

# Pemisahan Asam Laurat dari Minyak Inti Sawit dengan Metode Saponifikasi dan Sonikasi

Irna Puspita Sari<sup>1</sup>, Pardi<sup>2</sup>, Nahar<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1</sup>irna.puspitasari25@gmail.com

<sup>2</sup>pkarmu@yahoo.com

**Abstrak**— Penelitian tentang pemisahan asam laurat dari minyak inti sawit dengan metode saponifikasi dan sonikasi telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh variasi konsentrasi NaOH pada proses saponifikasi terhadap asam laurat yang dihasilkan. Sebanyak 100 ml minyak inti sawit direaksikan dengan NaOH sebesar 3,5 N, 4 N dan 4,5 N untuk dilakukan proses saponifikasi selama 30 menit dengan suhu 60 °C, selanjutnya dilakukan penambahan larutan HCl 10 % untuk disonikasi dengan waktu reaksi selama 50, 70, 90 dan 110 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar asam laurat terbaik yang dihasilkan dengan waktu sonikasi selama 110 menit dan konsentrasi NaOH sebesar 3,5 N, 4 N 4,5 N berturut-turut sebesar 64,64% ; 58,18% dan 66,05%

**Kata kunci**— *Kadar Asam Laurat, Saponifikasi, Sonikasi*

**Abstract**— Research about separation of lauric acid from palm kernel oil (PKO) by saponification and sonication method has been done. The purpose of this study was to determine the effect of variation NaOH concentration on the saponification process to the resulting of lauric acid. 100 ml of palm kernel oil was reacted with NaOH 3.5 N, 4 N and 4.5 N for saponification process with 30 min and temperature 60 °C, and then 10% HCl solution was added to be sonication with reaction time 50, 70, 90 and 110 minutes. The results showed that the best lauric acid content produced by the time of sonication was 110 minutes and the concentration of NaOH was 3.5 N, 4 N 4.5 N respectively 64,64%; 58.18% and 66.05%.

**Keywords**— *Lauric Acid Content, Saponification, Sonication.*

## I. PENDAHULUAN

Asam laurat adalah salah satu jenis asam lemak bebas yang terdapat dalam kelapa. Asam laurat memiliki banyak manfaat salah satunya dapat membunuh berbagai jenis mikroba, karena sifat asam laurat dapat melarutkan membran virus yang akan mengganggu kekebalan virus, sehingga tubuh terlindungi dari virus, herpes, HIV, protozoa oamblia dan bakteri clamidya. Asam laurat juga bermanfaat sebagai bahan pengikat atau surfaktan pembuatan sampo, sabun mandi, detergen dan parfum. Dalam industri makanan bayi, asam laurat dapat menambah daya tahan tubuh, mencegah dan mengatasi masalah gizi seperti kurang vitamin dan juga dapat mengoptimalkan kecerdasan anak. Sedangkan Pada industri kosmetik, asam laurat digunakan sebagai pengental, pelembab, dan pelembut [1].

Pada saat ini, kebutuhan asam laurat di dalam negeri masih impor dari negara lain. Dengan kondisi yang terjadi saat ini dan adanya berbagai macam manfaat yang dimiliki oleh asam laurat membuat harga dari asam laurat relatif mahal yaitu Rp. 300.000/gram [2].

Indonesia kaya akan tanaman kelapa dan kelapa sawit, sehingga bisa dijadikan sebagai sumber lemak nabati untuk digunakan dalam produk-produk oleokimia maupun oleopangan. Bagi Indonesia, kebutuhan akan lemak nabati ini akan semakin meningkat pada tahun-tahun mendatang, karena banyak dipakai pada berbagai industri. Minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) diproduksi dari inti buah kelapa sawit

yang telah dipisahkan dari daging buah dan tempurungnya serta selanjutnya dikeringkan. Proses pemecahan/ekstraksi inti sawit akan menghasilkan *palm kernel meal* (bungkil) dan *palm kernel oil* (minyak inti sawit) yang berwarna putih kekuning-kuningan. minyak inti sawit merupakan salah satu sumber minyak yang memiliki kandungan asam laurat tertinggi selain minyak kelapa [3].

Tabel I  
Komposisi Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh Pada PKO

Jenis Asam Lemak	Rumus Kimia	Persen (%)
Asam Kaprilat	C <sub>7</sub> H <sub>17</sub> COOH	2 - 4
Asam Kaproat	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> COOH	3 - 7
Asam Laurat	C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH	46 - 52
Asam Miristat	C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH	14 - 17
Asam Palmitat	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	6,5 - 9
Asam Stearat	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	1 - 2,5
Asam Oleat	C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	13 - 19
Asam Linoleat	C <sub>7</sub> H <sub>31</sub> COOH	0,5 - 2

(Sumber: Ketaren, S., 2005)

Karena kandungan asam laurat yang tinggi dari minyak inti sawit (*palm kernel oil*) yaitu sebesar 46-52% [4] maka PKO dapat dijadikan sebagai salah satu bahan baku untuk menghasilkan asam laurat dan dapat diperbanyak kandungannya.

Pada saat ini, masih belum banyak peneliti yang menemukan cara untuk memisahkan asam lemak dari minyak

nabati. Asam laurat dan asam lemak lainnya yang terkandung pada minyak kelapa masih dalam keadaan yang terikat. Untuk mengisolasi asam laurat dari minyak kelapa harus dilakukan pemutusan ikatan dari asam-asam lemak tersebut sehingga asam laurat berada dalam bentuk bebas dan dapat dipisahkan lebih lanjut.

Isolasi asam laurat dari minyak kelapa dapat dilakukan dengan cara menghidrolisis ikatan ester tersebut melalui beberapa metode diantaranya metode metanolisis, hidrolisa secara kimia maupun enzimatis serta dengan temperatur subkritis.

Metode metanolisis dilakukan dengan mereaksikan minyak kelapa dan metanol menggunakan katalis  $\text{NaOCH}_3$ . Namun, proses yang demikian, selain tidak ramah lingkungan, juga menghasilkan asam laurat yang kurang alamiah [5]. Sedangkan dengan menggunakan metode temperatur subkritis memerlukan energi yang terlalu besar karena menggunakan temperatur dan tekanan yang tinggi [6].

Metode penyabunan dilakukan dengan menambahkan basa  $\text{NaOH}$  0,5 N pada minyak kelapa kemudian dilakukan proses saponifikasi selama 30 menit dan dengan suhu  $60\text{-}75^\circ\text{C}$ . Kemudian sabun yang dihasilkan ditambahkan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) 10%. Penambahan asam tersebut dilakukan agar asam lemak yang terdapat pada sabun tersebut terpisahkan dengan membentuk produk samping yaitu  $\text{NaCl}$  [7].

Metode hidrolisis minyak kelapa secara enzimatis telah dilakukan dengan menggunakan lipase endogenous buah kelapa. Pada awalnya kelapa dihancurkan dan dibuat santan dengan penambahan air sebanyak 0%, 50% dan 100% dari berat kelapa. Hidrolisis dilakukan pada suhu  $35^\circ\text{C}$  selama 72 jam menggunakan lipase yang sudah terdapat dalam buah kelapa tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa santan yang ditambah air 100% (1:1) menghasilkan rendemen fraksi asam laurat sebesar 48,25 % dari jumlah minyak dalam substrat. Fraksi asam laurat mempunyai kadar asam laurat sebesar 53,86% dan sisanya berupa asam miristat, asam kaprat, asam palmitat dan asam lemak lainnya. Apabila dihitung dari jumlah minyak secara keseluruhan, jumlah asam laurat yang dihasilkan dari hidrolisis sebesar 25,86% [8].

Dalam penelitian ini, asam laurat dipisahkan dengan proses saponifikasi dan proses sonikasi. Proses saponifikasi merupakan suatu proses untuk memisahkan asam lemak bebas (trigliserida) dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga membentuk sabun atau reaksi yang terjadi ketika minyak atau lemak dicampur dengan larutan alkali. Dengan kata lain saponifikasi adalah proses pembuatan sabun yang berlangsung dengan mereaksikan asam lemak dengan alkali yang menghasilkan sintesa dan air serta garam karbonil [9] dan [10].

Dimana, sabun yang diperoleh dari proses saponifikasi tersebut dilakukan degradasi dengan larutan  $\text{HCl}$  menggunakan gelombang ultrasonik atau disebut dengan proses sonikasi. Proses sonikasi merupakan proses yang dilakukan dengan menggunakan gelombang ultrasonik

(gelombang suara) dengan rentang frekuensi 20 kHz sampai 10 MHz ke dalam medium. Energi yang diberikan gelombang ultrasonik akan menggetarkan partikel dalam medium hingga bisa memecah ikatan antar molekul (Riyanto, dkk, 2015). Penggunaan metode sonikasi ini sangat berpengaruh dalam pembentukan asam laurat yaitu dapat mempercepat reaksi pemisahannya dan dapat memecahkan ikatan molekul asam lemak yang terdapat pada sabun. Hasil dari proses yang dihasilkan dianalisa dengan menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) untuk mengetahui kandungan asam laurat yang diperoleh.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) pada proses sonikasi dan lamanya waktu sonikasi yang dilakukan untuk memisahkan asam laurat dari minyak inti sawit.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Bahan dan Alat

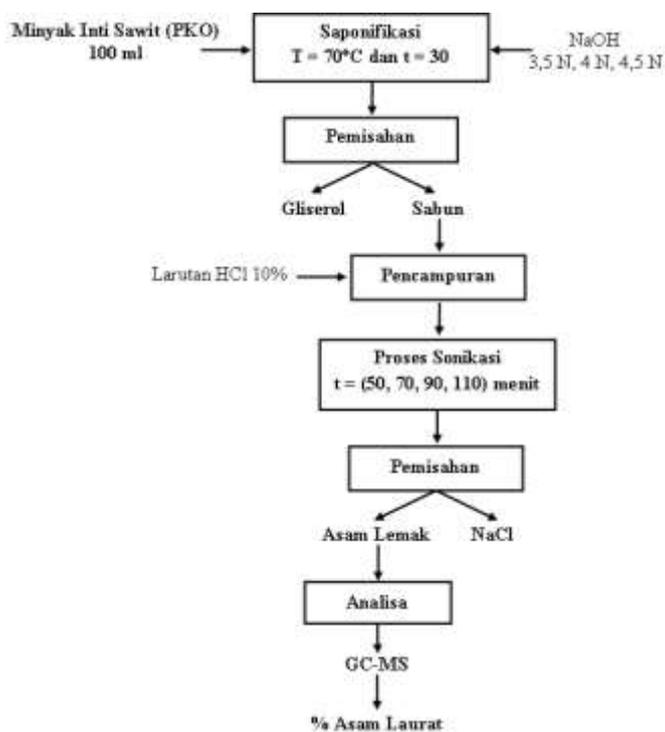
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minyak inti kelapa sawit atau *palm kernel oil* (PKO),  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$  dan aquadest. Alat yang digunakan berupa seperangkat alat ultrasonik Restc Haan W. Germany, pompa vakum, corong *buchner*, termometer, *heater*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *kondensor reflux* dan seperangkat alat *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS).

### B. Proses Saponifikasi

Proses saponifikasi dilakukan dengan menyiapkan minyak inti sawit sebanyak 100 ml dan dicampurkan dengan larutan  $\text{NaOH}$  dengan variasi konsentrasi sebesar 3,5 N, 4 N dan 4,5 N. Proses tersebut dilakukan selama 30 menit dengan suhu  $70^\circ\text{C}$ . Setelah 30 menit, dipisahkan antara sabun dengan gliserol yang diperoleh dengan cara divakum menggunakan corong *buchner* dan pompa vakum.

### C. Proses Sonikasi

Sabun yang diperoleh dari proses saponifikasi kemudian dicampurkan dengan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) 10% dan dilakukan proses sonikasi menggunakan alat ultrasonik Restc Haan W. Germany dengan frekuensi sebesar 35 kHz dan waktu sonikasi selama 50, 70, 90 dan 110 menit. Setelah mencapai waktu yang telah divariasikan, asam lemak yang diperoleh kemudian dipisahkan dari produk samping yang berupa  $\text{NaCl}$ . Asam lemak tersebut dianalisa dengan alat *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS), untuk mendapatkan % kandungan asam laurat dan asam lemak lainnya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

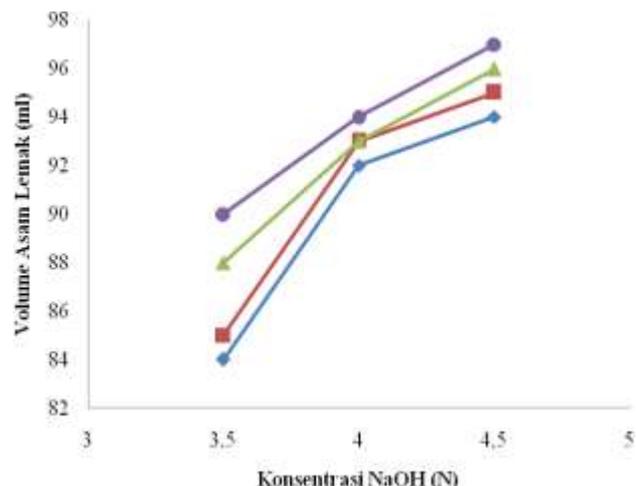
Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu tahap pembuatan sabun melalui proses saponifikasi dan tahap pembentukan asam lemak melalui proses sonikasi. Asam lemak yang diperoleh dianalisa persen kandungan asam lauratnya dengan *Gas Chromatography Mass Spectrofotometry* (GCMS). Berikut adalah tabel data hasil dari proses saponifikasi dan sonikasi serta hasil setelah dianalisa.

Tabel II  
Data Pengamatan Hasil Pada Proses Saponifikasi dan Sonikasi

Konsentrasi NaOH (N)	Waktu Sonikasi (menit)	Volume Asam Lemak (ml)
3,5	50	84
	70	85
	90	88
	110	90
4	50	92
	70	93
	90	93
	110	94
4,5	50	94
	70	95
	90	96
	110	97

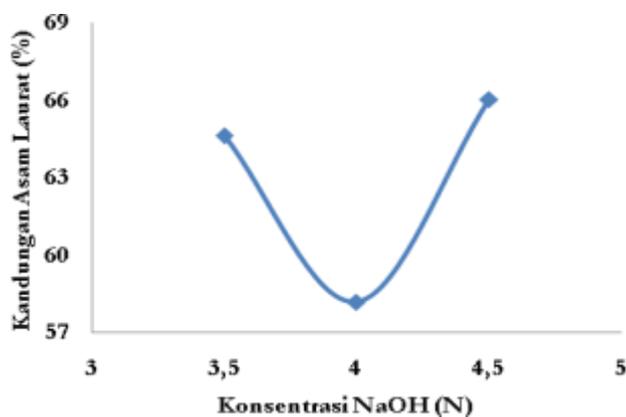
#### A. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH Terhadap Kandungan Asam Laurat

Volume asam lemak yang dihasilkan setelah proses sonikasi, dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Volume Asam Lemak. Waktu Sonikasi 50 Menit (♦), Waktu Sonikasi 70 Menit (■), Waktu Sonikasi 90 Menit (▲), Waktu Sonikasi 110 Menit (●).

Pada proses saponifikasi, penentuan konsentrasi alkali pada pembuatan sabun padat sangat mempengaruhi dari hasil volume asam lemak yang didapatkan. Sebelum dianalisa kandungan asam lauratnya, sabun hasil dari proses saponifikasi direaksikan dengan asam klorida (HCl) untuk mendapatkan asam lemaknya. Dari gambar 2. menunjukkan bahwa dari ketiga konsentrasi NaOH, volume asam lemak terbaik yang didapatkan yaitu pada waktu sonikasi 110 menit dengan konsentrasi NaOH 4,5 N sebesar 97 ml sedangkan pada konsentrasi NaOH 3,5 N dan 4 N didapatkan volume asam lemak lebih rendah sebesar 90 ml dan 94 ml. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka volume asam lemak yang diperoleh juga semakin tinggi seiring berjalannya waktu sonikasi yang digunakan.

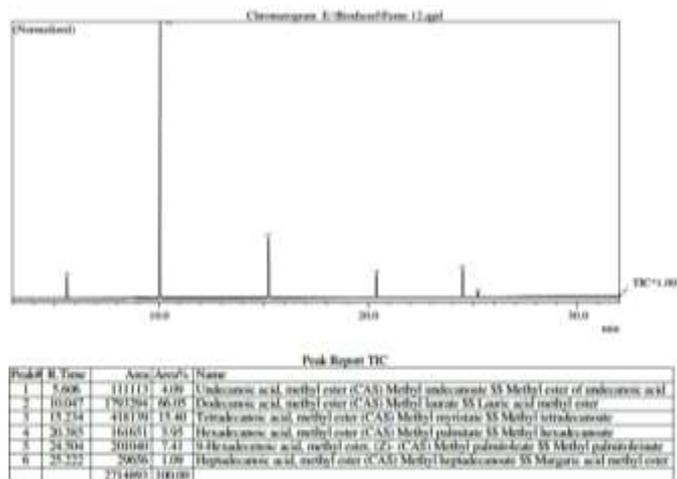


Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Asam Laurat Pada Waktu Sonikasi 110 Menit.

Pada gambar 3. menunjukkan bahwa dari ketiga variasi konsentrasi NaOH, yang memiliki kandungan asam laurat yang tinggi yaitu pada konsentrasi 4,5 N sebesar 66,05% namun pada konsentrasi 4 N kandungan asam laurat yang didapat turun menjadi 58,18% sedangkan pada konsentrasi 3,5

N diperoleh hasil yang naik kembali yaitu sebesar 64,64%, yang artinya bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH tidak mempengaruhi hasil dari asam laurat yang didapatkan.

Referensi [11] menunjukkan bahwa dalam pembuatan sabun padat dari minyak jarak, kondisi optimum produk yang diperoleh yaitu sabun padat pada konsentrasi NaOH 4,5 N. Hasil yang diperoleh sama seperti penelitian ini, yang memiliki kandungan asam laurat tertinggi yaitu pada sabun dengan konsentrasi NaOH 4,5 N.



Gambar 3. Hasil Analisa GCMS Pada Konsentrasi NaOH 4,5 N dengan Waktu Sonikasi Selama 110 Menit.

Analisa dengan menggunakan alat *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) dilakukan untuk mengetahui komponen-komponen asam lemak yang terbentuk dan % kandungan asam laurat yang dihasilkan. Sampel yang dianalisa merupakan satu sampel dengan hasil terbaik yaitu pada konsentrasi NaOH 4,5 N dengan waktu sonikasi 110 menit. Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa asam lemak yang terbentuk yaitu asam andekanoat, asam laurat, asam miristat, asam palmitat, asam palmitoleat dan asam heptadekanoat dengan persentase kandungan tertinggi yaitu pada asam laurat sebesar 66,05%.

Pada referensi [1] mengenai pengaruh suhu dan lama hidrolisis santan kelapa terhadap kadar asam laurat menggunakan enzim lipase endogeneous, menerangkan bahwa kandungan asam lemak yang optimal pada suhu 55 °C dengan waktu hidrolisa selama 48 jam. Dimana, kandungan asam laurat yang diperoleh sebesar 51,60%.

Referensi [8] menunjukkan bahwa pada proses hidrolisis santan kelapa menjadi asam laurat menggunakan enzim lipase endogeneous, diperoleh hasil yang paling baik pada penggunaan air 100% (b/v) dari berat kelapa dengan waktu 72 jam menghasilkan kadar asam laurat sebesar 53,86%.

Dari kedua penelitian tersebut, kandungan asam laurat yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan penelitian ini yang memperoleh kandungan asam laurat tertinggi sebesar 64,64%. Perbedaan ini diduga karena perbedaan bahan baku dan metode atau proses yang digunakan berbeda dari penelitian ini. Hal ini membuktikan bahwa dengan

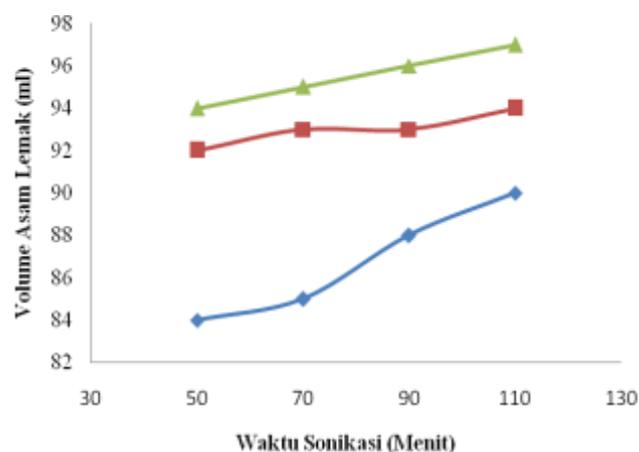
menggunakan proses saponifikasi dan sonikasi, kandungan asam laurat yang dihasilkan lebih baik.

### B. Pengaruh Penambahan Asam Klorida (HCl) Pada Proses Sonikasi

Setelah didapatkan sabun dari hasil proses saponifikasi, sabun yang diperoleh kemudian diasamkan untuk melepaskan asam lemaknya. Pada penelitian ini asam yang digunakan yaitu asam klorida (HCl) 10%. Penambahan asam klorida ini berfungsi untuk memisahkan sabun membentuk asam lemak dan NaCl. Jika sabun tidak direaksikan dengan asam, maka sabun tidak akan melepaskan asam lemak yang dikandungnya. Namun, sabun tersebut tidak akan cepat bereaksi dengan HCl jika tidak ditambahkan dengan perlakuan lain, salah satunya dengan menggunakan proses sonikasi. Proses sonikasi merupakan proses yang menggunakan gelombang ultrasonik, dimana energi yang diberikan gelombang ultrasonik akan menggetarkan partikel dalam medium hingga dapat memecah ikatan antar molekul sabun dengan HCl yang akan membentuk asam lemak tersebut.

### C. Pengaruh Lamanya Waktu Proses Sonikasi Untuk Memisahkan Asam Laurat

Proses sonikasi digunakan untuk mempercepat reaksi antara sabun dengan asam klorida untuk melepaskan asam lemak. Proses sonikasi dilakukan dengan cara menggunakan gelombang ultrasonik dengan rentang frekuensi 20 kHz sampai 10 MHz ke dalam medium. Energi yang diberikan gelombang ultrasonik akan menggetarkan partikel dalam medium hingga bisa memecah ikatan antar molekul [12].



Gambar 4. Pengaruh Waktu Sonikasi terhadap Volume Asam Lemak. Konsentrasi NaOH 3,5 N (♦), Konsentrasi NaOH 4 N (■), Konsentrasi NaOH 4,5 N (▲).

Pada gambar 4. menunjukkan bahwa waktu sonikasi sangat berpengaruh terhadap volume asam lemak yang dihasilkan seiring bertambahnya konsentrasi NaOH yang digunakan. Waktu sonikasi terbaik yang digunakan untuk analisa kandungan asam laurat yaitu pada waktu sonikasi 110 menit. Hal ini disebabkan karena semakin lama proses sonikasi yang digunakan, pemecahan molekul antara sabun dengan HCl lebih maksimal sehingga menghasilkan asam

lemak yang lebih besar. Sehingga, volume asam lemak tertinggi yang diperoleh sebesar 97 ml.

Referensi [13] menunjukkan bahwa pada saat proses degradasi gliserol katalitik menggunakan tanduk getar, dengan waktu sonikasi yang digunakan selama 10, 30, 50, 70, dan 90 menit didapatkan konversi terbesar gliserol dan *yield* metanol tertinggi dengan menggunakan katalis HZSM-5 sebesar 58, 41% dan 47,60% pada waktu sonikasi selama 90 menit. Hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan penelitian ini yang memperoleh hasil volume asam lemak terbaik pada waktu sonikasi 110 menit. Hal ini terjadi karena pada penelitian ini tidak ditambahkan perlakuan menggunakan katalis untuk mempercepat reaksi tersebut sehingga waktu sonikasi 110 menit merupakan waktu yang optimal untuk memperoleh asam lemak.

#### IV. KESIMPULAN

Asam laurat dapat diperoleh dari minyak inti sawit dan dapat diperbanyak kandungannya melalui metode saponifikasi dan sonikasi. Saponifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH dan sonikasi dilakukan dengan bantuan larutan asam klorida (HCl). Penambahan HCl pada saat proses sonikasi sangat berpengaruh dalam melepaskan asam lemak dari sabun. Semakin lama waktu sonikasi yang digunakan maka volume asam lemak yang diperoleh semakin banyak.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa *Gas Chromatography Mass Spectrofotometry* (GCMS) diketahui bahwa Kondisi optimum operasi untuk pemisahan asam laurat terdapat pada konsentrasi NaOH sebesar 4,5 N dengan waktu sonikasi selama 110 menit memberikan hasil kandungan asam laurat tertinggi sebesar 66,05%.

#### REFERENSI

- [1] Su'i, M., Sumaryati, E., dan Yusron, M. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Hidrolisis Santan Kelapa Terhadap Kadar Asam Laurat Menggunakan Enzim Lipase Endogeneous. *Jurnal Ilmu Pertanian*. Vol. 11(4). Hal:1-10.
- [2] Su'i, M., Sumaryati, E., Prasetyo, R., dan Eric, P. 2015. Anti Bacteria Activities of Lauric Acid from Coconut Endosperm (Hydolyse Using Lipase Endogeneous). *Advances in Environmental Biology*. Vol. 9(23). Hal:45-49.
- [3] Tarigan, B.E., Towaha, J., Iflah, T., dan Pranowo, D. 2016. Substitusi Lemak Kakao dengan Minyak dari Inti Kelapa Sawit dan Kelapa Terhidrogenasi Untuk Produk Cokelat Susu. *Jurnal Littri*. Vol. 22(4). Hal:167-175.
- [4] Ketaren, S. 2005. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [5] Alamsyah, A.N. dan Nuryanti, S. 2004. Pengembangan produk turunan minyak kelapa berbasis oleokimia. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)*. Jakarta.
- [6] Norulaini, N.A.N., Zaidul, I.S.Md., Anuar, O., Omar, A.K.M. 2003. Supercritical Enhancement for Separation of Lauric Acid and Oleic Acid in Palm Kernel Oil (PKO). *Separation and Purification Technology*. Vol. 35. Hal:55-60.
- [7] Mulyazmi. 2008. Pengambilan Asam Oleat dari Minyak Kelapa. *Jurnal Teknos-2k*. Vol. 8(2). Hal:60-66
- [8] Su'i, M., Sumaryati, E., Prasetyo, R., dan Qoyim, R. 2014. Hidrolisis Santan Kelapa Menjadi Asam Laurat Menggunakan Enzim Lipase Endogeneous. *Jurnal Cakrawala*. Vol. 8(1). Hal:69-76.
- [9] Rizqiyah, L.A., dan Estiasih, T. 2016. Mikro dan Nanoemulsifikasi Fraksi Tidak Tersabunkan (FTT) dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMS) yang Mengandung Senyawa Bioaktif Multi Komponen. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 4(1). Hal:56-61.
- [10] Zulkifli, M., dan Estiasih, T. 2014. Sabun dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2(4). Hal:170-177.
- [11] Sari, T.I, Kasih J.P., dan Nanda, T.J. 2010. Pembuatan Sabun Padat dan Sabun Cair dari Minyak Jarak. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 17(1). Hal:28-33.
- [12] Riyanto, A., Yunilawati, R, Rahmi, D., Aidha, N.N, dan Ratnawati, E. 2015. Isomerisasi Eugenol Menjadi Isoeugenol dengan Metode Sonikasi. *Jurnal Kimia Kemasan*. Vol. 37(1). Hal:37-44.
- [13] Kalla, R, Sumarno, S., Mahfud, M. 2016. Degradasi Gliserol Katalitik Menggunakan Tanduk Getar. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI)*. Hal:52-57.