

PRODUKSI MONO – DAN DIGLISERIDA DENGAN PROSES GLISEROLISIS PSEUDOHOMOGEN DARI MINYAK GORENG BEKAS

Anisa Harismawati dan Fajar Prasetyo

Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstract

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia dalam pengolahan bahan makanan. Limbah dari sisa proses penggorengan ini masih dapat dimanfaatkan kembali dan produktivitasnya dapat ditingkatkan dengan cara memurnikannya dan mengkonversinya menjadi Monoacylglycerol dan Diacylglycerol (MAG-DAG). MAG dan DAG berfungsi sebagai pengemulsi dan surfaktan untuk produk makanan, kosmetik dan farmasi. Produksi MAG dan DAG pada umumnya menggunakan proses gliserolisis yang dilakukan pada suhu tinggi. Suhu yang tinggi ini menyebabkan produk yang dihasilkan berwarna gelap dan terbentuk bau yang tidak diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses gliserolisis pada suhu rendah dengan cara meningkatkan kelarutan minyak dalam gliserol dengan penambahan sejumlah solven (isopropyl alcohol). Percobaan dilakukan dengan memurnikan sampel minyak goreng bekas (100 gr) dengan cara filtrasi dan adsorpsi. Minyak direaksikan dengan gliserol dengan variasi perbandingan mol minyak:mol gliserol (R) 1:2 dan 1:4, variasi temperatur reaksi (70 °C dan 90 °C). Jumlah katalis divariasi dengan berat (1 gr dan 3 gr). Penambahan solven (isopropyl alcohol) sejumlah 2 : 1 v/b minyak. Waktu operasi selama 4 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum (kondisi relatif baik) diperoleh pada R = 4, suhu 80 °C dan berat katalis 3% b/b dengan perolehan konversi sebesar 94,35 % dengan konstanta laju reaksi = 0.766 L/jam.mol dan Energi aktivasi = 1286, 388 J/mol.

Kata kunci : minyak goreng bekas-gliserolisis- MAG dan DAG

Cooking oil is one of the basic human needs in food processing. Waste from the rest of the frying process can still be used for other purposes and the productivity can be improved by refining it and converting it into Monoacylglycerol (MAG) and Diacylglycerol (DAG). Monoacylglycerol and Diacylglycerol are useful as emulsifiers and surfactant for the food, cosmetics and pharmaceuticals products. Generally, MAG and DAG production uses glycerolysis process conducted at high temperatures. These high temperatures result in dark and undesirable odor product. This study aims to investigate the glycerolysis of used frying oil process at low temperatures. Used Frying oil of 100g is prepared by refining and adsorption. The oil to glycerol ratio varies from 1:2 to 1:4, while the solvent to oil ratio is 1:1 v/w. reaction time is 4 hours. The amount of catalyst (NaOH) will be varied at 1 and 3 % weight of the oil. The results showed that the optimum conditions (relatively good condition) was obtained at R = 4, temperature 80 °C and the weight of the catalyst 3% w/w with achievement 94.35% of conversion with the reaction rate constant = 0766 L /hour.mol and activation energy = 1286, 388 J / mol.

Keyword: used cooking oil – glycerolysis – MAG and DAG

Pendahuluan

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia dalam pengolahan bahan makanan. Rata-rata konsumsi minyak goreng nasional adalah 3,9 ton/tahun. Konsumsi minyak goreng yang begitu besar akan menghasilkan limbah minyak goreng bekas (minyak jelatah) yang besar pula (Cikeas, 2010).

Penggunaan minyak goreng berulang kali sangat membahayakan kesehatan. Selama proses penggorengan, terjadi pemanasan dan minyak berubah menjadi berwarna gelap karena terjadi dekomposisi termal yang menghasilkan senyawa - senyawa peroksida, aldehyd, keton, acrylamide, ester dan polimer trigliserida. Senyawa ini akan menyebabkan viskositas minyak naik dan berubahnya warna minyak menjadi coklat. Reaksi hidrolisis asam lemak menjadi asam lemak bebas juga terjadi karena karena keberadaan air pada waktu penggorengan yang meningkatkan nilai angka asamnya (Simon, 2009).

Komposisi minyak goreng bekas dari kelapa sawit disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik dari minyak goreng bekas

Karakteristik	Hasil analisis
Densitas (g/cm ³)	0,8989
FFA (%)	9,3
Viskositas 40 °C (Cst)	46,5
Stabilitas Oksidatif (hr)	23,81
Komponen gliserida (%) (MG,DG dan TG)	56,5
Komponen non gliserida (%)	43,5
Komposisi asam lemak (%)	
C14:0 (asam miristat)	1,3
C16:0 (asam palmitat)	38,5
C18:0 (asam stearat)	5,6
C18:1 (asam oleat)	45,7
C18:2 (asam linoleat)	8,8

(Kheang, 1996)

Melihat jumlah limbah minyak goreng bekas yang cukup besar, maka perlu dicarikan alternatif penanggulangannya agar minyak goreng bekas tidak menjadi permasalahan yang serius sehingga dapat mengakibatkan keracunan dalam tubuh dan berbagai macam penyakit, misalnya diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker dan menurunkan nilai cerna lemak (Ketaren, 1986)

Oleh karena itu dipandang perlu dilakukan pengolahan dan peningkatan kualitas minyak goreng bekas sehingga masih bisa dimanfaatkan lagi serta produktivitasnya dapat ditingkatkan dengan cara memurnikannya dan memakainya kembali (reuse) ataupun mensintesisnya menjadi produk lain seperti Monoacylglycerol Diacylglycerol - (MAG-DAG). MAG dan DAG diantaranya sangat berguna sebagai emulsifiers dan surfaktan dalam pemakaian luas untuk makanan, kosmetik dan produk farmasi. MAG juga digunakan sebagai pelumas dalam industri textile dan produksi PVC (Noureddini, 2004).

MAG dan DAG dibuat dengan cara gliserolisis MAG-DAG dibuat dari senyawa gliserida yang banyak terdapat pada bahan minyak atau lemak dengan gliserol. Pada awalnya MAG dan DAG diproduksi dalam proses batch pada temperatur tinggi (220°C - 260°C) dengan katalis anorganik seperti soda api dan kalium hidroksida (Noureddini, 2004)

Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan produk yang dihasilkan berwarna gelap dan terbentuk bau yang tidak diinginkan. Jadi gagasan memproduksi MAG dan DAG menggunakan proses gliserolisis dengan temperatur yang rendah sangat menarik. Permasalahan yang timbul pada gliserolisis dengan temperatur rendah adalah kelarutan minyak dalam gliserol yang rendah (Damstrup, 2006), penambahan solven (isopropanol) digunakan untuk mengatasi masalah ini. Banyak penelitian terdahulu menggunakan katalis padat untuk mempercepat reaksinya, tetapi kesulitan pada proses aktivasinya. Katalis cair lebih mudah digunakan untuk mempercepat reaksinya karena tidak memerlukan proses aktivasi yang rumit.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mempelajari kinetik gliserolisis dan menentukan kondisi optimum konversi TAG menjadi MAG dan DAG yang dihasilkan dari proses gliserolisis dengan minyak goreng bekas. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh rasio mol gliserol dan minyak goreng bekas (R), suhu dan konsentrasi Soda Api pada konversi TAG menjadi MAG dan DAG.

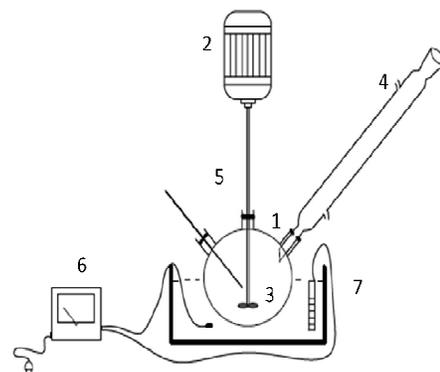
Bahan dan Metode Penelitian

Sampel minyak goreng bekas didapat dari industri krupuk di Singocandi Kudus. Gliserol,

Isopropanol, Soda api diperoleh dari Toko bahan kimia "Indrasari" Semarang.

Pada penelitian ini variabel kendali yang digunakan adalah basis berat minyak yaitu 100 gram, waktu operasi yaitu 4 jam serta jumlah pelarut isopropanol sebanyak 20 ml tiap 10 gram minyak atau jumlah solven adalah 2: 1 v/b minyak. Variabel yang dipilih sebagai variabel bebas adalah rasio gliserol/minyak (level bawah 2 dan level atas 4) dan suhu reaksi (level bawah= 70°C , level atas = 80°C) dan rasio berat Soda api terhadap minyak (level bawah= 1 % b/b dan level atas= 3 %b/b) dan. Percobaan dirancang dengan metode factorial design 2 level dengan menggunakan program STATISTICA6 dengan jumlah run sebanyak 8 kali. Reaksi dilakukan selama 4 jam. Data kinetika diambil dari sampel produk pada selang waktu 1, 2, 3 dan 4 jam, untuk diuji konsentrasinya,

Rangkaian alat percobaan untuk pengolahan minyak goreng bekas menjadi MAG dan DAG penelitian tersaji dilihat pada gambar 1

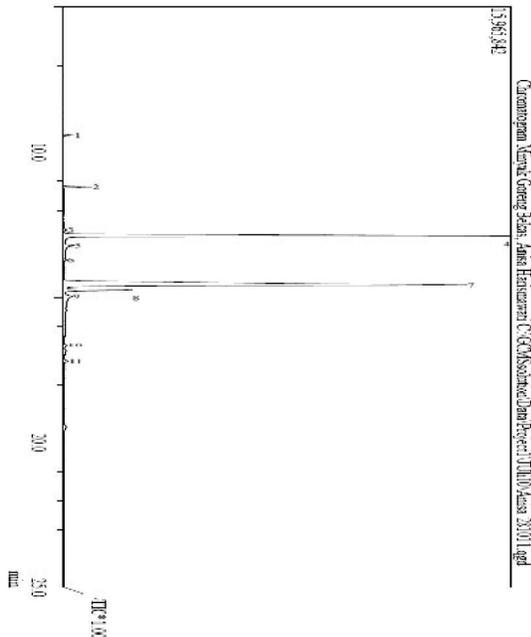


Gambar 1. Rangkaian alat gliserolisis: (1) labu leher tiga, (2) Pengaduk, (3) Motor Pengaduk, (4) Pendingin balik, (5) Termometer, (6) Termokontrol, (7) Bejana minyak pemanas

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisa GC MS yang berupa khomatogram dapat dilihat pada Gambar 4.1. Analisa ini digunakan untuk membandingkan komposisi antara minyak goreng bekas dan minyak goreng murni. Hasil analisis menunjukkan bahwa komposisi asam lemak pada minyak goreng bekas mengalami perubahan dibandingkan dengan komposisi minyak goreng murni, terutama pada komposisi asam palmitat dan asam linoleatnya. Perubahan komposisi ini disebabkan oleh dekomposisi termal pada penggunaan minyak goreng tersebut, yang menghasilkan senyawa - senyawa

peroksida, aldehyd, keton, acrylamide, ester dan polimer trigliserida. Senyawa ini akan menyebabkan viskositas minyak naik dan berubahnya warna minyak menjadi coklat. Reaksi hidrolisis asam lemak menjadi asam lemak bebas juga terjadi karena karena keberadaan air pada waktu penggorengan yang meningkatkan nilai angka asamnya (Simon, 2009).



Gambar 4.1 Hasil analisa GC MS minyak goreng bekas

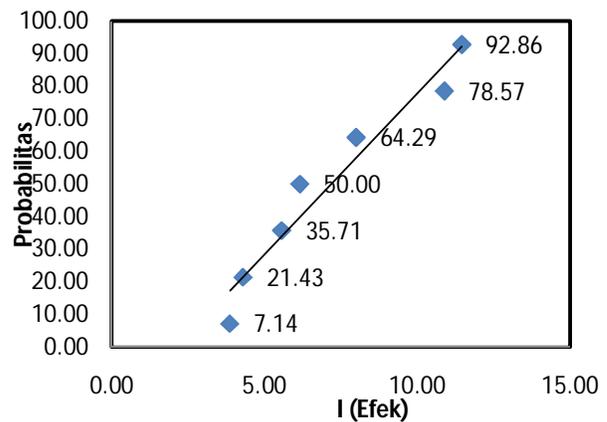
Tabel 4.1 Perbandingan karakteristik minyak goreng bekas hasil analisa GC-MS dan literature

Karakteristik	Analisa Hasil Percobaan (GC MS)	Analisa Minyak goreng bekas menurut Kheang (1996)	Komposisi minyak menurut Ketaren (1986)
Densitas (gr/cm ³)	0.90	0.8989	0.85
Bilangan asam (mg KOH/g oil)	5.8	5.2	3.4
Bilangan sabun (mg KOH/g oil)	203	202	200-205
Komposisi asam lemak (% berat)			
Asam laurat	0.48	-	-
Asam miristat	1.33	1,3	1.1-2.5
Asam Palmitat	37.92	38,5	40-46
Asam Stearat	4.4	5,6	3.6-4.7
Asam Oleat	53.78	45,7	39-45
Asam Linoleat	0.62	8,8	7.0-11

Tabel 4.2 Hasil konversi reaksi gliserolisis

No	R	Temperatur	% katalis	Konversi (%)
1	2	70	1	60.16
2	4	70	1	86.62
3	2	80	1	85.93
4	4	80	1	92.35
5	2	70	3	81.88
6	4	70	3	89.49
7	2	80	3	91.32
8	4	80	3	94.35
9	2	75	3	85.3
10	4	75	3	92.5

Dari hasil analisa produk tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara Probabilitas (P) (%) vs Efek (I) dengan P (%) sebagai sumbu y (ordinat) dan I sebagai sumbu x (absis). Diperoleh perhitungan efek interaksi dan efek utama (menggunakan harga mutlak).

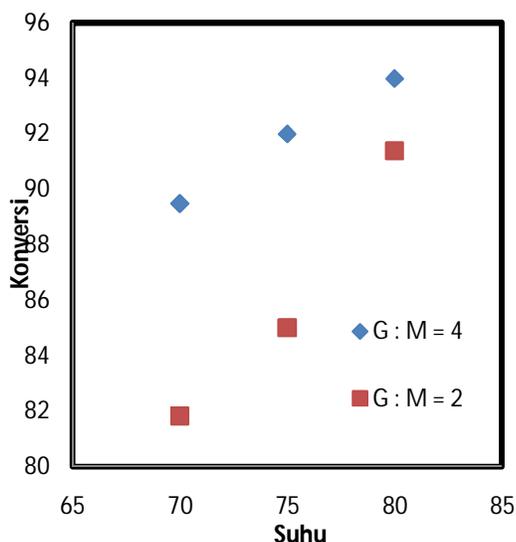


Gambar 4.2. Hubungan Probabilitas dengan Interaksi Efek

Dari Gambar 4.2 memperlihatkan bahwa I₁₂ terletak paling jauh dari garis pendekatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa interaksi R dan suhu reaksi merupakan faktor yang paling berpengaruh dari percobaan.

Optimasi

Variabel tetap yang digunakan adalah katalis 3% b/b, pengadukan 400 putaran per menit (ppm) dengan variabel peubahnya adalah R (2 dan 4) dan suhu (70, 75 dan 80) °C, maka didapatkan Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Hubungan antara konversi dengan suhu dan R

Pengaruh Suhu pada reaksi

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya suhu, maka nilai konversi TAG menjadi MAG dan DAG akan meningkat. Suhu terendah yang digunakan dalam penelitian ini adalah 70 °C. Pada suhu 70 °C R = 4 didapatkan konversi sebesar 89.49% dan 81.88% pada R = 2. Kemudian konversi meningkat menjadi 94.35% pada suhu 80 °C dengan R = 4 dan 91.32% pada R = 2. Kenaikan suhu operasi akan menyebabkan molekul-molekul mendapat energi dan bergerak lebih efektif sehingga terjadi tumbukan yang menyebabkan reaksi berjalan lebih cepat (Coker, 2001).

Suhu juga berpengaruh pada kelarutan gliserol dalam TAG, interaksi antara keduanya merupakan faktor kritis dalam reaksi gliserolisis. Pada suhu kamar kelarutan gliserol dalam TAG kurang dari 5% berat, tetapi akan meningkat menjadi 45-55% berat pada suhu tinggi (Noureddini, 2004). Penambahan solven berupa isopropanol juga dimaksudkan untuk meningkatkan kelarutan masing-masing reaktan. Rao (1957), menyatakan bahwa kelarutan minyak larut sempurna dalam propanol 99.9% mulai pada suhu 30°C, dan gliserol mempunyai kelarutan yang cukup baik pada isopropanol (Oliveira, 2009). Kelarutan gliserol dan TAG dalam isopropanol yang tinggi menciptakan sistem reaksi menjadi pseudohomogen sehingga didapatkan konversi yang lebih besar (Damstrup, 2006).

Selain itu, suhu yang tinggi akan menurunkan viskositas, hal ini pun akan memberikan nilai diffusivitas molekul A ke dalam molekul B menjadi lebih besar, sehingga tumbukan antar molekul lebih

banyak terjadi dan produk yang dihasilkan menjadi lebih besar. Diffusivitas dari molekul menunjukkan perpindahan individual/transfer massa molekul pada suatu fluida (Geankoplis, 2002). Kenaikan suhu mengakibatkan gaya tarik menarik antar molekul menjadi lebih longgar, dan gerakan molekul menjadi lebih cepat, sehingga memungkinkan terjadinya tumbukan antar molekul yang lebih sering terjadi. Hubungan antara suhu, viskositas dan diffusivitas tersaji dalam persamaan dibawah ini

$$D_{AB} = 1.173 \times 10^{-16} (\varphi M_B)^{\frac{1}{2}} \frac{T}{\mu_B V_a^{0.6}}$$

(Geankoplis, 2002)

Dengan:

- D_{AB} = Difusivitas molekul A ke B (m^2/s)
- M_B = Berat molekul B ($g/gmol$)
- μ_B = Viskositas molekul B ($Pa.s$)
- φ = parameter asosiasi dari solven
- V_a = Molar volum dari solute ($m^3/kgmol$)

Dari persamaan diatas menunjukkan bahwa diffusivitas molekul A ke dalam molekul B berbanding lurus dengan suhu dan berbanding terbalik dengan viskositasnya. Oleh karena itu, pada suhu yang tinggi dan R yang tinggi (campuran menjadi lebih encer) didapatkan nilai diffusivitas antar molekul reaktan yang tinggi yang menghasilkan konversi dari minyak yang lebih tinggi (Geankoplis, 2002).

Pengaruh Rasio Gliserol pada Reaksi Gliserolisis (R)

Secara stoikiometri, kesetimbangan molar pada reaksi ideal antara gliserol dan TAG adalah 1:1 dimana 1 mol MAG dan 1 mol DAG akan terbentuk. Penggunaan gliserol dalam rasio yang berlebih dibutuhkan untuk meningkatkan jumlah gliserol yang terlarut dalam TAG, mengingat kelarutan gliserol dalam TAG yang terbatas (Noureddini, 1997).

Kelarutan gliserol dalam TAG merupakan faktor yang berpengaruh dalam pembentukan produk. Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa dengan penggunaan rasio mol gliserol yang lebih besar cenderung akan meningkatkan konversi TAG menjadi MAG dan DAG. Pada R = 2 suhu 70°C hanya didapatkan konversi sebesar 81.88%, bila dibandingkan dengan penggunaan R = 4 dengan suhu yang sama diperoleh konversi sebesar 89.49 %. Begitupun konversi akan meningkat pada suhu 80°C, R = 2 diperoleh konversi sebesar 91.32 %, sedangkan pada R = 4 didapatkan konversi sebesar 94.35 %. Hal ini menunjukkan bahwa nilai R memberikan pengaruh yang cukup besar dalam reaksi gliserolisis.

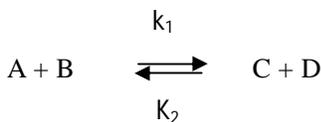
Pengaruh Katalis pada Reaksi Gliserolisis

Katalis juga memberikan pengaruh pada konversi minyak. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada suhu dan R yang sama konversi minyak akan meningkat. Pada R = 2 dan T = 70°C penggunaan katalis sebesar 1% berat hanya diperoleh konversi 60.16% sedangkan penggunaan katalis sebesar 3% berat dapat diperoleh konversi sebesar 81.88%, penambahan katalis yang lebih besar akan menaikkan konversi sebesar ± 33% nya. Pada suhu yang lebih tinggi R = 2, T = 80 °C konversi yang didapatkan sebesar 85.93% dengan katalis sebesar 1% berat dan 91.31% berat dengan katalis sebesar 3% berat, penambahan katalis yang lebih besar menaikkan konversi sebesar ± 6%. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu yang rendah penambahan katalis memberikan pengaruh yang cukup besar pada konversi minyak menjadi DAG dan MAG, namun pada suhu yang lebih tinggi pengaruh penambahan katalis tidak terlalu besar dibanding dengan pengaruh suhu. Penambahan katalis ditujukan untuk menurunkan energi aktivasi dari reaksi gliserolisis (Coker, 2001). Pembahasan lebih rinci tentang energi aktivasi dapat dilihat pada bagian D.

Tinjauan Kinetika

Tujuan dari permodelan kinetik adalah untuk mencari mekanisme reaksi yang konsisten terhadap data percobaan (Moquin, 2005). Reaksi minyak dan gliserol dapat ditulis menurut persamaan (2). Asumsi yang dipakai adalah;

- 1 Minyak larut sempurna dalam Isopropil alkohol (Rao, 1957)
- 2 Gliserol larut cukup baik dalam Isopropil alkohol (Oliveira, 2009).
- 3 Sistem reaksi dianggap berfasa pseudohomogen
- 4 Nilai k2 mendekati nol sehingga reaksi dapat dianggap bersifat tidak dapat balik (Mouqin, 2005).

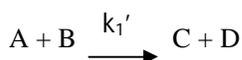


Dengan,

A = TAG; B = Gly; C = MAG; D = DAG

Dengan mendasarkan analisis dengan asumsi nomor (4), maka reaksi gliserolisis dapat disederhanakan menjadi persamaan (3). Oleh karena itu, persamaan laju reaksi dapat dituliskan menjadi persamaan (4).

Persamaan laju reaksi pada reaktor batch



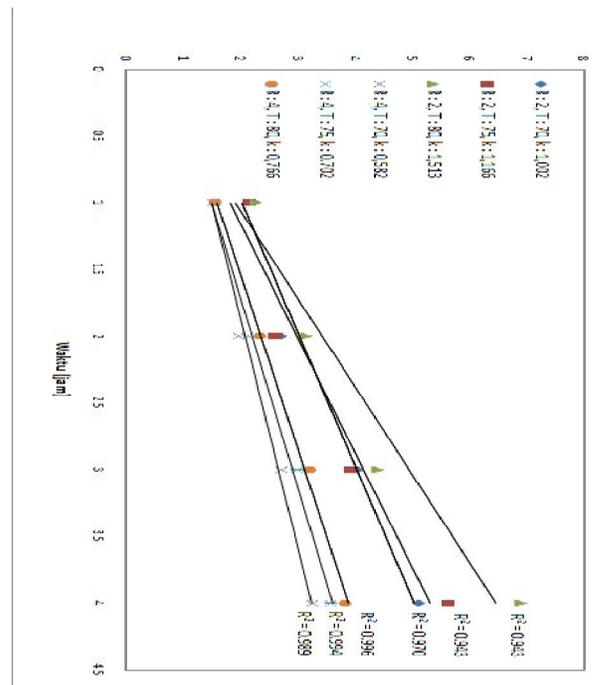
$$-\frac{dC_A}{dt} = k_1' C_A C_B$$

Jika X_A adalah konversi minyak dan k' adalah laju reaksi gliserolisis maka penyelesaian persamaan tersebut diperoleh model kinetika seperti berikut;

$$\frac{1}{C_{AO}(R-1)} \left[\ln \frac{(R-X_A)}{R(1-X_A)} \right] = k t$$

(Levenspiel, 1999)

Jika asumsi reaksi gliserolisis minyak adalah orde 2, maka plot hubungan antara $\ln \frac{1}{C_{AO}(R-1)} \left[\ln \frac{(R-X_A)}{R(1-X_A)} \right]$ vs waktu, maka didapatkan kurva linier dengan slope k.



Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara $\frac{1}{C_{AO}(R-1)} \left[\ln \frac{(R-X_A)}{R(1-X_A)} \right]$ vs waktu

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa suhu berpengaruh pada besarnya nilai k. Kenaikan nilai k terlihat, baik pada penggunaan R = 2 dan R = 4. Asumsi digunakannya orde dua terbukti dapat digunakan karena dari plot persamaan $\frac{1}{C_{AO}(R-1)} \left[\ln \frac{(R-X_A)}{R(1-X_A)} \right]$ versus waktu berupa garis lurus.

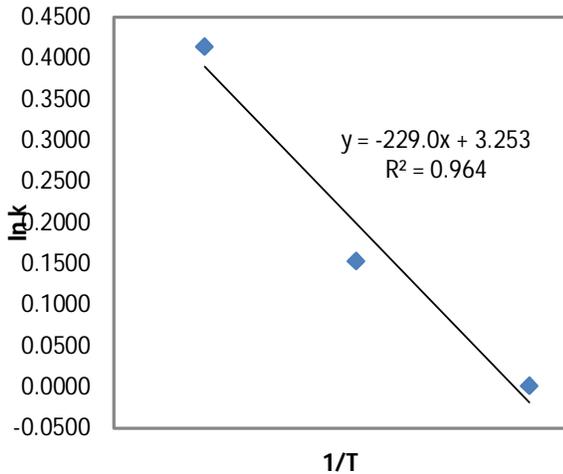
Nilai k yang telah diperoleh dapat digunakan untuk menghitung besarnya energi aktivasi dengan menggunakan persamaan Arrhenius (Coker, 2001).

Dari persamaan tersebut dapat diubah bentuknya menjadi

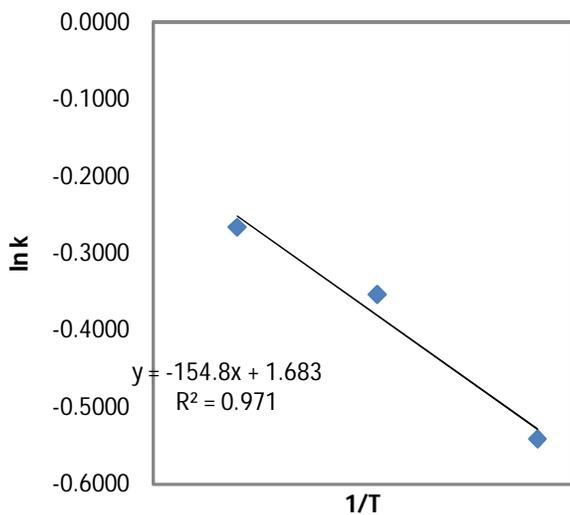
$$k = A e^{-\frac{E_a}{Rt}}$$

$$\ln k = \left(-\frac{E_A}{R}\right) \left(\frac{1}{T}\right) + \ln A$$

Maka plot antara $\ln k$ dan $1/T$ didapatkan slope berupa $-E_a/R$



Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara $\ln k$ vs $1/T$ pada $R = 2$



Gambar 4.5. Grafik Hubungan antara $\ln k$ vs $1/T$ pada $R = 4$

Tabel 4.4. Nilai k dan E_A pada percobaan

Parameter		Temperatur			E_A (J/mol)
		70 °C	75°C	80°C	
Rasio	2	1.002	1.166	1.513	2124.369
G : M	4	0.582	0.702	0.766	1286.388

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai k sangat dipengaruhi oleh suhu. Pada $R = 2$ kenaikan suhu sebesar 10°C akan menyebabkan nilai k sebanyak 1,5 kalinya, bila dibandingkan dengan nilai k pada $R = 4$ kenaikan suhu sebesar 10°C hanya memberikan kenaikan nilai k sebesar 1,3 kalinya. Tabel 4.4 juga menunjukkan bahwa energi aktivasi pada $R = 2$ sebesar 2124.369 J/mol, dan pada $R = 4$ energi aktivasinya sebesar 1286.388 J/mol. Hal ini dikarenakan pada $R = 4$ volume sistem menjadi lebih besar sehingga akan memperkecil konsentrasi dari minyak pada sistem reaksi. Hal ini mengakibatkan menurunnya laju reaksi. Kenaikan nilai k ini ternyata masih di bawah teori, bahwa kenaikan suhu 10°C akan menaikkan nilai k nya menjadi 2 kalinya (Coker, 2001), hal ini disebabkan karena sistem reaksi tidak seutuhnya homogen atau hanya pseudohomogen.

Tabel 4.5 Perbandingan nilai energi aktivasi percobaan terhadap transesterifikasi trigliserida

Transesterifikasi	Energi aktivasi (J/mol)
Metanolisis (Utami, 2007)	6195
Gliserolisis $R = 2$	2124.369
Gliserolisis $R = 4$	1286.388

Energi aktivasi menunjukkan energi minimum agar molekul pereaktan dapat saling tumbuk dan melakukan reaksi (Coker, 2001). Dari Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai E_a pada rasio 4 lebih kecil dari rasio 2 hal ini dikarenakan karena pada $R = 4$ konsentrasi gliserol yang larut dalam minyak lebih besar.

Tabel 4.5 juga menunjukkan bahwa energi aktivasi pada reaksi metanolisis relatif lebih besar dari reaksi gliserolisis, karena pada senyawa alkohol, situs yang paling aktif adalah group hidroksinya. Gliserol yang mempunyai gugus OH sebanyak 3 buah akan lebih reaktif daripada methanol yang hanya memiliki gugus OH satu oleh karena itu energi aktivasi pada metanolisis lebih besar daripada gliserolisis (chemistry.edu).

Selain itu, nilai energi aktivasi dapat diturunkan dengan penggunaan katalis. Pada Tabel 4.2 terlihat bahwa penggunaan katalis yang lebih banyak pada R dan suhu yang sama mampu meningkatkan konversi pada reaksi gliserolisis. Namun penggunaan konsentrasi katalis yang optimum sangat diperlukan, mengingat konsentrasi NaOH yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya reaksi samping yaitu reaksi penyabunan terhadap minyak (Hart, 1983).

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh ratio mol:rasio Gliserol (R), suhu dan berat katalis memberikan pengaruh pada konversi TAG menjadi MAG dan DAG. Pada penggunaan R, suhu dan katalis yang semakin meningkat juga akan meningkatkan konversi TAG. Dengan adanya penambahan pelarut (isopropanol) gliserolisis dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah. Reaksi gliserolisis memenuhi persamaan reaksi orde dua dengan konstanta laju reaksi = 0.766 L/jam.mol dan Energi aktivasi = 1286, 388 J/mol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum (kondisi relatif baik) diperoleh pada R = 4, suhu 80 °C dan berat katalis 3% b/b dengan perolehan konversi sebesar 94,35 %.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih pada Bapak Dr. Ir. Abdullah, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Dr Andri Cahyo Kumoro, ST. MT selaku Dosen Pembimbing Penelitian, Bapak Untung, selaku Staf Laboratorium dan Semua pihak yang telah membantu penyelesaian laporan penelitian.

Daftar Pustaka

- Anggoro, D.D., dan Budi, F.S., (2008), "Proses Gliserolisis Minyak Kelapa Sawit Menjadi Mono dan Diacyl Gliserol dengan Pelarut N-Butanol dan Katalis MgO", Universitas Diponegoro, Semarang.
- Bernardini, E., (1983), "Vegetable Oil and Fats Processing", House B.Oil: Italy.
- Bukhori, L., dan Widayat., (2009), Pembuatan Biodiesel dari minyak goreng bekas dengan proses Catalytic Cracking, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses Teknik Kimia, Universitas Diponegoro Semarang.
- Cussler, E.L., (2003) "Diffusion: mass transfer in fluid systems", 2nd edn. Cambridge University Press, New York.
- Coker, 2001, "Modeling of Chemical inetics And Reactor Design" Gulg Publishing Company, Houston : Texas.
- Damstrup., Jensen., Sparso., Kill., Jensen. dan Xu., (2006), "Solvent Optimization for efficient enzymatic monoacylglycerol production based on a gliserolysis reaction". *Journal of the American Oil Chemist Society.*, Vol 82, 559-564.
- Damstrup., Abildskov, J., Kiil., Jensen, A. D., Sparso, F. V. dan Xu., (2006), "Evaluation of binary solvent mixtures for efficient monoacylglycerol production by continuous enzymatic gliserolysis", *Journal of Agricultural and Food Chemistry.*, Vol 54, 7113-7119.
- Damstrup., Jensen, T., Sparso, F. V., Kiil, S. Z., Jensen, A. D. dan Xu., (2006), "Production of heat-sensitive monoacylglycerols by enzymatic gliserolysis in 282 tert-pentanol: process optimization by response surface methodology", *Journal of the American Oil Chemists' Society.*, Vol 83, 27-33.
- Devender., (2007). "Gliserolysis of Fatty Acid Methyl Ester: 1. Investigations in a Batch Reactor", *Journal of the American Oil Chemists' Society.*, Vol 84, 83-90.
- Geankoplis, 2002, "Transport processes and Unit Operation", Englewood Cliffs.
- Ketaren, S., (1986), "Minyak dan Lemak Pangan", Indonesia: UI-Press.
- Kimmel, T., (2004), "Kinetic Investigation of The Base-Catalyzed Glyserolysis of Fatty Acid Methyl Ester", *Genehmigte Dissertation*, Technischen Universitat Berlin, Berlin, Germany.
- Kimmel, T., (2004), "Kinetic investigation of the base-catalyzed gliserolysis of fatty acid methyl esters". PhD Thesis, Institut Chemie, TU Berlin, Germany.
- Kheang, L.S., (1996), "Recovery and Conversion Of Palm Olein Derived Used Frying Oil to Methyl Ester For Biodiesel", *Journal of Oil Palm Research*, Vol. 18, 247-252
- Leevijit., Wisutmethangoon., Prateepchaikul., Tongurai dan Allen., (2004), "A Second Order Kinetics of Palm Oil Transesterification", Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand.
- Levenspiel, 1999, "Chemical Reaction Engineering" John Wiley and Son
- Lide, D.R., (2007), "Octanol-Water partition coefficient. In Handbook of chemistry and Physics", Ed Lide D.R. CRC Press, 87th edition.

- Mittlebach., (2004), "Biodiesel The Comprehensive Handbook" Vienna: Boersdruck Ges
- Moquin P.H.L., Tenelli., King J.W., Palcic, M., (2005), "Kinetic Modelling of the Gliserolysis Reaction for Soybean Oils in Supercritical Carbon Dioxide Media", *Journal Of The American Oil Chemist' Society*, Vol 82, No 8.
- Noureddini., dan Harmeier, S.E., (1998), "Enzymatic Gliserolysis of Soybean oil", *Journal Of The American Oil Chemist' Society*, Vol 75, No 10.
- Noureddini., dan Medikonduru., (2004), "Continous Process for Gliserolysis of Soybean Oil", *Journal Of The American Oil Chemist' Society*, Vol 81, No 2.
- Noureddini., dan Medikonduru., (1997), "Gliserolysis of Fats and Methyl Esters", *Journal Of The American Oil Chemist' Society*, Vol 74, No 4.
- Oliveira., Teles., Queimada., Countinho., (2009), "Phase Equilibria of Glycerol Containing System and their Description with the Cubic-Plus-Association (CPA) Equation of State". Chemistry Departement, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal.
- Pohle., Mehlenbacher., (1956), "Comparison of methods for te Determination of Glycerol by Asetylation". Swift and Company, Chicago.
- Rao., Arnold., (1957), "Alcoholic Extraction of Vegetable oil. Part IV. Solubilities of Vegetable Oil in Aqueous 2-Propanol". Iowa Engineering Experiment Station, Iowa State College, Ames, Iowa
- Rosita, A.F., dan Widasari, W.A., (2009). "Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas dari KFC dengan menggunakan adsorben karbon aktif", Universitas Diponegoro.
- Sugiharto, R., (2006). "Produksi Mono dan Digliserida dari berbagai minyak kelapa Sawit dan Minyak Kelapa secara Gliserolisis Pana". Research report form LAPTUNILAPP.
- Sidjabat., (2004), "Pengolahan Minyak Goreng Bekas menjadi Biodiesel". Lembaran Publikasi, Lemigas Jakarta.
- Sonntag, N., (1982). Gliserolysis of fats and methyl esters - status, review and critique.
- Woodman, A.G., (1941), " Food Analysis". 4th ed. Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York, 185.
- Yang, T., Zhang, H., Mu, H., Sinclair, A., dan Xu., (2008), "Diacilgliserol from butterfat production by gliserolysis and short-path distillation and analysis of physical properties". BioCentrum-DTU, Technical University of Denmark.
- Yoeswono., (2008), "Kinetics of Palm Oil Tranesterification in Methanol with Potasium Hidroxide as a Catalystr", Training Center BP Migas.
- Zhong, N., Lin, Li., Xu, Cheong, L.Z., Zhao, X., dan Bing Li., (2009). "Production of diacylglycerols through low-temperature chemical gliserolysis". *Department of Molecular Biology, Aarhus University, Gustav Wieds Vej 10, 9 ,Aarhus C, Denmark.*
- www.shvoong.com/minyakbekas
- www.indoskripsi.com
- <http://www.intrust-isa-org>
- www.shvoong.com