.

#### **Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Konversi Reaksi pada Sintesa Isopropil Oleat**

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konversi reaksi. Pengaruh tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3

Berdasarkan gambar 3.3 terlihat bahwa dengan adanya variasi kecepatan pengadukan maka nilai konversi yang diperoleh berbeda-beda. Konversi tertinggi yaitu pada kecepatan pengadukan 200 rpm dengan komposisi katalis 17,5% didapat konversi sebesar 59,27%. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap proses pembentukan produk, karena dengan adanya pengadukan, frekuensi tumbukan antar reaktan dan katalis semakin meningkat, kecepatan reaksi naik yang sesuai dengan teori Arrhenius. Semakin tinggi harga konstanta kecepatan reaksi maka semakin besar nilai konversi reaksi.

#### **Analisa GC-MS Produk**

Analisa dengan GC-MS dilakukan untuk mengetahui komponen yang terkandung didalam produk. Hasil analisa menggunakan GC-MS untuk sampel komposisi katalis 15% dengan kecepatan pengadukan 175 rpm dapat dilihat pada tabel 3.3

#### **Karakterisasi Produk Sintesa Isopropil Oleat**

Karakteristik produk yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan karakteristik plastisizer komersil dengan jenis asam oleat. Berikut adalah karakteristik isopropil oleat yang dihasilkan dari penelitian ini.

Dari Tabel 3.4 dapat dilihat bahwa untuk 9 sampel yang di uji viskositas dan *specific gravity* memiliki nilai yang berbeda dengan plastisizer komersil jenis asam oleat. Hal ini disebabkan bahwa penggunaan alkohol dalam pembuatan plastisizer jenis oleat berbeda-beda, untuk yang sudah komersil menggunakan alkohol jenis *butyl, butoxyethyl dan furfuryl* [Wypych, 2004] dengan rantai karbon yang lebih panjang dibandingkan dengan isopropanol, sehingga

karakteristik yang dihasilkan berbeda dengan isopropil oleat. Dapat dikatakan bahwa semakin panjang rantai karbon, maka nilai massa jenis akan semakin besar dan *specific gravity* akan semakin besar juga, hal ini juga berlaku pada viskositas. Dimana semakin panjang rantai karbon maka produk akan semakin kental sehingga nilai viskositas akan semakin besar.

**Tabel 3.1** Puncak-Puncak Mineral Utama Zeolit

Komponen	2θ	Sumber:
Mordenit	9,84	JCPDS No. 6-239
	13,43	
	19,60	
	25,61	
	27,65	
Klinoptilolit	22,31	Marita, 2010
	26,60	
	29,96	

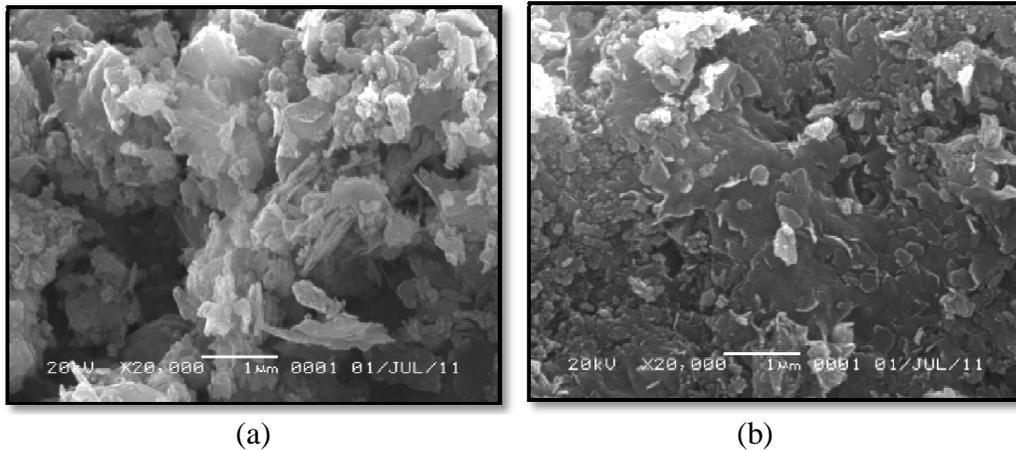
Sumber :Melyna, 2013

**Tabel 3.2** Identifikasi Jenis Mineral Pada Difraktogram Sinar X

Komponen	2θ Standar (JCPDS 6-239)	2θ Zeolit Alam	Intensitas Zeolit Alam	2θ H-Zeolit	Intensitas H-Zeolit
<i>Mordenit</i>	9,84	10,1593	114	9,9033	114
	13,43	13,7933	66	13,6066	69
	19,60	20,2125	100	20,0400	102
	25,61	26,0760	93	26,0000	106
	27,65	28,0300	126	27,8782	162
Komponen	2θ Standar (Marita 2010)	2θ Zeolit Alam	Intensitas Zeolit Alam	2θ H-Zeolit	Intensitas H-Zeolit

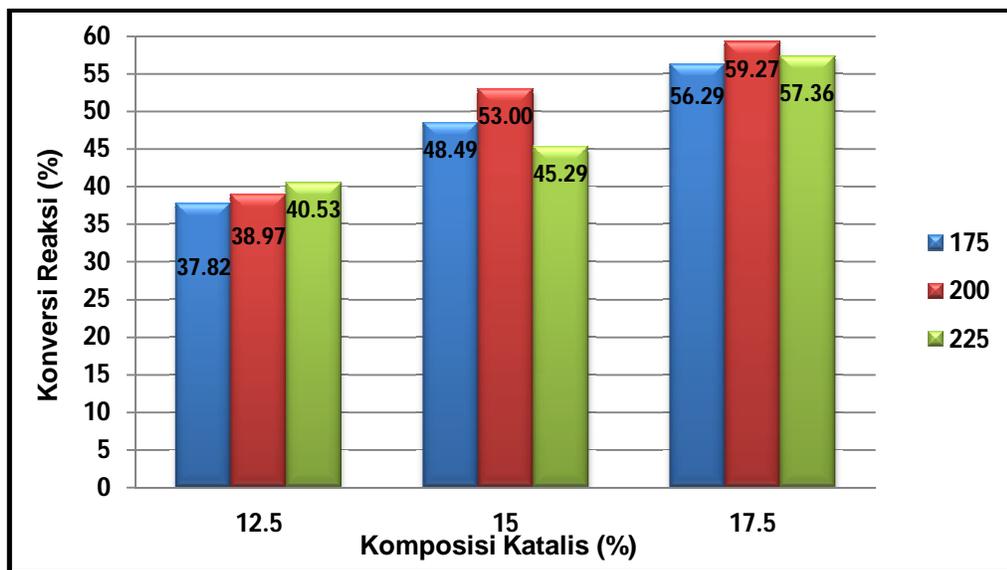
	22,31	22,4600	232	22,2800	229
Klinoptilolit	26,60	27,2200	64	27,8782	162
	29,96	30,3391	58	30,5800	44

Sumber :Melyna, 2013

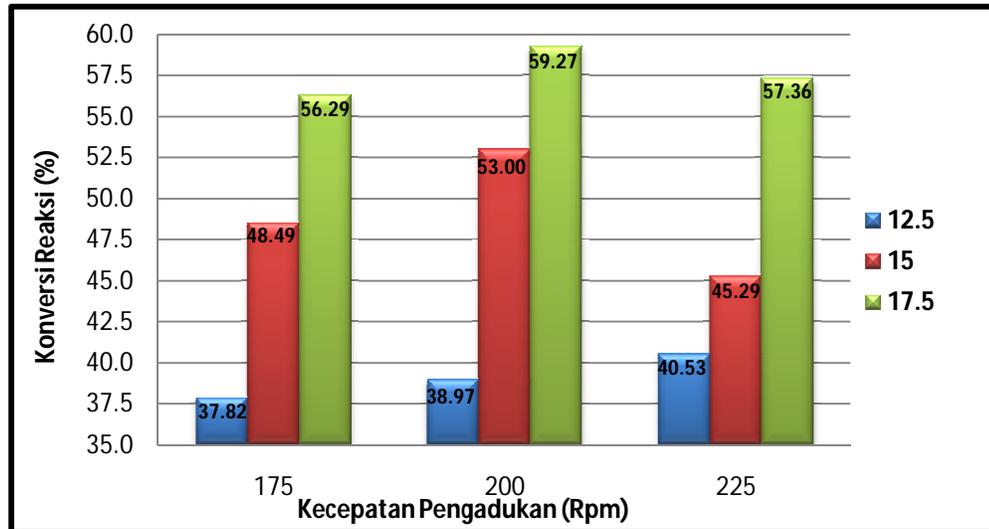


**Gambar 3.1** Pencitraan SEM dari zeolit alam yang sebelum diaktivasi(a) dan zeolit (H-Zeolit) yang sudah diaktivasi (b)

Sumber :Jerry, 2012



**Gambar 3.2** Pengaruh Komposisi Katalis terhadap Konversi Reaksi pada Sintesa Isopropil Oleat



**Gambar 3.3** Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Konversi Reaksi pada Sintesa Isopropil Oleat

**Tabel 3.3** Hasil Analisa GC-MS Senyawa Ester dari Asam Oleat dengan Isopropanol dengan komposisi katalis 15% dan kecepatan pengadukan 175 rpm

Puncak	Waktu retensi (menitt)	%Area	Senyawa
1	21,854	5	Hexadecanoic acid, 1 metylethyl ester
2	23,050	8,89	Oleic Acid (9-Octadecenoic acid)
3	23,458	11,02	9,12-Octadecadienoic, methyl ester
4	23,548	71,88	9-Octadecenoic acid, 2,3 dihydroxypropyl ester
5	23,779	3,21	Octadecanoic acid, isopropyl ester

Sumber : Hasil Uji Lab.Kimia organik FMIPA-UGM, 2013

**Tabel 3.4** Karakteristik Produk dengan Plastisizer Komersil

Kecepatan Pengadukan (rpm)	Karakteristik Plastisizer Komersil	Komposisi Katalis (%)	Specific Gravity (20°C)	Viskositas (20°C) (mPa.s)	Konversi
		-	0,862-0,928	8,2 – 9,4	-
175		12,5	0,819	5,082	37,82
		15	0,817	4,713	48,49
		17,5	0,785	4,360	56,29
200		12,5	0,844	5,361	38,97

	15	0,830	4,786	53,00
	17,5	0,816	4,556	59,27
	12,5	0,821	5,882	40,53
225	15	0,819	5,793	45,29
	17,5	0,787	5,435	57,36

Sumber :Hasil Uji Lab.Kimia organik FT-UR, 2013

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan simpulan yaitu :

- Sintesa isopropanol dengan asam oleat dapat menghasilkan isopropil oleat yang dapat menjadi produk *fatty acid alkyl ester* berupa plastisizer dengan cara esterifikasi menggunakan katalis asam heterogen.
- Pada penelitian ini, konversi tertinggi terdapat pada kondisi dengan komposisi katalis 17.5% dan kecepatan pengadukan 200 rpm yaitu sebesar 59,27 %.
- Karakteristik plastisizer isopropil oleat yang dihasilkan yaitu nilai Viskositas (20<sup>0</sup> C) adalah 4,360 – 5,882 mPa.s dan *Specific Gravity* (20<sup>0</sup> C) 0,785 – 0,844.

##### Saran

Untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pembuatan plastisizer sebaiknya melakukan proses pemisahan antara produk dengan hasil samping yang lebih lanjut seperti menggunakan proses distilasi atau membran agar diperoleh produk yang lebih murni.

##### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Ibu Dra.Nirwana,MT selaku pembimbing 1 dan Bapak Drs.Irdoni,

MS selaku pembimbing 2, orang tua, dan keluarga, rekan-rekan penelitian serta teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2009 yang telah memberikan *support* dan bantuan dalam penelitian ini.

##### DAFTAR PUSTAKA

- Fessenden, R.J, dan Fessenden, J.S, 1982. *Kimia Organik.*, jilid kedua. Penerbit Erlanga. Jakarta.
- Gunawan. 2012. *Pengaruh Waktu Reaksi dan Perbandingan Molar Pada Proses Pembuatan Isobutil Oleat Dengan Katalis Zeolit Alam.* Skripsi. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Handayani, A.S., Marsudi, S., Nasikin, M., Sudibandriyo, M., 2006. *Reaksi Esterifikasi Asam Oleat dan Gliserol Menggunakan Katalis Asam.* Jurnal Sains Materi Indonesia. Edisi Oktober, pp 102-105.
- Hidayat, M.S., 2010. *Pengembangan Klaster Industri Hilir Kelapa Sawit.* Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia, Nomor : 13/M-IND/PER/1/2010 : Jakarta.
- Jerry. 2012. *Pengaruh Waktu Reaksi dan Komposisi Katalis Zeolit Alam Pada Pembuatan Plastisizer Isobutil Stearat.*

- Skripsi. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Nugroho, J. 2012. *Pengaruh Komposisi Katalis Zeolit Alam dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Pembuatan Isobutil Oleat Dengan Isobutanol*. Skripsi. Pekanbaru : Universitas Riau.
- Mc Ketta, J.J., 1988. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol 1. Marcell Dekker, New York.
- Melyna, E. 2013. *Perengkahan Sampah Plastik (HDPE, PP, PS) Menjadi Precursor Bahan Bakar Dengan Variasi Perbandingan Bahan Baku/Katalis H-Zeolit*. Skripsi Sarjana, Fakultas Tkenik, Universitas, Riau.
- Lestari, D.Y. 2010. *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Dari Berbagai Negara*. Yogyakarta. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia.
- Susanto, B, Nasikin M, Sukirno. 2008. *Sintesis Pelumas Dasar Bio Melalui Esterifikasi Asam Oleat Menggunakan Katalis Asam Heteropoli/Zeolit*. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Wypych, G, 2004. *Handbook of Plasticizer*. US : Chemtech Publishing, Inc.