PEMBUATAN MONOGLISERIDA

Tirto Prakoso, Maria Mahardini Sakanti
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesa 10, Labtek X, Bandung 40132
E-mail: tirto@che.itb.ac.id

Abstrak

Monoasilgliserol (monogliserida) merupakan senyawa kimia penting oleo kimia yang digunakan dalam banyak aplikasi sebagai surfaktan, terutama sebagai pengemulsi dalam makanan, kosmetik dan farmasi. Secara keseluruhan, kelompok surfaktan ini sangat penting terutama digunakan dalam industri makanan dengan konsumsi 75% dari total produksi pengemulsi. Monogliserida mempunyai nilai ekonomi yang relatif tinggi dan mempunyai prospek pasar yang cerah. Saat ini kebutuhan monogliserida dalam negeri masih banyak yang diperoleh dari impor. Monogliserida biasanya diproduksi melalui gliserolisis lemak atau minyak yang dapat dimakan, tetapi juga dapat diperoleh dari esterifikasi asam lemak dengan gliserol dengan atau tanpa pemurnian produk. Sumber yang digunakan dalam proses sintesa monogliserida dapat berupa minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kedelai, minyak jagung, minyak bunga matahari dan minyak nabati lainnya. Penelitian yang dilakukan merupakan penerapan metode Feuge dan Bailey (1946) yaitu sintesa monogliserida melalui rute reaksi gliserolisis minyak goreng sawit dan menggunakan katalis basa NaOH 0,1%-berat. Reaksi gliserolisis tersebut berlangsung pada temperatur 200°C. Parameter percobaan yang divariasikan adalah rasio reaktan gliserol : trigliserida yaitu 2:1, 3:1, dan 4:1. Parameter lain yang divariasikan adalah panjang waktu reaksi yaitu 1 jam, 3 jam dan 4 jam. Respon yang diamati dalam setiap variasi adalah konversi gliserol dan perolehan monogliserida. Waktu reaksi gliserolisis yang optimum adalah 3 jam, hal ini ditunjukkan dengan perolehan alfa monogliserida yang paling banyak dalam produk monogliserida (23,511 %-berat) dengan perbandingan rasio mol trigliserida : gliserol yaitu 1:3 dan yield sebesar 23,5%. Konversi gliserol tertinggi terdapat pada produk dengan waktu reaksi 3 jam dengan perbandingan mol trigliserida : gliserol yaitu 1:4 (85,34 %-berat).

Kata kunci : Gliserolisis, Monogliserida, Trigliserida

Abstract

Monoasylglycerol (monogliserida) is an important commercial oleo chemical that oftenly used in many applications as surfactant. It is used primarily as emulsifier for food, cosmetics, and drugs. About 75% of the total production of emulsifier are applied in food industry. Monoglyceride has relatively high economical value and has good prospect in the global market. This time the local demand of the monoglyceride are mostly pulfilled by importing from other countries. Monoglyceride are commonly produced by consumeable fat or oil glyserolysis, but it also can be obtained from fatty acids esterification using glyserol with or without product refinery. Some sources that can be used in syntesis process of monoglyceride are coconut oil, palm oil, soybean oil, corn oil, sunflower seed oil, and other vegetable oil. The monoglyceride production that has been done in this research has applied Feuge and Bailey's Method (1946) which is syntesizing monoglyceride throught reaction rute of palm oil glycerolysis and using base-catalist of NaOH 0,1%-w. The glycerolysis reaction held at 200°C. The research parameters are glycerol reactant to triglyceride ratio and reaction time. The ratio of glycerol reactant to triglyceride varied in 2:1, 3:1 and 4:1. While the reaction time varied in 1, 3 and 4 hours. The observed respons for every parameters are glycerol conversion and monoglyceride yields. The optimum glycerolysis reaction time that has been determined from the experiment were 3 hours. This fact was showed by the highest yield of alfa monoglyceride in monoglyceride product (23,511 %-w) with mole ratio of triglyceride : glycerol as 1:3 and yield as 23,5%. The highest glycerol content has been obtained on product with reation time of 3 hours with mole ratio of triglyceride : glycerol as 1:4 (85,34 %-berat).

Keywords : Glycerolysis, Monoglyceride, Triglyceride

1. Pendahuluan

Monogliserida (monoasilgliserol) merupakan senyawa kimia penting dari turunan komersil yang digunakan dalam industri makanan, kosmetik, farmasi, pelumas. Monogliserida digunakan dalam banyak aplikasi sebagai surfaktan, terutama sebagai pengemulsi dalam makanan, kosmetik dan farmasi. Monoasilgliserol merupakan bahan emulsifier yang digunakan dalam proses produksi bahan pangan berlemak seperti margarin, mentega kacang, roti, biskuit dan es krim. Secara keseluruhan, kelompok surfaktan ini sangat penting digunakan dalam industri makanan, dimana 75% dari total produksi pengemulsi.

Monogliserida mempunyai nilai ekonomi yang baik. Kebutuhan monogliserida sebagai emulsifier pangan diprediksi pada era pasar global dunia berkisar 132.000 ton/tahun. Saat ini kebutuhan monogliserida masih banyak yang diperoleh dari impor.

Monogliserida biasanya diproduksi melalui gliserolisis dari lemak atau minyak yang dapat dimakan, tetapi dapat juga dengan esterifikasi dari asam lemak dengan gliserol, dengan atau tanpa produk didistilasi molekular. Lemak atau minyak yang dapat digunakan dalam proses sintesa monoasilgliserol dapat berupa minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kedelai, minyak jagung, minyak bunga matahari dan minyak nabati lainnya.

Selain itu monogliserida dapat disintesa dari trigliserida melalui berbagai proses. Sejak tahun 1946, reaksi gliserolisis sudah dilakukan oleh Bailey dan Feuge dengan menggunakan katalis alkali (NaOH) dalam kinetika kimianya. Kemudian pada tahun 2002, Archer Daniels Midland melakukan reaksi gliserolisis dengan menggunakan katalis CH_3COOK. Selain itu, monogliserida juga dapat disintesis dengan menggunakan bantuan enzim lipase seperti 1,3-regioselektif lipase terkekang yang mampu mensintesis 1,3-digliserida dari gliserol dan asam lemak bebas dengan perolehan yang besar (Watanabe, 2004).

Ada beberapa rute pembuatan monogliserida, liantaranya melalui reaksi gliserolisis, enzimatik dan deasilasi kimia. Dalam penelitian ini, rute pembuatan monogliserida yang digunakan adalah reaksi gliserolisis trigliserida. Alasan pemilihan reaksi gliserolisis antara lain reaksi gliserolisis lebih sederhana dan produk yang dihasilkan bervariasi.

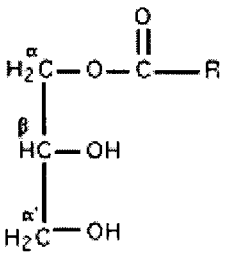
Reaksi gliserolisis lebih sederhana dan ekonomis karena tidak memerlukan proses hidrolisis lemak menjadi asam lemak, pemisahan asam-asam lemak, pemurnian, dan langkah-langkah esterifikasi selektif seperti pada metode enzimatik.

Bailey dkk. (1946) melakukan reaksi transesterifikasi untuk menghasilkan monogliserida yaitu dengan mereaksikan trigliserida dari minyak biji kapas dan gliserol. Reaksi berlangsung pada temperatur 200°C dalam bejana gelas berpengaduk dan berada pada tekanan gas hidrogen sepanjang reaksi. Katalis yang digunakan adalah katalis alkali (NaOH). Konsentrasi katalis yang optimum menurut Bailey dkk adalah 0,1% dari berat minyak atau lemak yang digunakan.

Melalui penelitian ini penentuan pengaruh waktu reaksi dan perbandingan komposisi reaktan terhadap perolehan produk yang diinginkan dilakukan melalui serangkaian percobaan. Parameter lain yang dipelajari dalam setiap variasi terutama adalah konversi gliserol dan perolehan monogliserida. Dengan penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk dengan kandungan utama monogliserida.

2. Fundamental

Rumus bangun dari monogliserida adalah dapat dilihat pada Gambar 1. Dimana R merupakan gugus alkil dari monogliserida.



Gambar 1. Rumus bangun monoasilgliserol (monogliserida)

Campuran ester monogliserida yang mempunyai rantai yang panjang, merupakan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang terdapat dalam lemak makanan, terdiri dari tidak lebih dari 30% alfa monogliserida dan juga mengandung isomer monogliserida yang lain, sama seperti halnya di- dan trigliserida, gliserol bebas, asam lemak bebas, sabun dan kandungan air, biasanya diproduksi melalui gliserolisis dari lemak atau minyak yang dapat dimakan, tetapi dapat juga dengan esterifikasi dari asam lemak dengan gliserol, dengan atau tanpa produk didistilasi molekular.

Monogliserida berwarna putih atau krem dan mempunyai penampilan waxy atau lemak yang keras, berupa produk plastik atau cairan viskos. Monogliserida tidak larut dalam air, larut dalam etanol, kloroform dan benzene. Metoda

analisa : menentukan alfa-monogliserida dan kandungan gliserol bebas. Secara komersil produk monogliserida terdapat dua kategori yang dikenal sebagai GMS (*Glyceryl Monostearate*) dan GMO (*Glyceryl Monooleate*). Karakteristik monogliserida komersial dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Komersil Monogliserida

Glycerol monostearate	
Appearance	Butiran atau serpihan
Warna (gardner)	3.0 (maks.)
Air	Tidak lebih dari 2.0% (metode Karl Fischer)
Angka Iodin (g I_2/100g)	3.0 (maks.)
Titik Beku, °C	55 -60
Angka asam (mg KOH/g)	Tidak lebih dari 6
Angka penyabunan (mg KOH/g)	160 -175 (tidak lebih dari 6%)
Gliserol bebas, %	Tidak lebih dari 7%
Arsenik (as AS), ppm	3 maks. (Tidak lebih dari 3 mg/kg)
Logam berat (as Pb), ppm	10 maks. (Tidak lebih dari 10 mg/kg)
Iron (Fe), ppm	10 maks.

Reaksi secara gliserolisis merupakan reaksi alkoholis. Pada reaksi gliserolisis, trigliserida direaksikan dengan gliserol membentuk monogliserida dan digliserida. Secara umum reaksi gliserolisis trigliserida dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.

Trigliserida + Gliserol $\xrightarrow[220\ °C]{170-}$ Mono- + Digliserida

Gambar 2. Reaksi Gliserolisis Trigliserida

Sebagian besar monogliserida dan digliserida di dalam industri diproduksi dengan proses gliserolisis trigliserida. Pada proses ini, lemak (± 99% trigliserida) direaksikan dengan gliserol pada temperatur tinggi. Reaksi gliserolisis merupakan suatu reaksi kesetimbangan sehingga produk reaksi dapat ditingkatkan (reaksi dapat "digeser" ke arah produk) dengan menggunakan gliserol berlebih. Gliserol yang bersifat hidrofil tidak larut dalam lemak pada temperatur ruang, sehingga reaksi gliserolisis dilangsungkan pada temperatur tinggi untuk meningkatkan kelarutan gliserol di dalam lemak.

Monogliserida dan digliserida dapat diproduksi baik secara batch maupun kontinyu. Sebagian besar produksi di Amerika Serikat masih menggunakan proses batch dimana waktu reaksi, temperatur dan katalis yang digunakan bervariasi. Untuk proses kontinyu, waktu proses biasanya lebih pendek sekitar 30 menit dibandingkan waktu proses sistem batch.

Biasanya monogliserida dan digliserida diproduksi dengan gliserolisis trigliserida atau lemak dan minyak. Pada proses ini, lemak atau minyak yang diinginkan kekerasannya (produk yang diinginkan) dicampur dengan gliserol berlebih pada kenaikan temperatur (220-240°C atau 425-440°F) dengan melibatkan katalis alkali, biasanya berupa natrium atau kalsium hidroksida (0,1% berat minyak). Namun sebelumnya reaktan didehidrasi dahulu pada temperatur 220-240°F selama 30 menit. Selama proses reaksi, campuran reaksi tetap dipertahankan sampai radikal asam lemak trigliserida didistribusikan kembali secara random diantara grup hidroksil gliserol yang tersedia. Reaksi dilakukan dengan pengadukan selama 30 sampai 60 menit.

Campuran reaksi kemudian didinginkan dengan pengadukan sampai kesetimbangan dicapai dan kemudian katalis dideaktivasi dengan menambahkan suatu asam makanan (*food acid*), biasanya berupa asam fosfor (0,1%). Garam fosfat yang dihasilkan dari netralisasi katalis harus dikeluarkan dengan filtrasi. Gliserol berlebih akan dipisahkan, sebagai lapisan bawah selama pendinginan, secara parsial dengan dekantasi. Sedangkan gliserol yang tersisa dalam campuran reaksi dapat dikeluarkan melalui distilasi vakum yang sementara itu juga dilakukan *steam stripping* untuk mengurangi kandungan asam lemak bebas dan memindahkan material oksidasi yang menyebabkan rasa dan bau yang tidak diinginkan.

Kinetika reaksi gliserolisis ini dapat ditingkatkan dengan bantuan katalis basa lainnya (biasanya selain NaOH juga umum digunakan $Ca(OH)_2$ dan CH_3COOK) atau katalis asam. Katalis CH_3COOK (kalium asetat) paling banyak digunakan karena dapat meminimalisasi terjadinya discoloration/ timbulnya warna kemerahan pada produk akhir reaksi yang pada umumnya tidak dikehendaki. Sebelum penambahan katalis, biasanya minyak (reaktan) terlebih dahulu dikeringkan (didehidrasi) agar aktivitas katalis lebih balk. Campuran reaksi ini dipertahankan pada temperatur tinggi hingga radikal asam lemak dari trigliserida mengalami redistribusi dan berikatan secara acak dengan gugus-gugus hidroksil dari gliserol. Reaksi juga dilangsungkan pada atmosfer inert (dengan memasukkan gas N_2 atau CO_2) untuk meminimumkan perusakan warna.

Reaksi gliserolisis menggunakan katalis baik asam maupun alkali basa berlangsung pada temperatur yang tinggi (200-240°C). Hasilnya

merupakan suatu campuran kasar dari mono dan diasilgliserol (secara kasar hampir sama) dan trigliserida yang tidak terkonversi (konversi keseluruhan adalah 90%). Produk yang dihasilkan mempunyai beberapa kekurangan seperti yield yang diperoleh sedikit, warna yang gelap/keruh. Proses pemisahan lebih lanjut biasanya dilakukan dengan distilasi molekular yang menghasilkan kemurnian monoasilgliserol (> 90%). Oleh sebab itu perhatian banyak teralih kepada rute reaksi gliserolisis lemak menggunakan enzim lipase baik dengan melibatkan solven atau tidak. Selain biaya operasional menjadi mahal karena harga solven yang cukup mahal ditambah dengan penggunaan katalis. Selain itu masih harus dilakukan perlakuan khusus pada produk pada akhir reaksi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Thengumpillil dkk. (2002), disebutkan bahwa esterfikasi asam laurat dan gliserol dapat dilakukan dengan melibatkan solven (asam laktat dan metil laktat) organik yang memenuhi standar food grade. Reaksi berlangsung pada temperatur lebih rendah (130-150°C) dan tidak menggunakan katalis. Selektivitas proses dapat mencapai 98%. Persentasi yang kecil dari *lactylated* monoasil-gliserol (5-20%) yang terkonversi selama reaksi berlangsung masih diperbolehkan dalam pengemulsi makanan. Aktivitas permukaan *lactylated*- monoasilgliserol yang tinggi memberikan superior secara fungsional terhadap produk itu sendiri.

Sejauh ini penggunaan asam laktat dan alkil laktat sebagai solven pada rekasi tersebut belum pernah dilakukan (Thengumpillil dkk., 2002). Proses ini menghasilkan monogliserida dengan struktur yang telah tertata ulang dan gliserol bebas. Selektivitas reaksi ke arah produksi dapat dikontrol dengan pengaturan perbandingan komposisi reaktan, temperatur reaksi, waktu reaksi. Perbandingan reaktan asam lemak/gliserol adalah 1:1-1:10 (perbandingan mol), temperatur reaksi optimum berada dalam rentang antara 130-150°C, waktu reaksi optimum dalam rentang antara 3 - 6 jam, dan jumlah solven dalam rentang antara 5% - 20%-berat asam lemak dan gliserol dalam reaksi (Thengumpillil dkk., 2002). Namun penggunaan asam laurat sebagai bahan baku menyebabkan produk mempunyai tekstur padat dan kandungan, selain itu asam lemak yang terkandung dalam produk cukup besar (diatas 22%).

Perbandingan komposisi reaktan gliserol terhadap trigliserida, reaksi gliserolisis merupakan suatu reaksi kesetimbangan sehingga produk reaksi dapat ditingkatkan (reaksi dapat "digeser" ke arah produk) dengan menggunakan gliserol berlebih. Gliserol yang bersifat hidrofil tidak larut dalam lemak pada temperatur ruang, sehingga reaksi gliserolisis dilangsungkan pada temperatur tinggi untuk meningkatkan kelarutan gliserol di dalam lemak.

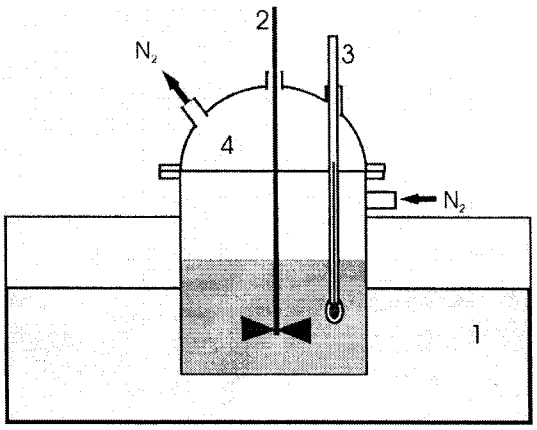
Selain itu untuk meningkatkan selektifitas produksi monoasilgliserol daripada diasilgliserol melibatkan katalis alkali atau asam, dimana memerlukan tahap netralisasi.

Waktu reaksi, untuk mencapai konversi yang mendekati sempurna, diperlukan waktu reaksi yang diperlukan reaktan dalam reaktor yang cukup. Waktu reaksi yang cukup dapat menyebabkan reaksi pada kondisi tunak, dimana konsentrasi bukan lagi merupakan fungsi dari waktu.

3. Metodologi

Metode yang akan digunakan untuk pembuatan monogliserida dalam penelitian ini adalah rute gliserolisis trigliserida.

Rangkaian alat yang digunakan untuk reaksi gliserolisis minyak goreng sawit dalam penelitian ini (Gambar 3) adalah bejana gelas berpengaduk (2), yang dilengkapi dengan termometer untuk mengetahui suhu dalam campuran yang identik dengan suhu reaksi (3), dan dipanaskan dengan menggunkan pemanas (4). Selama reaksi berlangsung, campuran dialiri oleh gas inert nitrogen untuk mencegah oksidasi pada minyak dan mengusir air. Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan mono-gliserida dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Skema Alat Sintesa Monogliserida

Gambar 4. Rangkaian peralatan pada saat reaksi gliserolisis pada suhu 200 °C dengan campuran gliserol dan katalis diumpankan pada trigliserida.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan monogliserida meliputi : trigliserida minyak nabati (minyak goreng kelapa sawit), gliserol, NaOH, gas inert N_2 dan asam fosfat yang digunakan untuk mendeaktivasi katalis NaOH. Kondisi reaksi yang akan dilaksanakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Percobaan

Tekanan reaksi	Atmosferik
Perbandingan trigliserida : gliserol	1 : 2, 1 : 3, dan 1 : 4
Waktu reaksi	1 jam, 3 jam, dan 4 jam
Jumlah katalis	0,1 % berat dari minyak

Perbandingan molar reaktan (trigliserida : gliserol) divariasikan sebagaimana tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Variasi Komposisi Reaktan

Variasi	Minyak : Gliserol	Rasio (gram)
I	1	218,303
	2	46
II	1	218,303
	3	69
III	1	218,303
	4	72

Pada pembuatan monogliserida, katalis NaOH sebanyak 0.1% berat minyak sawit (0,2183025 gram) dilarutkan dalam gliserol pada temperatur 90°C pada bejana gelas berpengaduk dan dialiri gas nitrogen sampai terlarut sempurna. Minyak sawit dimasukkan dalam bejana gelas 1,5 L berpengaduk dan dipanaskan sampai mencapaisuhu 150°C. Setelah minyak sawit diumpankan ke dalam minyak secara bertahap atau sedikit-sedikit. Selama proses pencampuran tetap dilakukan pengadukan dan dialiri gas nitrogen, suhu dipertahankan tetap pada 150°C. Setelah semua reaktan (minyak goreng sawit dan gliserol yang mengandung katalis) tercampur sempurna, suhu dinaikkan sampai mencapai temperatur reaksi yaitu 200°C dan dipertahankan selama waktu reaksi yang diinginkan. Selama reaksi tetap dilakukan pengadukan dan dialiri gas nitrogen. Setelah menempuh waktu reaksi yang diinginkan, pemanasan dihentikan dan diidinginkan sampai mencapai 100°C.

Deaktivasi katalis (NaOH). Deaktivasi katalis dilakukan dengan menambahkan asam fosfat sampai mencapai pH netral (atau sedikit asam) untuk mendeaktivasi katalis. Untuk mengukur kadar pH dapat dibantu dengan indikator universal.

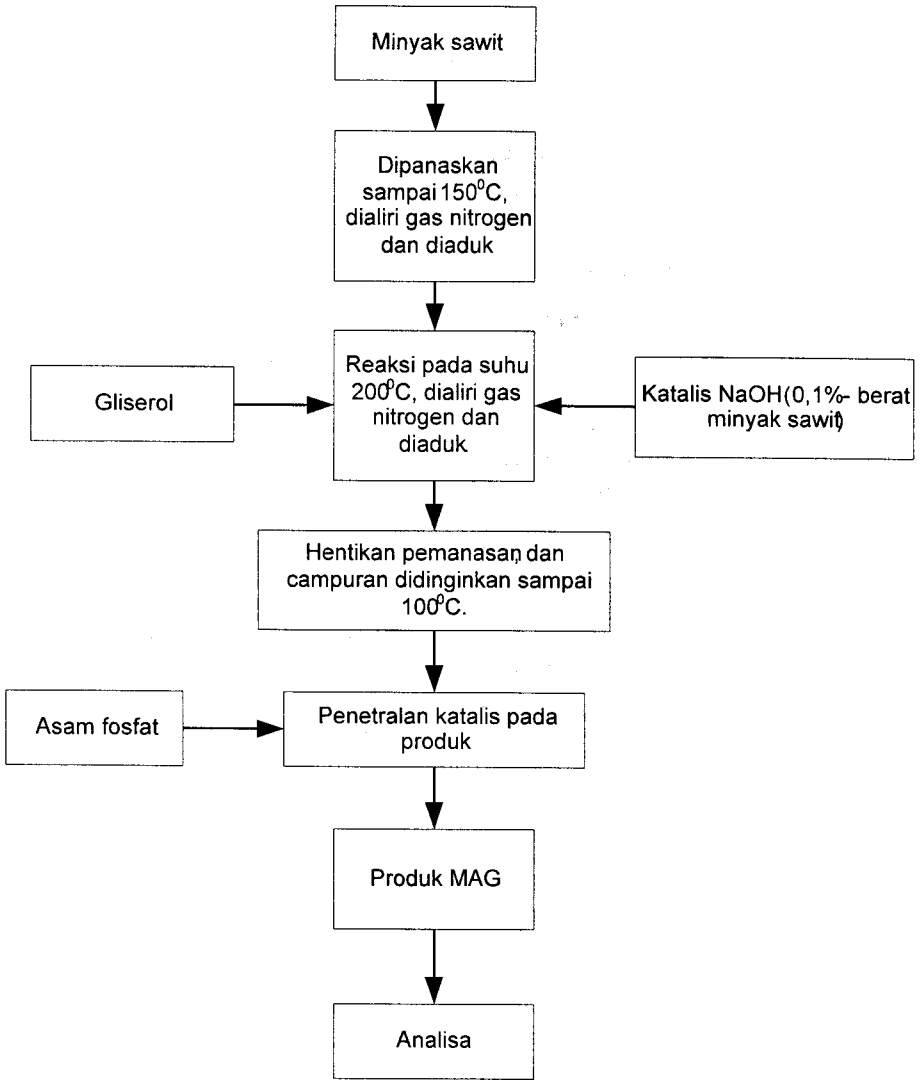
Angka asam (*acid value*) yaitu ukuran banyaknya asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak/lemak (terbentuk lewat deteriorasi hidrolitik reaktan maupun produk). Angka asam menunjukkan seberapa banyak senyawa *(asam lemak bebas)* yang terbentuk, semakin kecil angka asam berarti trigliserida yang terbentuk semakin banyak. Angka asam yang mengindikasikan selesainya reaksi ini adalah lebih kecil dari 0,1 (mg KOH/g sample) dengan menggunakan standar FBI-A01-03.

Angka penyabunan (*saponification value*) adalah ukuran banyaknya KOH (dalam mili gram) yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu gram minyak/lemak. Angka penyabunan menunjukkan ukuran berat molekul rata-rata seluruh asam-asam lemak yang ada di dalam minyak lemak, semakin kecil angka penyabunan berarti rantai karbon semakin pendek. Pengujian angka penyabunan menggunakan standar FBI-A03-03.

Gliserol bebas menunjukan banyaknya gliserol yang tidak terikat dengan gugus asam lemak Gliserol total menunjukkan banyaknya gliserol total, baik yang terikat dengan asam lemak maupun yangbebas. Gliserol total ditentukan setelah contoh yang akan dianalisa disaponifikasi terlebih dahulu. Metode analisa gliserol bebas dan gliserol total dilakukan dengan menggunakan standar FBI-A02-03.

Alfa monogliserida menunjukkan kandungan alfa monogliserida yang terdapat di dalam campuran. Metode alfa monogliserida dilakukan dengan menggunakan standar AOCS *official Method* Cd 11-57.

Skema penelitian yang dilakukan pada pembuatan monogliserida melalui reaksi gliserolisis berkatalis basa (NaOH) dapat dilihat pada Gambar5.



Gambar 5. Skema Percobaan

4. Hasil dan Pembahasan

Analisa awal dari minyak goreng sawit yang digunakan sebagai sumber trigliserida dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Analisis Awal Minyak Goreng Sawit

Parameter	Hasil
Kadar Air (%)	0,097
Angka asam (mg KOH/g minyak)	0,1
Angka penyabunan (mg KOH/g minyak)	192,39

Berdasarkan literatur, standar mutu minyak kelapa sawit adalah untuk kadar airnya < 1%, sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan reaksi gliserolisis dengan katalis basa. Angka asam merupakan ukuran banyaknya asam lemak bebas yang terdapat di dalam minyak. Agar reaksi gliserolisis berkatalis basa ini dapat berjalan dengan baik, maka syarat angka asam minyak adalah < 1. Dari hasil analisa diperoleh angka asam mempunyai nilai 0,1, sehingga minyak hidrogenasi sawit tersebut layak untuk dilakukan reaksi gliserolisis.

Sedangkan angka penyabunan menunjukkan berat molekul dari minyak, sehingga dapat digunakan untuk menentukan komponen penyusun terbesar dalam minyak sawit. Berdasarkan angka penyabunan untuk minyak goreng sawit diperoleh nilai angka penyabunan 192,36, maka komponen penyusun minyak sawit tersebut adalah C-18.

Pemanasan pendahuluan dilakukan pada masing-masing reaktan untuk mencapai kondisi reaksi yang diinginkan. Katalis natrium hidroksida (0,1% berat minyak) dalam gliserol dipanaskan sampai melarut sempurna pada temperatur 80°C, sedangkan untuk minyak dipanaskan sampai 150°C. Selama proses pemanasan awal dialirkan gas inert nitrogen agar tidak terjadi oksidasi minyak oleh udara.

Setelah pemanasan awal, kedua campuran tersebut dicampur pada labu reaksi. Pemanasan campuran terus dilanjutkan sampai mencapai temperatur reaksi yaitu 200°C. Selama reaksi, campuran tersebut dilakukan pengadukan dan dialirkan gas inert nitrogen yang bertujuan untuk menjaga agar tidak terjadi degradasi dari minyak goreng kelapa sawit dan mengusir uap air.

Suhu reaksi dipertahankan selama waktu reaksi. Setelah menempuh panjang waktu reaksi, produk didinginkan sampai 100°C. Kemudian dilakukan deaktivasi katalis dengan menambahkan asam fosfat sampai mencapai pH netral. Secara umum produk monogliserida ini, dengan berbagai variasi kondisi operasi, berwarna kuning pucat dan berbentuk fasa padat pada suhu kamar.

Data-data yang diperoleh dari percobaan gliserolisis minyak goreng sawit untuk menghasilkan monogliserida ditampilkan pada Tabel 5 dan 6 berikut.

Tabel 5. Hasil Analisa Produk Monoglise-rida, Suhu Reaksi 200 °C Dengan Katalis NaOH 0,1%-berat. (1)

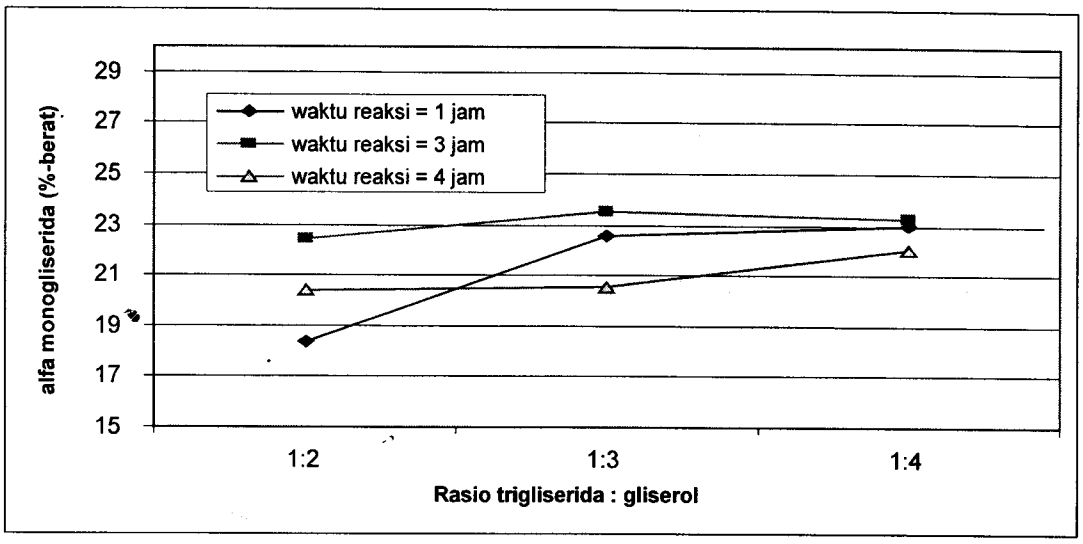
trigliserida : gliserol	t-reaksi (jam)	angka asam (mg KOH/g)	angka sabun (mg KOH/g)
1:2	1	1.2758	189.7220
1:3	1	0.8573	192.7505
1:4	1	0.9850	191.8857
1:2	3	0.6137	197.4904
1:3	3	0.5604	198.1024
1:4	3	0.9431	181.1185
1:2	4	1.1329	197.6203
1:3	4	1.1143	198.3764
1:4	4	1.4169	197.4080

Data-data mentah yang diperoleh dari reaksi gliserolisis minyak goreng sawit diolah untuk mendapatkan data-data analisis yang diperlukan. Data-data analisis tersebut berupa angka asam, angka sabun, gliserol total dan gliserol bebas, monogliserida dan angka hidroksil. Data-data analisis tersebut digunakan untuk menguji kualitas dan kuantitas produk monogliserida yang dihasilkan. Analisa dari data-data analisis akan djelaskan lebih lanjut pada sub bab berikutnya.

Gambar 6 menjelaskan keterhubungan antara rasio mol reaktan terhadap persentasi berat monogliserida pada produk.

Tabel 6. Hasil Analisa Produk Monoglise-rida, Suhu Reaksi 200 °C dan Katalis NaOH 0,1%-berat

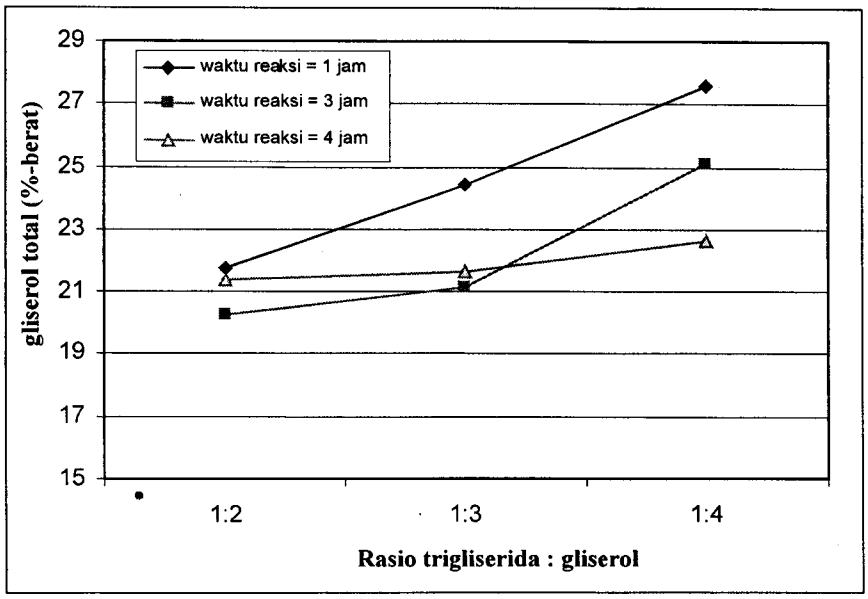
trigliserida : gliserol	t-reaksi (jam)	Gttl (%-b)	Gbebas (%-b)	G terikat (%-b)	monogliserida (%-b)
1:2	1	22,4823	4,9460	16,8300	18,4061
1:3	1	24,3861	5,7688	18,6173	22,5898
1:4	1	27,5699	6,0782	21,4917	22,9607
1:2	3	20,1707	2,8760	15,1643	22,4460
1:3	3	21,1553	4,1058	17,0495	23,5108
1:4	3	25,1010	5,4788	19,6222	23,2698
1:2	4	21,9889	4,8074	17,1815	20,3916
1:3	4	21,6003	6,1242	15,4761	20,5383
1:4	4	22,5941	5,2168	17,3773	22,0246



Gambar 6. Grafik pengaruh rasio mol reaktan trigliserida:gliserol terhadap % berat alfa monogliserida, suhu reaksi 200 °C dan 0,1%-berat katalis NaOH

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa perolehan produk monogliserida dengan menggunakan metoda gliserolisis minyak dan menggunakan katalis NaOH sebanyak 0.1%-berat minyak menghasilkan konsentrasi persentasi □-monogliserida yang cenderung meningkat (walau tanpa keteraturan) dengan bertambahnya rasio mol reaktan gliserol terhadap trigliserida. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin gliserol yang berlebih secara teoritik yang bereaksi terhadap minyak akan menghasilkan produk dengan kandungan □-monogliserida yang lebih banyak.

Hal ini dapat dijelaskan lebih lanjut bahwa semakin banyak mol gliserol yang ditambahkan ke dalam sistem reaksi gliserolisis, maka semakin banyak tempat untuk terikatnya asam-asam lemak yang terbebas dari trigliserida, sehingga probabilitas konversi trigliserida menjadi monogliserida maupun digliserida menjadi lebih besar. Asam-asam lemak bebas ini akan lepas dari trigliserida dan kemudian terikat pada gliserol membentuk monogliserida dan digliserida.

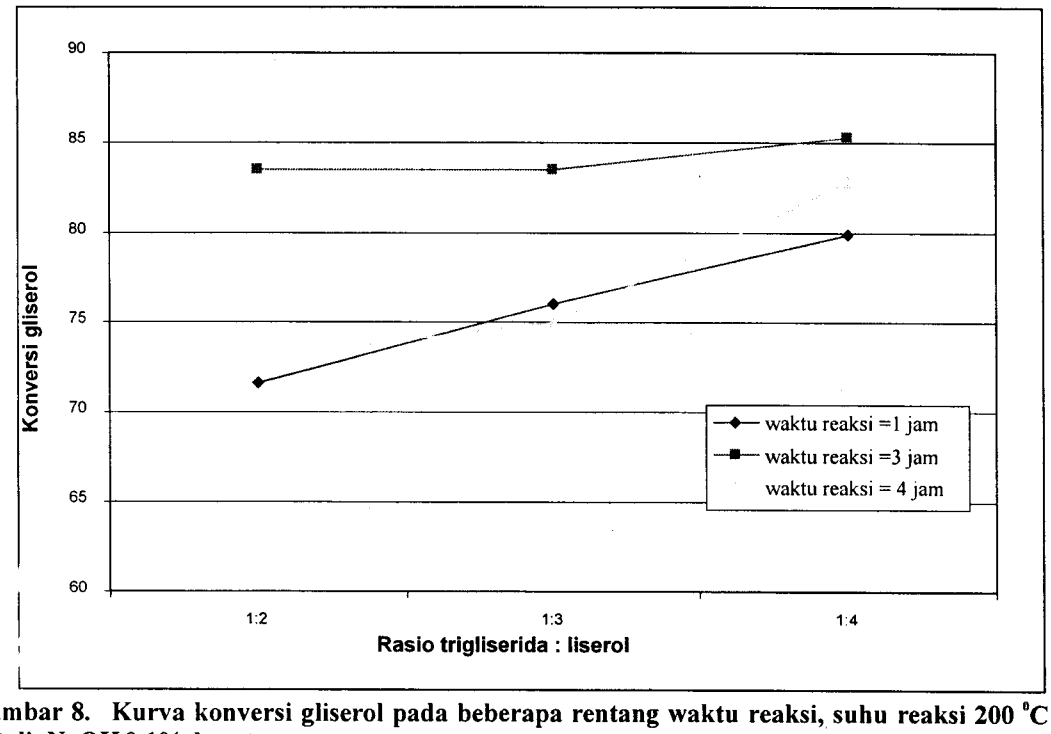


Gambar 7. Grafik pengaruh rasio mol reaktan trigliserida : gliserol terhadap % berat gliserol total pada produk monogliserida

Banyaknya kadar gliserol total dan gliserol bebas menunjukkan banyaknya sisa-sisa trigliserida, digliserida dan reaktan gliserol yang tidak terkonversi menjadi monogliserida. Korelasi antara rasio trigliserida : gliserol terhadap kadar gliserol dalam produk ditampilkan pada Gambar 7.

Dari data hasil percobaan diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi rasio mol reaktan trigliserida terhadap gliserol maka kadar gliserol total pada produk monogliserida cenderung meningkat. Jumlah gliserol total tertinggi dapat ditemui pada produk monogliserida dengan waktu reaksi 1 jam dan perbandingan konsentrasi trigliserida:gliserol 1: 4 (27,57%-berat). Hal ini terjadi karena gliserol total merupakan jumlah total gliserol yang terdapat di dalam produk monogliserida, baik gliserol bebas maupun gliserol yang berikatan dengan asam-asam lemak. Sehingga dengan penambahan gliserol di setiap penambahan rasio mol reaktan trigliserida terhadap gliserol menyebabkan %-berat gliserol total meningkat. Selain itu dapat diambil hipotesa bahwa semakin banyak gliserol bebas yang ditambahkan pada sistem reaktan, maka semakin banyak kemungkinan asam-asam lemak untuk menyebar ke gliserol-gliserol bebas, sehingga probabilitas terjadinya lompatan-lompatan asam-asam lemak dari trigliserida dan digliserida ke gliserol-gliserol bebas membentuk monogliserida. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa perolehan gliserol total pada produk monogliserida adalah pada waktu reaksi 1 jam dengan perbandingan mol reaktan trigliserida : gliserol yaitu 1: 4.

Hasil-hasil yang disajikan pada gambar 8 menunjukkan bahwa secara keseluruhan konversi gliserol mencapai nilai optimum pada reaksi dengan waktu reaksi 3 jam. Dan terjadi kecenderungan nilai konversi gliserol semakin meningkat dengan bertambahnya gliserol yang ditambahkan pada reaksi. Konversi gliserol tertinggi terdapat pada produk dengan waktu reaksi 3 jam, pada perbandingan mol trigliserida:gliserol 1: 4 (85,3183%-berat). Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak gliserol bebas yang ditambahkan pada sistem reaktan, maka semakin banyak kemungkinan asam-asam lemak untuk menyebar ke gliserol-gliserol bebas, sehingga probabilitas terjadinya lompatan-lompatan asam-asam lemak dari trigliserida dan digliserida ke gliserol-gliserol bebas membentuk monogliserida.



Gambar 8. Kurva konversi gliserol pada beberapa rentang waktu reaksi, suhu reaksi 200 °C dan katalis NaOH 0,1%-berat.

Angka asam yang tinggi mengindikasikan kandungan asam lemak bebas yang tinggi pula di dalam produk monogliserida, asam lemak bebastersebut jika teroksidasi oleh udara akan menghasilkan rasa tengik pada produk. Hasil analisa terhadap angka asam produk monogliserida selengkapnya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Angka Asam Pada Produk Monogliserida, Suhu Reaksi 200 °C dan Katalis 0,1%-berat

trigliserida : gliserol	t-reaksi (jam)	angka asam (mg KOH/g)
1:2	1	1,2758
1:3	1	0,8573
1:4	1	0,9850
1:2	3	0,6137
1:3	3	0,5604
1:4	3	0,9431
1:2	4	1,1329
1:3	4	1,1143
1:4	4	1,4169

Tabel 8 memperlihatkan bahwa angka penyabunan untuk produk monogliserida sama atau mendekati angka penyabunan minyak goreng sawit. Menurut literatur, nilai angka sabun dari minyak sawit berkisar antara 190-202 (O'Brian,1998). Angka sabun minyak sawit berada pada rentang nilai tersebut maka komponen penyusun minyak sawit tersebut adalah C-18.

Tabel 8. Angka penyabunan Pada Produk Monogliserida, Suhu Raksi 200°C dan Katalis NaOH 0,1%-berat

trigliserida : gliserol	t-reaksi (jam)	angka sabun (mg KOH/g)
1:2	1	182,7721
1:3	1	192,7505
1:4	1	191,8857
1:2	3	197,4904
1:3	3	198,1024
1:4	3	181,1185
1:2	4	197,6203
1:3	4	198,3764
1:4	4	197,4080

Parameter analisa angka sabun merupakan parameter intrinsik dari minyak sawit yang nilainya relatif tetap (tidak bergantung pada kondisi reaksi). Minyak yang dikonversi sempurna menjadi produk apabila nilai angka penyabunan dari produk sama atau mendekati angka penyabunan bahan bakunya. Hal ini juga menunjukkan bahwa bahan baku yang hilang selama proses gliserolisis sangat sedikit.

5. Kesimpulan

Monogliserida dapat diperoleh melalui reaksi gliserolisis minyak goreng sawit dengan menggunakan katalis basa yaitu NaOH sebanyak 0,1%-berat pada temperatur reaksi 200°C, dan dialiri gas inert N_2 untuk mencegah oksidasi pada minyak dan mengusir air. Kondisi reaksi berdasarkan metode Feuge dan Bailey (1946).

Perolehan produk monogliserida menghasilkan persentasi berat dari □- monogliserida yang cenderung meningkat (walau tanpa keteraturan) dengan bertambahnya rasio mol reaktan trigliserida : gliserol. Waktu reaksi gliserolisis yang optimum adalah 3 jam, hal ini ditunjukkan dengan perolehan □- monogliserida yang paling banyak dalam produk (23,511 %-berat) dengan perbandingan rasio mol trigliserida : gliserol adalah 1:3.

Yield produk monogliserida yang diperoleh mempunyai kecenderungan meningkat dengan bertambahnya konsentrasi gliserol yang ditambahkan dalam reaksi. Perolehan yield monogliserida secara keseluruhan mencapai nilai optimum pada reaksi dengan tempuhan selama 3 jam, dan mencapai nilai tertinggi untuk reaksi dengan perbandingan mol trigliserida : gliserol sebesar 1:3 (23,5%).

Semakin tinggi rasio mol reaktan trigliserida terhadap gliserol maka kadar gliserol total pada produk monogliserida cenderung meningkat. Jumlah gliserol total tertinggi dapat diperoleh pada produk monogliserida dengan waktu reaksi 1 jam dan perbandingan konsentrasi trigliserida : gliserol adalah 1: 4 (27,57%-berat). Konversi gliserol tertinggi terdapat pada produk dengan waktu reaksi 3 jam, pada perbandingan mol TG: gliserol 1:4 (85,3183%-berat).

Daftar Pustaka

[1.] Bailey, (1946), *Industrial Fat and Oil Products*, vol 5, New York, John Wiley & Sons.

[2.] O'Brien, D. Richard, (1998), *Fats and Oils, Formulating and Processing for Application*, 2th edition, New York, p.121-125, 98-108.

[3.] Soerawidjaja, Tatang H., (2005), *Minyak-Minyak Dan Produk-Produk Kimia Lain Dari Kelapa*, Bandung, Departemen Teknik Kimia ITB.

[4.] Thengumpillil, (2002), *Process for the preparation of a monoglyceride*, US Patent no. 6,500,974.

[5.] Watanabe, T., (2004), *Diacylglycerol production in a packed bed bioreactor*, Elsevier Sciences.