



JLabMed

Journal Homepage: <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JLabMed>

e-ISSN: 2549-9939

## Sintesis Senyawa Etil Laurat menggunakan Variasi Volume Katalis Asam Sulfat Pekat

Jessica Margareta Jaya<sup>1\*</sup>, Aida Yulistia Manu Hunga<sup>1</sup>, Siti Sholihatun Nikmah<sup>1</sup>, Maria Mita Susanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi D3 Farmasi, Politeknik Katolik Mangunwijaya

<sup>2</sup>Dosen Program Studi D3 Farmasi, Politeknik Katolik Mangunwijaya

<i>Info artikel</i>	<i>Abstrak</i>
Diterima 18 Juni 2019 Direvisi 10 Juli 2019 Disetujui 12 Juli 2019 Tersedia Online 12 Juli 2019	Reaksi esterifikasi membutuhkan katalis untuk mempercepat reaksi dan mempengaruhi jumlah ester yang terbentuk sehingga perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume katalis H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p) terhadap sintesis senyawa etil laurat. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental untuk mengetahui adanya pengaruh variasi volume katalis H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p) terhadap hasil sintesis etil laurat. Variabel yang diamati yaitu variasi volume katalis H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p) (0,5 mL, 0,75 mL dan 1 mL) terhadap nilai derajat esterifikasi yang direaksikan selama 5 jam dengan perbandingan variasi rasio molar asam laurat dan etanol yang digunakan yaitu 1:7. Analisa data statistik yang diperoleh diuji dengan menggunakan uji Oneway Anova. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh variasi volume katalis H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p) terhadap hasil sintesis etil laurat. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil sintesis terbaik diperoleh pada volume katalis H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (p) 0,5 ml yaitu sebesar 94,20%. Analisis data statistika diperoleh nilai signifikansi 0,000 (p < 0,05) yang berarti terdapat pengaruh variasi volume katalis terhadap hasil sintesis etil laurat.
<b>Keywords:</b> <i>Volume Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Etil Laurat, Derajat Esterifikasi</i>	

**\*Corresponding Author:**

Jessica Margareta Jaya

Program Studi D3 Farmasi, Politeknik Katolik Mangunwijaya

Semarang, Semarang Indonesia 50134

E-mail: jessicamargareta02@gmail.com

## Pendahuluan

Pemanfaatan ester asam lemak dari minyak nabati dan lemak hewani telah banyak digunakan dalam berbagai industri kimia, seperti industri kosmetika, industri tekstil, pembuatan zat adiktif makanan, bahan zat antara industri farmasi, untuk pembuatan lemak alkohol, amida poliester, dan sebagai substitusi bahan bakar diesel (Aritonang dan Surbakti, 2004). Ester asam lemak juga digunakan sebagai *flavor*, sabun, obat-obatan, bioenergi, pelarut, pembungkus, plastik, pelapis, resin, kosmetik, dan pelumas (Ozgulsun dkk, 2000). Salah satu jenis ester asam lemak adalah etil ester yang merupakan asam lemak berantai pendek yang berperan sebagai pemberi aroma (*flavor*) yang mempunyai aroma buah (Yamauchi dkk, 1996).

Etil ester dapat disintesis melalui reaksi esterifikasi. Esterifikasi merupakan reaksi pembentukan ester dengan reaksi langsung antara suatu asam karboksilat dengan suatu alkohol (Fessenden dan Fessenden, 1982). Reaksi esterifikasi dipengaruhi beberapa variabel, salah satunya yaitu katalis (Hakim dan Irawan, 2010). Katalis adalah zat yang menyebabkan laju reaksi kimia menjadi lebih cepat pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan kimiawi diakhir reaksi (Purnami dkk, 2015). Reaksi esterifikasi membutuhkan suatu katalis untuk mempercepat reaksi, tanpa katalis reaksi berjalan sangat lambat karena kecepatannya tergantung pada autoprotonasi dari asam karboksilat (Kadu dkk, 2011).

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi reversibel yang sangat lambat, tetapi bila menggunakan katalis asam mineral seperti asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) atau asam klorida (HCl) kesetimbangan akan tercapai dalam waktu yang cepat (Morrison dan Boyd, 2002). Katalis  $H_2SO_4$  lebih dipilih

dibanding HCl karena katalis  $H_2SO_4$  memiliki konsentrasi ion  $H^+$  lebih besar dibanding HCl. Semakin banyak konsentrasi ion  $H^+$  yang ditambahkan maka akan semakin banyak senyawa intermediate yang terbentuk. Senyawa intermediate atau radikal bebas merupakan senyawa yang sangat reaktif sehingga reaksi dapat berjalan semakin cepat (Utomo dan Laksono, 2007).

Katalis  $H_2SO_4$  bersifat menarik molekul air yang dihasilkan pada proses esterifikasi. Konsentrasi katalis  $H_2SO_4$  pada rentang 0,1% - 1% berat campuran pereaksi (Hoydonckx dkk, 2004). Penambahan katalis yaitu  $H_2SO_4(p)$  selain sebagai katalis juga berfungsi sebagai penarik air. Peran katalis sebagai penarik air disebabkan karena reaksi esterifikasi adalah reaksi kesetimbangan yang dapat menghasilkan air (Firdaus, dkk, 2013). Adanya air yang bercampur dengan  $H_2SO_4(p)$  meningkatkan titik didih sehingga suhu reaksi akan tinggi (Hambali dkk, 2008).

Menurut Nursyafinah, dkk (2016) tentang sintesis etil laurat dari asam laurat menggunakan katalis  $H_2SO_4(p)$  pada rasio molar asam laurat dengan etanol 1:7, volume katalis  $H_2SO_4(p)$  1 mL dengan waktu pengocokan 5 jam diperoleh hasil sebesar 87,61%. Penelitian tersebut menunjukkan masih terdapat 12,39% asam laurat yang belum teresterkan. Hal ini menunjukkan semakin kecil jumlah katalis hasil derajat esterifikasi semakin baik karena penambahan katalis yang berlebih akan menyebabkan reaksi berjalan lambat akibat dari berkurangnya jumlah etanol yang bereaksi dengan asam lemak sehingga menyebabkan penurunan hasil dari etil laurat. Berdasarkan latar belakang tersebut diperlukan penelitian tentang pengaruh variasi volume katalis  $H_2SO_4(p)$  terhadap hasil derajat esterifikasi etil laurat.

### **Bahan dan Metode**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah asam laurat p.a, etanol p.a, indikator phenolftalein (PP), natrium hidroksida p.a, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) p.a, aquadest p.a, heksana p.a, dietil eter p.a, asam formiat p.a, iodium.

Peralatan yang digunakan antara lain mesin kocok agitasi, erlenmeyer, buret, beakerglass, gelas ukur, klem dan statif, corong pisah, corong kaca, pipet tetes, lempeng KLT, chamber, kaca arloji.

### **Proses Esterifikasi**

Penentuan pengaruh volume katalis sesuai dengan prosedur Rauf (2010) dilakukan dengan cara asam laurat ditimbang sebanyak 20 g untuk masing – masing perbandingan volume katalis, dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Etanol ditambahkan sebanyak 35,69 mL, kemudian H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) ditambahkan untuk masing – masing campuran sebanyak 1mL ; 0,75 mL ; 0,5 mL dan direaksikan diatas mesin kocok agitasi 250 rpm selama 5 jam. Hasil reaksi esterifikasi ditampung dalam corong pisah, didiamkan sampai terbentuk 2 lapisan, kemudian lapisan bawah dibuang dan lapisan atas dicuci dengan aquadest sebanyak 3 kali. Hasil esterifikasi selanjutnya di diuji secara kualitatif menggunakan metode KLT.

### **Identifikasi dengan KLT**

Identifikasi dengan KLT dilakukan dengan menggunakan prosedur Rauf (2010) dan Mappiratu (1999) dengan cara lempeng KLT berukuran 5 cm x 10 cm diaktifkan dengan cara dioven pada suhu 105°C selama 5 – 10 menit, kemudian dibuat garis batas atas 1 cm sebagai batas gerak eluen. Sampel (etil laurat) dan baku pembanding ditotolkan pada lempeng KLT menggunakan pipa kapiler dengan jarak 1 cm batas bawah, kemudian dimasukkan ke dalam chamber yang berisi eluen campuran

heksana p.a; dietil eter p.a; asam formiat (80:20:2) v/v/v yang telah jenuh, diamati kenaikan bercak hingga batas eluen. Plat KLT dikeluarkan dari chamber, diangin – anginkan, selanjutnya plat KLT dimasukkan ke dalam chamber yang berisi iodium, dibiarkan hingga noda yang ada tampak.

### **Uji Organoleptis Etil Laurat**

Uji organoleptis etil laurat dilakukan dengan membandingkan hasil esterifikasi dengan baku etil laurat untuk memastikan hasil esterifikasi sudah terbentuk. Baku etil laurat memiliki organoleptis sebagai berikut (MSDS, 2006):

Bentuk	: Cair
Bau	: Aroma buah
Warna	: Tidak berwarna
Rasa	: Rasa berlemak
Kelarutan	: Tidak larut dalam air

### **Penetapan Derajat Esterifikasi**

#### **Pembakuan NaOH 3N**

Pembakuan NaOH dilakukan dengan cara asam oksalat dipipet 10,0 mL, dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer kemudian ditambahkan aquadest sebanyak 40,0 mL dan dititrasi menggunakan larutan baku sekunder NaOH 3N dengan indikator Phenolftalein (PP) 1% sebanyak 3 tetes sampai larutan berwarna merah muda konstan (Depkes RI, 1979). Pembakuan NaOH 3N dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$V1 \cdot N1 = V2 \cdot N2 \quad (1)$$

Keterangan :

V1 : Volume larutan yang dipipet (mL)

N1 : Normalitas larutan (N)

V2 : Volume rata – rata larutan (mL)

N2 : Normalitas sebenarnya (N)

#### **Titration Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p)**

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) dipipet 10,0 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan ditambahkan aquadest 40,0 mL

menggunakan indikator Phenolftalein (PP) 1% sebanyak 3 tetes kemudian dititrasi dengan NaOH 3N hingga larutan berwarna merah muda yang tidak hilang selama 10 detik, diulang sebanyak 3 kali (Arfah, 2015).

#### Titration Asam Laurat

Asam laurat dipipet 10,0 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan ditambahkan aquadest 40,0 mL menggunakan indikator Phenolftalein (PP) 1% sebanyak 3 tetes kemudian dititrasi dengan NaOH 3N hingga larutan berwarna merah muda yang tidak hilang selama 10 detik, diulang sebanyak 3 kali (Arfah, 2015).

#### Titration Hasil Reaksi

Hasil reaksi esterifikasi ditambahkan 3 tetes indikator Phenolftalein (PP) 1%, kemudian dititrasi dengan NaOH 3N hingga larutan berwarna merah muda yang tidak hilang selama 10 detik (Arfah, 2015). Derajat esterifikasi dari reaksi esterifikasi etil laurat berdasarkan penambahan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$\text{Derajat esterifikasi (\%)} = \frac{(B+C)-A}{B} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

- A = Volume NaOH 3N yang diperlukan untuk titrasi hasil reaksi (mL)
- B = Volume NaOH 3N yang diperlukan untuk titrasi asam laurat (mL)
- C = Volume NaOH 3N yang diperlukan untuk titrasi katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) (mL)

#### Analisis Hasil

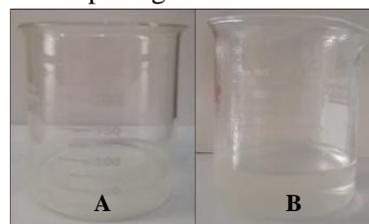
Data yang diperoleh akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) melalui uji *Saphiro Wilk* untuk menentukan distribusi normalitas data dan uji *Levene Statistic* untuk homogenitas data apabila

data normal ( $p > 0,05$ ) dilanjutkan dengan uji *Oneway Anova* bila diperoleh data yang terdistribusi normal dan homogen, namun bila data yang diperoleh tidak terdistribusi normal dan homogen menggunakan uji *Kruskal Wallis* dengan taraf kepercayaan yang digunakan 95%.

#### Hasil

Senyawa etil laurat dibuat dengan perbandingan rasio molar asam laurat dengan etanol 1:7 (m/v), yaitu 20 g asam laurat dan 35,69 mL etanol. Masing – masing campuran selanjutnya ditambahkan asam sulfat pekat sebagai katalis sesuai dengan jumlah variasi volume katalis dan dilakukan proses pengadukan. Katalis diperlukan dalam proses esterifikasi supaya kesetimbangan dapat tercapai dalam waktu yang lebih cepat (Dwipa dkk, 2014). Pengadukan bertujuan untuk meningkatkan frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga akan mempercepat reaksi (Affandi dkk, 2013). Volume katalis yang digunakan yaitu 0,5 mL, 0,75 mL dan 1 mL untuk mendapatkan hasil sintesis etil laurat terbaik dengan waktu pengadukan selama 5 jam berkecepatan 250 rpm.

Proses pengadukan campuran asam laurat, etanol dan penambahan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) sebelum dan setelah pengadukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sintesis Etil Laurat  
A) Sebelum proses pengadukan  
B) Setelah proses pengadukan

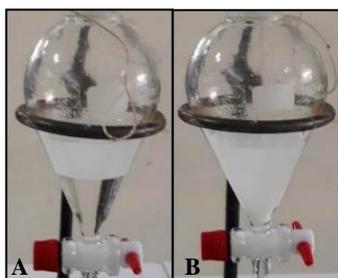
Hasil yang terbentuk selanjutnya dilakukan pemisahan menggunakan corong pisah yang dapat dilihat pada gambar 2, dimana terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan atas (ester) dan lapisan bawah (air) yang

pemisahannya didasarkan pada bobot jenis (BJ) yaitu BJ etil laurat 0,860 – 0,870 g/cm<sup>3</sup> dan BJ air 0,9982 g/cm<sup>3</sup>, sehingga pada pemisahan bagian yang diambil adalah bagian atas. Proses pemisahan disajikan pada gambar 2



Gambar 2. Proses Pemisahan Etil Laurat dan Air

Etil laurat yang didapat dilakukan pencucian dengan aquadest sebanyak tiga kali. Proses ini didasarkan oleh *like dissolve like*, dimana air yang masih tersisa dalam hasil esterifikasi akan tertarik dalam fase air dan senyawa yang bersifat polar atau senyawa pengotor yang bersifat polar akan ikut larut dalam air. Penambahan aquadest bertujuan untuk memisahkan air yang dihasilkan dari proses esterifikasi dan mencuci ester yang dilakukan dengan mengocoknya dan akan terbentuk dua lapisan, lapisan atas adalah ester dan lapisan bawah adalah air karena berat jenis air lebih besar daripada ester, bagian yang dibuang adalah lapisan bawah. Proses pencucian dengan aquadest dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses Pencucian dengan Aquadest  
A) Pencucian dengan aquadest  
B) Hasil pencucian

Setelah pencucian dilakukan selanjutnya hasil sintesis etil laurat dilakukan uji organoleptis dengan cara membandingkan hasil dengan pustaka MSDS (2006). Uji organoleptis bertujuan untuk mengetahui perubahan atau penyimpangan pada produk. Hasil uji organoleptis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Organoleptis

Organoleptis	MSDS	Hasil Esterifikasi
Bentuk	Cair	Cair
Bau	Aroma buah	Aroma buah
Warna	Tidak berwarna	Tidak berwarna
Rasa	Berlemak	Berlemak

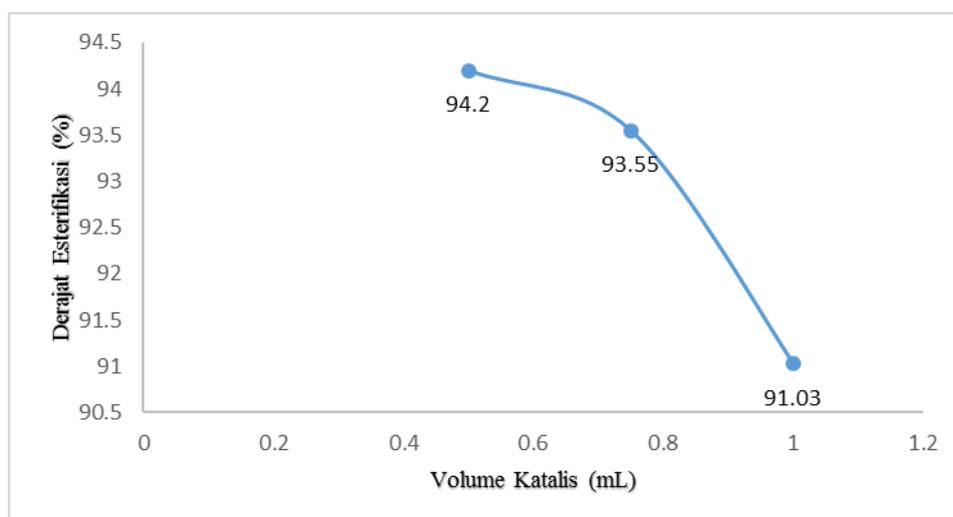
Untuk memastikan etil laurat sudah terbentuk dilakukan uji secara kualitatif menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Hasil KLT dapat dilihat pada gambar 4. Prosedur pertama yang dilakukan yaitu lempeng KLT dilakukan pengovenan. Tujuan pengovenan adalah menghilangkan air dan mengaktifkan padatan penyerap (Firdaus, 2011). Selanjutnya lempeng KLT ditotol dengan sampel dan baku pembanding (asam laurat) dan dilakukan eluasi dalam chamber yang berisi campuran heksana p.a; dietil eter p.a; asam formiat (80 : 20 : 2) v/v. Lempeng KLT yang telah dieluasi selanjutnya diangin-anginkan dan dimasukkan ke dalam chamber yang berisi uap iodium untuk mempertegas noda. Hasil KLT etil laurat disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil KLT

Hasil sintesis etil laurat dinilai berdasarkan perhitungan % Derajat Esterifikasi dari titrasi asam laurat, titrasi

asam sulfat dan titrasi hasil reaksi. Grafik % DE dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Volume Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) (mL) terhadap Derajat Esterifikasi

Hasil yang diperoleh kemudian dianalisa datanya untuk mengetahui normalitas dan homogenitas data untuk menentukan metode uji statistika yang digunakan. Uji normalitas data menggunakan *Saphiro-Wilk* memiliki signifikansi  $p > 0,05$  menunjukkan data normal, sedangkan nilai signifikansi homogenitas menggunakan *Levene Statistic*  $p > 0,05$  menunjukkan bahwa data terdistribusi

secara homogen, sehingga dilakukan analisa dengan metode uji *Oneway Anova* untuk mengetahui pengaruh antara variasi volume katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) terhadap hasil sintesis etil laurat. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tests* untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh antar kelompok volume katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(p) terhadap hasil sintesis etil laurat.

## Diskusi

Reaksi esterifikasi merupakan suatu reaksi *reversible* yang sangat lambat. Reaksi *reversibel* adalah reaksi yang tidak berkesudahan dan pada kondisi tertentu konsentrasi pereaksi dan produk reaksi menjadi tetap. Setelah kesetimbangan tercapai produk reaksi yang terbentuk akan bereaksi membentuk kembali pereaksi, ketika reaksi berlangsung konsentrasi pereaksi berkurang dan konsentrasi produk reaksi semakin bertambah (Dwipa dkk, 2014; Prasetyo dkk, 2012).

Suatu reaksi kimia yang berlangsung, laju reaksi dan konsentrasi pereaksi berkurang untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu katalis supaya kesetimbangan dapat tercapai dalam waktu yang lebih cepat. Katalis yang digunakan adalah  $H_2SO_4$ , ion  $H^+$  dari  $H_2SO_4$  mempercepat terbentuknya kesetimbangan dengan membentuk senyawa intermediet (Dwipa dkk, 2014). Katalis  $H_2SO_4(p)$  juga sebagai *dehydrating agent*, sehingga memiliki ikatan yang kuat dengan air. Jika terdapat  $H_2SO_4$  maka akan menggeser posisi keseimbangan ke kanan oleh air yang terserap (Setyawardhani, 2005). Pengaruh katalis  $H_2SO_4(p)$  yang digunakan pada sintesis etil laurat diterapkan dengan berbagai variasi volume katalis, terdiri dari tiga variasi volume  $H_2SO_4(p)$  yaitu 0,5 mL, 0,75 ml dan 1 mL untuk mengetahui pengaruh volume katalis terhadap hasil sintesis etil laurat.

Berdasarkan gambar 5, derajat esterifikasi Antara ketiga volume katalis mengalami penurunan dan penurunan yang paling besar adalah pada penambahan volume katalis 1 mL. Derajat esterifikasi volume katalis 0,5 mL (94,2%) lebih besar dari volume katalis 0,75 mL (93,55%) dan 1 mL (91,03%). Pengaruh volume katalis terhadap % DE berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi volume katalis maka hasil derajat esterifikasi yang dihasilkan semakin rendah.

Hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan nilai derajat esterifikasi yang

optimal yaitu diperoleh hasil tertinggi sebesar 94,20% pada penggunaan volume katalis 0,5 mL. Penurunan hasil derajat esterifikasi pada penggunaan volume katalis yang semakin besar disebabkan karena penggunaan katalis berlebih memberikan kecenderungan pembentukan emulsi, sehingga terjadi peningkatan viskositas dan menimbulkan terbentuknya gel sebelum waktu reaksi yang diinginkan tercapai (Yustira dkk, 2016). Menurut Jagadeeswariah (2010), katalis dengan jumlah sedikit jika mencukupi untuk digunakan maka konversi maksimum dapat tercapai. Katalis juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap *yield* dari ester yang dihasilkan. Ketika jumlah katalis yang ditambahkan terlalu tinggi dapat menyebabkan campuran katalis dan reaktan menjadi kental sehingga menyebabkan penurunan *yield* yang dihasilkan (Utami dkk, 2012).

Berdasarkan uji *Oneway Anova*, hasil nilai signifikansi sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ) yang berarti terdapat pengaruh volume katalis terhadap hasil sintesis etil laurat untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh antar kelompok volume katalis  $H_2SO_4(p)$  terhadap hasil sintesis etil laurat dilakukan dengan uji *Post Hoc Tests*. Hasil uji *Post Hoc Tests* ketiga volume mendapatkan nilai signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ) hal ini menunjukkan bahwa variasi volume katalis  $H_2SO_4(p)$  memiliki pengaruh satu sama lain.

Saran dari penelitian ini yaitu disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh temperatur dan kecepatan pengadukan terhadap hasil reaksi esterifikasi etil laurat sehingga didapatkan hasil ester yang lebih optimal.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktur Kemahasiswaan, Dirjen Belmawa Kemristekdikti, dan Kepala LLDIKTI wilayah VI yang telah memberikan kontribusi hibah dana PKMP-E; Direktur, Wadir Bidang Kemahasiswaan, dan Kaprodi D3 Farmasi Polteka Mangunwijaya yang telah memberikan dukungan, fasilitas, dan mengkoordinasi

pelaksanaan PKMP-E; serta Ibu Maria Mita Susanti, S.Si., M.Kes. selaku dosen pembimbing PKMP-E tahun 2019.

### Referensi

- Affandi, R. D. N., Aruan, T. R., Taslim dan Iriany. 2013. *Produksi Biodiesel dari Lemak Sapi dengan Proses Transesterifikasi dengan Katalis Basa NaOH*. Jurnal Teknik Kimia, Vol. 2(1).
- Arfah, M. 2015. *Optimasi Reaksi Esterifikasi Asam Laurat dengan Metanol Menggunakan Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*. Online Jurnal of Natural Science. Vol. 4(1). pp. 46-55.
- Aritonang HF, Surbakti. 2004. *Separation of Lauric Acid From Coconut Oil Using Crystallization Method With Acetone Solvent*. Eugenia. 10(2). pp. 195-204.
- Departemen Kesehatan RI. 1979. *Farmakope Indonesia Edisi III*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Dwipa, I.B.M.A., Nurlita, F. dan Tika, I.N., 2014, Optimasi Proses Esterifikasi Asam Salisilat dengan n-Oktanol, Jurnal Wahana Matematika dan Sains, Vol. 8(1). pp. 1-11.
- Fessenden RJ and Fessenden JS. 1982. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Diterjemahkan oleh Pudjaatmaka, A. H. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Firdaus. 2011. *Teknik Dalam Laboratorium Kimia Organik*. Makassar: Jurusan Kimia UNHAS.
- Hakim, Arif Rahman, Irawan S. 2010. *Kajian Awal Sintesis Biodiesel dari Minyak Dedak Padi Proses Esterifikasi*. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang.
- Hambali ES, Mudjalipah AH, Tambunan AW, Pattiwiri, R. Hendroko. 2008. *Teknologi Bioenergi Jilid Kedua*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Hoydonckx HE, De Vos DE, Charan SA, Jacobs PA. 2004. *Esterification and Transesterification of Renewable Chemicals*. Topics in Catalys. Vol. 27. pp. 83-96.
- Jagadeeswaraiyah, K., Balaraju, M., Sai Prasad, P.S. dan Lingaiah, N. *Selective Esterification of Glycerol to Bioadditives over Heteropoly Tungstate Supported on Cscontaining Zirconia Catalyst*. Applied Catalysis A: General, Vol. 386, pp. 166-170.
- Kadu SS, Kulkurnia SJ, Tapre RW. 2011. *Kinetics of Esterification of p-Tert Butyl Cyclohexanol With Acetic Acid Over Ion Exchange Resin Catalyst*. International Conference on Current Trends in Technology. NUICONE. 382 (428), 1-4.
- Mappiratu. 1999. *Penggunaan Biokatalis Dedak Padi dalam Biosintesis Antimikroba Monoasilgliserol dari Minyak Kelapa*. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Morrison RT, Boyd RN. 2002. *Organic Chemistry*. New Delhi: Prentice – Hall of India.
- Material Safety Data Sheet. 2006. *Ethyl Laurate MSDS*. USA: Elan Chemical Company, Inc.
- Nursyafinah A, Nurhaeni Rahim EA. 2016. *Sintesis Etil Laurat dari Asam Laurat Menggunakan Katalis Asam Sulfat Pekat*. KOVALEN, Vol. 2(2). pp. 35-43.
- Ozgulsun A, F. Karaosmanoglu, M. Tuter. 2000. *Esterification Reaction of Oleic Acid With a Fusel Oil Fraction for Production of Lubricating Oil*. J. Am. Oil Chem. Soc. 77(1). pp. 105-109.
- Prasetyo, A.E., Widhi, A. dan Widaya. 2012. *Proses Reaksi Gliserol dan Asam Benzoat dengan Menggunakan Katalis Asam Sulfat*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 1(1). pp. 118-123.
- Purnami ING Wardana, K. Veronika. 2015. *Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen*. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol. 6(1). pp. 51-59.
- Rauf SC. 2010. *Optimasi Sintesis Etil Kaprat dan Kaprilat melalui Reaksi Esterifikasi*. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA UNTAD Palu.
- Setyawardhani, D. A. 2005. *Kinetika Reaksi Esterifikasi Asam Formiat dengan Etanol pada Variasi Suhu dan Konsentrasi Katalis*. Jurnal EKUILIBRIUM. Vol. 4(2). pp. 64-70.
- Utami, I., Solikhah, R. dan Istadi. 2012. *Sintesa Katalis Super Asam SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> /*

- ZnO untuk Produksi Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit.* Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol. 1(1). pp. 69-78.
- Utomo MP, dan Laksono EW. 2007. *Tinjauan Umum tentang Deaktivasi Katalis pada Reaksi Katalisis Heterogen.* Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Penerapan MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Yamauchi Y, M. Bounoshita, M. Saito. 1996. *Separation of Crude Palm Oil Components by Semipreparative Supercritical Fluid Chromatograph.* JAOCS. Vol. 73. pp. 523-525.
- Yustira, Y., Rudiyanayah, Alimuddin, A.H., Prawatya, Y.E., Wahyuni, N. dan Usman, T., 2016, Esterifikasi Asam Lemak dari Limbah Minyak Kelapa Sawit (*Palm Sludge Oil*) dengan Katalis Sn/Zeolit, *Seminar Nasional II Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, Universitas Tanjungpura, Pontianak.