



**PERBANDINGAN AKTIVITAS ADSORBEN NZA DAN H<sub>5</sub>-NZA  
PADA VARIASI TEMPERATUR DALAM MENINGKATKAN  
KUALITAS VIRGIN COCONUT OIL**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Asal:	Hadiah	Klass
Terima Tel:	Pembelian	543.
No. Induk:	17 JUL 2007	RAH
Oleh:		p
CASIR / PENYALIN:	far	

**Any Rahmawati**  
**NIM 021810301031**

S  
C.1

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**

*Karya Tulis Ilmiah ini Aku persembahkan untuk:*

*Yang Tercinta, Terkasih, dan Tersayang,  
Ibundaku  
Endang Sih Irawati*

*Terimakasih atas cinta, kasih, sayang, didikan, dan pengorbanan tulus yang telah Ibunda limpahkan selama ini demi kesuksesan Ananda. Segalanya akan ananda berikan untukMu. Tanpa Engkau, hidup ini tidak berarti. Your love make Me stronger. Terimakasih IBU...*

*&*

*Yang sangat Aku sayangi, Cintai, Penyemangat  
hidup, Adik dan sekaligus Sahabat kecilku,  
Sanda Aditya Arsandi*

*Terimakasih atas kasih sayang, perhatian, dan dorongan yang Adik berikan buat Neng. You're  
My Little Angel.*

MOTTO

« *Selalu Optimis, karena hidup ini terlalu rumit untuk  
dipandang dengan mengerutkan alis* »

*(Anny)*

« *Hanya mereka yang berani gagal dapat meraih keberhasilan* »

*(Robert F. Kennedy)*

SKRIPSI

**PERBANDINGAN AKTIVITAS ADSORBEN NZA DAN H<sub>5</sub>-NZA  
PADA VARIASI TEMPERATUR DALAM MENINGKATKAN  
KUALITAS VIRGIN COCONUT OIL**

Oleh

Any Rahmawati  
NIM 021810301031

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Novita Andarini, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Agung Budi Santoso, S.Si., M.Si.

SKRIPSI

**PERBANDINGAN AKTIVITAS ADSORBEN NZA DAN H<sub>5</sub>-NZA  
PADA VARIASI TEMPERATUR DALAM MENINGKATKAN  
KUALITAS VIRGIN COCONUT OIL**

Oleh

Any Rahmawati  
NIM 021810301031

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Novita Andarini, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Agung Budi Santoso, S.Si., M.Si.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Any Rahmawati

NIM : 021810301031

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *"Perbandingan Aktivitas Adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA pada Variasi Temperatur dalam Meningkatkan Kualitas Virgin Coconut Oil"* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Juni 2007

Yang menyatakan,



Any Rahmawati  
NIM. 021810301031

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Perbandingan Aktivitas Adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA pada Variasi Temperatur dalam Meningkatkan Kualitas Virgin Coconut Oil* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari : **JUM'AT**

Tanggal : **06 JUL 2007**

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua  
(Dosen Pembimbing Utama),



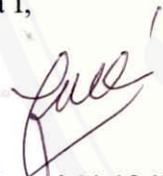
Novita Andarini, S.Si., M.Si.  
NIP. 132 257 935

Sekretaris  
(Dosen Pembimbing Anggota),



Agung Budi Santoso, S.Si., M.Si.  
NIP. 132 207 812

Anggota I,



Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D  
NIP. 131 592 358

Anggota II,



Tri Mulyono, S.Si., M.Si.  
NIP. 132 026 031



Mengesahkan

Dekan,

Ir. Sumardi, M.S.  
NIP. 130 368 784

## RINGKASAN

**Perbandingan Aktivitas Adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA pada Variasi Temperatur dalam Meningkatkan Kualitas Virgin Coconut Oil ; Any Rahmawati, 021810301031; 2007; 52 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.**

*Virgin Coconut Oil* (VCO) merupakan minyak kelapa yang diperoleh dari kelapa segar yang sangat berkhasiat karena kandungan asam lemak jenuh yang tinggi. VCO berbeda dengan minyak kelapa biasa dalam hal pengolahannya, karena memerlukan tahap-tahap yang lebih kompleks, teliti, dan terkontrol. Metode pengolahan VCO seperti fermentasi dan pancingan memicu adanya *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas, yang berakibat pada ketengikan. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan zeolit sebagai adsorben yang mampu menyerap asam lemak bebas yang masih terdapat dalam minyak. Adsorben hasil modifikasi zeolit alam yang melibatkan proses pengasaman, hidrotermal, kalsinasi dan oksidasi disebut NZA dan H<sub>5</sub>-NZA. Tujuan dalam penelitian ini adalah (1) Mengetahui pengaruh temperatur pada proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben zeolit terhadap kualitas VCO yang dihasilkan (2) Mengetahui perbedaan aktifitas NZA dan H<sub>5</sub>-NZA sebagai adsorben pada variasi temperatur terhadap kualitas VCO yang dihasilkan.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2006 sampai Januari 2007 di laboratorium Kimia Fisik FMIPA UNEJ. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah VCO yang diperoleh dari *home industry* di Jember, zeolit alam jenis mordenit dari PT. Prima Zeolita Wonosari, Yogyakarta. Karakterisasi adsorben meliputi keasaman, luas permukaan spesifik (LPS), dan distribusi ukuran pori, sedangkan karakterisasi VCO merupakan parameter kualitasnya meliputi FFA, *Peroxide Value* (PV) atau Bilangan Peroksida, dan kadar asam laurat.

Keasaman adsorben ditentukan secara gravimetri atas dasar adsorpsi kimia gas amonia (NH<sub>3</sub>) oleh situs asam pada permukaan zeolit, yaitu selisih berat zeolit

sesudah dan sebelum mengadsorb  $\text{NH}_3$ , sedangkan LPS dan rerata jari pori didasarkan pada fenomena adsorpsi gas lapis tunggal yang berlangsung pada temperatur konstan dengan menggunakan alat *Gas Sorption Analyzer NOVA 1000* yang berada di BATAN, Yogyakarta. Adsorben dan sampel VCO didesain menggunakan kolom *Fluid fixed Bed* dengan variasi temperatur kamar,  $40\pm 2^\circ\text{C}$ , dan  $60\pm 2^\circ\text{C}$ .

Karakteristik keasaman adsorben NZ, NZA, dan H<sub>5</sub>-NZA berturut-turut adalah 2,2044 mmol/gr, 6,0011 mmol/gr, dan 7,6199 mmol/gr, sedangkan LPSnya adalah 20,526000 m<sup>2</sup>/gr, 164,053020 m<sup>2</sup>/gr, dan 160,654162 m<sup>2</sup>/gr. Pori adsorben hasil modifikasi menunjukkan peningkatan distribusi pori pada daerah mikropori dan mesopori yang lebih mendekati mikropori.

Karakteristik FFA VCO awal sebesar 0,08 %, setelah mengalami perlakuan dengan NZA, dan H<sub>5</sub>-NZA adalah 0,05 % dan 0,03 % pada temperatur kamar, 0,07 % dan 0,06 % pada  $40\pm 2^\circ\text{C}$ , serta 0,08 % dan 0,07 % pada  $60\pm 2^\circ\text{C}$ , sehingga diperoleh aktivitas adsorben H<sub>5</sub>-NZA lebih besar daripada adsorben NZA dalam menyerap FFA. PV VCO awal dan setelah mengalami perlakuan dengan adsorben menunjukkan angka 0, sedangkan kadar laurat sebesar 48,59 % pada kondisi awal, 48,80 % dengan perlakuan adsorben NZA, dan 50,16 % dengan perlakuan adsorben H<sub>5</sub>-NZA. Kesimpulan dari penelitian ini adalah (1) Perlakuan temperatur pada proses adsorpsi asam lemak bebas (*free fatty acids/FFA*) dengan menggunakan adsorben zeolit menghasilkan data yang kurang signifikan, namun dari data yang diperoleh, masih terlihat bahwa daya adsorpsi adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA mengalami kondisi optimum pada temperatur kamar. (2) Adsorben H<sub>5</sub>-NZA memiliki aktivitas yang lebih tinggi dalam mengadsorb asam lemak bebas daripada adsorben NZA dalam mengadsorb asam lemak bebas dalam VCO untuk semua variasi temperatur.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Perbandingan Aktivitas Adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA pada Variasi Temperatur dalam Meningkatkan Kualitas Virgin Coconut Oil*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada :

- 1) Novita Andarini, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Agung Budi Santoso, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota I dan Tri Mulyono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing anggota II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
- 2) Drs. Sudarko, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan mengarahkan kemajuan akademik selama menjadi mahasiswa;
- 3) Dosen, Staf, dan Teknisi yang telah membimbing selama menjadi mahasiswa serta *all of you that will always in my heart* ; Elita, Hari, Wahid, Ricoh, and Rusman (*Zeolite*); Rohma (*Clay*); Intan (*Fly Ash*); Tri' (*Sulphonate*); Fiece (*Compos*); Amir (*Electrometry*); Ari, Hanif and Ali (*Membrane*); Rina and Ela (*HPLC*); Egi' (*Enzym*) also Mift (*Polymer*).
- 4) Mas\_qu, atas perhatian, waktu dan pengorbanan yang kau berikan.
- 5) Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan sumbangan bagi ilmu pengetahuan.

Jember, Pebruari 2007

Penulis

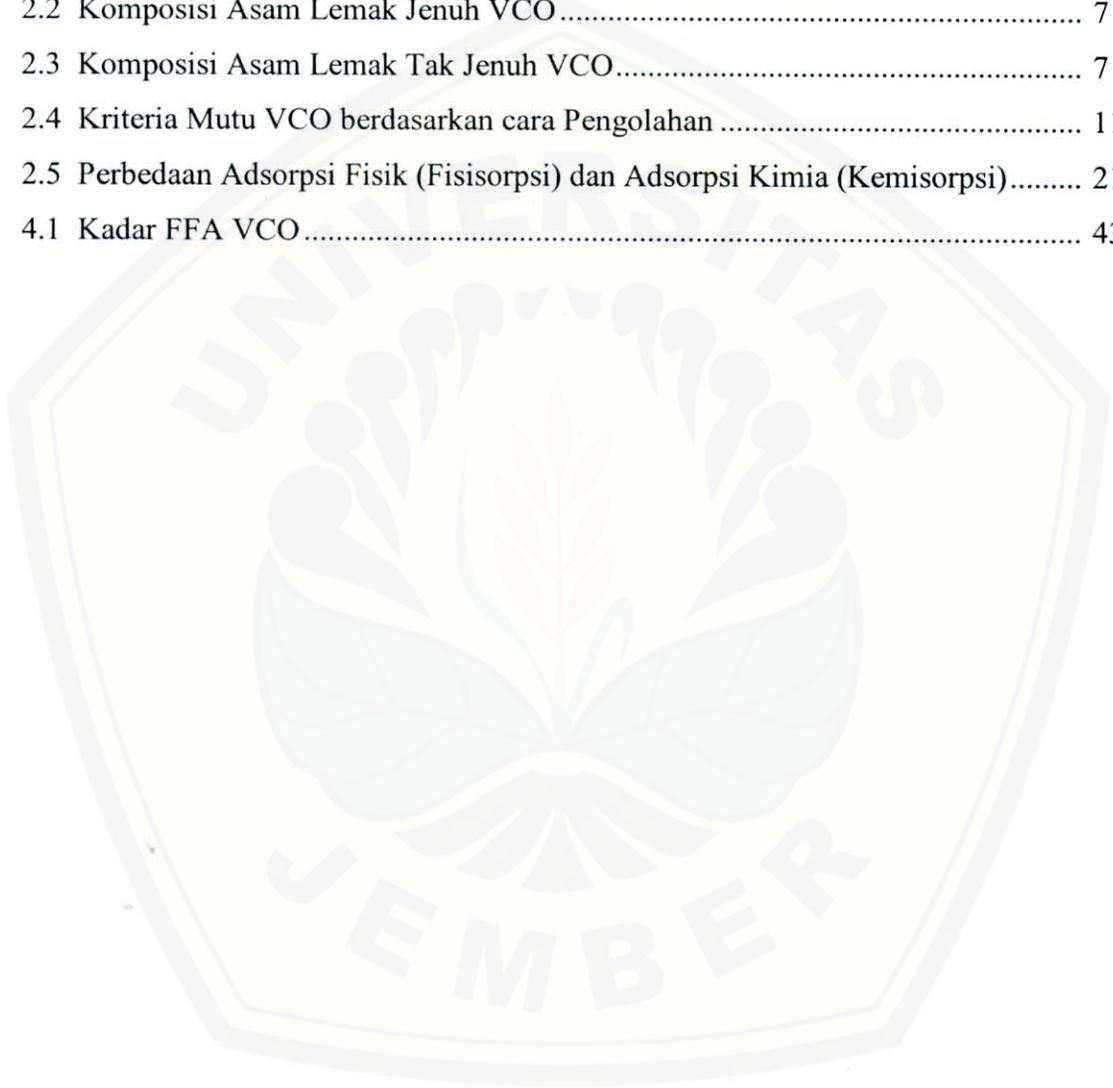
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN RINGKASAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Virgin Coconut Oil (VCO) .....	6
2.1.1 Pengertian dan Komposisi VCO .....	6
2.1.2 Metode Pengolahan .....	9
2.1.3 Penyebab Kerusakan VCO .....	11
2.2 Zeolit .....	14
2.2.1 Struktur Zeolit .....	17
2.2.2 Sifat Zeolit .....	18
2.2.3 Zeolit Sebagai Adsorben .....	21

2.2.4 Aktivasi dan Modifikasi Zeolit .....	24
2.3 Kromatografi Gas .....	27
2.4 Kolom Fluid Fixed Bed .....	29
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	30
3.2 Alat dan Bahan .....	30
3.2.1 Alat .....	30
3.2.2 Bahan .....	30
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	31
3.4 Prosedur Penelitian .....	31
3.4.1 Preparasi Virgin Coconut Oil .....	31
3.4.2 Preparasi Adsorben .....	33
3.4.3 Karakterisasi Adsorben .....	33
3.4.4 Analisis VCO .....	34
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Karakter Adsorben.....	37
4.1.1 Keasaman .....	37
4.1.2 Frekuensi Distribusi Pori .....	41
4.1.3 Luas Permukaan Spesifik (LPS) .....	42
4.2 Karakter VCO.....	43
4.2.1 Asam Lemak Bebas ( <i>Free Fatty Acid/FFA</i> ).....	43
4.2.2 Asam Laurat .....	45
4.2.3 Bilangan Peroksida ( <i>Peroxide Value/ PV</i> ).....	46
4.3 Perbandingan Aktivitas Adsorben NZA dan H <sub>5</sub> -NZA .....	46
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Standar Mutu <i>Virgin Coconut Oil</i> .....	7
2.2 Komposisi Asam Lemak Jenuh VCO.....	7
2.3 Komposisi Asam Lemak Tak Jenuh VCO.....	7
2.4 Kriteria Mutu VCO berdasarkan cara Pengolahan .....	11
2.5 Perbedaan Adsorpsi Fisik (Fisorpsi) dan Adsorpsi Kimia (Kemisorpsi).....	21
4.1 Kadar FFA VCO .....	43

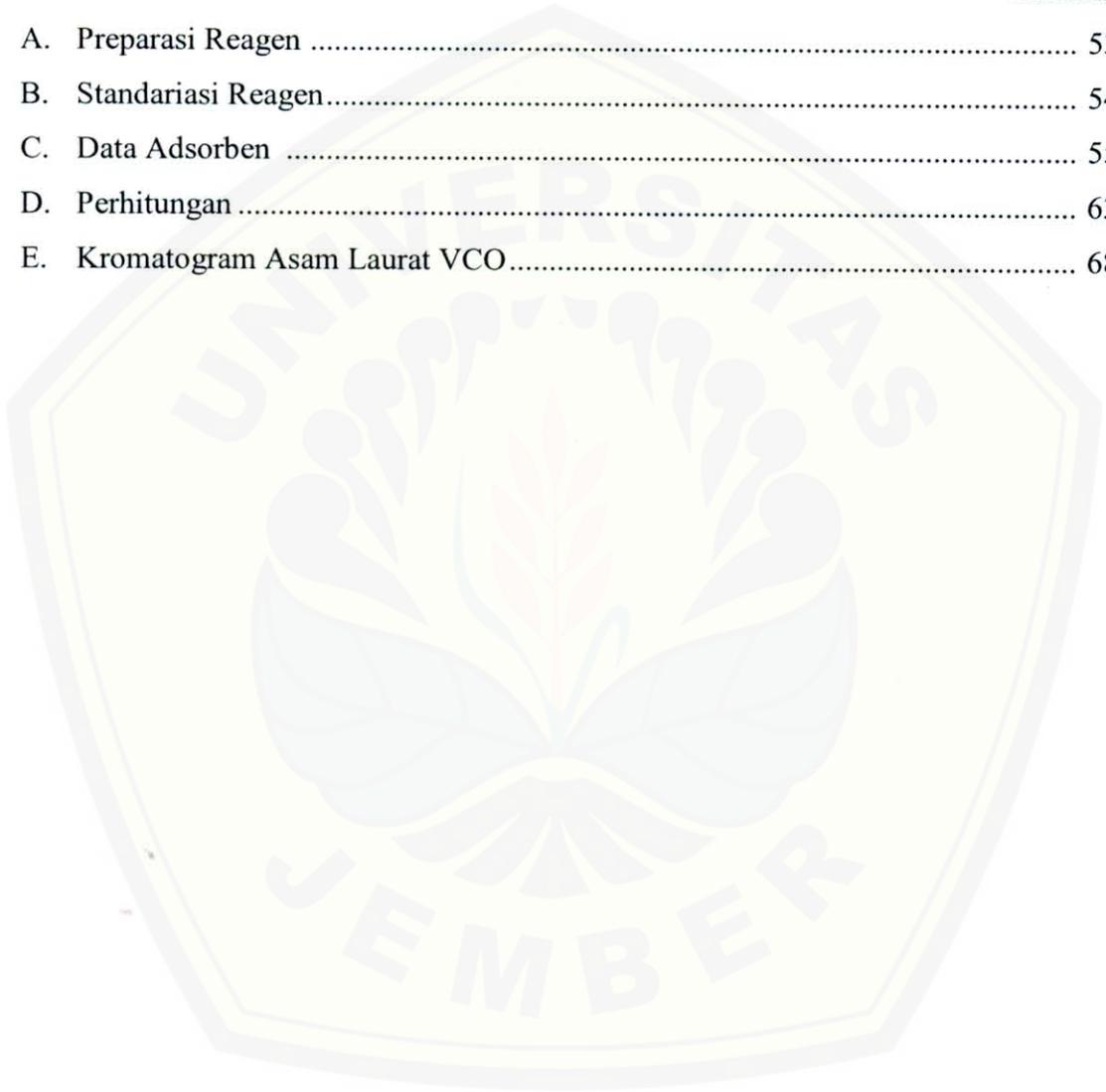


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rumus Struktur Trigliserida .....	6
2.2 Struktur Kimia Asam Oleat .....	8
2.3 Struktur Kimia Asam Linoleat.....	8
2.4 Struktur Kimia Asam Lemak Jenuh (Asam Laurat pada VCO).....	9
2.5 Reaksi Hidrolisis Minyak .....	12
2.6 Reaksi Degradasi Rantai Karbon Melalui Mekanisme Radikal Bebas.....	13
2.7 Reaksi Penguraian Hidroperoksida.....	14
2.8 Perlakuan Termal terhadap NH <sub>4</sub> -zeolit sehingga diperoleh H-zeolit .....	15
2.9 Dehidrasi terhadap Kation Multivalen pada Zeolit sehingga dihasilkan Situs Asam Bronsted.....	16
2.10 Dehidroksilasi Dua Gugus yang berdekatan pada temperatur lebih besar dari 477°C dihasilkan Situs Asam Lewis .....	16
2.11 Struktur Kerangka Zeolit .....	18
2.12 Kolom <i>Fluid Fixed Bed</i> .....	29
4.1 Keasaman Adsorben .....	37
4.2 Dealuminasi oleh HCl .....	38
4.3 Pertukaran Kation oleh H <sup>+</sup> .....	39
4.4 Proses Pelepasan Al saat Hidrotermal .....	40
4.5 Frekuensi Distribusi Pori .....	41
4.6 Luas Permukaan Spesifik .....	42
4.7 Kadar FFA dari VCO .....	44
4.8 Interaksi Asam Lemak Bebas – Adsorben.....	44
4.9 Persentase Asam Laurat .....	46
4.10 Aktivitas Adsorben .....	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Preparasi Reagen .....	53
B. Standarisasi Reagen.....	54
C. Data Adsorben .....	55
D. Perhitungan .....	63
E. Kromatogram Asam Laurat VCO.....	68





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Virgin Coconut Oil* (VCO) atau biasa disebut minyak kelapa murni, adalah minyak kelapa yang diperoleh dari kelapa segar yang sangat berkhasiat bagi kesehatan. Hal tersebut telah dibuktikan dari adanya pemberitaan-pemberitaan yang menunjukkan bahwa VCO mampu mengatasi berbagai masalah penyakit. VCO berbeda dengan minyak kelapa biasa dalam hal pengolahannya. Proses pengolahan VCO memerlukan tahap-tahap yang lebih kompleks daripada minyak kelapa biasa, serta harus dilakukan dengan lebih teliti dan terkontrol. Hal inilah yang menyebabkan harga minyak kelapa murni jauh lebih tinggi dari minyak kelapa biasa.

Dengan memperhatikan alasan tersebut, yaitu tingginya harga VCO serta manfaat yang diperoleh, maka sudah selayaknya pengembangan pengolahan VCO dikaji lebih dalam lagi, salah satunya dalam hal mutu. Mutu VCO dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya adalah proses pengolahannya. Diantara sekian banyak proses dalam menghasilkan VCO, proses enzimatik dan pancingan memicu tingginya *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas (Trubus, 2005).

Pada proses pengolahan secara enzimatik, asam lemak bebas meningkat karena terjadi fermentasi. Enzim memecah asam lemak menjadi asam lemak bebas. Semakin lama inkubasi, semakin tinggi penambahan asam lemak bebas. Selain itu, pengolahan dengan enzimatik dan pancingan memungkinkan tingginya kadar air dalam VCO, padahal keberadaan air menyebabkan reaksi hidrolisis terus berlangsung, yang akibatnya akan meningkatkan gliserol dan asam lemak bebas, yang bersifat karsinogenik serta berakibat pada ketengikan (Trubus, 2005). Hidrolisis sangat mudah terjadi dalam lemak dengan asam lemak rendah (lebih kecil dari C<sub>14</sub>), seperti mentega, minyak kelapa sawit dan minyak kelapa (Winarno, 1992).

Banyak hal yang bisa dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut. Usaha yang dilakukan dapat diterapkan pada tahap penyiapan, pengolahan, dan juga penyimpanan. Filipina yang mengadopsi teknik enzimatik untuk menghasilkan minyak perawan, memanfaatkan sistem reaktor sehingga menekan penambahan asam lemak bebas. Dengan reaktor, temperatur dan kelembapan dijaga sehingga enzim hanya bekerja untuk menggumpalkan protein, tidak dibiarkan memecah asam lemak menjadi asam lemak bebas (Trubus, 2005). Usaha lain yang dapat dilakukan adalah dengan mengolah produk VCO dengan menggunakan zeolit sebagai *trap* radikal yang mampu mengadsorpsi produk autooksidasi yang telah terbentuk (Belitz and Grosch, 1999) termasuk antioksidan yang telah kehilangan fungsinya sebelum digunakan kembali. Batu zeolit berfungsi sebagai penyerap asam lemak bebas yang masih terdapat dalam minyak (Barliana, 2005). Adanya situs asam Bronsted dan Lewis (Smith, 1992) yang terdistribusi seragam pada sebagian besar padatnya dapat menstabilkan radikal dalam minyak. Salah satunya, yang telah memanfaatkan zeolit dalam proses pengolahan VCO adalah Politeknik (Poltek) Jember. VCO yang diperoleh disaring dengan menggunakan zeolit.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Samsiyati (2004), zeolit sebagai adsorben dalam meningkatkan kualitas jelantah, dapat menurunkan kadar asam lemak bebas hingga  $\pm 80\%$ . Penurunan kadar asam lemak bebas dalam jelantah disebabkan karena sifat kimia dan sifat fisika dari zeolit itu sendiri setelah mengalami proses modifikasi. Sifat kimia yang menonjol adalah adanya situs asam Bronsted dan situs asam Lewis, sedang sifat fisika yang menonjol adalah karena adanya pori-pori yang terdistribusi dalam beragam ukuran pada daerah mikro dan mesopori, serta luas permukaan spesifik yang cukup besar dari zeolit yang telah mengalami modifikasi (Samsiyati, 2004).

Zeolit merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat diperlukan pengetahuan dan penelitian mengenai zeolit alam itu sendiri serta cara-cara pengolahannya. Menurut penelitian yang dilakukan Trisunaryati dkk

(1996), zeolit alam yang setelah diaktivasi dan dimodifikasi mempunyai aktifitas yang baik. Berdasarkan kenyataan diatas, maka dimungkinkan untuk membuat adsorben dari bahan zeolit alam Indonesia yang relatif murah dan berlimpah.

Hamdan (1992), mengemukakan bahwa zeolit merupakan suatu mineral berupa kristal silika alumina yang terdiri dari tiga komponen, yaitu kation yang dapat dipertukarkan, kerangka aluminosilikat dan air. Air yang terdapat dalam pori tersebut dapat dilepas dengan pemanasan pada temperatur 300°C sampai dengan 400°C. Dengan demikian zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

Peningkatan kemampuan zeolit sebagai resin penukar ion, sebagai adsorben secara fisik maupun kimia serta aktivitasnya sebagai katalis, maka perlu dilakukan modifikasi zeolit melalui kalsinasi, oksidasi, perlakuan asam dan hidrotermal. Modifikasi tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan kandungan aluminium yang optimal sehingga aktivitas zeolit baik sebagai katalis, adsorben, resin penukar ion maupun sebagai filter dapat dikontrol (Khairinal, 2000).

Adsorben hasil modifikasi zeolit alam yang melibatkan proses pengasaman, hidrotermal, kalsinasi dan oksidasi disebut NZA dan H<sub>5</sub>-NZA. Modifikasi ini diharapkan mampu memberikan karakter adsorben yang baik untuk menyerap FFA, meliputi keasaman, luas permukaan spesifik (LPS), dan distribusi pori. Dengan demikian dapat ditentukan jenis adsorben yang memiliki aktifitas yang baik dalam menyerap FFA. Proses adsorpsi ini dilakukan dengan menggunakan kolom *fluid fixed bed* dengan variasi temperatur kamar, 40±2°C dan 60±2°C. Penggunaan variasi temperatur didasarkan pada klaim *Asian Pasific Coconut Community*, itu tetap minyak *virgin*. Pemanasan minimal, 50-60°C, tidak mengubah kandungan senyawa aktif dalam VCO lantaran tahan panas. Asam laurat, misalnya, rusak pada pemanasan di atas 300°C (Trubus, 2005).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Bagaimana pengaruh temperatur dengan adsorben zeolit terhadap kualitas VCO yang dihasilkan?
- 2) Bagaimana perbedaan aktivitas adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA pada variasi temperatur terhadap kualitas VCO yang dihasilkan?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Mengetahui pengaruh temperatur pada proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben zeolit terhadap kualitas VCO yang dihasilkan,
- 2) Mengetahui perbedaan aktivitas NZA dan H<sub>5</sub>-NZA sebagai adsorben pada variasi temperatur terhadap kualitas VCO yang dihasilkan.

## 1.4 Manfaat

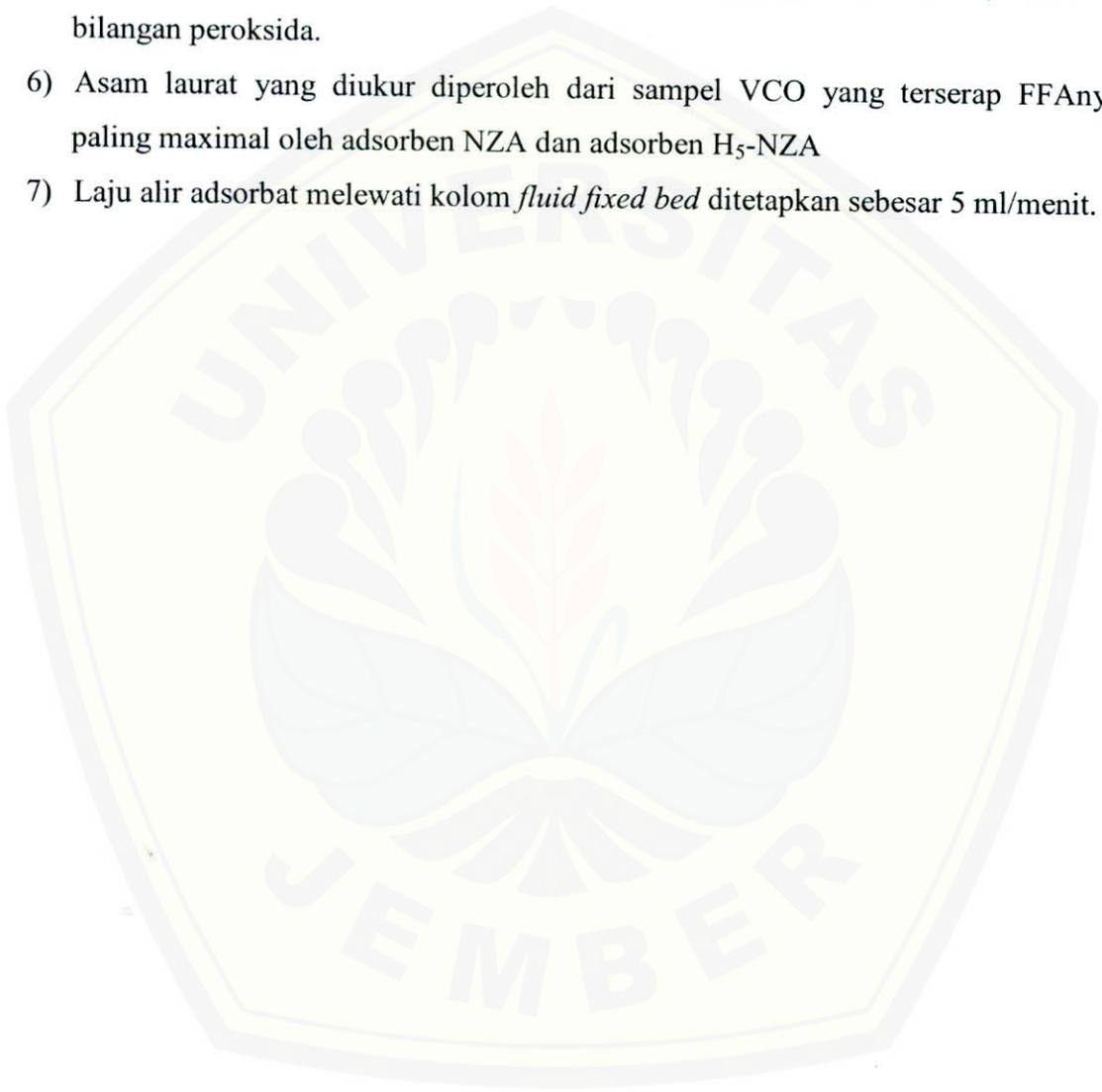
Zeolit hasil modifikasi diharapkan mampu memberikan karakter adsorben yang baik dalam mengadsorb FFA pada VCO, sehingga dapat ditentukan jenis adsorben yang memiliki aktifitas yang lebih baik dalam mengadsorb FFA yang berakibat pada peningkatan kadar asam laurat.

## 1.5 Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada :

- 1) Zeolit yang digunakan adalah jenis mordenit yang berasal dari PT. Prima Zeolita Wonosari, Yogyakarta,
- 2) Jenis adsorben yang digunakan adalah adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA masing-masing sebanyak 10 g, dan berukuran 100 mesh untuk sekali proses,
- 3) VCO yang dipakai adalah VCO yang diperoleh melalui metode pancingan dari home industri yang berada di Jember.

- 4) Jenis kolom yang digunakan untuk menurunkan bilangan asam dan bilangan peroksida adalah *fluid fixed bed* dengan variasi temperatur: suhu kamar,  $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ , dan  $(60\pm 2)^{\circ}\text{C}$
- 5) Karakterisasi VCO sebelum dan sesudah proses meliputi asam laurat, FFA dan bilangan peroksida.
- 6) Asam laurat yang diukur diperoleh dari sampel VCO yang terserap FFAny paling maksimal oleh adsorben NZA dan adsorben H<sub>5</sub>-NZA
- 7) Laju alir adsorbat melewati kolom *fluid fixed bed* ditetapkan sebesar 5 ml/menit.





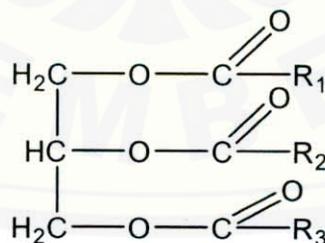
## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Virgin Coconut Oil (VCO)

#### 2.1.1 Pengertian dan Komposisi VCO

VCO merupakan minyak kelapa yang dibuat dari kelapa segar (bukan kopra), yang sangat bermanfaat bagi kesehatan, karena mempunyai kandungan asam lemak jenuh yang tinggi, sekitar 90 % asam lemak jenuh yang terdiri atas asam laurat, miristat, dan palmitat, sementara 10 % sisanya merupakan asam lemak tak jenuh berupa oleat dan linoleat (Alamsyah *et al.*, 2005).

Minyak kelapa umumnya dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu minyak kelapa biasa (*Refined, Bleached, and Deodorized oil/ RBD oil*) dan VCO. Keduanya merupakan trigliserida campuran. Perbedaan diantara keduanya bergantung pada jumlah pemrosesan yang dialami minyaknya. Istilah *virgin* digunakan untuk membedakan bahwa minyak yang dihasilkan berbeda dengan minyak kelapa konvensional yang diolah dari bahan baku kelapa segar tanpa melalui proses penyulingan, yang berarti suhu prosesnya lebih rendah dan tanpa menggunakan bahan kimia (Alamsyah *et al.*, 2005).



catatan : R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> adalah suatu rantai asam lemak

Gambar 2.1 Rumus Struktur Trigliserida

Tabel 2.1 Standar Mutu *Virgin Coconut Oil*

Karakteristik Kualitas	Spesifikasi	
	1*	2*
Warna	jernih	jernih
Asam lemak bebas (FFA)	≤ 0,5 %	≤ 0,2 %
Bilangan peroksida	≤ 3mg.ek/kg minyak	≤ 3mg.ek/kg minyak

\*Sumber: (1) APCC standard for VCO  
(2) PNS/BAFPS 22:2004

Komposisi asam lemak VCO menurut PNS/BAFPS berdasarkan *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) 2.301, 2.302, 2.304*:

Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Jenuh VCO

Asam Lemak Jenuh	Rumus kimia	Jumlah (%)
Asam kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0,2
Asam kaprilat	$C_7H_{17}COOH$	6,1
Asam kaprat	$C_9H_{19}COOH$	8,6
Asam laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	50,5
Asam miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	16,18
Asam palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5
Asam stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	1,5
Asam arachidat	$C_{19}H_{39}COOH$	0,02

Sumber : IUPAC dalam PNS/BAFPS 22:2004

Tabel 2.3 Komposisi Asam Lemak Tak Jenuh VCO

Asam Lemak Tak Jenuh	Rumus kimia	Jumlah (%)
Asam palmitoleat	$C_{15}H_{29}COOH$	0,2
Asam oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	6,5
Asam linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	2,7

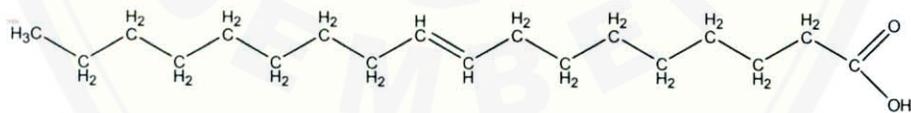
Sumber : IUPAC dalam PNS/BAFPS 22:2004

Proses pengolahan VCO tidak menggunakan bahan kimia dan pemanasan tinggi. Minyak kelapa yang dihasilkan masih mempertahankan struktur phito-kimia nya yang terjadi secara alami (bahan kimia tanaman) yang menghasilkan rasa dan bau kelapa yang unik. Codex Alimentarius mendefinisikan bahwa *virgin coconut oil* adalah minyak dan lemak makan yang dihasilkan tanpa mengubah minyak. Minyak

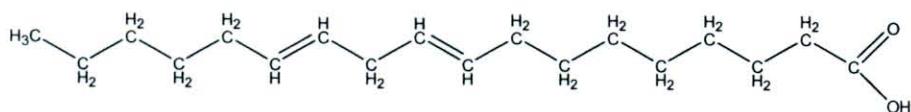
diperoleh dengan hanya perlakuan mekanis dan pemakaian panas minimal (Alamsyah *et al.*, 2005).

Faktor yang mempengaruhi sifat-sifat minyak adalah asam lemak penyusunnya (Alamsyah *et al.*, 2005). Asam lemak merupakan rantai hidrokarbon yang setiap atom karbonnya mengikat satu atau dua atom hidrogen kecuali atom karbon terminal mengikat tiga atom hidrogen, sedangkan atom karbon terminal lainnya mengikat gugus karboksil. Panjang rantai ini bervariasi, mulai 14 hingga 22 karbon tanpa ikatan rangkap atau hingga 3 ikatan rangkap pada setiap asam lemaknya (Saha *et al.*, Eds., 1999). Adanya ikatan rangkap ini dikenal sebagai asam lemak tidak jenuh, dan sebaliknya apabila tidak terdapat ikatan rangkap dikenal sebagai asam lemak jenuh. Makin jenuh molekul asam lemak dalam molekul trigliserida, makin tinggi titik beku atau titik cair minyak tersebut sehingga pada suhu kamar biasanya berada pada fase padat. Sebaliknya semakin tidak jenuh asam lemak dalam molekul trigliserida maka makin rendah titik beku atau titik cair minyak tersebut sehingga pada suhu kamar berada pada fase cair (Pasaribu, 2004).

Kandungan asam lemak tak jenuh pada VCO berdasarkan BAFPS (22:2004), antara lain asam oleat dan asam palmitoleat untuk asam lemak tak jenuh tunggal, serta asam linoleat yang merupakan asam lemak tak jenuh ganda. Berikut adalah strukturnya:



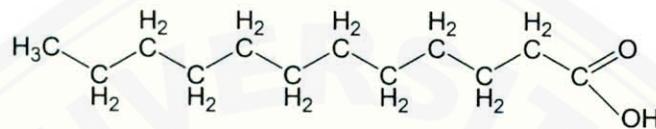
Gambar 2.2 Struktur Kimia Asam Oleat



Sumber: Lehninger (1982)

Gambar 2.3 Struktur Kimia Asam Linoleat

Di dalam tubuh manusia, asam laurat akan diubah menjadi monolaurin, suatu senyawa monogliserida yang bersifat antivirus, antibakteri dan antiprotozoa. Dengan sifat tersebut monolaurin dapat menanggulangi serangan virus-virus seperti HIV, *herpes simplex virus-1* (HSV-1), *vesicular stomatis virus* (VSV), *visna virus*, *cytomelovirus* (CMV), influenza dan berbagai bakteri patogen (Syamsudin, 2004).



Sumber: Alamsyah (2005)

Gambar 2.4 Struktur Kimia Asam Lemak Jenuh (Asam Laurat pada VCO)

### 2. 1. 2 Metode Pengolahan

Santan kelapa merupakan dispersi suatu larutan dalam larutan lain. Dispersi tersebut dibantu oleh adanya tegangan antara permukaan yang rendah. Adanya protein sebagai stabilisator emulsi pada santan kelapa berperan dalam menurunkan tegangan permukaan. Struktur dari lapisan yang meliputi gelembung minyak diperkirakan terdiri atas lapisan senyawa-senyawa protein yang bersinatasi sedemikian rupa sehingga gugusan yang polar menjurus ke larutan air, yang tidak polar masuk ke dalam fase minyak (Anonim, 1981).

Menurut Winarno (2004), emulsi adalah suatu dispersi atau suspensi cairan dalam cairan lain, yang molekul-molekulnya tidak saling berbaur, tetapi saling *antagonistic*. Air dan minyak merupakan cairan yang tidak saling berbaur, tetapi saling terpisah karena mempunyai berat jenis yang berbeda. Pada suatu emulsi biasanya terdapat 3 bagian utama, yaitu bagian yang terdispersi yang terdiri dari butir-butir yang biasanya terdiri dari lemak, bagian kedua disebut medium pendispersi yang juga dikenal sebagai *continouse phase*, yang biasanya terdiri dari air, dan bagian ketiga adalah emulsifier yang berfungsi menjaga agar butir minyak tetap tersuspensi di dalam air. Jadi, atas dasar itulah minyak dipisahkan dari air.

Minyak kelapa murni atau VCO, dapat dihasilkan dengan beberapa metode, diantaranya adalah fermentasi, pancingan, cara tradisional (basah), dan pemanasan 95°C (Sutarmi, 2005), sedangkan menurut Alamsyah *et al.*, (2005), VCO dapat diperoleh dengan berbagai metode yaitu: pemanasan, fermentasi, pendinginan dan tekanan mekanis (sentrifugasi). Masing-masing metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan.

a) Pancingan

Tahapan metode pancingan dilakukan dengan cara kelapa segar diubah menjadi santan terlebih dahulu, lalu krim kental (kanil) dipisahkan dari air dengan cara didiamkan sekitar 1 jam. Selanjutnya krim tersebut dicampur dengan minyak pancingan dengan perbandingan tertentu sambil terus diadik hingga homogan, lalu didiamkan 7-8 jam. Krim akan menghasilkan tiga lapisan, yaitu air pada bagian bawah, blondo pada lapisan tengah dan minyak murni pada lapisan paling atas (Sutarmi, 2005).

Pada prinsipnya, molekul minyak dalam santan ditarik oleh minyak umpan sampai akhirnya bersatu. Tarikan tersebut membuat air dan protein yang sebelumnya terikat dengan molekul santan terlepas. Jadi, model pancingan ini mengubah emulsi air-minyak menjadi minyak-minyak (Sutarmi, 2005).

b) Fermentasi

Pada tahap awal, kelapa segar diparut, lalu diperas hingga diperoleh santan segar. Selanjutnya santan ditempatkan pada wadah yang bersih, lalu dibiarkan beberapa saat (1-2 jam) hingga terbentuk gumpalan krim, kemudian difermentasikan selama satu sampai dua hari. Caranya, dengan menggunakan enzim secara langsung, dapat pula dengan menambahkan ragi atau larutan cuka nira secukupnya. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah protein yang berikatan dengan minyak dan air sehingga minyak dapat terpisah dengan baik.

Proses fermentasi dikatakan berhasil jika dari campuran tersebut terbentuk tiga lapisan, yaitu lapisan atas berupa minyak murni, lapisan tengah berupa blondo, dan lapisan bawah berupa air. Selanjutnya lapisan atas yang berupa minyak murni

dipisahkan secara hati-hati menggunakan gayung atau sendok. Minyak tersebut mempunyai aroma khas kelapa dan warna yang lebih jernih. Untuk melepas unsur-unsur pekat, minyak dipanaskan pada suhu sekitar 60°C, dengan maksud untuk menghilangkan kelembaban yang tersisa dan menghindari bau tidak sedap (Sutarmi, 2005).

### c) Pemanasan 95°C

Pada prinsipnya, pembuatan VCO dengan pemanasan sama seperti cara tradisional. Pada tahap awal, kelapa diparut, lalu dibuat santan. Krim yang diperoleh lalu dipisahkan dari air, kemudian dipanaskan dengan suhu 95°C sampai dihasilkan minyak. Selanjutnya, minyak dipisahkan dari air melalui penguapan, hingga dihasilkan minyak kelapa murni (Sutarmi, 2005).

Proses pengolahan VCO sangat mempengaruhi kriteria mutunya. Berikut ini adalah tabel kriteria mutu VCO dari berbagai macam proses pengolahan yang digunakan.

Tabel 2.4 Kriteria Mutu VCO berdasarkan cara Pengolahan

Cara Pengolahan	Kriteria Mutu			
	FFA (%)	Kadar air (%)	Warna	Umur
<i>Desiccated Coconut</i>	0,05-0,08	0,07-0,10	jernih	s/d 1 th
Tradisional	0,06-0,20	0,07-0,14	kekuningan	± 1 bulan
Fermentasi 36-48 jam	0,28-0,33	0,15-0,17	kekuningan	± 1 bulan
Pemanasan Terkontrol	0,02	0,02-0,03	jernih	6-8 bulan

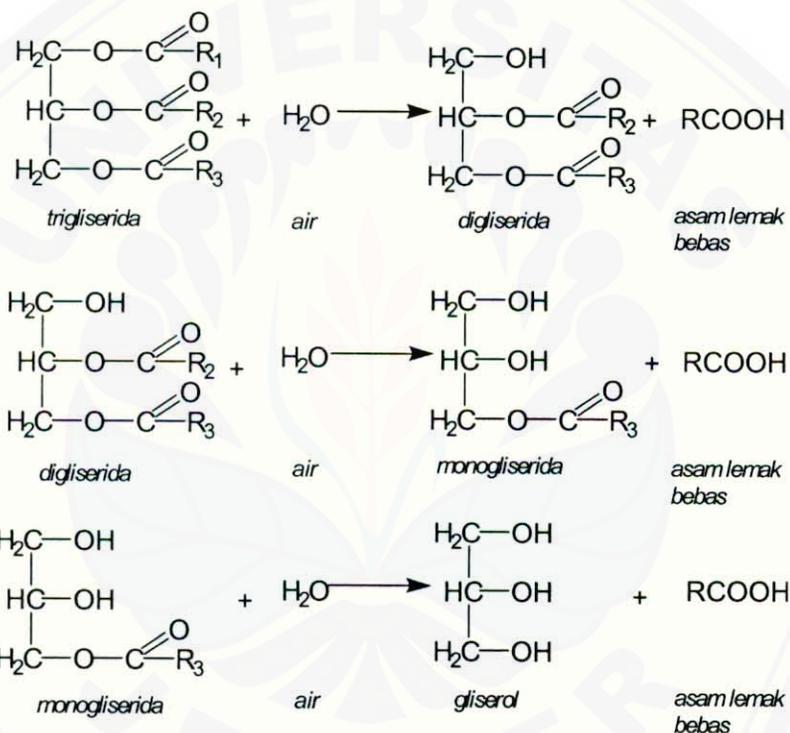
Sumber : Rindengan (2005)

### 2. 1. 3 Penyebab Kerusakan VCO

Produk VCO yang diperoleh dengan menggunakan metode pancingan, menyebabkan berlangsungnya reaksi hidrolisis, karena tingginya kadar air dalam produk, sehingga mengakibatkan ketengikan. Semakin tinggi kadar air, semakin cepat tengik (Trubus, 2005).

Dengan adanya air, lemak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Reaksi ini dipercepat oleh basa, asam, dan enzim – enzim. Dalam makanan,

hidrolisis oleh enzim lipase sangat penting karena enzim tersebut terdapat pada semua jaringan yang mengandung minyak. Dengan adanya lipase, lemak akan diuraikan sehingga kadar asam lemak bebas lebih dari 10 %. Hidrolisis sangat mudah terjadi dalam lemak dengan asam lemak rendah (lebih kecil dari  $C_{14}$ ), seperti mentega, minyak kelapa sawit dan minyak kelapa (Winarno, 1992), sedangkan VCO adalah produk dengan kandungan utamanya adalah asam laurat ( $C_{12}$ ) (Trubus, 2005).

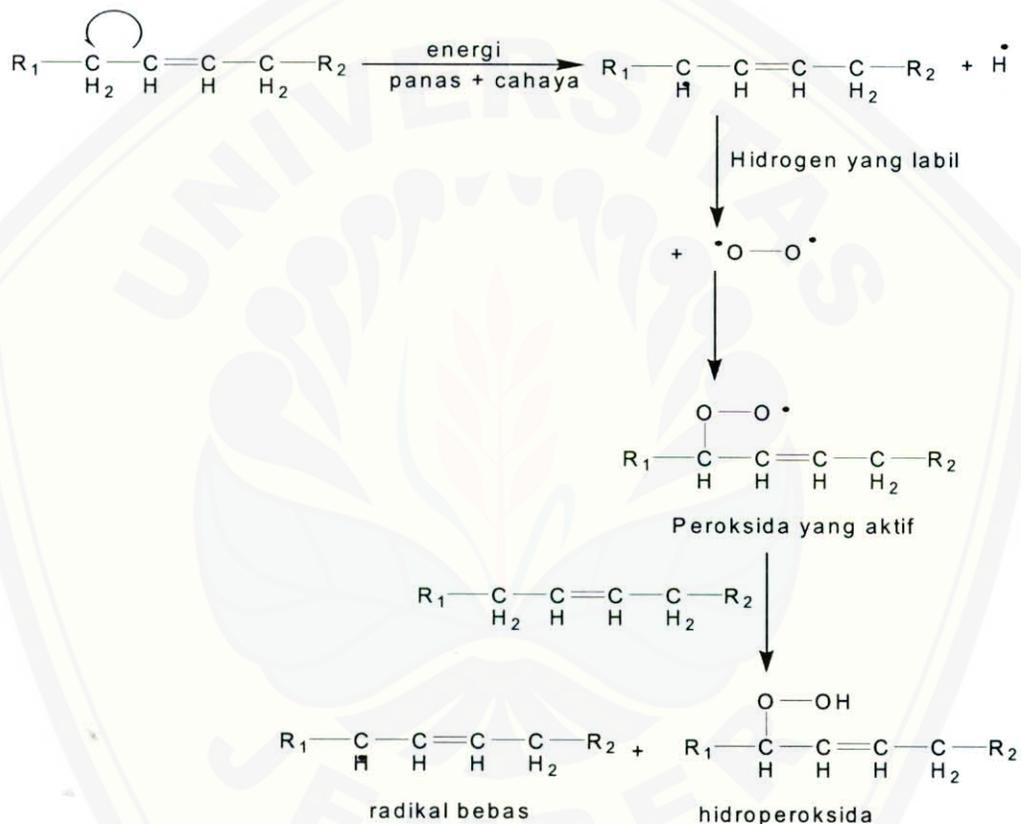


Catatan :  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  adalah suatu rantai asam lemak

Gambar 2.5 Reaksi Hidrolisis Minyak

Selain asam lemak jenuh, VCO juga mengandung asam lemak tak jenuh (Trubus, 2005). Ikatan-ikatan rangkap karbon dalam molekul minyak tak jenuh sangat rentan terhadap serangan oksidasi dan pembentukan radikal bebas (Alamsyah *et al.*, 2005).

Minyak tak jenuh menjadi beracun ketika teroksidasi, yang akhirnya menyebabkan ketengikan. Timbulnya bau dan rasa tengik disebabkan oleh autooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak, kemudian radikal ini dengan oksigen membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida (Winarno, 1992).



Catatan : R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub> adalah suatu rantai alkil

Sumber : Winarno (1992)

Gambar 2.6 Reaksi Degradasi Rantai Karbon Melalui Mekanisme Radikal Bebas

Bau tengik disebabkan pembentukan senyawa – senyawa hasil penguraian hidroperoksida yang bersifat tidak stabil dan sangat volatil, sehingga menimbulkan bau dan rasa tengik (Winarno, 1992).



Salah satu sifat penting zeolit adalah karakternya sebagai padatan asam, yang dapat ditentukan keasaman totalnya dengan menggunakan cara gravimetri, yaitu dengan penimbangan sehingga dapat diketahui selisih berat antara berat padatan yang telah mengadsorpsi basa dengan sebelum mengadsorpsi basa, sehingga dapat dihitung jumlah asamnya (Prayitno, 1988).

Zeolit digunakan secara luas sebagai katalis didasarkan pada produksi situs asam Bronsted dan situs asam Lewis yang terdapat dalam pori zeolit (Smith, 1992).

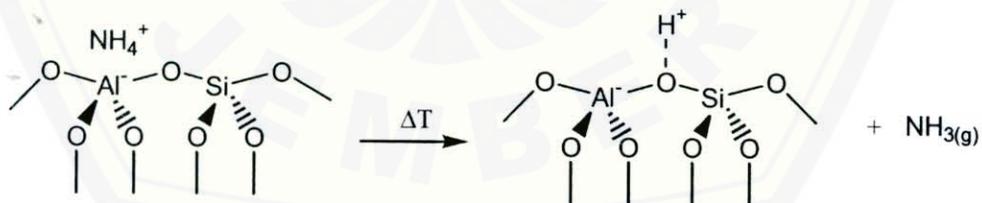
#### 1). Konsep Bronsted-Lowry

Bronsted dan Lowry secara terpisah pada tahun 1923 mendefinisikan bahwa asam adalah senyawa yang memiliki kecenderungan untuk menyumbangkan (donor) proton sehingga keasaman suatu padatan adalah kemampuan suatu padatan untuk memberikan proton. Basa adalah senyawa yang memiliki kecenderungan untuk menerima (akseptor) proton (Tan, 1998).

#### 2). Teori Lewis

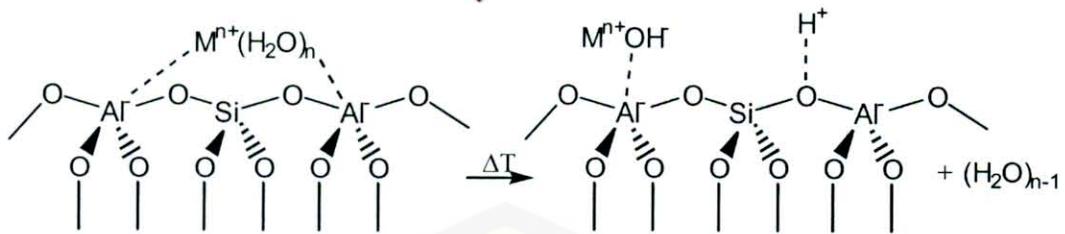
Menurut teori Lewis, asam adalah kemampuan suatu senyawa untuk menerima pasangan elektron. Basa adalah kemampuan suatu senyawa untuk melepas pasangan elektron (Tan, 1998).

Situs asam disajikan pada gambar 2.8, 2.9 dan 2.10 sebagai berikut:



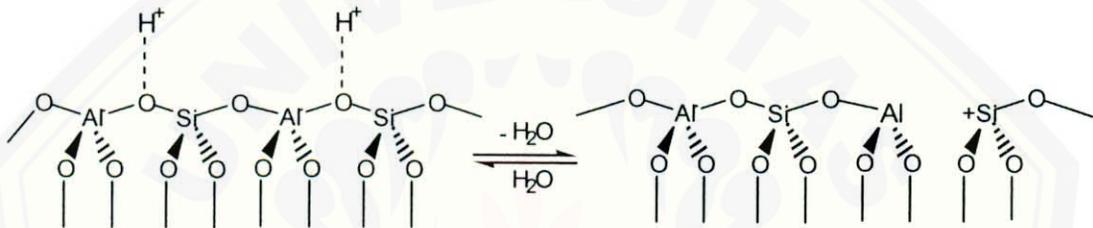
Sumber : Smith (1992)

Gambar 2.8 Perlakuan Termal terhadap NH<sub>4</sub>-zeolit sehingga diperoleh H-zeolit



Sumber : Smith (1992)

Gambar 2.9 Dehidrasi terhadap Kation Multivalen pada Zeolit sehingga dihasilkan Situs Asam Bronsted



Sumber : Smith (1992)

Gambar 2.10 Dehidroksilasi Dua Gugus yang berdekatan pada temperatur lebih besar dari  $477^\circ C$  dihasilkan Situs Asam Lewis

Zeolit pertama kali ditemukan oleh seorang kolektor dan ahli mineralogi Swedia, Baron Alex Frederick Cronstedt pada tahun 1756. Zeolit merupakan jenis kristal dengan struktur molekul berongga yang pertama kali ditemukan di alam. Zeolit alam dengan kemurnian yang tinggi ditemukan pada tahun 1957 di daerah sebelah barat Amerika Serikat (Mumpton, 1977). Selama kurun waktu 25 tahun kemudian para ilmuwan telah berhasil meneliti sifat-sifat fisika dan kimia serta bentuk struktur kristal zeolit (Flanigen, 1991).

Menurut proses pembentukannya, zeolit dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis.

#### 1. Zeolit alam

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batu-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli

geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin sehingga akhirnya terbentuk mineral-mineral zeolit. Anggapan lain menyatakan proses terjadinya zeolit berawal dari debu-debu gunung berapi yang beterbangan kemudian mengendap di dasar danau dan dasar lautan. Debu-debu vulkanik tersebut selanjutnya mengalami berbagai macam perubahan oleh air danau atau air laut sehingga terbentuk sedimen-sedimen yang mengandung zeolit di dasar danau atau laut tersebut (Khairinal, 2000).

## 2. Zeolit sintesis

Zeolit memiliki sifat yang unik yaitu susunan atom maupun komposisinya dapat dimodifikasikan, sehingga para peneliti berupaya untuk membuat zeolit sintesis yang mempunyai sifat khusus sesuai dengan keperluannya. Dari usaha itu dapat direkayasa bermacam-macam zeolit sintesis.

Sifat zeolit sangat tergantung dari jumlah komponen Al dan Si dari zeolit tersebut. Oleh sebab itu, maka zeolit sintesis dikelompokkan sesuai dengan perbandingan kadar komponen Al dan Si dalam zeolit.

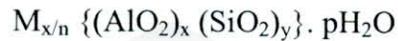
### 2. 2. 1 Struktur Zeolit

Zeolit adalah mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  yang saling terhubung oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang didalamnya terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Riberio *et al.*, 1987).

Substitusi isomorfis  $\text{Si}^{4+}$  oleh  $\text{Al}^{3+}$  pada struktur zeolit akan memberikan muatan negatif pada oksigen kerangka. Sebagai kompensasinya, kation-kation monovalen atau divalen harus berada di dalam saluran-saluran di stuktur kerangka.

Kation-kation ini berada di dalam saluran bersama-sama dengan air, sehingga mudah dipertukarkan dengan kation lain (Tsitsishvili, 1992).

Berikut ini adalah rumus umum zeolit (Hamdan, 1992):



dimana: M = kation bermuatan positif n yang dapat dipertukarkan

x = jumlah Al

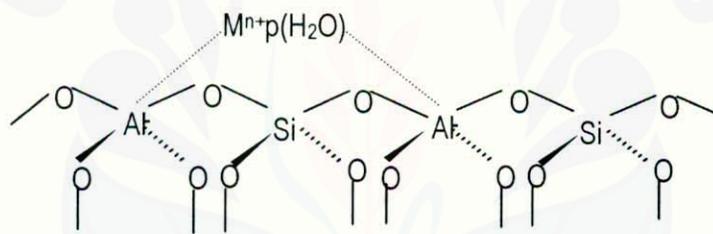
y = jumlah Si

p = jumlah air kristal

y/x = 1 sampai dengan 6

p/x = 1 sampai dengan 4

{ } = kerangka alumina silika



Sumber : Oudejans (1984)

Gambar 2.11 Struktur Kerangka Zeolit

### 2. 2. 2 Sifat Zeolit

Zeolit memiliki struktur yang menarik yaitu struktur berongga yang biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan, memiliki ukuran pori yang tertentu, sifat-sifat fisika dan kimia sangat penting. Sifat-sifat yang penting tersebut diantaranya adalah zeolit merupakan penyerap dan penukar ion yang sangat selektif dan zeolit mempunyai aktivitas yang spesifik dan selektif. Sifat-sifat zeolit diatas dapat digolongkan sebagai berikut :

a) Luas Permukaan Spesifik

Luas permukaan diartikan sebagai jumlah permukaan luar dengan permukaan dalam yang terbentuk pada dinding pori retakan dan celah dalam material pori (Smith, 1970). Kemampuan suatu padatan sebagai filter sangat berkaitan erat dengan pori dan luas permukaan. Suatu molekul gas tertentu akan teradsorpsi pada permukaan logam katalis yang aktif. Penentuan pori suatu permukaan filter merupakan bagian yang cukup penting pada karakterisasi padatan, karena sangat berhubungan dengan aktivitas filter. Semakin luas permukaan filter maka akan semakin banyak molekul pereaksi yang dapat teradsorpsi pada permukaan.

b) Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

c) Adsorpsi dan Difusi

Sifat-sifat penyerapan dan difusi zeolit disebabkan oleh adanya perbedaan ukuran kanal-kanal dan rongga-rongga yang ada pada struktur zeolit. Kapasitas serapan adsorpsi zeolit berhubungan dengan ruang kosong di dalam zeolit, dimana lebih dari 50 % ruang-ruang kosong di dalam kristal zeolit diisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada temperatur 500-550°C, air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan (Hamdan, 1992).

Selain mampu menyerap gas atau zat, zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya. Meskipun ada dua molekul atau lebih yang melintas, hanya sebuah saja yang dapat lolos karena adanya pengaruh kutub antara molekul zeolit dan zat tersebut. Molekul yang tidak jenuh atau

mempunyai kutub akan lebih mudah lolos daripada yang tidak berkutub atau yang jenuh (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Ukuran pori merupakan faktor yang cukup penting yang berperan dalam proses adsorpsi. Molekul dengan ukuran besar sulit dapat masuk ke dalam pori atau ruang-ruang yang terdapat dalam zeolit jika ukuran porinya lebih kecil dibanding molekulnya. Molekul dengan ukuran kecil lebih mudah melakukan penetrasi ke dalam pori. Ukuran molekul erat kaitannya dengan bentuk geometri molekul, sehingga bentuk molekul berpengaruh terhadap adsorpsi. Dimensi pori zeolit tergantung dari topologi kerangka dan diameter pori (Smith, 1992).

Pori suatu padatan dibedakan menjadi tiga ukuran yaitu :

- Pori yang terbuka dengan diameter lebih dari 500 angstrom yang disebut dengan makropori.
- Pori dengan diameter 20 hingga 500 angstrom disebut dengan mesopori.
- Pori dengan diameter kurang dari 20 angstrom yang disebut dengan mikropori (Campbell, 1988).

#### d) Penukar Ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat-sifat serapan zeolit dipengaruhi oleh muatan kation yang terkoordinasi pada atom oksigen kerangka. Pada zeolit terhidrasi penuh, kation-kation yang bebas bergerak dapat diganti dengan kation-kation lain. Pertukaran kation dengan kation lain yang berbeda ukuran muatan listriknya, dapat mempengaruhi ukuran pori yang akhirnya mempengaruhi sifat-sifat zeolit, seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi dan aktivitas katalis (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

#### e) Penyaring/Pemisah

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam (berkisar antara 2 s/d 8 Å, tergantung dari jenis zeolit). Volume

dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat melintasi sedangkan yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan tertahan atau ditolak (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

### 2. 2. 3 Zeolit sebagai Adsorben

Adsorpsi merupakan suatu istilah yang diambil dari bahasa latin “sorbere”. Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu zat pada permukaan (*surface*) atau *interface*. Zat yang diserap disebut adsorbat sedangkan permukaan yang menyerap disebut adsorben. Adsorpsi terjadi karena adanya interaksi gaya-gaya pada permukaan padatan dengan molekul-molekul adsorbat. Adsorpsi dibedakan menjadi dua yaitu adsorpsi fisik (fisisorpsi) dan adsorpsi kimia (kemisorpsi).

Tabel 2.5 Perbedaan Adsorpsi Fisik (Fisisorpsi) dan Adsorpsi Kimia (Kemisorpsi)

Parameter	Adsorpsi Fisik	Adsorpsi Kimia
Panas adsorpsi	8-20 kJ/mol	40-800 kJ/mol
<i>Residence time molekul adsorbat</i>	Pendek	Sangat lama
Jumlah lapisan kontak	Dapat terdiri dari beberapa lapisan molekul	Hanya terdiri dari satu lapis

Sumber : Augustine (1996)

Telah diketahui, bahwa beberapa jenis arang dapat menyerap sejumlah gas dan zat-zat warna dari larutan. Peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain semacam ini disebut adsorpsi. Adsorpsi berbeda dengan absorpsi, karena pada absorpsi zat yang diserap masuk ke dalam absorbens, misalnya absorpsi air oleh sponge atau uap air oleh  $\text{CaCl}_2$  anhidrous. Peristiwa adsorpsi ini disebabkan oleh gaya tarik molekul-molekul di permukaan adsorbens. Selain zat padat, adsorbens dapat pula berupa zat cair. Karena itu adsorpsi dapat terjadi antara: zat padat dan zat cair, zat padat dan gas, zat cair dan zat cair atau gas dan zat cair.

### 1. Adsorpsi gas oleh zat padat

Adsorbens padat yang baik ialah yang porositasnya tinggi, seperti Pt halus, arang dan silika gel. Permukaan zat ini sangat halus, sehingga adsorpsi terjadi pada banyak tempat. Namun demikian, adsorpsi dapat terjadi pada permukaan yang halus seperti gelas atau platina.

### 2. Adsorpsi zat terlarut oleh zat padat

Arang merupakan adsorbens yang paling banyak dipakai untuk menyerap zat-zat dalam larutan. Zat ini banyak dipakai di pabrik untuk menghilangkan zat-zat warna dalam larutan.

Penyerapan zat dari larutan, mirip dengan penyerapan gas oleh zat padat. Penyerapan bersifat selektif, yang diserap hanya zat terlarut atau pelarut. Bila dalam larutan ada dua zat atau lebih, zat yang satu akan diserap lebih kuat dari yang lain.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, yaitu:

- 1) Jenis adsorben,
- 2) Jenis adsorbat,
- 3) Luas permukaan adsorben

Adsorpsi adalah gejala yang ditimbulkan pada permukaan, sehingga banyak sedikitnya zat yang dapat diadsorpsi tergantung pada luas permukaan adsorben. Semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang dapat diadsorpsi. Zat-zat pengadsorpsi ini pada umumnya berstruktur mikrokristal yang mempunyai permukaan pori-pori besar atau berupa serbuk, sehingga permukaannya luas (Barrer, 1978), seperti zeolit, silika gel.

### 4) Konsentrasi adsorbat

Jumlah zat yang teradsorpsi setiap berat adsorben, tergantung konsentrasi adsorbat. Semakin besar konsentrasi, maka semakin banyak jumlah zat yang teradsorpsi (Sasongko, 1995).

### 5) Temperatur

Semakin tinggi temperatur, daya serapnya semakin besar, sehingga jumlah zat yang teradsorpsi semakin banyak (Soekardjo, 1985).

Zeolit dapat mengadsorpsi senyawa tertentu dikarenakan adanya perbedaan ukuran pori yang ada pada struktur zeolit maupun adanya interaksi antara zeolit dengan adsorbat sehingga zeolit dapat digunakan sebagai adsorben.

Zeolit sudah dikenal sebagai penyerap jauh sebelum Mc. Cabe *et al.* (1985) meneliti tentang penyerapan fisik chabazite, dimana volume molekuler bahan yang akan diserap berpengaruh terhadap jumlah dan kemampuan yang dapat diserap zeolit tersebut (Barrer, 1978). Hal ini berkaitan dengan kekhasan sifat zeolit yang memiliki banyak kristalin teratur dengan diameter serta ukuran yang sama, juga adanya rongga (*cavity*) yang saling berhubungan ke segala arah, sehingga menyebabkan luas permukaan zeolit menjadi semakin besar. Topologi zeolit yang dilewati oleh jaringan berliku-liku (*channel*) berdimensi bebas membuatnya dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap) (Betty *et al.*, 1990).

Zeolit yang bentuknya kaku kemampuan penyerapannya disesuaikan dengan ukuran molekul yang akan diserap, sehingga apabila sejumlah besar molekul berukuran cukup kecil atau bahkan persis sama besarnya dengan pori dan kristalinitasnya, maka molekul tersebut dapat melewati permukaan zeolit dan memasuki pori-pori dalam kristalinitasnya atau dengan kata lain molekul tersebut dapat terserap (Hamdan, 1992).

Seperti pada hampir semua permukaan padatan, permukaan zeolit juga memiliki sifat suka terhadap air dan molekul-molekul polar lainnya. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus polar seperti kation-kation dan hidroksil yang terdapat pada ruang kosong di dalam kristal zeolit dan juga oleh adanya medan listrik yang berasal dari muatan aluminium di dalam kerangka tetrahedral. Jika zeolit mengandung lebih banyak silikon, maka afinitas zeolit terhadap air menurun sedangkan afinitas terhadap molekul-molekul organik meningkat.

Sebagai contoh material hidrofobik dan organofilik ini adalah silikalit, yang merupakan suatu senyawa zeolit murni silika. Silikalit tidak mempunyai aluminium dan kation di dalam strukturnya, sehingga hanya mampu menyerap molekul air

sebanyak 6 % pada permukaannya yang tergabung dengan grup hidroksil. Ini dikarenakan silikalit bersifat netral, sehingga tidak terjadi interaksi yang kuat dengan molekul-molekul air (Hamdan, 1992).

Zeolit dalam keadaan normal/biasa berbentuk kristal kaku berpori yang terisi kation, anion, silika dan alumina, serta molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Keberadaan molekul air bebas di sekitar kation ini jelas akan mengganggu sifat adsorpsi zeolit, karena pori-pori rongga dalam kristalannya menjadi tersumbat atau dipenuhi oleh molekul air tersebut. Agar pori-pori zeolit kembali terbuka dan sifat adsorbennya menjadi bertambah, maka zeolit dipanaskan (Tsitshvilli *et al.*, 1992), sehingga molekul air yang ada dalam kerangka zeolit mengalami dehidrasi dan dapat membentuk rongga atau pori yang memungkinkan adsorpsi reversibel dari molekul yang lebih kecil ukurannya dari saluran rongga-rongga tersebut. Dengan dilepaskannya molekul air tersebut dari pori atau rongga permukaannya menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi sehingga terjadilah mekanisme adsorpsi molekul oleh zeolit (Yunianto, 1993).

Selektifitas adsorpsi zeolit terhadap ukuran molekul tertentu dapat disesuaikan dengan jalan: penukaran kation, dekationisasi, dealuminasi secara hidrotermal dan perubahan perbandingan kadar Si dan Al. Sebagai contoh: mordenit sintetik yang telah didealuminasi secara asam dapat menaikkan perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  menjadi kurang lebih 100, yang berakibat daya adsorpsi terhadap air akan turun drastis dan zeolit akan bersifat hidrofobik (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

#### 2. 2. 4 Aktivasi dan Modifikasi Zeolit

Zeolit yang diperoleh dari proses-proses penyiapan telah dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Akan tetapi daya serap, daya tukar ion maupun daya katalis dari zeolit tersebut belum maksimal. Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi diperlukan beberapa perlakuan antara lain aktivasi dan modifikasi (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

#### a) Aktivasi

Proses aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dalam 2 cara yaitu secara fisik dan kimiawi. Aktivasi secara fisik merupakan aktivasi yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik dan air. Menurut Hamdan (1992) aktivasi secara fisik diawali dengan penggerusan sampai ukuran butir tertentu dan dilanjutkan dengan penyaringan untuk mendapatkan ukuran butir yang homogen, pencucian dengan aquades dan pemanasan pada temperatur tinggi. Pemanasan zeolit bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Pemanasan dilakukan dalam oven biasa pada suhu 300-400°C (untuk skala laboratorium), atau menggunakan tungku putar dengan pemanasan secara penghampaan selama 3 jam atau tanpa penghampaan selama 5-6 jam (skala besar). Pengaktifan zeolit yang akan dimanfaatkan di bidang pertanian dan pengolahan air dilakukan pada suhu 230°C selama 2, 5 jam sampai 3 jam dalam oven putar.

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan asam atau basa, dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Pereaksi kimia ditambahkan pada zeolit yang telah disusun dalam suatu tangki dan diaduk selama jangka waktu tertentu. Zeolit kemudian dicuci dengan air sampai netral dan selanjutnya dikeringkan (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

#### b) Modifikasi

Sebelum digunakan, umumnya zeolit diaktivasi terlebih dahulu untuk menaikkan daya serap dan daya tukar ionnya. Didalam proses pengolahan air, zeolit hasil aktivasi telah mampu menyerap ion logam berat yang berbentuk kation. Agar zeolit dapat juga menyerap logam berat yang berupa anion, mikroorganisme, serta zat organik lain maka zeolit perlu dimodifikasi (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Modifikasi pada zeolit didasarkan pada alasan batasan sistem pori-pori dan luas permukaan intrakristalin yang luas pada zeolit (Breck, 1974) yang memungkinkan penyisipan logam pada kerangkanya.

Modifikasi zeolit dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a) Kalsinasi

Kalsinasi merupakan perlakuan termal untuk menghilangkan senyawa organik dan untuk menghilangkan uap air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit. Kalsinasi biasanya dilakukan pada temperatur 500°C atau 550°C dalam suatu tanur dengan dialiri gas inert seperti nitrogen. Penggunaan gas nitrogen dimaksudkan agar kalsinasi lebih sempurna dan tidak terjadi reaksi lain yang tidak diinginkan selama kalsinasi (Trisunaryanti, 1991).

Perlakuan kalsinasi pada zeolit akan merubah struktur pada padatan zeolit. Pada umumnya yang telah dikalsinasi akan memiliki jumlah pori yang lebih besar dan mengalami kenaikan luas permukaan (Nurhadi, 1999).

b) Dealuminasi

Zeolit dengan kandungan aluminium yang tinggi kurang stabil pada temperatur tinggi. Agar diperoleh zeolit dengan kandungan aluminium yang optimum, dapat dilakukan metode dealuminasi. Penelitian yang telah dilakukan dalam proses dealuminasi adalah perlakuan asam dan hidrotermal (Khairinal, 2000).

1. Perlakuan Asam

Perlakuan asam dapat dilakukan dengan menggunakan HF dan HCl. Perendaman dengan HF 1 % akan menyebabkan terjadinya dekationisasi dan dealuminasi. HF 1 % akan membersihkan pori-pori dan permukaan zeolit dari pengotor-pengotor dan kation yang dapat larut, sedangkan perlakuan dengan HCl 6M menyebabkan dealuminasi karena larutan HCl akan mengekstrak aluminium pada zeolit.

2. Hidrotermal

Hidrotermal dilakukan dengan mengalirkan uap air pada temperatur kalsinasi. Tujuannya adalah membuka pori-pori zeolit, meningkatkan stabilitas struktur dan mengurangi kerapatan situs asam pada zeolit sehingga aktivitasnya

meningkat karena terjadi pengurangan jumlah Al pada kerangka dan terbentuknya situs yang memiliki aktivitas spesifik.

c) Pertukaran ion

Zeolit mempunyai struktur kristalnya yang berpori, sehingga didalam zeolit dapat dilakukan pertukaran ion (*ion exchange*). Pertukaran ion dalam zeolit bertujuan untuk memodifikasi pori zeolit. Besarnya pori zeolit dapat dimodifikasi dengan kation monovalen yang mempunyai ukuran yang berbeda atau dengan menurunkan sejumlah kation dengan penukaran kation yang bervalensi lebih tinggi. Pengaruh dari modifikasi zeolit ini adalah sebagai penyaringan molekular (*molecular sieving*).

d) Oksidasi

Oksidasi merupakan perlakuan termal untuk membersihkan secara lebih lanjut sisa-sisa karbon (*carbon deposit*) yang terbentuk karena adanya penyerapan senyawa-senyawa organik selama proses pembentukan zeolit di alam (Khairinal, 2000). Oksidasi biasanya dilakukan pada temperatur 500°C atau 550°C dalam suatu tanur dengan dialiri gas oksigen (O<sub>2</sub>).

### 2.3 Kromatografi Gas

Kromatografi gas adalah suatu cara pemisahan dengan menggunakan kolom kapiler dan kolom terpacking yang sangat efisien. Alat ini mempunyai kemampuan yang luar biasa untuk memisahkan komponen suatu campuran, dan juga memungkinkan digunakan untuk identifikasi dan penentuan kuantitas senyawa yang telah dipisahkan. Penggunaan kromatografi gas banyak digunakan dalam penentuan kuantitatif senyawa organik maupun anorganik, bahkan logam dalam bentuk kelat yang mudah menguap. Penentuan senyawa dengan kromatografi gas didasarkan pada waktu retensi yang dimiliki senyawa tersebut, yaitu waktu yang menunjukkan berapa lama suatu senyawa tertahan dalam kolom. Waktu retensi merupakan ciri khas cuplikan yang tidak dipengaruhi komponen lain, sehingga waktu retensi ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi cuplikan (Khopkar, 1990).

Dalam kromatografi gas, fase Bergeraknya adalah gas dan zat terlarut terpisah sebagai uap. Pemisahan tercapai dengan partisi sampel antara fase gas Bergerak dan fase diam berupa cairan dengan titik didih tinggi (tidak mudah menguap) yang terikat pada zat padat penunjangnya.

Suatu kromatograf yang baik terdiri dari komponen – komponen penting berikut, yaitu (i) regulator tekanan, (ii) sistem injeksi sampel, (iii) kolom penunjang fase diam, (iv) fase diam, (v) detektor, dan (vi) pencatat signal. Dalam pemakaiannya, sampel diinjeksikan melalui suatu *sample injection port* yang temperaturnya dapat diatur, senyawa – senyawa dalam sampel akan menguap dan akan dibawa oleh gas pengemban menuju kolom. Zat terlarut akan teradsorpsi pada bagian atas kolom oleh fasa diam, kemudian akan merambat dengan laju rambatan masing – masing komponen yang sesuai dengan nilai  $K_d$  masing – masing komponen tersebut. Komponen – komponen tersebut terelusi sesuai dengan urutan makin membesarnya nilai koefisien partisi ( $K_d$ ) menuju ke detektor. Detektor mencatat sederetan signal yang timbul akibat perubahan konsentrasi dan perbedaan laju elusi. Pada alat pencatat signal ini akan tampak sebagai kurva antara waktu terhadap komposisi aliran gas pembawa.

Ada beberapa kelebihan kromatografi gas, diantaranya kita dapat menggunakan kolom lebih panjang untuk menghasilkan efisiensi pemisahan yang tinggi. Gas dan uap mempunyai viskositas yang rendah, demikian juga kesetimbangan partisi antara gas dan cairan berlangsung cepat, sehingga analisis relatif cepat dan sensitivitasnya tinggi. Fase gas dibandingkan sebagian besar fase cair tidak bersifat reaktif terhadap fase diam dan zat-zat terlarut. Kelemahannya adalah teknik ini adalah terbatas untuk zat yang mudah menguap.

Senyawa yang tidak stabil secara termal ataupun mudah menguap, dapat dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas dengan cara mengubahnya menjadi turunan – turunannya yang lebih mudah menguap dan stabil. Misalkan asam lemak, dapat diubah menjadi ester metilik melalui esterifikasi dengan  $\text{BF}_3$  dalam pelarut

metanol. Alkohol, sterol, dan senyawa hidroksi dapat diasetilasi, misalkan dengan asam asetat anhidrida dan piridin (Khopkar, 1990).

#### 2.4 Kolom *Fluid Fixed Bed*

Kolom *Fluid Fixed Bed* dalam unjuk kerjanya digunakan untuk reaktan cair yang mengalir berdasarkan gaya gravitasi, atau sengaja dialirkan dengan tekanan tertentu melewati adsorben yang ditempatkan dalam keadaan statis, sementara cairan mengalir melewati adsorben dapat diatur laju alirnya, sehingga dapat diatur waktu kontak dengan adsorben, dan kolom dapat divariasikan temperaturnya.



Gambar 2.12 Kolom *Fluid Fixed Bed*



### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Analisis asam laurat dilakukan di laboratorium kimia organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada, sedangkan analisis adsorben zeolit dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju BATAN Yogyakarta. Penelitian berlangsung pada bulan Juni 2006-Januari 2007.

#### 3.2 Alat dan Bahan.

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut : peralatan gelas terdiri dari pipet volume 10 dan 25 ml, pipet Mohr 5 ml, pipet tetes, labu ukur 25, 100 dan 500 ml; gelas ukur 50 dan 100 ml, Erlenmeyer 125 ml, buret. Neraca analitik, kertas saring, kolom *fluid fixed bed*, *furnace*, oven, alat *Gas Chromatography* (GC), termometer, pengaduk, desikator, botol semprot, heater, pH meter, dan penangas air.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah zeolit alam, VCO yang sebelumnya telah dilakukan karakterisasi awal berupa asam laurat, FFA dan bilangan peroksida., asam klorida, ammonium klorida, asam fluorida, natrium hidroksida, indikator PP, indikator amilum, natrium tiosulfat, amonium hidroksida, kalium iodida, kalium dikromat, ethanol, aquadest, gas oksigen, gas nitrogen, campuran asam asetat : kloroform (3:2), asam oksalat.

### 3.3 Diagram alir penelitian

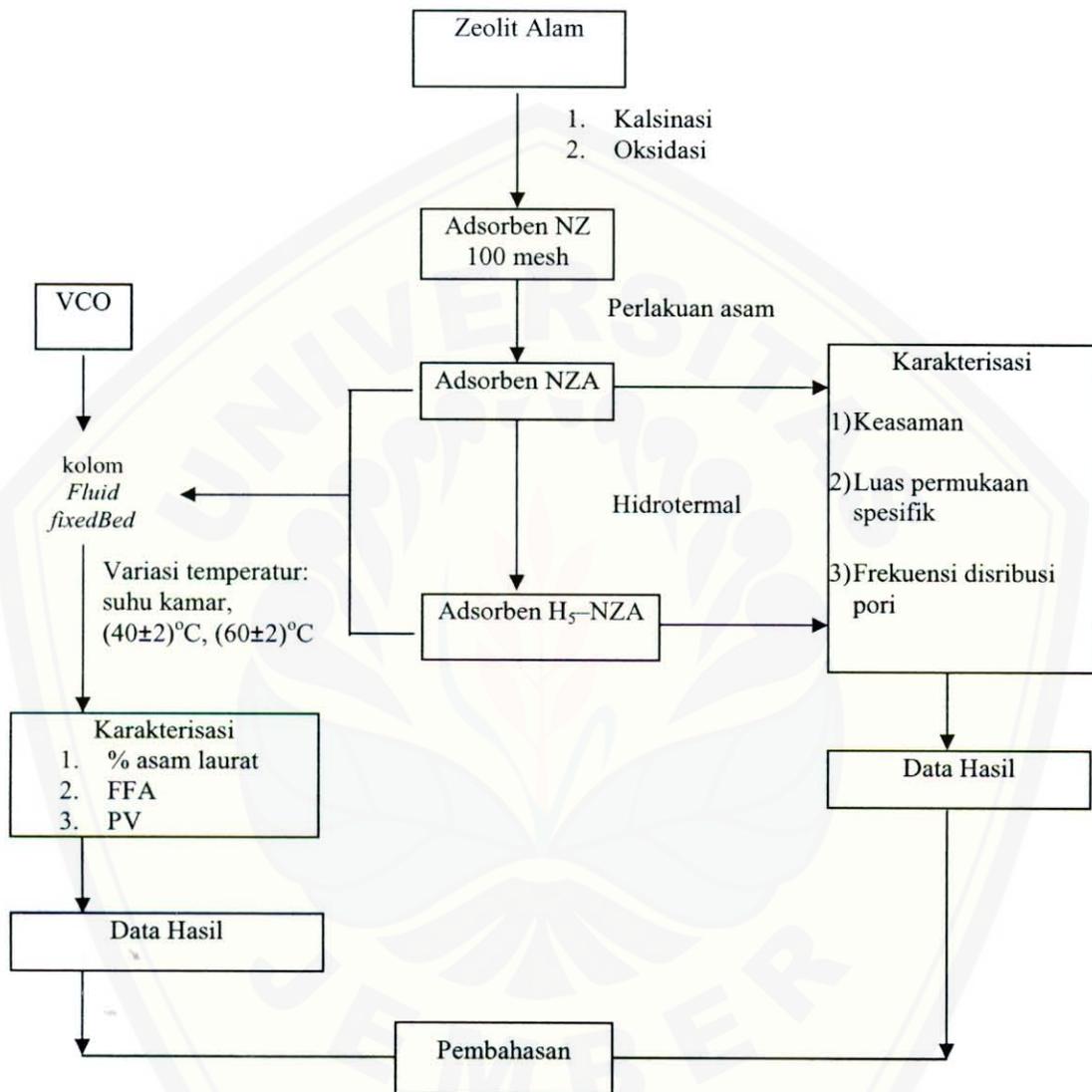


Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Prosedur penelitian

#### 3.4.1 Preparasi Virgin Coconut Oil (VCO)

Preparasi VCO sebanyak 135 mL dilewatkan kolom *fluid fixed bed*. Selanjutnya dilakukan uji asam laurat (menggunakan alat kromatografi gas yang

berada di Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta, BATAN, Yogyakarta), kadar FFA dan bilangan peroksida.

### 3. 4. 2 Preparasi adsorben

#### a) Adsorben NZ

Zeolit alam dari Wonosari, Yogyakarta dalam bentuk butiran dengan diameter  $\pm 0,5$  cm direndam dalam akuades sambil diaduk dengan pengaduk besi selama satu jam pada temperatur kamar. Selanjutnya disaring, endapan yang bersih dikeringkan dalam oven pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Kemudian dihaluskan dengan cara digerus lalu disaring dengan saringan lolos 100 mesh.

Sampel yang telah dibersihkan dan digerus hingga lolos 100 mesh, kemudian dikalsinasi dengan dialiri gas nitrogen pada temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam, kemudian dioksidasi dengan oksigen pada temperatur  $400^{\circ}\text{C}$  selama 1,5 jam, sehingga diperoleh adsorben NZ.

#### b) Adsorben NZA

Setelah diperoleh adsorben NZ lolos 100 mesh, Zeolit direndam dalam larutan HF 1 % dengan perbandingan volume 1:2 dalam wadah plastik, selama 10 menit pada temperatur kamar. Kemudian disaring dan dicuci berulang-ulang dengan akuades sampai pH 6.

Zeolit (NZ) kemudian direfluks dengan menggunakan HCl 6 M selama 30 menit pada temperatur  $90^{\circ}\text{C}$  sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Dilanjutkan dengan penyaringan dan pencucian dengan akuades hingga pH 6. Kemudian dikeringkan dengan *Vacuum Drying Oven* dengan tekanan 20 cmHg selama 3 jam temperatur  $130^{\circ}\text{C}$ . Proses selanjutnya adalah perlakuan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M, yaitu NZ dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M dipanaskan pada temperatur  $90^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam setiap hari dan dilakukan dengan diulang-ulang setiap hari selama satu minggu dan digojog setiap satu jam selama pemanasan. Selanjutnya zeolit disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH 6, dikeringkan dalam oven pada temperatur  $120^{\circ}\text{C}$  hingga  $130^{\circ}\text{C}$ . Setelah

dingin sampel tersebut dihaluskan dan diletakkan dalam cawan porselin dan dikalsinasi selama 4 jam, temperatur 500°C dalam *Muffle Furnace* (kalsinasi tanpa gas Nitrogen). Sampel didinginkan sehingga diperoleh adsorben NZA.

c) Adsorben H<sub>5</sub>-NZA

Adsorben NZA yang diperoleh kemudian diberi perlakuan hidrotermal selama 5 jam, pada temperatur 500°C. Hasil didinginkan dan dilanjutkan dengan proses kalsinasi dengan gas nitrogen, selama 3 jam pada temperatur 500°C, didinginkan dan dilanjutkan dengan oksidasi dengan gas oksigen, selama 1,5 jam pada temperatur 400°C, kemudian didinginkan sehingga diperoleh adsorben H<sub>5</sub>-NZA.

### 3. 4. 3 Karakterisasi adsorben

a) Penentuan keasaman adsorben

Penentuan keasaman total adsorben dilakukan secara gravimetri atas dasar adsorpsi kimia gas amonia oleh situs asam pada permukaan zeolit. Sebanyak 1 gram sampel dalam botol kaca dipanaskan sampai temperatur 120°C selama 2 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang hingga berat tetap (*W*) dalam mgram. Selanjutnya ditempatkan dalam desikator kembali dan desikator divakumkan lalu sampel dalam botol kaca didesikator dialiri gas NH<sub>3</sub> yang berasal dari NH<sub>4</sub>OH yang dipanaskan pada temperatur ± 60°C hingga kelihatan uap di dalam desikator (kondisi jenuh). Sampel didinginkan selama 24 jam. Selanjutnya ditimbang hingga diperoleh berat tetap (*W*<sup>1</sup>) dalam mgram. Setelah itu sampel diangin-anginkan selama 15 menit dan ditimbang berulang-ulang setiap 15 menit hingga diperoleh berat tetap. Berat NH<sub>3</sub> yang teradsorpsi dalam sampel adalah sebagai berikut :

$$\Delta W = (W^1 - W) \text{ (mgram)}$$

Dalam hal ini, keasaman didefinisikan sebagai jumlah (mmol) NH<sub>3</sub> yang teradsorpsi untuk setiap gram berat adsorben. Sehingga jumlah asam sampel adsorben untuk setiap gram adsorben dihitung sebagai berikut :

$$\text{Jumlah asam} = \Delta W / \text{BM}(\text{NH}_3) \text{ mmol} \times \text{berat adsorben}$$

b) Penentuan Luas Permukaan Spesifik dan Rerata Jari Pori

Luas permukaan, volume total pori dan distribusi ukuran pori didasarkan pada fenomena adsorpsi gas lapis tunggal yang berlangsung pada temperatur konstan. Alat yang digunakan adalah *Gas Sorption Analyzer NOVA 1000* yang berada di Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta, BATAN, Yogyakarta. Sampel ditimbang dan dimasukkan kedalam wadah sampel dan selanjutnya dipanaskan pada temperatur 200°C dengan dilakukan pengusiran gas-gas lain dengan gas nitrogen selama 45 menit. Kemudian sampel didinginkan dengan nitrogen cair sehingga temperatur sampel mencapai 77 K. Tekanan gas nitrogen diubah sehingga jumlah gas nitrogen yang terkondensasi dapat ditentukan. Dengan diperolehnya data tersebut, maka volume total pori, luas permukaan spesifik dan rerata jari pori dapat ditentukan.

#### 3. 4. 4 Analisis VCO

a) Analisis Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Prosedur :

- Ditimbang 28,2 gram sampel dan masukkan ke dalam erlenmeyer
- Ditambahkan 50 mL alkohol netral dan 3 tetes indikator PP (dinetralkan dahulu dengan NaOH 0,1N
- Dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N yang telah distandarisasi, sampai larutan berwarna merah muda dan tidak hilang dalam 30 detik
- Catat volume NaOH, % asam lemak bebas dinyatakan sebagai laurat (pada VCO).

Perhitungan :

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM asam lemak}}{\text{berat contoh (g)} \times 1000} \times 100 \%$$

BM asam lemak (asam laurat): 200 (PNS/BAFPS 22:2004)

(Codex Stan 2.10-1999)

Penambahan indikator PP berfungsi untuk menentukan titik akhir titrasi. Titrasi dilakukan dengan menggunakan titran NaOH, dimana titik akhir titrasi

ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi merah jambu dan tidak hilang selama kurang lebih 30 detik.

b) Analisis Bilangan Peroksida (*peroxide value*/PV)

Prosedur :

- a. Sebanyak  $5 \pm 0,05$  gr sampel ditambahkan dengan 30ml campuran asam asetat:kloroform (3:2), kocok dan tambahkan 0,5ml KI jenuh
- b. Ditambahkan 30 aquades dan 2ml amilum 1 %
- c. Titrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1N sampai warna biru hilang
- d. Catat ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.1N saat tepat terjadi perubahan warna dari biru menjadi tidak berwarna.

Perhitungan :

$$PV = \frac{\text{ml ( contoh - blanko )} \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{\text{berat contoh (g)}} \times 1000 \text{ mgrek O}_2 / \text{Kg}$$

(Codex Stan 2.10-1999)

Pembentukan peroksida dan hidroperoksida terjadi akibat dari reaksi oksidasi yang mengakibatkan bau minyak menjadi tengik. Tingkat selanjutnya ialah terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam – asam lemak bebas. *Rancidity* terbentuk oleh aldehida bukan oleh peroksida. Jadi kenaikan *peroxida value* (PV) adalah indikator dan peringatan bahwa minyak sebentar lagi akan berbau tengik (Ketaren, 1986). Bilangan Peroksida (PV) ditentukan berdasarkan jumlah iodin yang dibebaskan setelah minyak ditambahkan KI. Lemak direaksikan dengan KI dalam pelarut asam asetat dan kloroform dengan perbandingan 3:2, kemudian iodin yang terbentuk ditentukan dengan titrasi memakai  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

c) Analisis % asam laurat

Setelah proses adsorpsi selesai, dilakukan analisis % asam laurat dengan menggunakan *gas chromatography* (GC). Sebelum dilakukan analisis menggunakan GC, terlebih dahulu dilakukan trans-esterifikasi *virgin coconut oil* (VCO) dengan borontrifluorida-metanol ( $\text{BF}_3$ -metanol), untuk membentuk turunan esternya berupa metil ester asam-asam lemak (Pellick, 1987). Produk hasil trans-esterifikasi ditempatkan dalam botol yang bersih kemudian dianalisis dengan menggunakan alat GC. Produk yang dianalisis adalah produk sebelum dan sesudah mengalami perlakuan dengan adsorpsi. Kondisi operasi yang digunakan dalam analisis Kromatografi Gas sebagai berikut:

Temperatur kolom	: Temperatur awal 120°C (4 menit)
	Temperatur akhir 200°C (kenaikan 20°C/menit)
Jenis detektor	: FID
Temperatur detektor	: 300°C
Temperatur injektor	: 280°C
Gas pembawa	: He split 70 Kpa
Jenis kolom	: CP Sil 5CB 30 meter



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang usaha meningkatkan kualitas *virgin coconut oil* (VCO) dengan menggunakan adsorben zeolit hasil modifikasi, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Perlakuan temperatur pada proses adsorpsi asam lemak bebas (*free fatty acids*/FFA) dengan menggunakan adsorben zeolit menghasilkan data yang kurang signifikan, namun dari data yang diperoleh, masih terlihat bahwa daya adsorpsi adsorben NZA dan H<sub>5</sub>-NZA mengalami kondisi optimum pada temperatur kamar
2. Adsorben H<sub>5</sub>-NZA memiliki aktivitas yang lebih tinggi dalam mengadsorb asam lemak bebas daripada adsorben NZA dalam mengadsorb asam lemak bebas dalam VCO untuk semua variasi temperatur yang digunakan.

### 5.2 Saran

Penelitian ini mencoba membandingkan aktivitas zeolit hasil modifikasi dalam menurunkan kadar (FFA). Namun karena Sampel VCO yang digunakan pada penelitian ini memiliki kadar FFA yang sangat kecil, serta *peroxide value* (PV) nol (telah memenuhi standar), seharusnya tidak perlu diturunkan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. N., 2005. *Virgin Coconut Oil: Perpaduan Sang Penakluk Penyakit VCO dan Minyak Buah Merah*. Cetakan I. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Anonim. 1981. *Berita IPTEK*. Jakarta.
- APCC Standard for VCO. (<http://apccsec.org/document/VCNO.PDF>)
- Atkins, P. W. 1994. *Kimia Fisika*. Jilid 2. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- Augustine, R. L. *Heterogenous Catalysis for Chemist*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Babayan, V. K. and Rosenau, J. R. 1991. *Medium-chain Triglyceride Cheese*. Food Technology. February:111-114.
- Back, A. C. and Babayan, V. K., 1982. *Medium-chain Triglycerides*. Am. J. Clin. Nutr., 36: 950.
- Barrer, R. M. 1978. *Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecular Sieves*. London: Ltd Academic Press Inc.
- Barrer, R. M. 1982. *Hydrothermal Chemistry of Zeolites*. London Ltd: Academic Press Inc.,
- Belitz, H. D., and W. Grosch. 1999. *Food Chemistry*. Second edition. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Betty, S. L. Jenie., Winiati, P. Rahayu. 1990. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Breck, D. W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Campbell, I. M. 1988. *Catalyst at Surfaces*. First Edition. New York : Chapman and Hall.
- Codex Standard for Edible Fats and Oils Not Covered by Individual Standards. Codex Stan 19-1981 (Rev 2-1999)
- Codex Standard for Named Vegetable Oils. Codex Stan 210-1999

- Dyer, A. 1988. *An Introduction to Zeolite Molecular Sieves*. Chichester : John Wiley and Sons Ltd.
- Flanigen, E. M. 1991. *Structural Analysis by Infrared Spectroscopy dalam Zeolite Chemistry and Catalysis*. Washington, D. C: American Chemical Society.
- Gasser, R. P. H. 1987. *An Introduction to Chemisorption and Catalysis by Metal*. Oxford Science Publication. New York : Clarendon Press.
- Hamdan, H. 1992. *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization and Modification*. Malaysia: Universitas Teknologi Malaysia.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Khairinal. 2000, *Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal*. Yogyakarta: UGM.
- Lehninger, Albert L. 1982. *Dasar-Dasar Biokimia terjemahan*. Jakarta: Erlangga.
- Lowell, S. and J.E. Shields. 1984. *Powder Surface Area and Porosity, 2<sup>nd</sup> edition*. New York: Chapman and Hall.
- Mc. Cabe, Warren L., Smith, Julian. C., Harriot, Peter. 1985, *Unit Operations of Chemical Engineering*. 4<sup>th</sup> edition. New York : Mc Graw-Hill Book Inc.
- Mumpton, F. A. and P. A. Fishmen. 1977. *The Applications of Natural Zeolites in Animal Science and Agriculture*. Jurnal of Animal Science, 46: 1191-1199.
- Nurhadi, M. 1999. *Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Kromium-Zeolit Alam untuk Perengkahan Fraksi Minyak Bumi*. Yogyakarta: UGM.
- Oedejans, J. S. 1984. *Zeolites Catalysts in Some Organic Reactions*. Holland: Netherland Foundation for Chemical Research (SON).
- Pasaribu, N. 2004. *Minyak Buah Kelapa Sawit*.  
(<http://library.usu.ac.id/modules.php?op=modload&name=download&File=index&req=getit&lid=1114>).

- Pellick, N., V. Mahadevan. 1987. *Lipid Derivatives and Gas Liquid Chromatography dalam Analysis Lipids and Lipoproteins*. Edited by E. G. Perkins, American Oil Chemical Society.
- Phillipine National Standard. ([http://bfad.gov.ph/PNS/PDF/PNS\\_VCO.pdf](http://bfad.gov.ph/PNS/PDF/PNS_VCO.pdf))
- Priatmoko, S. 2000. *Optimasi dan Studi Kinetika Reaksi Konversi 3-metil-1-Butanol Menggunakan Katalis Pt/Zeolit*. Yogyakarta: Tesis Sarjana UGM.
- Riberio, F. Ramoa et al., 1987. *Zeolites: Science and Technology*. Netherland: Martinus Nijhoff Publishers.
- Rindengan, B. 2005. *Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni*. Cetakan IV. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Saha, A. K., Das, S., Bhatta, D. & Mitra, B. C. 1999. *Application of Polymer*. Journals of Application Polymer Science. Volume 71.
- Samsiyati, N. 2004. *Pengaruh Aktivasi Zeolit Alam Malang Terhadap Peningkatan Kualitas Minyak Goreng*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Jember: FMIPA UNEJ.
- Sasongko. 1995. *Mineralogi dan Kimia Fisik Kalium dalam Tanah*. Jember: Fakultas Pertanian UNEJ.
- Satterfield, C. N. 1980. *Heterogeneous Catalysis in Practice*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Setyawan, D. 2002. *Tesis Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis*. Jurnal Ilmu Dasar, 3: 103-109.
- Smith, K. M. 1970. *Chemical EGINEERING Kinetics*. 2<sup>nd</sup> edition. New York: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Smith, K. 1992. *Solid Support and Catalyst in Organic Synthesis*. London: Ellis Horwood PTR. Prentice Hall.
- Soekardjo. 1985. *Kimia Fisika*. Yogyakarta : Bina Aksara.
- Sugiyarto, K. H. 2003. *Dasar-Dasar Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

- Sutarmi, 2005. *Taklukkan Penyakit dengan VCO*. Cetakan II. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sutarti, M. dan Rachmawati, M. 1994. *Zeolit : Tinjauan Literatur*. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Tan, Kim. H. 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Penerbit UGM Press.
- Trisunaryati. 1996. *Characterization and Modification of Indonesian Natural Zeolites and Their Properties for Hydrocracking of Paraffin*. Journal of The Japan Petroleum Institute, 39, hal 20-25.
- Trubus. 2005. "Fakta Ilmiah VCO", 36 (Desember, 2005).
- Tsitsishvili, G. V. 1992. *Natural Zeolit England: Ellis Horwood Limited*, Soobshch. Akad. Nauk Gruz, SSR 27, 10:405.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yunianto, P. 1993. *Modifikasi Zeolit Alam Cipatujuh Menjadi Zeolit-H Sebagai Bahan Penukar Kation*. Skripsi, Yogyakarta: FMIPA UGM.

## LAMPIRAN

### A. Preparasi Reagen

#### A.1 Reagen untuk FFA

##### a. Alkohol Netral

Alkohol 95 % ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator fenolphthalein (PP) 1 %, dititrasi dengan NaOH 0,1 Nasional sampai warna larutan berubah menjadi merah muda.

##### b. PP 1 %

1,0 g PP dilarutkan dalam 100 ml alkohol 70 %.

##### c. Alkohol 70 %

72,9 ml alkohol 95 % ditambahkan dengan akuades hingga 100 ml.

##### d. NaOH 0,1 N

4,0 g NaOH dilarutkan dalam akuades hingga 1000 ml.

#### A.2 Reagen untuk Bilangan Peroksida (*Peroxide Value/PV*)

##### a. Asam asetat : kloroform (3 : 2)

Asam asetat 90 ml ditambahkan dengan 60 ml kloroform.

##### b. Kalium Iodida (KI) jenuh

5,0 g KI ditambah dengan akuades hingga jenuh.

##### c. Amilum 1 %

1,0 g amilum dilarutkan dalam 100 ml akuades dan dipanaskan hingga larut semua (warna jernih).

##### d. Natrium Tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N

6,25 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dilarutkan dalam akuades hingga 250 ml.

##### e. Asam Klorida (HCl) 4 N

166,6 ml HCl pekat dilarutkan dalam akuades hingga 500 ml.

##### f. Kalium Dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0,1 N

0,49 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dilarutkan dalam akuades hingga 100 ml.

## B. Standarisasi Reagen

## a. Standarisasi NaOH 0,1 N

0,10 g asam oksalat ( $H_2C_2O_4$ ) ditambahkan 25 ml akuades dan tambahkan dengan 2-3 tetes indikator PP 1 % dan segera titrasi dengan NaOH sampai warna tepat berubah menjadi merah muda. Catat volume NaOH yang dibutuhkan hingga tercapai titik akhir.

$$N(NaOH) = \frac{g(H_2C_2O_4)}{0,126 \text{ g/mol} \times ml(NaOH)} \times 2$$

b. Standarisasi Natrium Tiosulfat ( $Na_2S_2O_3$ ) 0,1 N

25 ml  $K_2Cr_2O_7$  0,1 N, 50 ml akuades, 2,0 g KI dan 5 ml HCl 4 N dalam erlenmeyer tertutup dan biarkan hingga  $\pm 10$  menit. Setelah itu tambahkan 50 ml akuades kembali dan segera titrasi dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  hingga warna berubah menjadi kuning muda. Kemudian larutan tersebut ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator amilum 1 % dan segera titrasi dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  hingga warna biru tua berubah menjadi biru jernih. Catat volume  $Na_2S_2O_3$  total titrasi yang dibutuhkan hingga tercapai titik akhir.

$$N(Na_2S_2O_3) = \frac{ml(K_2Cr_2O_7) \times N(K_2Cr_2O_7)}{ml(Na_2S_2O_3)}$$

## C. Data Adsorben

## C.1 Data Keasaman Adsorben

Adsorben	ulangan	zeolit (g)	NH3 (g)	keasaman (mmol/g)	rata-rata	standar deviasi
NZ	I	0,4780	0,0179	2,2028	2,2044	$2,7934 \cdot 10^{-3}$
	II	0,4821	0,0180	2,1963		
	III	0,4809	0,0181	2,2139		
NZA	I	0,5000	0,0511	6,0170	6,0011	$1,4022 \cdot 10^{-2}$
	II	0,4952	0,0508	5,9958		
	III	0,4738	0,0509	5,9905		
H <sub>5</sub> -NZA	I	0,4983	0,0646	7,6241	7,6199	$8,1242 \cdot 10^{-3}$
	II	0,4521	0,0585	7,6105		
	III	0,4583	0,0594	7,6250		

## C.2 Frekuensi Distribusi Pori

Ukuran pori	Adsorben		
	NZ	NZA	H <sub>5</sub> -NZA
10-20	88,443111	99,773092	150,773092
21-30	96,521239	106,521239	128,85122
31-40	80,354306	116,354306	136,354306
41-50	37,431702	57,431702	77,431702
51-60	42,499136	31,509624	90,509624
61-70	48,010488	0	0
71-80	55,665211	16,57969	35,57969
81-90	0	0	0
91-100	0	0	0
100-500	177,848141	35,410634	0
500<	0	18,74412	0

## C.3 Luas Permukaan Spesifik (LPS) Adsorben

Adsorben	LPS ( m <sup>2</sup> /gram)
NZ	20,526000
NZA	164,053020
H <sub>5</sub> -NZA	160,654162

## C.4 Volume Total Pori (VTP) Adsorben

Adsorben	VTP (e-03 cc/gr)
NZ	22.237221
NZA	209.581132
H <sub>5</sub> -NZA	217.135401

## C.5 Data Aktifitas Adsorben

jenis adsorben	temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )	aktivitas ( e-07 %)			rata-rata	SD
		I	II	III		
NZA	27	8,23	8,24	8,20	8,22	$2,08 \cdot 10^{-9}$
	40 $\pm$ 2	2,74	2,74	0	1,83	$1,58 \cdot 10^{-7}$
	60 $\pm$ 2	0	0	0	0	0
H <sub>5</sub> -NZA	27	13,70	13,70	13,70	13,70	0
	40 $\pm$ 2	5,49	5,51	5,48	5,49	$1,53 \cdot 10^{-9}$
	60 $\pm$ 2	2,75	2,75	2,74	2,75	$2,75 \cdot 10^{-7}$

## C. 6. Data Hasil analisis Ukuran Pori adsorben Zeolit Alam (NZ)

Quantachrome Corporation  
NOVA Data Analysis Package Ver.2.00  
File Name = nz.dat

User ID	= Setiawan	User Setup	
Sample ID	= NZ	Sample Cell Number	=4
Sample Weight	= 0.3588 g	Sample Volume	= 0.4429 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 750.49 mm Hg
Adsorbate	= N <sub>2</sub>	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	DesorptionTolerance	= 0.1000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 60 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 180 sec
Analysis Start Time	= Wed Sep 07 10:12:31 2005	Analysis End Time	= Wed Sep 07 12:14:28 2005

Multi BET (Adsorption) P/Po	BET Transform (1/{W[Po/P-1]})
0.146822	21.988869
0.200137	29.413 737
0.250914	36.6831 10
0.300011	23.975607
Slope	= 14.3451941
Intercept	= 0.814537
Correlation Coefficient	= 0.999895
BET C	= 177.114673
Surface Area	= 8.661242 sq m
Specific Surface Area	= 20.52600 sq m/g

Quantachrome Corporation  
NOVA Data Analysis Package Ver.2.00  
File Name = nz.dat

User ID	= Setiawan	User Setup	= 2
Sample ID	= NZ	Sample Cell Number	
Sample Weight	= 0.3588 g	Sample Volume	= 0.4429 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 0.49 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 60 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 180 sec
Analysis Start Time	= Wed Sep 07 10:12:31 2005	Analysis End Time	= Wed Sep 07 12:14:28 2005

Pore Radius (Ang)	DlogR (Adsorption) Pore Area (sq m/g e-03)	Pore Volume (cc/g e-03)
355.052740	2874.828685	51.035790
153.613996	8210.199508	63.030078
102.083760	12496.066440	63.782273
76.106313	14528.276842	55.665211
61.549083	15600.699640	48.010488
51.395116	16538.199984	42.499136
43.956974	17031.063780	37.431702
38.684472	20293.315774	39.251810
34.242454	29758.188671	50.949670
30.680089	13137.397102	20.152826
27.917560	18261.095285	25.490261
25.610463	18992.705393	24.320599
23.581324	19900.692544	23.464234
21.745125	21380.557509	23.246145
20.1093 54	22208.551399	22.329981
18.676918	23428.011809	21.878153
17.3 89429	29488.129948	25.639088
16.199192	32283.538594	26.148362
15.095822	32826.974242	24.777508

Total Pore Volume is 22.237221 e-03 cc/g for all  
pores less than 499.345018 Angstrom  
Average Pore Radius is 21.667327 Angstrom

## C.7 Data Hasil Analisis Ukuran Pori adsorben NZA (Zeolit Alam Asam)

Quantachrome Corporation  
NOVA Data Analysis Package Ver.2.00  
File Name = anynza.dat

User ID	= Any Rahmawati	User Setup	= 5
Sample ID	= NZA	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5190 g	Sample Volume	= 0.5190 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 749.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 60 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 180 sec
Analysis Start Time	= Thu Jan 04 10:27:31 2007	Analysis End Time	= Thu Jan 04 11:28:12 2007

Multi BET (Adsorption) P/Po	BET Transform (1/{W[Po/P-1]})
0.049908	0.833201
0.067516	1.016924
0.094231	1.995698
0.149301	3.126871
Slope	= 19.441336
Intercept	= 0.000312
Correlation Coefficient	= 0.999919
BET C	= 5878.628870
Surface Area	= 24.291945 sq m
Specific Surface Area	= 164.053020 sq m/g

Quantachrome Corporation  
NOVA Data Analysis Package Ver.2.00  
File Name\* = anynza.dat

User ID	= Any Rahmawati	User Setup	= 5
Sample ID	= NZA	Sample Cell Number	= 2
Sample Weight	= 0.5190 g	Sample Volume	= 0.5190 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 749.19 mm Hg
Adsorbate	= N <sub>2</sub>	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 60 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 180 sec
Analysis Start Time	= Thu Jan 04 10:27:31 2007	Analysis End Time	= Thu Jan 04 11:28:12 2007

Pore Radius (Ang)	DlogR (Adsorption) Pore Area (sq m/g e-03)	Pore Volume (cc/g e-03)
679.205565	14283.718181	18.744120
176.585821	14262.822520	18.091898
107.370671	14188.256867	17.396116
76.106313	9361.722302	16.979690
58.119571	15600.699640	15.010478
51.395116	16538.199984	15.459106
43.956974	17031.063780	54.921712
38.684472	20293.315774	22.211810
34.242454	29758.188671	51.109630
30.680089	13137.397102	41.151822
27.917560	18261.095285	20.290861
25.610463	18992.705393	19.120799
23.581324	19900.692544	28.164134
21.745125	21380.557509	38.246145
19.993040	22208.551399	12.723981
18.676918	23428.011809	11.878153
17.389429	29488.129948	25.239081
14.882980	4008.850006	25.145360
13.792454	2327.590571	24.527518

Total Pore Volume is 209.581132e-03 cc/g for  
all pores less than 690.320904 Angstrom  
Average Pore Radius is 11.282316 Angstrom

## C.8 Data Hasil analisis Ukuran Pori Adsorben H5-NZA (Zeolit Alam Asam Hidrotermal)

Quantachrome Corporation  
NOVA Data Analysis Package Ver.2.00  
File Name =anyh5nza.dat

User ID	= Any Rahmawati	User Setup	= 5
Sample ID	= H5-NZA	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5190 g	Sample Volume	= 0.5190 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 749.19 mm Hg
Adsorbate	= N2	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	DesorptionTolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 60 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 180 sec
Analysis Start Time	= Thu Jan 04 11:53:58 2007	Analysis End Time	= Thu Jan 04 12:48:02 2007

	Multi BET (Adsorption)	BET Transform
P/Po		(1/{W[Po/P-J]})
0.041018		0.833201
0.094231		1.995698
0.149301		3.126871
Slope	=	20.994271
Intercept	=	0.000637
Correlation Coefficient	=	0.999919
BET C	=	22940.819862
Surface Area	=	26.827693 sq m
Specific Surface Area	=	160.654162 sq m/g

Quantachrome  
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00  
File Name = anyh5nza.dat

User ID	= Any Rahmawati	User Setup	= 5
Sample ID	= H5-NZA	Sample Cell Number	= 4
Sample Weight	= 0.5190 g	Sample Volume	= 0.5190 cc
Sample Density	= 1.0000 g/cc		
Po Type	= User	Po	= 749.19 mm Hg
Adsorbate	= N <sub>2</sub>	Bath Temperature	= 77.40 deg K
Adsorption Tolerance	= 0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	= 0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	= 60 sec	Desorption Equil Time	= 60 sec
Adsorption Dwell Time	= 180 sec	Desorption Dwell Time	= 180 sec
Analysis Start Time	= Thu Jan 04 11:53:58 2007	Analysis End Time	= Thu Jan 04 12:48:02 2007

Pore Radius (Ang)	DlogR (Adsorption) Pore Area (sq m/g e-03)	Pore Volume (cc/g e-03)
368.009021	1071.943056	18.724236
152.571542	3974.785129	30.321955
101.460451	6491.990036	32.934012
76.106313	9361.722302	35.579690
58.1 19571	15600.699640	48.010488
51.395116	16538.199984	42.499136
43.956974	17031.063780	77.431702
38.684472	20293.315774	49.251810
34.242454	29758.188671	60.949670
30.680089	13137.397102	20.152826
27.917560	18261.095285	35.490261
25.610463	18992.705393	34.320599
23.581324	19900.692544	33.464234
21.745125	21380.557509	23.246145
19.993040	22208.551399	32.329981
18.676918	23428.011809	31.878153
17.3 89429	29488.129948	35.639088
16.199192	32283.538594	26.148362
15.095822	32826.974242	24.777508

Total Pore Volume is 217.135401 e-03 cc/g for  
all pores less than 652.305912 Angstrom  
Average Pore Radius is 11.464159 Angstrom

C.9 Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid/FFA*)

FFA awal = 0.08 %

Jenis Adsorben	Temperatur (°C)	FFA (%)			Rata-rata (%)
		I	II	III	
NZA	Kamar	0,05	0,05	0,05	0,05
	40±2	0,07	0,07	0,08	0,07
	60±2	0,07	0,08	0,08	0,08
H <sub>5</sub> -NZA	Kamar	0,03	0,03	0,03	0,03
	40±2	0,06	0,06	0,06	0,06
	60±2	0,07	0,07	0,07	0,07

C.10 Bilangan Peroksida (*Peroxide Value/ PV*)

PV awal = 0

Jenis Adsorben	Temperatur (°C)	PV			Rata-rata
		I	II	III	
NZA	Kamar	0,00	0,00	0,00	0,00
	40±2	0,00	0,00	0,00	0,00
	60±2	0,00	0,00	0,00	0,00
H <sub>5</sub> -NZA	Kamar	0,00	0,00	0,00	0,00
	40±2	0,00	0,00	0,00	0,00
	60±2	0,00	0,00	0,00	0,00

## C.11 Persentase Asam Laurat

Perlakuan	Temperatur (°C)	Laurat (%)
kondisi awal	27	48,59
adsorben NZA	27	48,80
adsorben H <sub>5</sub> NZA	27	50,16

## D.1 Perhitungan Keasaman Adsorben

Keasaman total zeolit dihitung dengan persamaan sbb :

$$\text{Keasaman} = \frac{g(NH_3)}{g/mol(NH_3) \times g(\text{zeolit})}$$

1. Zeolit Alam Asam (*Natural Zeolit Acid/NZA*)

- a. Zeolit Alam Asam ( $W_{\text{zeolit}} = 0.5000 \text{ g}$ )  
Berat (W)  $NH_3 = 0.0511 \text{ g}$

$$\text{Keasaman} = \frac{0,0511 \text{ g}(NH_3)}{17 \text{ g/mol}(NH_3) \times 0,5000 \text{ g}(\text{zeolit})}$$

$$\text{Keasaman} = 6,0170 \text{ mmol/g}$$

- b. Zeolit Alam Asam ( $W_{\text{zeolit}} = 0.4982 \text{ g}$ )  
Berat (W)  $NH_3 = 0.0508 \text{ g}$

$$\text{Keasaman} = \frac{0,0508 \text{ g}(NH_3)}{17 \text{ g/mol}(NH_3) \times 0,4982 \text{ g}(\text{zeolit})}$$

$$\begin{aligned} \text{Keasaman} &= 5,9958 \text{ mmol/g} \\ &= 5.9958 \text{ mmol/g} \end{aligned}$$

- c. Zeolit Alam Asam ( $W_{\text{zeolit}} = 0.4738 \text{ g}$ )  
Berat (W)  $NH_3 = 0.0509 \text{ g}$

$$\text{Keasaman} = \frac{0,0509 \text{ g}(NH_3)}{17 \text{ g/mol}(NH_3) \times 0,4738 \text{ g}(\text{zeolit})}$$

$$\text{Keasaman} = 5,9905 \text{ mmol/g}$$

$$\text{Keasaman (Rerata) NZA} = \frac{(6,0170 + 5,9958 + 5,9905) \text{ mmol/g}}{3}$$

$$\text{Keasaman (Rerata) NZA} = 6,0011 \text{ mmol/g}$$

Jadi, Zeolit Alam Asam (NZA) memiliki keasaman total rata-rata sebesar 6.0011 mmol/g.

2. Zeolit Alam Asam Hidrotermal (*Hydrothermal Natural Zeolit Acid/H<sub>5</sub>-NZA*)a. Zeolit Alam Asam Hidrotermal ( $W_{\text{zeolit}} = 0.4983 \text{ g}$ )Berat (W)  $\text{NH}_3 = 0.0646 \text{ g}$ 

$$\text{Keasaman} = \frac{0,0646 \text{ g } (\text{NH}_3)}{17 \text{ g/mol } (\text{NH}_3) \times 0,4983 \text{ g (zeolit)}}$$

$$\text{Keasaman} = 7,6241 \text{ mmol/g}$$

b. Zeolit Alam Asam Hidrotermal ( $W_{\text{zeolit}} = 0.4521 \text{ g}$ )Berat (W)  $\text{NH}_3 = 0.0585 \text{ g}$ 

$$\text{Keasaman} = \frac{0,0585 \text{ g } (\text{NH}_3)}{17 \text{ g/mol } (\text{NH}_3) \times 0,4521 \text{ g (zeolit)}}$$

$$\text{Keasaman} = 7,6105 \text{ mmol/g}$$

c. Zeolit Alam Asam Hidrotermal ( $W_{\text{zeolit}} = 0.4583 \text{ g}$ )Berat (W)  $\text{NH}_3 = 0.0594 \text{ g}$ 

$$\text{Keasaman} = \frac{0,0594 \text{ g } (\text{NH}_3)}{17 \text{ g/mol } (\text{NH}_3) \times 0,4583 \text{ g (zeolit)}}$$

$$\text{Keasaman} = 7,6250 \text{ mmol/g}$$

$$\text{Keasaman (Rerata) } H_5\text{NZA} = \frac{(7,6241 + 7,6105 + 7,6250) \text{ mmol/g}}{3}$$

$$\text{Keasaman (Rerata) } H_5\text{NZA} = 7,6199 \text{ mmol/g}$$

Jadi, Zeolit Alam Asam Hidrotermal ( $H_5\text{-NZA}$ ) memiliki keasaman total rata-rata sebesar  $7.6199 \text{ mmol/g}$ .

## D.2 Perhitungan Aktivitas Adsorben

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{\% \text{ FFA (mula - akhir)}}{\text{g (zeolit)} \times \text{ml (VCO)} \times \text{menit (t)}}$$

## 1. NZA

## a) Suhu kamar

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.05)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 8.23 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.05)\%}{9.99 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 8.24 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.05)\%}{10.04 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 8.20 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Rata-rata} = 8.22 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

## b) Suhu 40°C

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.07)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 2.74 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.07)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 2.74 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.08)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 0 \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Rata-rata} = 1.83 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

## c) Suhu 60°C

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.08)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 0 \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.08)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 0 \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.08)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 0\% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Rata-rata} = 0\% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

## 2. H<sub>5</sub>-NZA

### a) Suhu Kamar

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.03)\%}{9.98 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 1.37 \cdot 10^{-6} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.03)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 1.37 \cdot 10^{-6} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.03)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 1.37 \cdot 10^{-6} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Rata-rata} = 1.37 \cdot 10^{-6} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

### b) Suhu 40°C

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.06)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 5.49 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.06)\%}{9.96 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 5.51 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.06)\%}{10.02 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 5.48 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Rata-rata} = 5.49 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

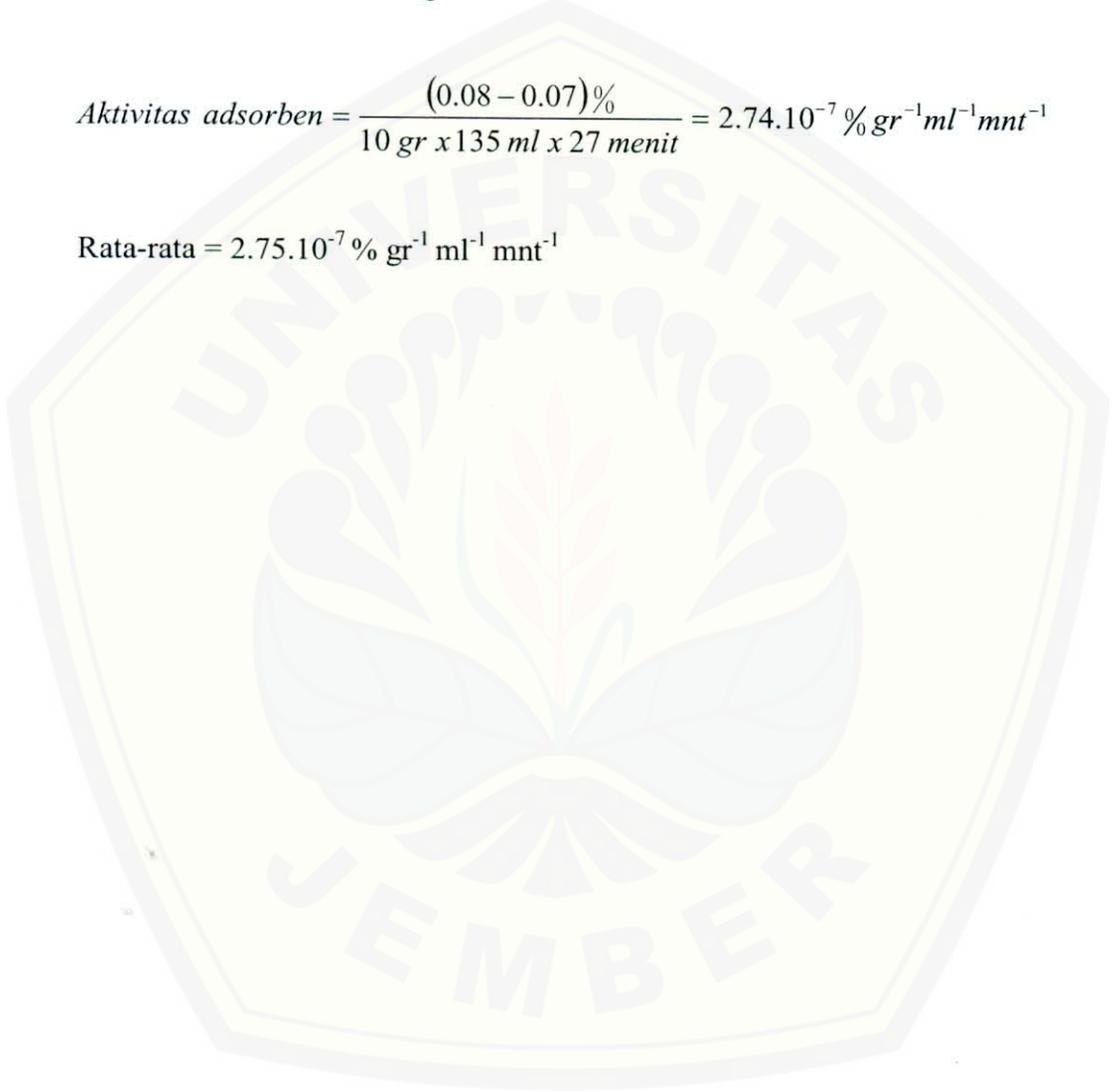
c) Suhu 60<sup>0</sup>C

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.07)\%}{9.98 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 2.75 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.07)\%}{9.98 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 2.75 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Aktivitas adsorben} = \frac{(0.08 - 0.07)\%}{10 \text{ gr} \times 135 \text{ ml} \times 27 \text{ menit}} = 2.74 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$

$$\text{Rata-rata} = 2.75 \cdot 10^{-7} \% \text{ gr}^{-1} \text{ ml}^{-1} \text{ mnt}^{-1}$$



E. Kromatogram Asam Laurat VCO

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\HP5\ANI4B000.D

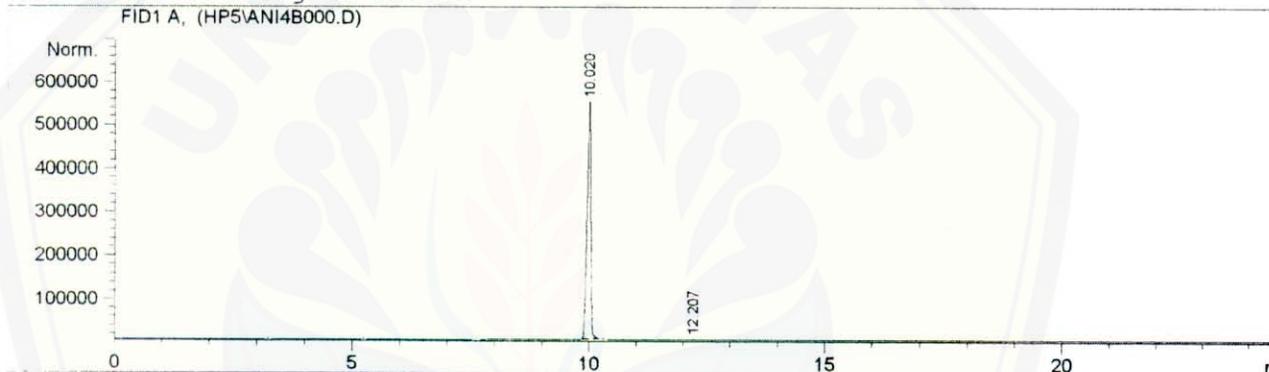
Sample Name: Met.Laurat

Any Metil Laurat;120-4-20-200;0,1ul;FID;Split 70; f80 C  
P Sil 5CB 30 meter 5890 Series II

```

=====
Injection Date   : 12/29/06 11:20:49 AM
Sample Name     : Met.Laurat
Acq. Operator   : Maryati
Vial            : 1
Inj Volume      : Manually

Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\VCO5.M
Last changed    : 12/29/06 11:19:07 AM by Maryati
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\VCO5.M
Last changed    : 12/29/06 11:46:30 AM by Maryati
                  (modified after loading)
Method for cooling GC HP5890
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: FID1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area counts*s	Height [counts]	Area %
1	10.020	BB	0.0780	2.99857e6	5.46982e5	99.63018
2	12.207	PB	0.0866	1.11306e4	1921.61084	0.36982

Totals : 3.00970e6 5.48904e5

Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\HP5\ANI20000.D

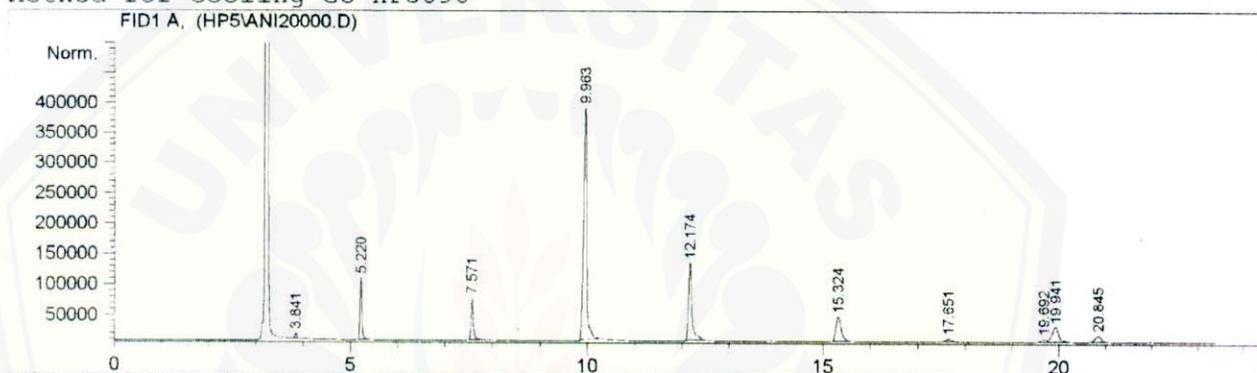
Sample Name: VCO a

Any VCOawal;120-4-20-200;5ul;FID;Split 70; f80 CP Sil 5  
CB 30 meter 5890 Series II

```

=====
Injection Date   : 12/28/06 3:27:44 PM
Sample Name     : VCO awal                      Vial : 1
Acq. Operator   : Maryati                      Inj Volume : Manually

Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\VCO5.M
Last changed    : 12/28/06 3:29:07 PM by Maryati
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\VCO5.M
Last changed    : 12/28/06 3:51:30 PM by Maryati
Method for cooling GC HP5890
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: FID1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area counts*s	Height [counts]	Area %
1	3.841	PB	0.0384	2.04822e4	8414.91992	0.54344
2	5.220	BB	0.0436	2.83092e5	1.01178e5	7.51115
3	7.571	BB	0.0500	2.32816e5	6.97002e4	6.17720
4	9.963	PB	0.0678	1.83167e6	3.83065e5	48.59886
5	12.174	BB	0.0770	6.66101e5	1.27480e5	17.67334
6	15.324	BB	0.1133	3.13670e5	4.05178e4	8.32245
7	17.651	BB	0.1223	4.30587e4	5219.15869	1.14246
8	19.692	PV	0.1223	3.69733e4	4623.28516	0.98100
9	19.941	VB	0.1349	2.36051e5	2.41727e4	6.26302
10	20.845	BB	0.1497	1.05043e5	1.05939e4	2.78707

Totals : 3.76896e6 7.74965e5

Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\HP5\ANI30000.D

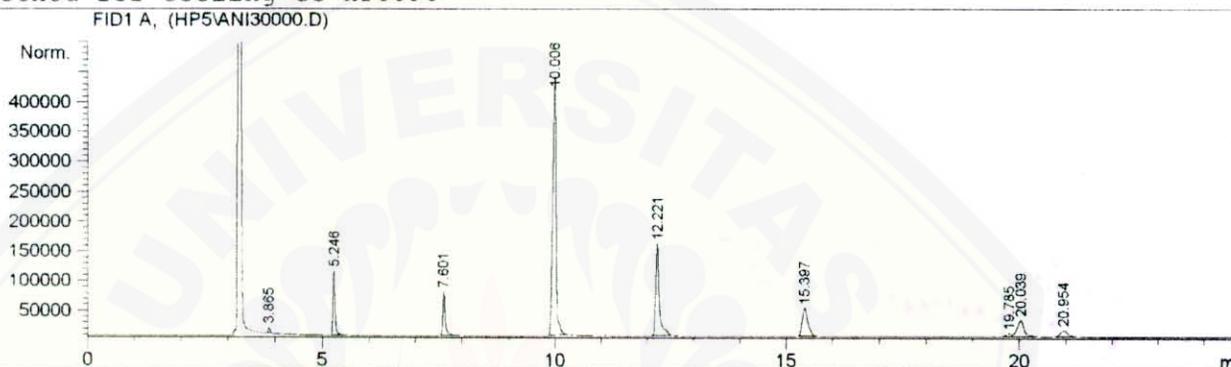
Sample Name: VCO NZA

Any VCO NZA ;120-4-20-200;5ul;FID;Split 70; f80 CP Sil  
5CB 30 meter 5890 Series II

```

=====
Injection Date   : 12/29/06 10:19:51 AM
Sample Name     : VCO NZA
Acq. Operator   : Maryati
Vial            : 1
Inj Volume     : Manually

Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\VCO5.M
Last changed    : 12/28/06 3:51:30 PM by Maryati
Method for cooling GC HP5890
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
    
```

Signal 1: FID1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area counts*s	Height [counts]	Area %
1	3.865	PB	0.0396	2.32281e4	9167.18359	0.51763
2	5.246	PB	0.0456	3.21357e5	1.08315e5	7.16137
3	7.601	BB	0.0561	2.69650e5	7.29069e4	6.00909
4	10.006	PB	0.0760	2.18991e6	4.33264e5	48.80163
5	12.221	BB	0.0785	8.40010e5	1.54227e5	18.71943
6	15.397	BB	0.1246	3.96236e5	4.63972e4	8.83004
7	19.785	PV	0.1190	4.33989e4	5328.57275	0.96714
8	20.039	VB	0.1442	2.78505e5	2.70226e4	6.20643
9	20.954	PB	0.1461	1.25074e5	1.06468e4	2.78725

Totals : 4.48737e6 8.67275e5

Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\HP5\ANI10000.D

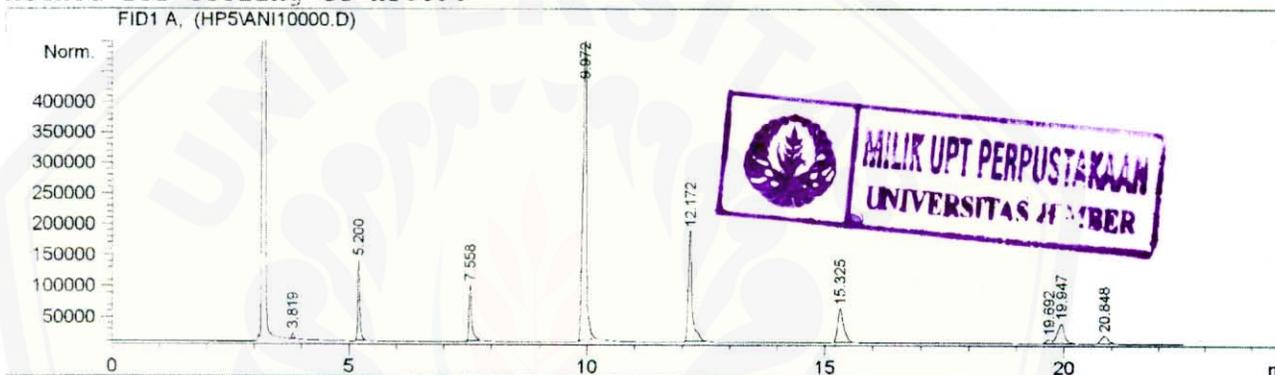
Sample Name: VCO H5NZA

Any VCOH5NZA;120-4-20-200;5ul;FID;Split 70; f80 CP Sil  
5CB 30 meter 5890 Series II

```

=====
Injection Date   : 12/28/06 3:03:13 PM
Sample Name     : VCO H5NZA
Acq. Operator   : Maryati
Vial            : 1
Inj Volume     : Manually

Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\VCO5.M
Last changed    : 12/28/06 1:53:04 PM by Maryati
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\VCO5.M
Last changed    : 12/28/06 3:29:07 PM by Maryati
                  (modified after loading)
Method for cooling GC HP5890
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
    
```

Signal 1: FID1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area counts*s	Height [counts]	Area %
1	3.819	PB	0.0395	2.61352e4	1.03277e4	0.46265
2	5.200	PB	0.0470	4.04014e5	1.30879e5	7.15193
3	7.558	BB	0.0588	3.64508e5	9.07909e4	6.45258
4	9.972	PB	0.0761	2.83332e6	5.15454e5	50.15594
5	12.172	BB	0.0835	1.02008e6	1.79030e5	18.05758
6	15.325	BB	0.1231	4.62971e5	5.45256e4	8.19560
7	19.692	PV	0.1269	5.67457e4	6831.19482	1.00452
8	19.947	VB	0.1543	3.35187e5	3.25126e4	5.93354
9	20.848	BB	0.1695	1.46065e5	1.29564e4	2.58567

Totals : 5.64902e6 1.03331e6

Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*