

ANALISIS PENGARUH KATALIS PADA REAKSI ESTERIFIKASI MINYAK SAWIT MENTAH

Oleh:

Didi, Febrianto, Tasroni

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman Po. Box 148 Cimahi, Telp (022) 6642064

Minyak Sawit Mentah (CPO) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku oleokimia, dimana komponen dasar oleokimia terdiri dari: asam lemak, ester, alkohol, komponen nitrogen dan gliserol. Pemanfaatan oleokimia ini antara lain untuk industri lilin, produksi kosmetika, sabun, bahan pembantu dalam pengolahan karet sebagai platisizer.

Selama ini pemanfaatan CPO hanya sebagai bahan baku minyak goreng dan margarin. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, kebutuhan akan minyak kelapa sawit mentah (CPO) semakin besar untuk industri pangan dan non pangan. Pemanfaatan CPO ini belum optimal, oleh sebab itu alangkah baiknya apabila CPO ini diproses kembali untuk meningkatkan nilai jual diantaranya diolah sebagai ester, melalui proses esterifikasi.

Untuk mempercepat proses esterifikasi minyak sawit mentah, salah satu hal yang dilakukan adalah dengan penambahan katalis. Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah katalis homogen [asam (H_2SO_4) dan basa ($NaOH$)], dengan % berat masing masing adalah 0,5%; 2%; dan 3%.

Dari hasil analisa dengan menggunakan metoda asetin perolehan % gliserol yang tertinggi pada proses *batch* dan katalis homogen adalah pada kondisi penambahan katalis asam (H_2SO_4) dengan 3% berat, waktu reaksi 60 menit, temperatur reaksi $63^\circ C$, dan putaran pengaduk 240 rpm yaitu sebesar 91,05 %.

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan produsen minyak sawit mentah (CPO) terbesar kedua di dunia. Selama ini pemanfaatan CPO terbesar hanyalah sebagai bahan baku minyak goreng dan margarin. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, terbuka kemungkinan untuk mengolah sawit mentah (CPO) menjadi bahan lain yang memiliki nilai tambah lebih tinggi.

CPO dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku oleokimia. Komponen dasar oleokimia terdiri dari: asam lemak, ester, alkohol, komponen nitrogen dan gliserol. Pemanfaatan oleokimia ini antara lain untuk industri lilin, produksi kosmetika, sabun, sabun metalik, bahan pembantu dalam pengolahan karet sebagai platisizer.

Oleh sebab itu alangkah baiknya apabila CPO ini diproses kembali untuk meningkatkan nilai jual diantaranya diolah sebagai ester, melalui proses esterifikasi. Pada dasarnya, proses esterifikasi merupakan reaksi antara asam lemak dari minyak sawit dengan etanol pada suhu rendah dan tekanan atmosfer dibantu dengan katalis.

Katalis yang digunakan dapat berupa katalis homogen atau heterogen. Kegunaan katalis pada proses ini adalah untuk mempercepat jalannya reaksi. Adapun keunggulan katalis homogen adalah aktifitas tinggi, selektifitas tinggi, tidak mudah teracuni, mudah dioperasikan. Sedangkan keunggulan katalis heterogen adalah: mudah dipisahkan dari campuran reaksi, dan stabil pada temperatur tinggi.

Proses esterifikasi menggunakan alkohol (etanol) bertujuan untuk mengubah minyak lemak atau asam lemak menjadi etil ester. Proses esterifikasi minyak atau lemak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, waktu reaksi, kecepatan pengaduk, jenis dan jumlah katalis, dan perbandingan etanol minyak atau asam lemak.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbandingan jumlah katalis terhadap umpan, jenis katalis yang berupa asam (H_2SO_4) dan basa ($NaOH$) pada proses esterifikasi. Reaksi esterifikasi berlangsung secara *batch* dengan temperatur reaksi $65^\circ C$ (Wahyudi dan Wahyudin, LEMIGAS).

TINJAUAN PUSTAKA

Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elais guinensis* JACQ) adalah jenis tanaman berkeping satu yang menurut sejarahnya bukan merupakan tanaman asli Indonesia tapi berasal dari Afrika Barat.

Antara tahun 1940 sampai 1970, Nigeria merupakan produsen terbesar minyak sawit dunia, setingkat di atas Indonesia. Malaysia merebut kedudukan Indonesia pada tahun 1966. Kini, Malaysia menduduki peringkat pertama sebagai produsen terbesar minyak sawit dunia.

Minyak kelapa sawit diekstraksi dari bagian serabut yang tebal pada lapisan luar dari pulp bagian buah pohon kelapa sawit, dapat juga dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti sawit (*palm kernel oil*) dan sebagai hasil samping ialah bungkil inti kelapa sawit (*palm kernel meal* atau *pellet*). Minyak kelapa sawit yang tidak mengalami pemucatan akan berwarna oranye tua dan berbau.

Minyak kelapa sawit mengandung berbagai asam lemak sebagai komponen utama, kandungan kandungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi asam lemak dari minyak lemak sawit

Asam Lemak	Persen Berat				
	Palm Oil	Palm Stearin	Palm Kernel Oil	Palm Kernel Olein	Palm Olein
C6	-	-	0,3	0,4	-
C8	-	-	4,4	5,4	-
C10	-	-	3,7	3,9	-
C12	0,2	0,3	48,3	41,5	0,2
C14	1,1	1,3	15,6	11,8	1,0
C16	4,4	5,5	7,8	8,4	39,8
C18	4,5	5,1	2,0	2,4	4,4
C18.1	39,2	29,5	1,5	22,8	42,5
C18.2	10,1	7,4	2,7	3,3	11,2
Lain-lain	0,8	0,7	0,1	0,1	0,9
IV	53,3	35,5	17,8	25,5	58,4
SAP.V	19,6	19,9	24,5	-	19,8

Di dalam minyak atau lemak, asam lemak asam lemak berantai C panjang berikatan dengan gliserol dalam bentuk gliserida (mono-, di-, atau yang umum adalah trigliserida) gliserida tersebut dapat bereaksi dengan alkohol membentuk ester dan gliserol.

Selain itu gliserida dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Asam lemak bereaksi dengan alkohol membentuk ester dan air.

Metil Ester

Ester merupakan Oleokimia yang penggunaannya di industri sangat banyak diantaranya pada sabun sebagai agen aktif.

Asam asam lemak dari ester ester itu yang terpenting ialah asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$), asam stearat ($C_{17}H_{35}COOH$), dan asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$). Asam lemak tersebut diproses melalui proses alkoholisis, dan produk yang dihasilkan adalah asam lemak ester dan gliserol.

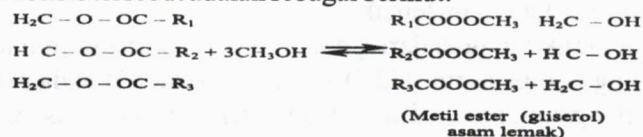
Sifat utama dari ester adalah mudah disabunkan. Reaksinya adalah:

Lemak + basa \rightleftharpoons sabun + gliserol

Penyusunan dasar oleokimia terdiri dari asam lemak, ester, alkohol, komponen nitrogen dan gliserol. Bahan dasar oleokimia terdiri dari C21 C14 dan C16 C18, salah satu sumbernya adalah minyak kelapa sawit.

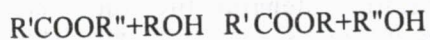
Pemanfaatan oleokimia dasar pada minyak kelapa sawit diantaranya dimanfaatkan untuk industri lilin, produksi kosmetik, sabun, sabun metalik, bahan pembantu dalam pengolahan karet, dan sebagai plastisizer.

Salah satu bahan oleokimia dasar adalah metil ester yang merupakan turunan dari minyak dan lemak selain asam lemak. Prinsip pembuatan metil ester adalah interesterifikasi dengan mengganti alkohol dari satu ester dengan ester lain dengan dasar hidrolisis. Proses ini dikenal juga dengan nama alkoholisis atau secara spesifik disebut dengan etanolisis karena menggunakan etanol dalam prosesnya. Metil ester asam lemak dapat dibuat dari trigliserida, yaitu triester dari gliserol dengan asam asam lemak, dengan proses etanolisis. Trigliserida trigliserida banyak terdapat di alam karena merupakan komponen utama dari berbagai minyak lemak nabati dan hewan. Persamaan stokiometri reaksi etanolisis tersebut adalah sebagai berikut:



Reaksi etanolisis dikatalis oleh basa seperti NaOH, KOH, $NaOCH_3$, K_2CO_3 , Na_2CO_3 , CaO,

BaO dan SrO. Walaupun demikian Peterson dan Scarrh (1948) juga menggunakan logam Cu, Zn, Sn, Pb dan Fe₂O₃ sebagai katalis. Pembentukan sabun tidak dikehendaki karena akan menyebabkan perolehan metil ester asam lemak menurun. Menurut Basu dan Max (1996) melaporkan bahwa penggunaan campuran garam kalsium asetat dan barium asetat dengan nisbah berat 3 : 1 tidak menyebabkan pembentukan sabun menghasilkan perolehan metil ester asam lemak cukup tinggi. Perolehan metil ester asam lemak ditentukan berdasarkan perbandingan mol total gliserol (gliserol bebas + monogliserida + digliserida) terhadap mol stearin pada umpan. Ester biasanya dibuat berdasarkan reaksi alkohol atau phenol dengan katalis asam atau turunan asam. Dalam esterifikasi sebuah asam, alkohol bertindak sebagai reagen nukleofilik. Untuk itu alkohol mampu menggantikan alkohol lain dari sebuah ester dan peristiwa ini disebut transesterifikasi.



Gliserida bisa mengalami hidrolisis membentuk gliserol dan asam lemak, asam lemak ini bisa direaksikan dengan alkohol membentuk ester dan air.

Proses Trans-esterifikasi

Reaksi ini telah lama ditemukan dan pertama kali dimanfaatkan dalam skala besar pada era 40-an, khususnya untuk mendapatkan produk tambahan. Dari proses alkoholisis yaitu gliserin dalam bentuk yang murni.

Proses transesterifikasi bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester dengan bantuan monovalen alkohol seperti metanol dan etanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis atau tanpa katalis. Biasanya dalam pembuatan metil ester digunakan katalis homogen, dimana katalis tersebut larut dalam alkohol dan larutan ini ditambahkan ke dalam minyak atau lemak, biasanya tanpa pelarut tambahan. Katalis yang biasanya digunakan dapat berupa katalis asam (HCl, H₂SO₄) atau katalis basa (alkali) (NaOCH₃, KOH, NaOH).

Proses transesterifikasi dengan katalis alkali, seperti natrium atau kalium hidroksida memberikan keuntungan tambahan yaitu proses dapat dioperasikan pada temperatur rendah.

Proses transesterifikasi dengan menggunakan katalis asam basa menyebabkan reaksi berlangsung *reversible* sampai tercapai keseimbangan ke arah produk (sebelah kanan) dan akan meningkatkan produksi metil ester. Untuk mendorong jalannya reaksi ke kanan perlu digunakan alkohol berlebihan. Proses transesterifikasi menggunakan alkohol (etanol) bertujuan untuk mengubah minyak atau lemak ke dalam metil ester. Proses transesterifikasi minyak atau lemak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, waktu reaksi, kecepatan pengaduk, jenis dan konsentrasi katalis, dan perbandingan etanol minyak atau asam lemak.

Semakin besar suhu yang digunakan (65°C) untuk transesterifikasi, semakin singkat waktu yang diperlukan untuk reaksi. Proses transesterifikasi akan berlangsung lebih cepat jika suhu dinaikkan mendekati titik didih etanol. Semakin meningkatnya suhu reaksi maka energi molekul molekul yang bereaksi akan meningkat dan pada akhirnya meningkatkan pergerakan molekul. Pergerakan molekul yang tinggi memungkinkan molekul molekul mencapai kompleks aktivasi.

Kecepatan pengaduk berpengaruh terhadap kecepatan reaksi. Semakin tinggi kecepatan pengaduk akan meningkatkan pergerakan molekul dan menyebabkan terjadinya tumbukan. Pada awal terjadinya reaksi, pengadukan akan menyebabkan terjadinya difusi antara minyak atau lemak sampai dengan terbentuknya metil ester. Dengan semakin banyaknya metil ester yang terbentuk menyebabkan pengaruh pengadukan semakin rendah sampai terbentuknya kesetimbangan.

Pemakaian etanol berlebihan akan mendorong reaksi ke arah pembentukan etil ester. Semakin besar jumlah etanol yang digunakan semakin besar kemungkinan terjadinya tumbukan antar molekul molekul reaktan yang memiliki kecocokan satu sama lainnya. Dalam proses transesterifikasi, reaksi efektif hanya pada komponen komponen trigliserida dan asam lemak bebas.

Pemakaian katalis juga mempengaruhi proses transesterifikasi. Katalis yang umumnya digunakan adalah katalis asam dan basa. Katalis asam yang biasa digunakan adalah asam sulfat, asam klorida, dan asam fosfat, sedangkan katalis basa yang sering digunakan antara lain natrium hidroksida, kalium hidroksida, dan natrium metoksida.

Pemakaian asam dan basa menyebabkan reaksi berjalan *reversible*. Pemakaian katalis ditujukan untuk mempercepat jalannya reaksi. Suatu reaksi akan berjalan apabila energi minimum untuk reaksi berlangsung tercapai. Pemakaian katalis akan menyebabkan reaksi berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan reaksi tanpa katalis. Berdasarkan hasil penelitian LEMIGAS

didapatkan bahwa pemakaian suhu 60 °C dan kecepatan pengaduk 1500 rpm selama 30 menit dengan rasio molar metanol minyak 10,65 dan konsentrasi katalis NaOH 1,39% memberikan hasil perolehan metil ester terbaik (99,29%).

Reaksi samping yang terjadi, salah satunya adalah reaksi saponifikasi. Reaksi saponifikasi adalah reaksi pembentukan alkali karboksilat yang terjadi akibat reaksi antara asam lemak / ester dengan basa alkali.

METODOLOGI PENELITIAN

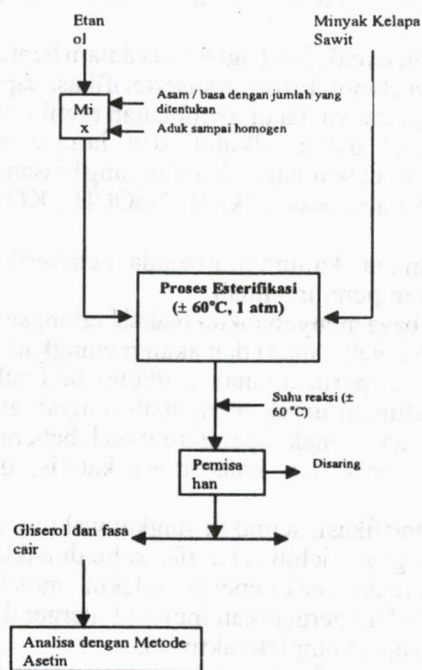


Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir tersebut, dapat diuraikan prosedur penelitian sebagai berikut:

- minyak kelapa sawit dengan komposisi yang telah ditentukan dimasukkan ke labu distilasi
- etanol dengan jumlah yang telah ditentukan dicampur dengan katalis dan dimasukkan ke labu distilasi
- campuran dipanaskan pada suhu 63 °C dan diaduk sampai waktu yang telah ditentukan
- pengambilan sampel dilakukan dengan rentang waktu 10 menit
- setelah itu sampel dimasukkan ke beaker

glass dan didinginkan selama waktu yang telah ditentukan

- campuran di dekantasi dan dipisahkan dari larutan lainnya (fasa cair dan gliserol)
- gliserol dianalisis dengan metode asetin

Variabel Penelitian

Variabel yang ditetapkan

- a. Tekanan. Proses transesterifikasi ini dapat dioperasikan pada tekanan 1 atmosfer.
- b. Temperatur. Menurut literatur, jika temperatur operasi mendekati titik didih etanol (65 °C) maka proses pembentukan metil ester akan semakin baik.
- c. Jumlah reaktan.
- d. Laju putaran pengaduk.

Variabel yang dirubah

- a. Jenis katalis. Katalis yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis yaitu katalis asam (H_2SO_4), dan katalis basa (NaOH).
- b. Jumlah katalis. Banyaknya katalis yang digunakan, diambil dari jumlah yang terkecil hingga yang terbesar supaya diperoleh formula maksimum untuk memperoleh produk ester, yaitu mulai dari 0,5%; 2%; dan 3% berat dari minyak sawit mentah.

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan terdiri dari:

- CPO (Crude Palm Oil)
- Etanol
- Asam Sulfat (H_2SO_4)
- Natrium Hidroksida (NaOH)
- Reagen metode asetin

Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari:

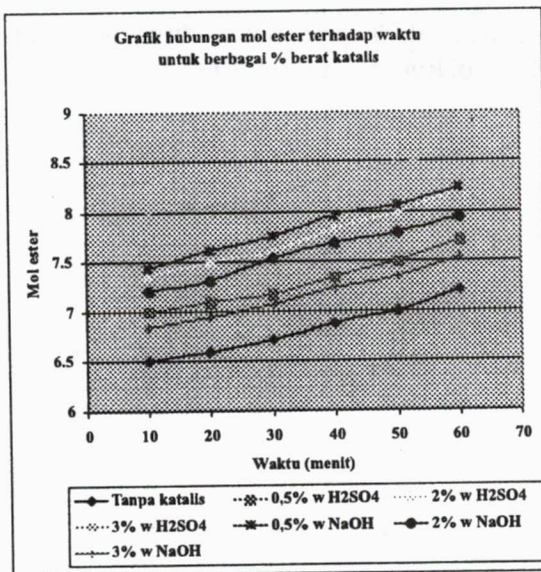
- a. Peralatan untuk pengambilan sampel
 - Labu distilasi
 - Pengadukan motor penggerak
 - Kondensor
 - Pemanas listrik
 - Termometer
 - Corong
 - Gelas ukur
 - Beaker glass

b. Peralatan analisa

- Biuret
- Labu takar
- Alat alat pendukung pengujian

ANALISIS HASIL PERCOBAAN

Hasil percobaan Analisis Pengaruh Katalis Pada Reaksi Esterifikasi Minyak Sawit Mentah, disajikan dalam bentuk kurva yang menggambarkan hubungan antara waktu dan persentasi gliserol, jumlah katalis (dalam % berat), jenis katalis, mol ester dan mol gliserol.



Hasil percobaan memperlihatkan bahwa pada perlakuan menggunakan asam sulfat, persen gliserol yang paling besar dihasilkan dengan penambahan katalis asam (H_2SO_4) paling besar yaitu 3% berat, pada selang waktu 60 menit.

Sedangkan untuk perlakuan dengan menggunakan katalis basa [Natrium Hidroksida (NaOH)] adalah kebalikan dari perlakuan dengan menggunakan katalis asam sulfat yaitu persen gliserol paling tinggi yang dihasilkan pada 0,5% berat pada selang waktu 60 menit.

Perbedaan persentasi gliserol antara perlakuan menggunakan katalis asam dibandingkan dengan perlakuan menggunakan katalis basa, terlihat bahwa perlakuan dengan menggunakan katalis asam memiliki persentasi gliserol lebih besar (91,05%) dibandingkan dengan persen perolehan pada perlakuan dengan menggunakan katalis basa (87,57%).

Perbedaan ini dapat terjadi karena pada perlakuan dengan katalis basa, proses transesterifikasi berjalan tidak sempurna diakibatkan oleh adanya air yang terlibat dalam proses. Air tersebut berasal dari natrium hidroksida yang dilarutkan, CPO dan etanol teknis yang digunakan dalam percobaan. Air ini akan mengganggu proses esterifikasi dengan cara menghidrolisis gliserol yang telah terbentuk selama proses menjadi asam lemak bebas, sehingga persentasi gliserol menjadi kecil.

Sedangkan pada perlakuan dengan menggunakan katalis asam, air yang terlibat hanya sedikit yaitu berasal dari etanol teknis dan CPO saja, sehingga gliserol yang terbentuk selama proses transesterifikasi hanya sebagian kecil terhidrolisis.

Pada reaksi dengan menggunakan katalis basa digunakan basa alkali (NaOH) yang kemungkinan besar ikut bereaksi sehingga menghasilkan reaksi samping (saponifikasi).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kondisi yang baik untuk mendapatkan persen gliserol pada proses *batch* dengan menggunakan katalis homogen [asam (H_2SO_4), basa (NaOH)] adalah:

1. Jumlah katalis $H_2SO_4 = 3\%$ w/w_{minyak}
2. Waktu reaksi = 60 menit
3. Temperatur reaksi = $63^\circ C$
4. Putaran pengaduk = 240 rpm

Saran

Percobaan ini dapat dilakukan kembali dan dikembangkan untuk mencari persentasi maksimum yang lebih baik dengan cara:

1. menggunakan katalis yang berbentuk padat
2. memvariasikan beberapa variabel yang belum divariasikan pada penelitian ini, seperti putaran pengaduk, temperatur reaksi, dan selang waktu pengambilan sampel.
3. mengamati pengaruh air dan kemungkinan terjadinya reaksi saponifikasi oleh katalis basa alkali (NaOH).

DAFTAR PUSTAKA

1. Griffin R.C, "Technical Methods of Analysis", 2ed, Mc. Graw Hill Book Company, Inc, New York, 1955, Page 107 110.
2. Ida Zahrina dan Tatang H.Soerawidjaja, "Konversi Stearin menjadi Bio Diesel Menggunakan Katalis Abu Tandan Sawit", Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Rekso Wardojo, 2000.
3. Paquot,C and A. Hautfenne,"Standard Methods for The Analysis of Oil, Fat and Derivates", 7th edition, Black-well Scientific, Oxford, 1987, Page 75 77.
4. Peterson, G.R. dan W.P.Scarrah, "Rapessed Oil Transesterification by Heterogeneous", Journal American Oil Chemist Society, 61 (10), 1984.
5. Tim Penyusun PS, Kelapa Sawit, "Usaha Budi daya, Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran", Penebar Swadaya, hal 1 2; 12 21; 24 30.
6. Titik Mahargiani, "Kinetika Reaksi Etanolisis Minyak Kelapa Sawit ditinjau secara Heterogen", Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Rekso Wardojo, 2000