



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V  
"Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam Pembangunan  
Bangsa yang Berkarakter"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 6 April 2013



MAKALAH  
PENDAMPING

KIMIA FISIKA  
(Kode : F-02)

ISBN : 979363167-8

## OPTIMASI HASIL GLISEROL DARI MINYAK/LEMAK LIMBAH INDUSTRI KRIMER DITINJAU DARI SUHU PEMANASAN, KONSENTRASI KATALIS, DAN LAMA PEMANASAN

Devy Kartika Ratnasari<sup>1,\*</sup>, A. Ign. Kristijanto<sup>1</sup>, Sri Hartini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana,  
Salatiga, Indonesia

\*Keperluan korespondensi, tel/fax: 081902867600, email: devykartika@yahoo.com

### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah menentukan optimasi hasil gliserol dari minyak/lemak limbah industri krimer ditinjau dari suhu pemanasan, konsentrasi katalis, lama pemanasan, dan interaksi ketiga faktor tersebut. Data hasil penelitian dianalisis dengan rancangan perlakuan Faktorial 2x3x3 dengan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK), 3 kali ulangan dan sebagai kelompok waktu analisis. Sebagai faktor I konsentrasi katalis terdiri dari 2 aras: 0,5% dan 1,5%, faktor II suhu pemanasan terdiri dari 3 aras suhu 40<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup>, dan 75<sup>0</sup> C, sedangkan faktor III lama pemanasan terdiri dari 3 aras: 30, 45, dan 60 menit. Pengujian antar rataan perlakuan dilakukan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kebermaknaan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi katalis optimum untuk memperoleh 109,35 gram gliserol pada konsentrasi 1,5% sedangkan suhu optimum untuk memperoleh 109,03 gram gliserol pada suhu pemanasan 75<sup>0</sup>C. Lama pemanasan tidak berbeda secara bermakna dalam hasil gliserol. Interaksi antara suhu pemanasan dan konsentrasi katalis dalam hasil gliserol yang dihasilkan. Gliserol dengan bobot maksimum 112,01 gram diperoleh pada penggunaan konsentrasi katalis 1,5% dengan suhu pemanasan 75<sup>0</sup>C.

**Kata kunci:** gliserol, industri krimer, limbah, minyak/lemak, optimasi

### PENDAHULUAN

Istilah gliserol digunakan untuk zat kimia yang murni, sedangkan gliserin digunakan untuk istilah hasil pemurnian secara komersial. Dewasa ini, pemakaian gliserin untuk berbagai keperluan industri sudah sangat luas. Gliserin adalah bahan yang dibutuhkan pada industri resin (36%), kosmetik (30%), produk tembakau (16%), bahan makanan dan minuman (10%),

industri kimia (8%), larutan anti beku, dan tinta printer [1].

Total produksi gliserol di Indonesia tahun 2005 mencapai 6.746.039 ton. Sementara konsumsi gliserol pada tahun yang sama mencapai 8.036.626 ton, sehingga untuk memenuhi konsumsi gliserol, Indonesia mengimpor gliserol 1.160.407 ton [2]. Kebutuhan Indonesia akan gliserol tinggi, namun tidak diimbangi

dengan peningkatan produksi gliserol. Oleh karena itu, sumber-sumber gliserol berpotensi untuk dikembangkan.

Salah satu industri yang ada di Kota Salatiga adalah industri krimer di Dukuh Cabean, Kelurahan Mangunsari, Kecamatan Sidomukti. Warga setempat mengeluhkan bau tidak sedap dari pabrik tersebut [3]. Areal persawahan di Dukuh Cabean, Kelurahan Mangunsari, Kecamatan Sidomukti pun diduga tercemar limbah pabrik. Akibatnya, beberapa petak yang sudah ditanami padi, akarnya membusuk dan akhirnya mati [4].

Untuk menjawab persoalan pencemaran lingkungan oleh industri krimer dapat dilakukan dengan cara menerapkan prinsip dan aktivitas nir limbah (*zero waste*) dalam proses industri. Berdasarkan pengertiannya, aktivitas *zero waste* didefinisikan sebagai “aktivitas meniadakan limbah dari suatu proses produksi dengan cara pengelolaan proses produksi yang terintegrasi dengan minimisasi, segregasi dan pengolahan limbah”. Dengan kata lain, pelaku industri harus berupaya agar meminimalkan limbah yang dihasilkan dan apabila masih tetap dihasilkan limbah maka diupayakan untuk diolah sehingga menjadi produk yang aman namun masih memiliki nilai ekonomis [5].

Limbah padat industri krimer mengandung minyak/lemak (40%) dan berpotensi untuk menjawab pencemaran lingkungan yang ditimbulkan dengan cara mengolahnya kembali menjadi gliserol. Perolehan kembali (*recovery*) limbah

industri krimer tersebut selain memiliki nilai guna, juga memiliki nilai ekonomis, yaitu limbah yang sudah tidak terpakai dapat diubah menjadi produk yang laku untuk diperdagangkan, tanpa mengeluarkan tambahan biaya produksi yang besar. Tambahan pula, produk yang dihasilkan ramah lingkungan sehingga penggunaannya akan digemari masyarakat Barat yang *melek* pelestarian lingkungan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan, yaitu limbah industri krimer dari pabrik krimer yang berlokasi di Dukuh Cabean, Kelurahan Mangunsari, Kecamatan Sidomukti, Kota Salatiga.

### Alat

Alat yang digunakan, antara lain beaker glass, corong pisah, neraca digital, kolom, silica gel, rotary evaporator, set reaktor batch kepala tiga, waterbath, stirer, dan termometer.

### 1.1. Ekstraksi Minyak/Lemak dari Limbah Industri Krimer

Limbah industri krimer dilarutkan dalam akuades dengan perbandingan 1:1 (b/b) dengan cara dididihkan. Selanjutnya, campuran larutan disaring dengan kapas untuk memisahkan air dan minyak/lemak dari pengotor. Campuran air dan minyak/lemak yang didapat dimasukkan ke dalam corong pisah untuk dilakukan pemisahan minyak/lemak dari air.

## 1.2. Separasi Minyak/Lemak dengan Kromatografi Kolom [6]

Netral lipid, glikolipid, dan fosfolipid dari minyak/lemak limbah industri krimier dipisahkan dengan menggunakan metode kromatografi kolom menggunakan fase gerak kloroform dan sebagai fase diam berupa *silica gel*. Hasil pemisahan diuapkan dengan *rotary evaporator*, kemudian dihitung persentase netral lipid, glikolipid, dan fosfolipid.

## 1.3. Gliserol [7]

Mula-mula dilakukan preparasi katalis (NaOH) dengan cara melarutkan dalam metanol 96% volume untuk membentuk natrium metoksida ( $\text{NaO-CH}_3$ ) dan air, dengan reaksi:  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{NaOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{NaOCH}_3$  yang diperoleh dicampur dalam reaktor *batch* kaca berkepala tiga dengan minyak dari limbah industri krimier dan Poli Etilen Glikol (PEG) dalam jumlah mol yang sama. Reaktor tersebut ditutup lalu diletakkan di dalam *waterbath*. Sebelumnya, campuran diaduk dengan *stirer* dan reaksi ini dilakukan dengan variasi suhu ( $45^\circ\text{C}$ ,  $60^\circ\text{C}$ , dan  $75^\circ\text{C}$ ), lama pemanasan (30, 45, dan 60 menit), dan bobot katalis (0,5% dan 1,5% dari bobot minyak).

Gliserol hasil transesterifikasi dipisahkan dari campuran menggunakan corong pisah. Hasil gliserolisis dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan dietil eter dan asam sitrat sehingga terbentuk dua lapisan, lapisan atas dicuci dengan akuades dan dietil eter diuapkan.

Residu yang diperoleh kemudian dikeringkan dengan alat vakum.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Suhu Pemanasan terhadap Hasil Gliserol

Purata hasil gliserol (dalam gram  $\pm$  SE) antar berbagai suhu pemanasan ( $40^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $75^\circ\text{C}$ ) berkisar antara  $104,89 \pm 2,65$  gram dan  $109,03 \pm 2,57$  gram. Hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa purata hasil gliserol dari minyak/lemak limbah industri krimier berbeda secara bermakna antar suhu pemanasan (Tabel 1.).

Penggunaan Poli Etilen Glikol (PEG) dalam reaksi bertujuan untuk mengurangi terbentuknya kembali trigliserida dalam minyak/lemak limbah industri krimier karena dengan penambahan PEG ke dalam reaksi maka trigliserida akan mengalami gliserolisis untuk membentuk gliserol [8]. Suhu berpengaruh pada kelarutan PEG dalam trigliserida [9].

Gliserolisis (sintesis gliserol) berjalan baik pada suhu tinggi karena suhu dapat meningkatkan homogenitas campuran reaksi [10]. Semakin homogen campuran, semakin banyak molekul yang bertumbukan dan menghasilkan produk. Gliserol yang polar harus ditingkatkan kelarutannya pada minyak yang cenderung bersifat non polar, yaitu dengan menaikkan suhu reaksi. Pada kondisi kamar, kurang lebih hanya 4% gliserol saja yang bisa terlarut dalam minyak tanpa adanya pelarut. Temperatur yang cukup tinggi diperlukan untuk meningkatkan kelarutan gliserol dalam minyak (fase trigliserida). Semakin banyak gliserol yang larut dan

bereaksi dengan minyak, makin besar pula konversi yang diperoleh.

Selain meningkatkan kelarutan PEG dalam trigliserida, kenaikan suhu pemanasan menyebabkan molekul-molekul mendapat energi dan bergerak lebih efektif sehingga terjadi tumbukan yang menyebabkan reaksi berjalan lebih cepat [11]. Semakin tinggi suhu pemanasan, tumbukan antar molekul semakin sering terjadi karena molekul-molekul mendapat energi untuk bergerak lebih besar, sehingga hasil gliserol yang diperoleh semakin besar.

Kondisi optimum untuk menghasilkan *yield* DAG (diasilgliserol) 48,44% dari minyak *safflower* dengan katalis enzim lipase, yaitu reaksi pada suhu 46,9<sup>o</sup>C [12]. Reaksi tidak berlangsung pada suhu tinggi karena katalis enzim lipase akan rusak pada suhu tinggi sehingga hasil optimum *yield* gliserol jenis DAG hanya mencapai 48,44%. Pada penelitian ini, *yield* gliserol semakin tinggi seiring dengan peningkatan suhu.

Dalam reaksi transesterifikasi CPO dengan katalis MgO sejalan dengan peningkatan suhu, maka molekul-molekul mendapatkan energi dan bebas bergerak sehingga menimbulkan terjadinya tumbukan yang menghasilkan reaksi. Lebih lanjut diperoleh suhu optimum antara 70<sup>o</sup>-90<sup>o</sup>C untuk mendapatkan *yield* gliserol sampai 97% dan hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini.

Pengaruh suhu pada proses gliserolisis minyak sawit dengan butanol dan katalis MgO menunjukkan bahwa suhu optimum untuk memperoleh konversi gliserol 94-98% berada pada kisaran 70<sup>o</sup>-100<sup>o</sup>C [13]. Hasil tersebut selaras dengan hasil penelitian ini.

Penelitian lain menunjukkan kondisi optimum dalam gliserolisis stearin minyak sawit terjadi pada suhu 200<sup>o</sup>C dengan katalis NaOH 2% dan hasil monogliseroda yang diperoleh mencapai 62% [14]. Dalam penelitian ini diperoleh persen *yield* gliserol lebih tinggi pada suhu lebih rendah, sehingga lebih ekonomis energi.

**Tabel 1. Purata Hasil Gliserol (gram ± SE) dari Minyak/Lemak Limbah Industri Krimer antar berbagai Suhu Pemanasan**

Suhu Pemanasan ( <sup>o</sup> C)	40	60	75
SE	104,89 ± 2,65	106,74 ± 1,89	109,03 ± 2,57
W = 2,87	(a)	(ab)	(b)

Keterangan: \* Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda secara bermakna, sebaliknya angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan antar perlakuan berbeda bermakna. Keterangan ini berlaku juga untuk Tabel 2.

## 2. Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Hasil Gliserol

Purata hasil gliserol (dalam gram  $\pm$  SE) antar konsentrasi katalis berkisar antara  $104,42 \pm 1,81$  gram dan  $109,35 \pm 1,78$  gram. Hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa hasil gliserol dari minyak/lemak limbah industri krimer antar berbagai konsentrasi katalis berbeda secara bermakna (Tabel 2.).

Hasil gliserol meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi katalis (Tabel 2.). Katalis berfungsi untuk mengurangi energi aktivasi sehingga reaksi lebih mudah berlangsung. Namun, katalis juga berfungsi untuk mengarahkan gugus OH ke arah pembentukan gliserol [15]. Semakin besar konsentrasi katalis, maka reaksi gliserolisis akan semakin cepat berlangsung dan hasil gliserolisis yang diperoleh semakin banyak.

Gliserolisis merupakan reaksi yang berjalan lambat tanpa adanya katalis. Katalis berperan dalam meningkatkan laju reaksi. Dalam reaksi transesterifikasi CPO menunjukkan konsentrasi katalis MgO pada kisaran 1,5-5,0% optimum untuk mendapatkan konversi gliserol dari CPO 97,87% [10].

Semakin banyak katalis, konversi reaksi menjadi gliserol semakin meningkat karena katalis dapat menurunkan energi aktivasi dan mempercepat reaksi. Dalam gliserolisis minyak sawit dengan butanol, konsentrasi katalis MgO pada kisaran 2,5-4,0% optimum untuk memperoleh gliserol 94-98% [13]. Penelitian lain menunjukkan

kondisi optimum dalam gliserolisis minyak *safflower* pada katalis enzim lipase 0,75% dari bobot minyak dan *yield* DAG (diasilgliserol) yang diperoleh 48,44% [12]. Pada penelitian ini, katalis  $\text{NaOCH}_3$  (NaOH dalam pelarut metanol) merupakan katalis yang tepat karena peningkatan konsentrasi katalis dapat meningkatkan perolehan gliserol.

## 3. Purata Hasil Gliserol ditinjau dari Interaksi antara Berbagai Suhu Pemanasan dan Konsentrasi Katalis

Purata hasil gliserol (gram  $\pm$  SE) ditinjau dari interaksi antara suhu pemanasan dan konsentrasi katalis berkisar antara  $102,26 \pm 3,67$  gram dan  $112,01 \pm 2,61$  gram. Hasil uji BNJ 5% menunjukkan adanya interaksi antara suhu pemanasan dan konsentrasi katalis pada bobot gliserol yang dihasilkan (Tabel 3.).

Dalam setiap suhu pemanasan, pemakaian katalis 1,5% menunjukkan peningkatan rata-rata hasil gliserol. Demikian juga halnya penggunaan katalis antar suhu pemanasan menunjukkan hasil gliserol pada suhu  $75^\circ\text{C}$ , baik pada penggunaan katalis 0,5% maupun 1,5% lebih tinggi dari pada suhu  $40^\circ$  dan  $60^\circ\text{C}$  (Gambar 1.).

Semakin tinggi suhu pemanasan, kelarutan PEG dalam trigliserida semakin besar sehingga reaksi berjalan semakin cepat. Tingginya suhu pemanasan memberikan energi pada molekul-molekul untuk bergerak dan bertumbukan sehingga hasil gliserol yang didapat semakin meningkat seiring dengan peningkatan suhu.

Kenaikan konsentrasi katalis mempercepat terbentuknya gliserol, terutama penggunaan katalis basa ( $\text{NaOCH}_3$ ). Semakin besar konsentrasi

katalis, hasil gliserol yang diperoleh semakin besar karena semakin banyak gugus OH yang terarah pada pembentukan gliserol.

**Tabel 2. Purata Hasil Gliserol (gram  $\pm$  SE) dari Minyak/Lemak Limbah Industri Krimer Antar Berbagai Konsentrasi Katalis**

Konsentrasi Katalis (%)	0,5	1,5
SE	104,42 $\pm$ 1,81	109,35 $\pm$ 1,78
W = 1,95	(a)	(b)

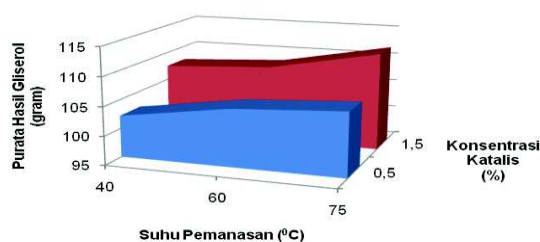
**Tabel 3. Purata Hasil Gliserol (gram  $\pm$  SE) ditinjau dari Interaksi antara Berbagai Suhu Pemanasan dan Konsentrasi Katalis**

Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Konsentrasi Katalis (%)	
	0,5	1,5
40	102,26 $\pm$ 3,67 (a)	107,53 $\pm$ 3,82 (a)
	(a)	(b)
60	104,97 $\pm$ 1,996 (ab)	108,52 $\pm$ 3,26 (a)
	(a)	(b)
75	106,04 $\pm$ 4,18 (b)	112,01 $\pm$ 2,61 (b)
	(a)	(b)

Keterangan: \* Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, baik pada lajur maupun baris yang sama, menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda bermakna, sebaliknya angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda bermakna.

\* W = 3,36 untuk uji BNJ 5% antar suhu pemanasan dalam setiap konsentrasi katalis.

\* W = 2,29 untuk uji BNJ 5% antar konsentrasi katalis dalam setiap suhu pemanasan.



Gambar 1. Hasil Gliserol ditinjau dari Interaksi antara Berbagai Suhu Pemanasan dan Konsentrasi Katalis

## KESIMPULAN

Hasil gliserol dari minyak/lemak limbah industri krimer dipengaruhi oleh suhu pemanasan, konsentrasi katalis, sedangkan lama pemanasan tidak berpengaruh terhadap hasil gliserol. Hasil gliserol maksimum 112,01 gram pada suhu pemanasan 75<sup>0</sup>C dengan katalis NaOCH<sub>3</sub> 1,5%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak A. Ign. Kristijanto yang telah membimbing penulis dalam penelitian dan penulisan, serta Ibu Sri Hartini atas saran dan rekomendasi yang diberikan.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Mahani, Farida N. C., dan Denny V. 2008. Perancangan Pabrik Gliserol dari *Crude Palm Oil* (CPO) dan Air dengan Proses *Continuous Fat Splitting* Kapasitas 44.000 Ton/Tahun. *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [2] Yanuarta G., Fajar E. F. S., dan Subyakto A. 2011. Pabrik Gliserol dari Minyak Kelapa Sawit (CPO) dengan Proses *Continuous Fat Splitting*. *Tugas Akhir*, Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [3] Suara Merdeka, Agustus 28, 2009. Bau Busuk, Pabrik Kiviet Diprotes Warga.
- [4] Suara Merdeka, Februari 23, 2010. Limbah PT Kiviet Diduga Cemari Sawah
- [5] Sulaeman, D. 2008. *Zero Waste: Prinsip Menerapkan Agro-industri Ramah Lingkungan*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- [6] Bawa, M. P. A. 2009. *Komposisi Asam Lemak dari Minyak Biji dan Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas Ekstrak Metanol Biji Delima (Punica granatum L.)*. Salatiga: Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana.
- [7] Arbianti, R., Tania S. U., dan Astri N. 2008. Isolasi Metil Laurat dari Minyak Kelapa sebagai Bahan Baku Surfaktan Fatty Alcohol Sulfate (FAS). *Makara, Teknologi*, 12, II: 61-64.
- [8] Nouredini, H. dan Medikonduru. 1997. Glycerolysis of Fats and Methyl Esters, *Papers in Biochemicals*, Paper 11.
- [9] Nouredini, H., Harkey, dan Gutsman. 2004. A Continous Process for the Glycerolysis of Soybean Oil, *Papers in Biochemicals*, Paper 15.
- [10] Pramana, Y. S. dan Sri M. *Proses Gliserolis CPO menjadi Mono dan Diacyl Gliserol dengan Pelarut Tert-Butanol dan Katalis MgO*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [11] Harismawati dan Prasetyo. *Produksi Mono-dan Digliserida dengan Proses Gliserolisis Pseudohomogen dari Minyak Goreng Bekas*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

- [12] Sahafi, S. M., Sayed A. H. G., dan Mahdi K. 2012. Production of A Diacylglycerol-Enriched Safflower Oil Using Lipase-Catalyzed Glycerolysis: Optimization by Response Surface Methodology, *International Journal of Food, Nutrition, and Public Health*, Vol. 5, No. 4: 295-306.
- [13] Anggoro, D. D. dan Faleh S. B. 2008. Proses Gliserolisi Minyak Kelapa Sawit Mono dan Diacyl Gliserol dengan Pelarut Butanol dan Katalis MgO, *Reaktor*, Vol. 12, No. 1: 22-28.
- [14] Chetpattananondh, P. dan Chakrit T. 2007. Synthesis of High Purity Monoglycerides from Crude Glycerol and Palm Stearin, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30 (4): 515-521.
- [15] Purwaningtyas, E. F. dan Bambang P. 2009. Pembuatan Surfaktan Polyoxyethylene dari Minyak Sawit: Pengaruh Rasio Mono-Digliserida dan Polyethylene Glykol. *Jurnal Reaktor*, 12, III:175-182. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

#### TANYA JAWAB

**Nama Penanya** : Medya Risa

**Nama Pemakalah** : Devi K

**Pertanyaan** :

suhu pemanasan mengapa hanya sampai 75°C., sedangkan gliserol ±250 °C

**Jawaban** :

pemilihan varian suhu pemanasan (40,60,75 °C) dengan suhu pemanasan tertinggi 75°C karena:

- Titik didih minyak/ lemak dari limbah industri primer 79 °C. Pemanasan lebih dari 79 °C menyebabkan reaksi transesterifikasi dalam labu leher tiga bumping.
- Peningkatan efisiensi reaksi transesterifikasi dengan memanen metil ester yang juga terbentuk dari reaksi yang sama (zerowaste)

**Nama Penanya** : Syaubari

**Pertanyaan** :

hasil gliserol apakah beda dibandingkan dengan komersial dan bagaimana hasilnya?

**Jawaban** :

karakteristik hasil gliserol dibandingkan dengan karakteristik gliserol standar komersial dan ecogreen oleochemical. Karakteristik hasil gliserol belum sesuai dengan standar gliserol komersial. Sebagian besar hanya parameter spesifik gravity yang sesuai dengan standar gliserol komersial. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pemurnian dan peningkatan kualitas gliserol yang diperoleh dari proses recovery minyak/ lemak limbah industri primer.