

Hidrolisis Minyak Biji Kapuk dengan Katalisator Asam Khlorida

Ganjar Andaka*

Jurusan teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Abstract

Hydrolysis of kapok seed oil in the presence of hydrochloric acid catalyst to produce glycerol and fatty acid was studied. The objective of this work was to study the effect of reaction temperature and catalyst concentration on the reaction rate constant. The experiments were conducted in a three-neck flask equipped with stirrer, heater, condenser, and thermometer. The reaction condition studied were temperature ranging from 80 to 100°C and catalyst concentration from 0.011 to 0.017 N. The reaction time was kept constant at 3 hours. The concentration of triglycerides every 0.25 hour were analyzed to calculate the conversion of triglycerides. The results of this study showed that the reaction kinetics of the hydrolysis of kapok seed oil was found to be first order with respect to triglyceride. The effect of reaction temperatures on the reaction rate constant was found to be $k = 0.3258 \exp(-1379.8875/RT) \text{ h}^{-1}$, the activation energy was 1379.8875 cal/mol and the effect of catalyst concentrations on the reaction rate constant could be expressed as $k = 0.06002 \exp(-0.0025/C_k) \text{ h}^{-1}$.

Key words: kinetics, hydrolysis, kapok seed oil, fatty acid, glycerol

Abstrak

Reaksi hidrolisis minyak biji kapuk memakai asam khlorida sebagai katalisator untuk membentuk gliserol dan asam lemak dilakukan dengan mempelajari pengaruh suhu reaksi dan konsentrasi katalisator terhadap konstanta kecepatan reaksi. Percobaan dilakukan dalam reaktor yang berupa labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin, pemanas, pengaduk dan termometer sebagai pengukur suhu. Percobaan dilakukan pada kisaran suhu 80 sampai 100°C, konsentrasi katalisator 0,011 sampai 0,017 N dan waktu reaksi 3 jam. Konsentrasi trigliserida setiap 0,25 jam dianalisis untuk menghitung konversi trigliserid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinetika reaksi hidrolisis minyak biji kapuk mengikuti reaksi tingkat satu terhadap konsentrasi trigliserida. Pengaruh suhu terhadap konstanta kecepatan reaksi dapat disajikan dalam persamaan $k = 0,3258 \exp(-1379,8875/RT) \text{ jam}^{-1}$ dengan nilai tenaga pengaktif 1379,8875 cal/mol. Hubungan konsentrasi katalisator dengan konstanta kecepatan reaksi dituliskan dalam persamaan $k = 0,06002 \exp(-0,0025/C_k) \text{ jam}^{-1}$.

Kata kunci: kinetika, hidrolisis, minyak biji kapuk, asam lemak, gliserol.

Pendahuluan

Kapuk randu (*Ceiba pentandra*) adalah pohon tropis yang tergolong ordo *Malvales* dan famili *Malvaceae* (berasal dari bagian utara dari Amerika Selatan, Amerika Tengah, dan Karibia. (http://id.wikipedia.org/wiki/kapuk_randu)). Hasil yang diambil dari tanaman ini adalah serat kapuknya, sedangkan biji kapuk belum banyak dimanfaatkan. Biji kapuk mengandung minyak yang dapat diambil dan dimanfaatkan sebagai produk yang bernilai tinggi. Penyusun utama minyak biji kapuk adalah trigliserida. Melalui proses hidrolisis minyak biji kapuk diharapkan dapat diperoleh hasil berupa gliserol dan asam lemak. Gliserol telah banyak digunakan pada

industri seperti pada bahan produk obat-obatan termasuk pasta gigi, kosmetik, dan makanan, sedangkan asam lemak dapat digunakan dalam pembuatan barang-barang dari karet dan dalam pembuatan sabun (Kirk dan Othmer, 1953).

Minyak biji kapuk menunjukkan uji Halphen yang positif bagi asam lemak siklopropenoid yang kadarnya 10,14% sehingga selayaknya dimakan. Kandungan minyak pada biji kapuk sekitar 25% – 40% (Sihombing 1974; Berry, 1979; Bailey, 1996). Kandungan asam lemak yang berupa asam oleat sekitar 50%, asam linoleat 30% dan asam palmitat 16%.

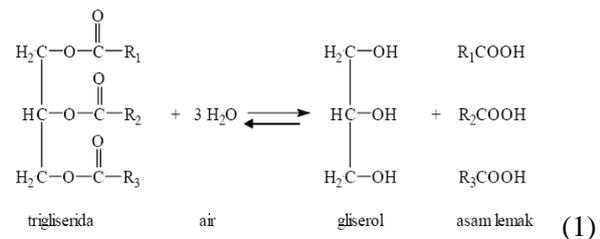
Pada umumnya hidrolisis minyak menggunakan katalisator asam kuat dengan suhu dan tekanan tinggi. Pemisahan hasil dari sisa katalisator dilakukan dengan pencucian beberapa

* Alamat korespondensi: email: ganjar_andaka@yahoo.com

kali dengan menggunakan air panas (Agra dan Warnijati, 1972). Hidrolisis lemak hewani atau minyak nabati di dalam industri dikenal beberapa proses, diantaranya adalah proses kontinyu yaitu hidrolisis secara terus menerus dengan menggunakan tekanan dan suhu tinggi (650 – 700 psia, 240 – 250°C). Penyabunan lemak menggunakan kaustik secara berangsur-angsur dengan beberapa tahap menghasilkan sabun natrium atau kalium. *Twitchell process* dikembangkan oleh Twitchell tahun 1890, meliputi pencucian dengan asam sulfat untuk menghilangkan kotoran kemudian penambahan air 25 – 50% dan 0,75 – 1,25% reagen Twitchell, waktu reaksi 20 – 48 jam. Proses *splitting*; dijalankan dalam *autoclave* yang diisi dengan lemak, 30 – 60% air dan menggunakan katalisator 1 – 2%. Katalisator biasanya oksida kalsium, magnesium, barium atau seng, kemudian dipanaskan mencapai tekanan 75 – 150 psia dan suhu 300 – 350°F dengan lama waktu 5 – 10 jam. Sedangkan untuk non katalis membutuhkan tekanan tinggi 425 – 450 psia dan suhu 450°F (Kirk dan Othmer, 1953).

Selain cara yang disebutkan di atas, hidrolisis lemak juga dapat dilakukan dengan menggunakan katalisator asam (Agra, dkk., 1972). Hidrolisis ini telah lama dipakai terutama untuk membuat asam lemak dengan kualitas rendah, meliputi pemanasan lemak sampai suhu 100°C, kemudian ditambahkan 5 – 6% asam khlorida dengan lama waktu 8 – 12 jam dan suhu 110 – 120°C (Hilditch, 1949). Khairat dan Herman (2004) meneliti tentang hidrolisis minyak sawit dengan katalisator asam khlorida dalam reaktor autoklaf. Sofiah (1989) telah meneliti hidrolisis minyak biji karet dengan katalisator damar penukar kation (Amberlis 15) dalam reaktor autoklaf secara *batch*. Hendrawati (1992) meneliti tentang hidrolisis minyak biji karet dengan katalisator *reagen Twitchell*. Kumoro (1995), telah meneliti hidrolisis minyak biji kluwak dengan katalisator asam sulfat, dalam autoklaf. Dari penelitian-penelitian di atas, konstanta reaksi hidrolisis dihitung dengan asumsi orde reaksi sama dengan satu terhadap minyak.

Penyusunan asam lemak minyak biji kapuk tidak banyak berbeda dengan minyak kelapa maka minyak biji kapuk dapat dipakai sebagai bahan pengganti minyak kelapa dalam pembuatan sabun, karena minyak kelapa umumnya digunakan untuk minyak goreng. Hidrolisis minyak nabati menghasilkan asam lemak dan gliserol mengikuti reaksi berikut (Kirk dan Othmer, 1953):



Jika persamaan reaksi di atas ditulis dalam bentuk sederhana, maka persamaan reaksinya menjadi:



Untuk pemakaian air yang berlebihan dibandingkan minyak, maka reaksi merupakan reaksi searah ke arah kanan dan kecepatan reaksi dapat dianggap reaksi tingkat satu. Secara sederhana, persamaan kecepatan reaksi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$-\frac{dC_A}{dt} = k C_A \quad (3)$$

Konversi minyak (trigliserida) yang terhidrolisis (X_A) menjadi gliserol dan asam lemak dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_A = \frac{C_{A0} - C_A}{C_{A0}} = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} \quad (4)$$

dengan C_A dan C_{A0} berturut-turut adalah konsentrasi minyak (trigliserida) dan konsentrasi mula-mula. Substitusi persamaan (4) ke persamaan (3) kemudian diintegrasikan diperoleh,

$$-\ln(1 - X_A) = k t + C_1 \quad (5)$$

Metode Penelitian

Bahan baku

Minyak biji kapuk kasar diperoleh dari PT. Subali Makmur, Semarang, dengan warna jernih, kuning kecoklatan. Analisis minyak biji kapuk kasar mempunyai angka asam lemak bebas sebesar 9,6125 gek KOH/gminyak, angka penyabunan 189,2530 gek KOH/g minyak, dan densitas 0,9142 g/mL. Asam khlorida yang diperoleh dari Toko Delta, jalan C. Simanjuntak, Yogyakarta.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari labu leher tiga, *water bath*, pengaduk merkuri, motor pengaduk, termometer, pendingin balik, dan statif.

Cara kerja

Minyak biji kapuk dimasukkan ke dalam labu leher tiga kapasitas 1 liter. Pengaduk merkuri, pemanas, dan pendingin balik dijalankan, minyak dalam labu leher tiga dipanaskan sampai suhu

konstan. Setelah itu HCl dengan jumlah tertentu diteteskan ke dalam labu leher tiga, kemudian dimasukkan air panas dengan cepat (dengan suhu tertentu). Setelah suhu konstan, kemudian setiap selang waktu tertentu diambil sampelnya untuk dianalisis.

Analisis

Analisis angka penyabunan, asam total, dan asam lemak bebas, dilakukan dengan metode sebagaimana yang ditulis Sudarmaji, dkk. (1997).

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh suhu

Percobaan menggunakan campuran 360 mL (120 mL minyak biji kapuk dan 240 mL aquadest), konsentrasi HCl 0,017 N, kecepatan pengadukan 800 rpm sedangkan suhu reaksi divariasikan antara 80°C sampai dengan 100°C. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh suhu

Waktu, jam	Konversi, X _A , pada suhu, °C		
	80	90	100
0,25	0,1982	0,1992	0,2063
0,50	0,2094	0,2107	0,2163
1,00	0,2232	0,2250	0,2358
1,50	0,2375	0,2394	0,2538
2,00	0,2513	0,2538	0,2750
2,50	0,2713	0,2731	0,3025
3,00	0,3012	0,3031	0,3212
k, jam ⁻¹	0,0463	0,0465	0,0515

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu reaksi maka konversi minyak yang terhidrolisis semakin besar. Waktu reaksi yang lama akan memperbesar kesempatan zat-zat pereaksi bersentuhan dan akibatnya minyak yang terhidrolisis relatif bertambah. Reaksi hidrolisis minyak dilakukan dengan melebihi jumlah air, sehingga pada reaksi hidrolisis ini dapat dianggap bahwa kecepatan reaksi hanya tergantung pada jumlah minyak dan reaksi akan mengarah ke kanan.

Untuk menentukan konstanta kecepatan reaksi digunakan persamaan (5) dan hasil perhitungan tersaji pada Tabel 1. Hubungan konstanta kecepatan reaksi dengan suhu sesuai dengan persamaan Arrhenius berikut,

$$k = 0,3258 \exp(-1379,8875/RT) \quad (6)$$

dengan ralat rata-rata dari persamaan ini sebesar 0,91%.

Pengaruh konsentrasi katalisator

Percobaan menggunakan jumlah campuran 360 mL (120 mL minyak biji kapuk dan 240 mL aquadest), suhu 100°C, kecepatan pengadukan

800 rpm, sedangkan konsentrasi katalisator (HCl) antaram 0,011 gmol/L sampai dengan 0,017 gmol/L. Hasil percobaan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi katalisator

Waktu, jam	Konversi, X _A , pada konsentrasi katalisator, N		
	0,011	0,014	0,017
0,25	0,2032	0,2044	0,2063
0,50	0,2126	0,2144	0,2163
1,00	0,2325	0,2344	0,2358
1,50	0,2432	0,2538	0,2538
2,00	0,2669	0,2688	0,2750
2,50	0,2800	0,2863	0,3025
3,00	0,3044	0,3112	0,3212
k, jam ⁻¹	0,0463	0,0465	0,0515

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin pekat konsentrasi katalisator maka konversi minyak yang terhidrolisis semakin besar pula. Hal ini karena semakin besar konsentrasi katalisator maka akan meningkatkan keaktifan pereaksi, sehingga tenaga pengaktif yang diperlukan lebih kecil dan konstanta kecepatan reaksi akan semakin bertambah besar. Nilai konstanta kecepatan reaksi dihitung dengan persamaan (5) yang hasilnya disajikan pada Tabel 2. Hubungan konstanta kecepatan reaksi dengan konsentrasi katalisator dapat disajikan dengan persamaan berikut,

$$k = 0,06002 \exp(-0,0025/C_k) \quad (7)$$

dengan ralat rata-rata dari persamaan ini sebesar 0,97%.

Terlihat pada persamaan (7) bahwa pengaruh konsentrasi katalisator masuk pada persamaan Arrhenius pada nilai tenaga pengaktif yang makin pekat nilai tenaga pengaktif makin turun dan nilai konstanta kecepatan reaksi makin besar.

Kesimpulan

Hidrolisis minyak biji kapuk dilakukan secara *batch* menggunakan katalisator asam khlorida dengan pengaruh suhu reaksi dan konsentrasi katalisator, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Konversi minyak meningkat dengan kenaikan suhu dan konsentrasi katalisator.
2. Hubungan konstanta kecepatan reaksi dengan suhu sesuai dengan persamaan Arrhenius, $k = 0,5159 \exp(-13,9601/RT) \text{ jam}^{-1}$
3. Hubungan konstanta kecepatan reaksi dengan konsentrasi katalisator dapat disajikan sebagai berikut, $k = 0,06002 \exp(-0,0025/C_k) \text{ jam}^{-1}$.

Daftar Lambang

A	= minyak
B	= air
C	= gliserol
C_A	= konsentrasi minyak, gek/L
C_{A_0}	= konsentrasi minyak awal, gek/L
C_k	= konsentrasi katalisator HCl, N
C_1	= konstanta integrasi
D	= asam lemak
k	= konstanta kecepatan reaksi, jam ⁻¹
N	= normalitas HCl
R	= tetapan gas umum, 1,987 cal/mol K
T	= suhu absolut, K
t	= waktu reaksi, jam
X_A	= konversi minyak yang Bereaksi, bag

Daftar Pustaka

- Agra, I. B. dan Warnijati, S., 1972. Hidrolisa Minyak Kelapa dengan Katalisator Asam Sulfat, Forum Teknik 2, 31 – 40.
- Agra, I. B., Warnijati, S., dan Kusumastuti. 1972, Hidrolisa Lemak Sapi dengan Katalisator Asam Sulfat, Forum Teknik 2, 57 – 69.
- Bailey, A. E., 1996. Industrial Oil and Fat Products, 5th ed., A Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Berry, S. K., 1979. The Characteristics of the Kapok (Ceiba pentadra, Gaertn.) Seed Oil, Pertanian 2(1), 1 – 4, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Universiti Pertanian Malaysia, Kuala Lumpur.
- Hendrawati, T. Y., 1992. Hidrolisis Minyak Biji Karet dengan Katalisator Reagen Twitchell, Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, FT UGM, Yogyakarta.
- Hilditch, T. P., 1949. The Industrial Chemistry of The Fats and Waxes, 3rd ed., pp. 163 – 189, 289 – 307, William Glower & Sons, Ltd., London.
- Khairat dan Herman, S., 2004. Kinetika Reaksi Hidrolisis Minyak Sawit dengan Katalisator Asam Khlorida, Jurnal Natur Indonesia 6 (2), 118 – 121.
- Kirk. R. E. and Othmer, D. F., 1953. Encyclopedia of Chemical Technology 6, pp. 231 – 236, The Interscience Encyclopedia. Inc., New York.
- Kumoro, A. C., 1995. Hidrolisis Minyak Biji Kluwak pada Suhu di Atas 100°C, Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, FT UGM, Yogyakarta.
- Sihombing, D. T. H., 1974. Pemanfaatan Bungkil Biji Kapuk dan Bungkil Biji Jarak sebagai Bahan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sofiyah, 1989. Hidrolisis Minyak Biji Karet dengan Katalisator Damar Penukar Kation, Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, FT UGM, Yogyakarta.
- Sudarmaji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1997. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Edisi 4, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Website: http://id.wikipedia.org/wiki/kapuk_randu