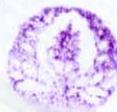


PERBANDINGAN AKTIVITAS  $H_5$ -NZA DAN  $NiO$ -3/ $H_5$ -NZA TERHADAP  
VARIASI TEMPERATUR PADA PROSES PENJERNIHAN  
MINYAK GORENG BEKAS

SKRIPSI



BINA OPT Perpustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Penyelesaian Program Sarjana Sains Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

OLEH :

**YAYUK SRI ASTUTIK**

NIM : 991810301035



No

Hadiah

Pembelian

Terima

Tgl. 06 JAN 2004

No. Induk

fd

Klas

66T

AST

P e,

ANALISA MINYAK

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

NOPEMBER 2003

MOTTO

*Orang lain mungkin ada untuk membantu kita, menolong kita, membimbing kita, melangkah di jalan kita. Tapi pelajaran yang dipelajari selalu milik kita*

*(Melody Beattie)*

*Bukanlah suatu aib jika anda gagal dalam suatu usaha, yang merupakan aib ialah jika anda tidak berusaha bangkit dari kegagalan itu*

*(Ali bin Abi Thalib ra.)*

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan*

*(Alam Nasyrati, 6)*

*Hanya mereka yang berani yang dapat berharap mencapai kemajuan besar*

*(Y2K)*

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan ridha – Mulah Ya Allah. Akhirnya pencarian setitik ilmu dari tak terhingga banyaknya ilmu – Mu dapat terwujud menjadi sebuah karya nyata, yang kupersembahkan untuk:

**Yang tercinta dan tersayang, Ibu dan Bapak** yang senantiasa menyayangi, mendidik dan mendoakanku dengan segenap kasih sayang dan perhatiannya yang tercurah semenjak aku kecil hingga sekarang.

**Kakaku tersayang mbak Indah** yang selalu memberikan motivasi kepadaku untuk selalu belajar serta **keponakanku Faizal** yang lucu.

**Mas Teguh** yang telah memberikan semangat dan berdoa atas kesuksesan ujian skripsiku, terima kasih.

**Ita** makasih antar jemputnya selama penelitian, **Dewi, Bambang, Aam, Iin, Swesty, Joyo, Titik, Iyul, Lina dan semua rekan – rekan 99** yang tidak mungkin dapat kusebutkan satu persatu. Makasih kebersamaannya selama ini.

**Teman – teman kost Jl. Kalimantan X No. 39.** Kenangan bersama kalian akan aku simpan dalam memoriku yang indah.

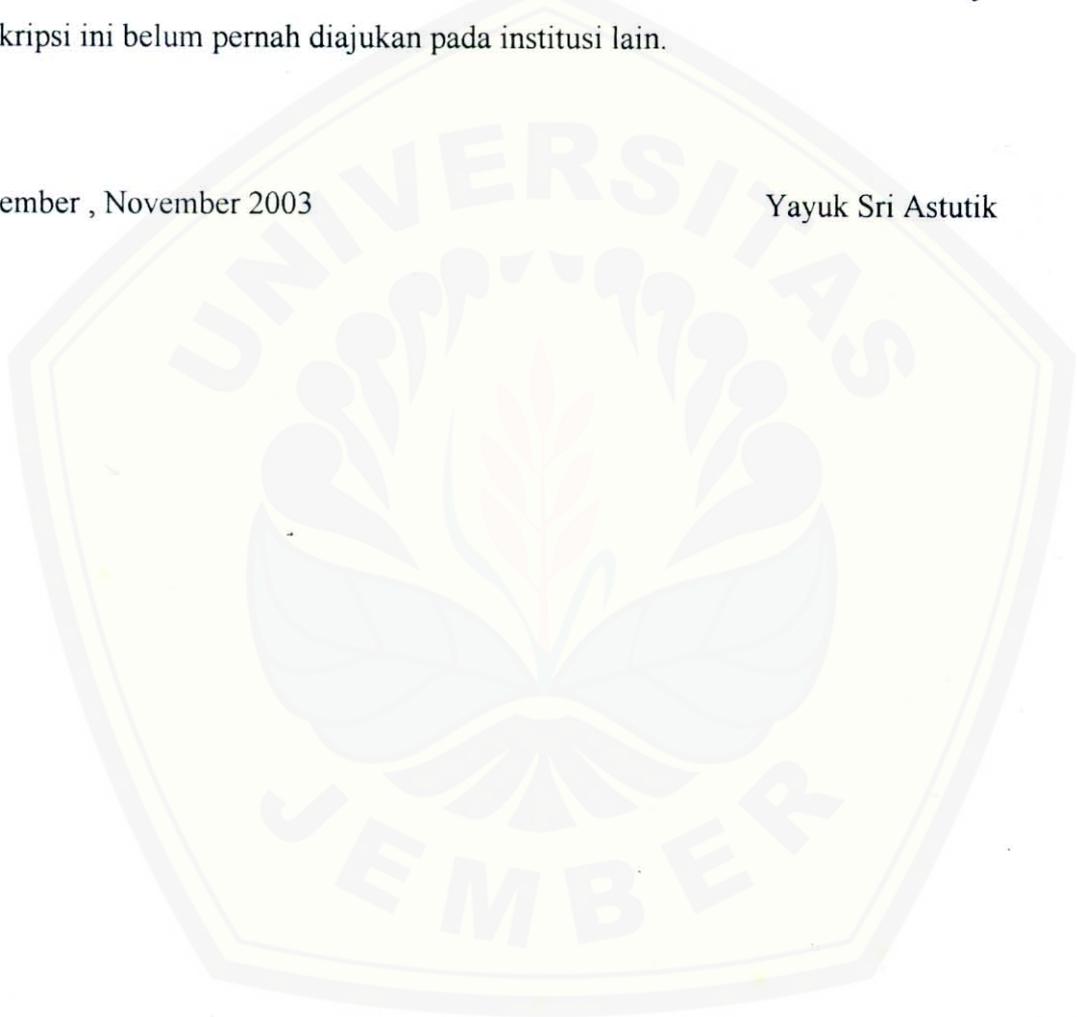
**Almamaterku**, yang membuka cakrawalaku tentang kerasnya hidup dan kehidupan.

### DEKLARASI

Skripsi ini hasil kerja/penelitian mulai bulan Maret 2003 sampai dengan September 2003 di laboratorium Kimia Fisik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Bersama ini saya menyatakan bahwa isi Skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember , November 2003

Yayuk Sri Astutik



## ABSTRAK

**Perbandingan Aktivitas H<sub>5</sub>-NZA dan NiO-3/H<sub>5</sub>-NZA Terhadap Variasi Temperatur dalam Proses Penjernihan Minyak Goreng Bekas, Yayuk Sri Astutik, 991810301035, Skripsi, November 2003, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.**

Telah dilakukan penelitian terhadap penjernihan minyak goreng bekas dengan variasi temperatur melalui proses katalitik dengan katalis H<sub>5</sub>-NZA dan NiO-3/H<sub>5</sub>-NZA. Preparasi katalis dilakukan dengan metode pengasaman, dealuminasi, hidrotermal, impregnasi basah, dan *ion exchange*, kemudian kalsinasi dan oksidasi. Karakterisasi katalis meliputi penentuan keasaman (adsorpsi basa amoniak) dan penentuan kadar logam dengan SSA. Uji aktivitas katalitik katalis H<sub>5</sub>-NZA dan NiO-3/H<sub>5</sub>-NZA pada proses penjernihan minyak goreng bekas dilakukan pada temperatur 100, 150, dan 200 °C. Analisa minyak goreng bekas hasil penjernihan meliputi kadar Asam Lemak Bebas, bilangan peroksida, bilangan penyabunan, berat jenis, dan viskositas. Uji aktivitas katalitik menunjukkan bahwa katalis NiO-3/H<sub>5</sub>-NZA mempunyai aktivitas lebih baik daripada H<sub>5</sub>-NZA terhadap proses penjernihan minyak goreng bekas yang ditunjukkan oleh penurunan kadar Asam Lemak Bebas 65,60 %, penurunan bilangan peroksida 75,77 %, peningkatan bilangan penyabunan 23,04 %, penurunan berat Jenis 12,27 %, dan penurunan viskositas 46,66 %.

*Kata kunci: minyak goreng, zeolit, aktivitas, penjernihan, katalitik*

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember pada:

Hari : **SENIN**

Tanggal : **17 NOV 2003**

Tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Tim Penguji**

Ketua (Dosen Pembimbing Utama) Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)



**(Dwi Indarti, S.Si,M.Si)**

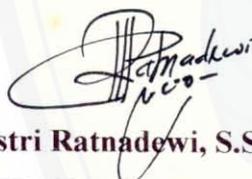
NIP. 132 257 934



**(D. Setyawan R.H., S.Si,M.Si)**

NIP. 132 085 807

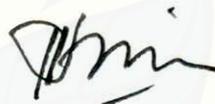
Dosen Penguji I



**(A.A Istri Ratnadewi, S.Si,M.Si)**

NIP. 132 162 523

Dosen Penguji II



**(Drs. Busroni, M.Si)**

NIP. 131 945 805



Mengesahkan  
Dekan MIPA UNEJ

**(H. Sumadi, M.S.)**

NIP. 130 368 784

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir yang berjudul **Perbandingan Aktivitas H<sub>5</sub>-NZA Dan NiO-3 / H<sub>5</sub>-NZA Terhadap Variasi Temperatur Pada Proses Penjernihan Minyak Goreng Bekas** diajukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan program sarjana strata satu (S-1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dan fasilitas dari berbagai pihak. Untuk itu dengan terselesainya skripsi ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada : Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan saran selama awal, proses maupun akhir dari penelitian ini, Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya guna menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini, segenap dosen dan staf akademik serta teknisi laboratorium Fakultas MIPA terima kasih atas bantuannya selama studi, dan semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian dan penyusunan tugas akhir ini selesai.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam tulisan ini masih terdapat kekurangan dan dengan senang hati penulis akan menerima kritik dan saran demi penyempurnaan tugas akhir ini.

Jember, November 2003

Penulis

DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN DEKLARASI</b> .....	iv
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Zeolit Alam .....	5
2.2 Katalis .....	6
2.3 Zeolit sebagai Katalis.....	6
2.4 Modifikasi Zeolit.....	8
2.4.1 Pertukaran ion .....	9
2.4.2 Kalsinasi.....	9
2.4.3 Dealuminasi.....	9
2.4.4 Hidrotermal .....	10
2.4.5 Impregnasi.....	10

2.5	Sifat Katalis Logam Transisi.....	10
2.6	Reaksi Katalitik Heterogen.....	11
2.7	Karakteristik Katalis.....	12
2.7.1	Luas Permukaan Padatan.....	12
2.7.2	Keasaman.....	14
2.8	Spektroskopi Serapan Atom.....	14
2.9	Minyak Goreng.....	16
2.9.1	Komponen Penyusun Minyak Goreng.....	16
2.9.2	Mutu Minyak Goreng.....	17

### III. METODE PENELITIAN

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2	Alat dan Bahan.....	19
3.2.1	Alat yang digunakan.....	19
3.2.2	Bahan yang digunakan.....	19
3.3	Preparasi Larutan.....	19
3.4	Rancangan Percobaan.....	21
3.5	Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.5.1	Pengambilan Sampel.....	21
3.5.2	Preparasi Minyak Goreng Standar dan Minyak Goreng Bekas/Jelantah.....	21
3.5.3	Preparasi Zeolit Alam Aktivasi.....	21
3.5.4	Pembuatan Katalis H <sub>5</sub> -NZA.....	22
3.5.5	Pembuatan Katalis NiO-3 / H <sub>5</sub> -NZA.....	22
3.6	Karakterisasi Katalis.....	23
3.6.1	Penentuan Kandungan Logam.....	23
3.6.2	Penentuan Keasaman Katalis.....	23
3.6.3	Uji Aktivitas Katalis.....	24

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakteristik Katalis.....	28
4.1.1 Kation dalam Katalis.....	28
4.1.2 Keasaman Katalis.....	29
4.2 Karakteristik Bahan Baku.....	31
4.3 Pengaruh Temperatur dan Jenis Katalis yang Berbeda Terhadap Karakteristik Minyak Goreng Bekas Hasil Penjernihan.....	33
4.3.1 Kadar Asam Lemak Bebas.....	33
4.3.2 Bilangan Peroksida.....	34
4.3.3 Bilangan Penyabunan.....	36
4.3.4 Berat Jenis.....	37
4.3.5 Viskositas.....	38
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	42
<b>LAMPIRAN</b> .....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Luas Permukaan Spesifik, Volume Total Pori dan Rerata Jari Pori Katalis.....	13
Tabel 2. Perbandingan komposisi beberapa asam lemak minyak sawit.....	16
Tabel 3. Sifat Fisik dan Kimia minyak goreng bekas dengan minyak goreng baru tanpa merk dan minyak goreng merk Bimoli .....	32
Tabel 4. Standar kalibrasi Na .....	45
Tabel 5. Standar kalibrasi K.....	45
Tabel 6. Standar kalibrasi Ni.....	46
Tabel 7. Data absorban dan kandungan Na .....	47
Tabel 8. Data absorban dan kandungan K.....	47
Tabel 9. Data absorban dan kandungan Ni.....	47
Tabel 10. Data pengukuran katalis dan $\text{NH}_3$ .....	48
Tabel 11. Harga keasaman katalis.....	48
Tabel 12. Data kadar asam lemak bebas .....	49
Tabel 13. Data bilangan peroksida.....	49
Tabel 14. Data bilangan penyabunan .....	49
Tabel 14. Data berat jenis.....	50
Tabel 15. Data viskositas.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Kurva perbandingan antara reaksi tanpa katalis dan reaksi dengan menggunakan katalis .....	6
Gambar 2.	Perlakuan termal terhadap amonium pada zeolit .....	7
Gambar 3.	Dehidrasi kation multivalen pada zeolit.....	7
Gambar 4.	Dehidroksilasi gugus yang berdekatan pada temperatur lebih besar dari 477 °C.....	7
Gambar 5.	Akumulasi logam terimpregnasi pada mulut pori dengan luas permukaan spesifik yang menurun.....	13
Gambar 6.	Kompetisi logam terimpregnasi dengan luas permukaan spesifik yang meningkat.....	14
Gambar 7.	Diagram optis spektroskopi serapan atom .....	15
Gambar 8.	Struktur Triolen.....	16
Gambar 9.	Mekanisme reaksi penyabunan .....	18
Gambar 10.	Kandungan kation dalam sampel katalis.....	28
Gambar 11.	Keasaman katalis.....	30
Gambar 12.	Grafik hubungan antara katalis dan temperatur yang berbeda dengan kadar asam lemak bebas hasil penjernihan minyak goreng bekas.....	33
Gambar 13.	Grafik hubungan antara katalis dan temperatur yang berbeda dengan bilangan peroksida hasil penjernihan minyak goreng bekas.....	35
Gambar 14.	Grafik hubungan antara katalis dan temperatur yang berbeda dengan bilangan penyabunan hasil penjernihan minyak goreng bekas.....	36
Gambar 15.	Grafik hubungan antara katalis dan temperatur yang berbeda dengan berat jenis hasil penjernihan minyak goreng bekas .....	38
Gambar 16.	Grafik hubungan antara katalis dan temperatur yang berbeda dengan viskositas hasil penjernihan minyak goreng bekas.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kurva kalibrasi Na, K, dan Ni.....	45
Lampiran 2. Data absorban dan kandungan Na , K, dan Ni .....	47
Lampiran 3. Data keasaman katalis.....	48
Lampiran 4. Data analisa minyak goreng bekas hasil penjernihan .....	49
Lampiran 5. Standarisasi larutan .....	51
Lampiran 6. Alat penelitian.....	52





## I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Hampir 70% dari semua minyak goreng yang dihasilkan dunia adalah minyak nabati. Minyak diperoleh dari tanaman biji – bijian seperti kacang tanah, kedelai, inti buah kelapa sawit dan kelapa. Minyak diekstraksi dari dalam biji / inti dengan menggilingnya menggunakan pelarut yang mempunyai titik didih rendah, sehingga akan dihasilkan minyak goreng yang berwarna kuning sampai merah dan berbentuk cair pada temperatur kamar. Sifat fisik minyak goreng sama, yaitu berwarna kuning, bening, tidak berbau dan berasa karena rasa pada minyak goreng dipengaruhi oleh zat – zat lain yang terkandung didalamnya (Gaman, 1994). Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih dan penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan (Winarno, 1997).

Umumnya minyak nabati mempunyai titik asap lebih tinggi daripada lemak hewani. Dekomposisi trigliserida menghasilkan sejumlah kecil gliserol dan asam lemak. Gliserol mengalami dekomposisi lebih lanjut menghasilkan senyawa akrolein dan dua molekul air. Proses dekomposisi ini tidak dapat berlangsung balik (irreversible), sehingga titik asap suatu minyak goreng tergantung dari kadar gliserol bebas. Minyak yang telah digunakan untuk menggoreng titik asapnya akan turun karena telah terjadi hidrolisis molekul minyak dan perubahan oksidatif serta akumulasi substansi yang akan memberikan rasa yang tidak disukai pada makanan (Gallean, 1992).

Penjernihan minyak goreng bekas dilakukan agar memperoleh mutu yang mendekati minyak goreng murni. Salah satunya dengan menggunakan zeolit sebagai zat pengabsorpsi karena zeolit mempunyai rongga-rongga, dimana lebih dari 50% ruang kosong dalam zeolit diisi oleh air dan adanya gugus polar seperti kation-kation dan hidroksil sehingga zeolit dapat menyerap air dan molekul-molekul polar lainnya (Hamdan, 1992). Reaksi tersebut dapat dipercepat dengan menggunakan katalis yang merupakan substansi yang dapat mempercepat proses

reaksi kimia menuju kesetimbangan tetapi katalis tidak ikut beraksi dan akan terbentuk kembali pada akhir reaksi (Atkins, 1994).

Pemilihan jenis katalis harus memperhatikan faktor-faktor untuk menunjang proses reaksi, antara lain yaitu faktor efektifitas, efisiensi dan juga nilai ekonomis. Pada proses katalitik yang sering di gunakan dalam industri ataupun juga laboratorium adalah katalis dalam bentuk logam pengemban. Pemilihan pengemban pada katalis ini memperhatikan hal-hal (Khairinal, 2000):

- a). memiliki stabilitas pemanasan yang tinggi
- b). memiliki pori yang memungkinkan terjadinya absorpsi
- c). luas permukaan yang besar
- d). mempunyai kemampuan untuk mengikat logam sebagai katalis

Pengembanan oksida logam ke dalam pori-pori pengemban akan mempengaruhi besar kecilnya ukuran jejari pori yang terukur. Logam yang diemban adalah Ni dengan konsentrasi 3 % karena pengembanan oksida logam cenderung menurunkan ukuran jejari pori yang diakibatkan oleh bertambahnya tersisipnya daerah ukuran pori tertentu oleh oksida logam yang relatif sedikit sehingga luas permukaannya semakin besar, (Mustamsikin, 2003). Pengembanan logam Ni pada zeolit ini mempunyai tujuan memperbanyak jumlah situs aktif sehingga luas permukaan zeolit akan semakin luas. Keadaan ini diharapkan pada saat proses reaksi penjernihan minyak goreng kontak antara reaktan dengan katalis akan semakin besar, sehingga reaksi akan berjalan dengan cepat. Keuntungan dari kondisi ini produk cepat terbentuk.

## **I.2 Rumusan Masalah**

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

1. bagaimana karakter katalis  $H_5-NZA$  dan  $NiO-3 / H_5-NZA$ ?
2. bagaimana hubungan antara karakter katalis dengan aktivitasnya dalam proses penjernihan minyak goreng bekas pada berbagai temperatur ?

3. bagaimana perbedaan dari karakteristik minyak goreng standart (SNI) dengan minyak goreng hasil penjernihan dengan katalis  $H_5-NZA$  dan  $NiO-3 / H_5-NZA$ ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. mengetahui karakter katalis  $H_5-NZA$  dan  $NiO-3 / H_5-NZA$
2. mempelajari hubungan antara karakter katalis dengan aktivitasnya dalam proses penjernihan minyak goreng bekas pada berbagai temperatur
3. mengetahui perbedaan kualitas dari karakteristik antara minyak goreng standart (SNI) dengan minyak goreng hasil penjernihan dengan katalis  $H_5-NZA$  dan  $NiO-3 / H_5-NZA$ .

### 1.5 Manfaat penelitian.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi salah satu solusi penanganan sisa minyak goreng bekas yang berfungsi sebagai media pemanas sehingga dapat menghemat sumber daya alam pada umumnya dan menghemat anggaran konsumen pada khususnya. Dan untuk para peneliti dapat ditindaklanjuti agar diperoleh hasil yang lebih baik.

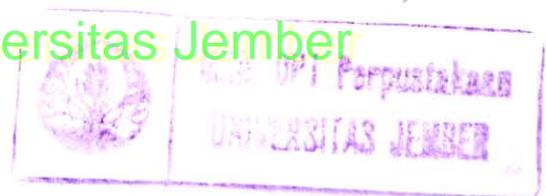
### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian proses penjernihan minyak goreng bekas ini masalah yang dibatasi pada :

1. konsentrasi logam Ni yang diembankan 3 %.
2. minyak goreng yang dipakai dalam penelitian ini yaitu minyak goreng bekas penggorengan tempe dan pisang dengan 5 X pemakaian.
3. proses penjernihan berlangsung pada temperatur  $100^{\circ}C$ ,  $150^{\circ}C$ , dan  $200^{\circ}C$ .
4. karakterisasi katalis meliputi:
  - a. penentuan kandungan logam dengan metode *Atomic Adsorption Spectroscopy (AAS)*.
  - b. penentuan keasaman dengan metode gravimetri

5. analisa minyak goreng meliputi : kekentalan dengan viskometer *Ostwald*, derajat kerusakan pada minyak dengan bilangan peroksida, uji ketengikan dengan metode bilangan penyabunan, dan kadar asam lemak bebas.

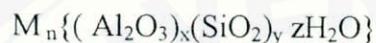




## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.2 Zeolit Alam

Zeolit dapat diartikan sebagai mineral berupa kristal silika-alumina yang terdiri dari tiga komponen yaitu kation yang dapat dipertukarkan, kerangka alumino-silikat dan air. Gugusan alumina dan gugusan silika pada zeolit masing-masing berbentuk tetrahedral dan saling dihubungkan oleh atom oksigen sehingga membentuk kerangka tiga dimensi. Secara umum formula zeolit dapat dituliskan sebagai berikut (Hamdan, 1992) :



Di mana :

- M = kation bermuatan n yang dapat dipertukarkan
- n = jumlah muatan kation
- x = jumlah  $Al_2O_3$
- y = jumlah  $SiO_2$
- { } = kerangka alumina – silika
- z = jumlah  $H_2O$

Zeolit alam bercampur dengan mineral lain seperti felspar, sodalit, nephelit dan leusit. Diperkirakan zeolit alam terbentuk dari lava gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, membentuk sedimen-sedimen dan batuan metamorfosa dan selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin membentuk mineral zeolit.

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral  $AlO_4^{5-}$  dan  $SiO_4^{4-}$  yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur,  $Si^{4+}$  dapat diganti dengan  $Al^{3+}$ . Ikatan Al – O – Si membentuk struktur kristal, sedangkan logam alkali atau alkali tanah merupakan sumber kation yang dapat dipertukarkan (Sutarti, 1994).

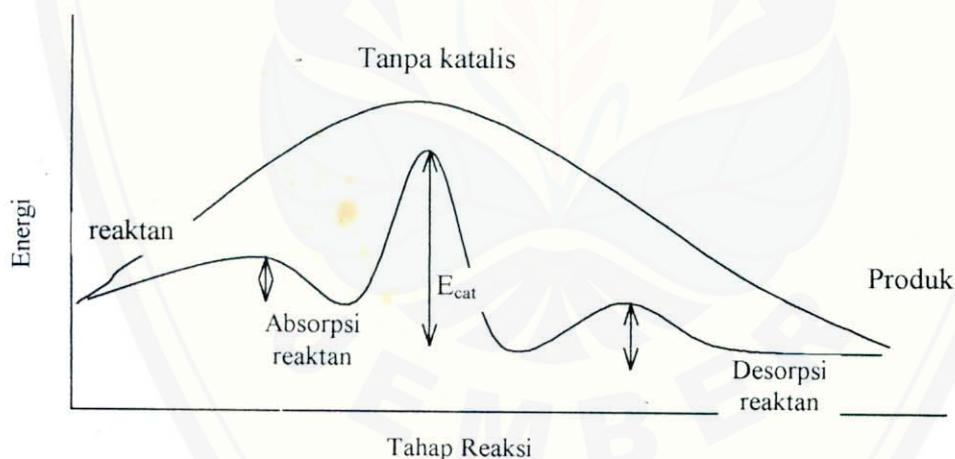
Zeolit berisi kation di luar kerangka aluminium silikat amorf yang digunakan untuk menetralkan muatan listrik spesies  $AlO_4^-$ . Kation di luar kerangka dapat dipertukarkan dengan kation lain menggunakan teknik pertukaran ion (*exchange ion*) (Hamdan, 1992).

## 2.2 Katalis

Secara umum katalis didefinisikan sebagai substansi yang mempengaruhi kecepatan reaksi. Katalis sebagai substansi yang meningkatkan kecepatan reaksi tanpa dikonsumsi oleh proses reaksi (Satterfield 1980).

Berdasarkan fase penyusunnya, katalis dibedakan menjadi dua macam yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen artinya katalis yang berada dalam fase yang sama dengan campuran reaktan. Katalis heterogen merupakan katalis yang berbeda fase dengan campuran reaktan (Atkins, 1997).

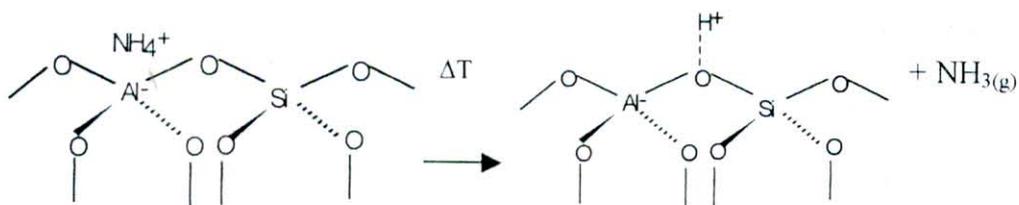
Reaksi antara reaktan dengan katalis akan menghasilkan senyawa yang lebih aktif sebagai intermediet serta meningkatkan kecepatan, kerapatan dan juga interaksi tumbukan yang terjadi akibat dari lokalisasi reaktan. Sebagai akibatnya maka energi aktivasi dari reaksi akan lebih rendah. Energi aktivasi yang minimum menyebabkan produk cepat terbentuk. Secara kinetika energi aktivasi dipengaruhi oleh adanya katalis.



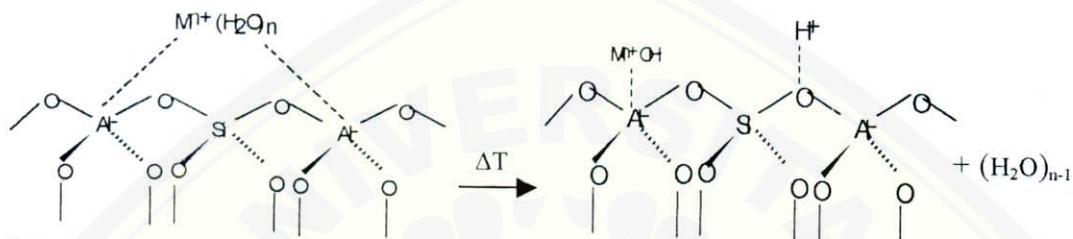
Gambar 1. Kurva perbandingan antara reaksi tanpa katalis dengan reaksi menggunakan katalis.

## 2.3. Zeolit Sebagai Katalis

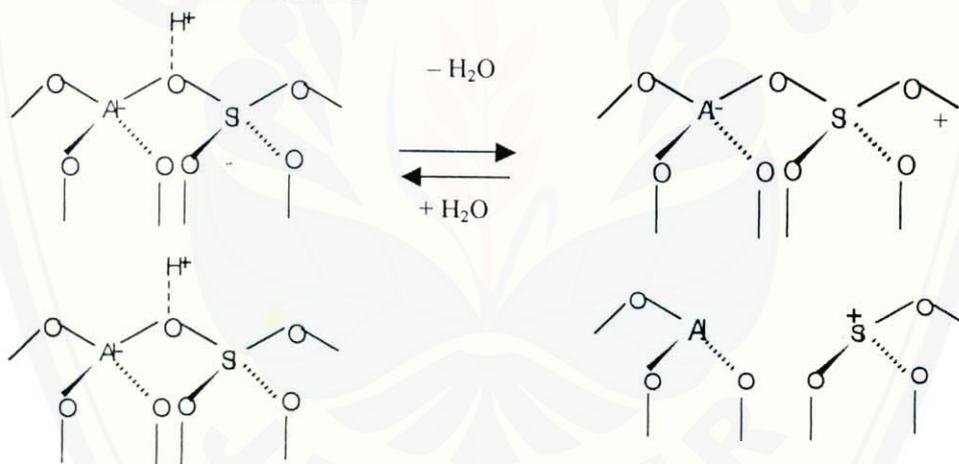
Zeolit yang digunakan secara luas sebagai katalis dalam proses penjernihan didasarkan pada produksi situs asam Bronsted dan adanya situs asam Lewis yang terdapat dalam pori zeolit (Smith, 1992). Situs asam tersebut disajikan pada gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 2. Perlakuan termal terhadap amonium-zeolit sehingga diperoleh bentuk H-zeolit



Gambar 3. Dehidrasi terhadap kation multivalen pada zeolit sehingga dihasilkan situs asam Bronsted



Gambar 4. Dehidroksilasi dua gugus yang berdekatan pada temperatur lebih besar dari 477 °C dihasilkan situs asam Lewis.

Berdasarkan gambar 2, 3 dan 4 zeolit dapat digunakan sebagai pengemban dan sebagai katalis karena hal-hal berikut :

### 1. Aktivitas

Menurut Smith (1992), aktivitas katalis salah satunya ditentukan oleh sifat fisik seperti luas permukaan, ukuran pori, ukuran partikel, dan struktur partikel.

Zeolit merupakan pengemban yang baik untuk katalis yang tersusun atas silika alumina. Keasaman akan berpengaruh pada katalis dengan membentuk situs

aktif. Rasio Si/Al yang meningkat akan berpengaruh pada aktifitas zeolit sebagai katalis.

## 2. Selektivitas

Selektivitas dari zeolit adalah kesensitifitasan distribusi dari kekuatan situs aktif untuk menyokong reaksi yang terjadi. Sehingga keuntungan selektivitas zeolit dari alumina-silika adalah adanya situs aktif dalam zeolit.

## 3. Waktu pakai katalis

Kondisi pemakaian katalis meliputi temperatur, tekanan, macam reaktan yang digunakan dan frekuensi penggunaan katalis. Beberapa penyebab penurunan kemampuan waktu pakai katalis adalah sebagai berikut :

### a. Terjadinya peracunan katalis. (*Poisoning Catalyst*)

Terdapatnya suatu unsur tertentu dalam senyawa yang diumpangkan dalam reaktor teradsorpsi secara kimia pada permukaan katalis dan pori sehingga menutupi situs aktif katalis dalam melakukan fungsinya.

### b. Terjadinya pengotoran (*Fouling*) pada permukaan katalis

Adanya sejumlah besar material pengotor yang mengendap dan teradsorpsi secara fisik maupun kimia pada permukaan katalis, sehingga akan mengurangi luas permukaan katalis. Keadaan ini terjadi karena reaksi-reaksi samping yang menghasilkan pengotor.

### c. Terjadinya penggumpalan (*Sintering*)

Kerusakan struktur pengemban karena pengaruh temperatur yang terlalu tinggi sehingga menyebabkan penggumpalan pada permukaan katalis.

## 2.4 Modifikasi Zeolit

Menurut Hamdan (1992), zeolit dapat dimodifikasi baik sifat fisika maupun kimianya dengan mempengaruhi perubahan spesies kation, ukuran pori, perbandingan Si/Al dan derajat dehidrasinya. Teknik-teknik modifikasi zeolit meliputi: pertukaran ion, kalsinasi, dealuminasi, hidrotermal dan pengembanan logam (*Impregnasi*).

### 2.4.1 Pertukaran ion

Pertukaran ion dalam zeolit merupakan proses pertukaran kation dalam sistem pori dalam kristal dengan kation lain dari suatu larutan pada katalis seimbang.

Tujuan pertukaran ion dalam zeolit adalah sebagai berikut:

- a. 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 bervalensi lebih tinggi. Perubahan ukuran pori dalam memodifikasi zeolit mempunyai efek yang besar terhadap “penyaringan molekular” (*Molecular sieving*).

- b. Meningkatkan kestabilan zeolit.

### 2.4.2 Kalsinasi

Kalsinasi merupakan perlakuan termal untuk menghilangkan senyawa organik dan uap air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit yang dilakukan pada temperatur 500°C sampai 550°C. Pada perlakuan kalsinasi ini dapat merubah struktur padatan yang terdapat dalam zeolit, efek yang terjadi adalah menaikkan luas permukaan dan meningkatkan jumlah pori (Nurhadi, 1999).

### 2.4.3 Dealuminasi

Dealuminasi zeolit merupakan suatu peristiwa penurunan kandungan Al dalam zeolit. Dealuminasi pada zeolit dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Mereaksikan zeolit dalam larutan HF dan HCl

Perendaman zeolit dalam larutan HF akan membersihkan pori-pori dan permukaan zeolit dari pengotor-pengotor atau kation-kation yang dapat larut. Perendaman ini dilakukan pada konsentrasi yang rendah dalam waktu yang singkat karena HF sangat sensitif terhadap kerangka zeolit sehingga dapat merusak struktur kerangka zeolit.

2. Mengalirkan uap air pada temperatur kalsinasi (Szostak, 1991).

#### 2.4.4 Hidrotermal

Hidrotermal dilakukan dengan mengalirkan uap air pada temperatur kalsinasi melalui zeolit. Uap air akan mengekstrak Al yang ada pada kerangka menjadi Al non kerangka. Proses hidrotermal akan meningkatkan stabilitas zeolit pada temperatur tinggi (Hamdan, 1992).

#### 2.4.5 Impregnasi

Impregnasi merupakan metode pengembanan logam ke dalam pori-pori zeolit. Terdapat dua cara impregnasi (Augustine, 1996), yaitu :

a. Impregnasi kering

Bahan pengembanan (zeolit) dibasahi dengan larutan yang sesuai dengan volume pori yang kemudian dikeringkan.

b. Impregnasi basah

Bahan pengembanan direndam dalam larutan garam dimana volume larutan garam melebihi volume pori zeolit.

### 2.5 Sifat Katalis Logam Transisi

Logam transisi merupakan material padat (logam) yang secara kimiawi memiliki karakteristik yang khas. Logam Ni merupakan salah satu logam transisi yang mempunyai Ar sebesar 58,71 g/mol dimana menurut Soemarji (1987) logam transisi memiliki orbital d yang terisi sebagian yang akan berikatan dengan orbital s dan p pada molekul teradsorpsi. Orbital d yang terdegenerasi akan memberikan kondisi elektrik dengan energi yang sangat rendah yang menentukan pembentukan atau pemutusan ikatan kimia. Oleh karena itu, reaktan akan teradsorpsi pada orbital tersebut sehingga dapat menghasilkan reaksi yang sesuai (Bell, 1987). Garam – garam nikel (II) yang stabil, diturunkan dari nikel (II) oksida yang merupakan zat warna hijau. Garam – garam nikel yang terlarut berwarna hijau disebabkan oleh warna dari kompleks heksakuonikelat (II)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  (Vogel, 1990).

## 2.6 Reaksi katalitik heterogen

Pusat aktif katalis pada reaksi katalitik hidrogen berada pada permukaan pori-pori agar dapat berinteraksi dengan pusat aktif. Aktivitas suatu katalis dipengaruhi oleh adsorpsi reaktan pada permukaan katalis. Adsorpsi dibedakan menjadi dua yaitu adsorpsi fisik (fisisorpsi) dan adsorpsi kimia (kemisorpsi).

Fisorpsi (adsorpsi fisik) merupakan peristiwa interaksi gaya molekuler, yaitu interaksi molekul-molekul gas dengan permukaan padatan yang bersifat reversibel. Artinya semua molekul gas yang teradsorpsi secara fisik dapat dilepaskan kembali dengan cara menaikkan temperatur dan menurunkan tekanan. Sedangkan kemisorpsi (adsorpsi kimia) merupakan peristiwa interaksi orbital molekul pada permukaan padatan dengan molekul reaktan yang bersifat reversibel (Champbell, 1988).

Pada prinsipnya reaksi katalitik heterogen mengikuti tahapan (Champbell, 1988) sebagai berikut:

1. Difusi reaktan kepermukaan katalis
2. Adsorpsi molekul reaktan pada permukaan katalis
3. Reaksi kimia pada katalis untuk membentuk produk
4. Desorpsi produk dari permukaan katalis
5. Difusi produk dari permukaan katalis

Fungsi katalis pada permukaan padatan dalam reaksi katalitik heterogen yaitu menyediakan situs aktif untuk reaktan untuk saling bertemu dan bereaksi. Aktifitas katalis ditentukan oleh kekuatan adsorpsi reaktan pada permukaan katalis. Adsorpsi yang terlalu lemah energi yang dilepaskan juga akan semakin kecil akibatnya sedikit fraksi yang ditempati oleh reaktan dan reaksi berjalan lambat (Augustine, 1996).

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi dalam reaksi katalitik heterogen adalah :

1. Keasamaan Zeolit

Menurut Smith (1992) zeolite yang digunakan secara luas sebagai katalis dalam proses penjernihan didasarkan pada produksi situs asam Bronsted dan situs asam Lewis yang terdapat dalam pori zeolit.

## 2. Luas Permukaan Zeolit

Struktur yang khas dari zeolit, yaitu hampir sebagian besar merupakan kanal dan pori, jadi zeolit mempunyai luas permukaan yang besar. Semakin banyak jumlah pori yang dimiliki, semakin besar luas permukaan total yang dimiliki oleh zeolit. Luas permukaan zeolit dapat mencapai ratusan kali lebih besar dibanding bagian permukaan luarnya. Luas permukaan yang besar ini sangat menguntungkan bagi reaksi-reaksi katalitik heterogen.

## 3. Selektivitas Zeolit

Menurut Smith (1992), dalam kerangka zeolit kation dapat dipertukarkan atau dapat disubstitusi dengan logam pengemban, akibatnya akan terabsorpsi pada katalis melalui pori pada permukaan katalis.

## 4. Penyaringan Molekuler

Penyaringan molekuler yang sangat berpengaruh adalah ukuran dari pori-pori zeolit yang cukup berperan dalam proses penyerapan. Ukuran molekul ini sangat berhubungan dengan bentuk geometri atau struktur kristal dari molekulnya, sehingga adanya bentuk dari molekul akan berhubungan dengan proses adsorpsi atau penyerapannya. Pori-pori dari suatu padatan terbagi menjadi tiga ukuran yaitu :

1. 500 Angstrom yang disebut dengan makropori
2. 20 hingga 500 Angstrom disebut dengan mesopori
3. kurang dari 20 Angstrom yang disebut dengan mikropori (Champbell, 1988).

## 2.7 Karakteristik Katalis

### 2.7.1 Luas permukaan padatan.

Menurut Smith (1992) luas permukaan diartikan sebagai jumlah permukaan luar dengan permukaan dalam yang terbentuk dari dinding pori, retakan, dan celah dalam material pori. Kemampuan suatu padatan sebagai katalis sangat berkaitan erat pada pori dan luas permukaan. Penentuan pori suatu permukaan suatu katalis merupakan bagian yang cukup penting pada karakterisasi padatan, karena sangat berhubungan untuk aktivitas katalis. Semakin luas permukaan katalis maka akan

semakin banyak molekul pereaksi yang dapat teradsorpsi pada permukaan dan akan bereaksi sehingga akan menghasilkan produk dengan waktu yang cepat.

Semakin besar luas permukaan maka semakin banyak pori. Dalam padatan dengan berat tertentu apabila pori – porinya semakin banyak maka jari – jari pori semakin kecil. Jadi semakin kecil jari – jari pori maka luas permukaan semakin besar (Mustamsikin, 2003). Hal ini dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 1. Data Luas Permukaan Spesifik (LPS), Volume Total Pori (VTP) dan Rata - rata Jari Pori (RJP) Katalis.

Jenis katalis	LPS ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	VTP ( $10^{-9} \text{ m}^3/\text{g}$ )	RJP ( $10^{-10} \text{ m}$ )
H <sub>5</sub> -NZA	180,390	103,175	11,438
NiO/H <sub>5</sub> -NZA	21,570	21,026	19,490

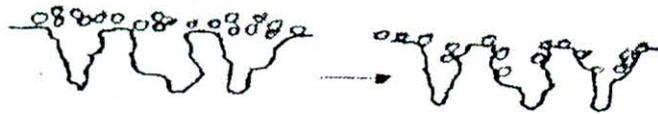
(Mustamsikin, 2003)

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan H<sub>5</sub>-NZA memiliki Luas Permukaan Spesifik lebih besar daripada NiO/H<sub>5</sub>-NZA. Karena pengaruh hidrotermal akan menghidrolisis Al dalam kerangka. Sedangkan pengaruh impregnasi logam Ni ke dalam pengemban menurunkan Luas Permukaan Spesifik dan Volume Total Pori karena distribusi oksida logam yang kurang merata akibat terjadinya *sintering*.



Gambar 5. Kompetisi logam terimpregnasi dengan Luas Permukaan Spesifik menurun.

Sebaliknya distribusi yang merata menyebabkan kenaikan Luas Permukaan Spesifik (Ato' Urochman, 2003). Hal ini juga konsisten dengan hipotesa Setyawan P.H (2001) bahwa peningkatan Luas Permukaan Spesifik dalam pengembanan logam yang banyak disebabkan oleh kompetisi antar logam relatif sedikit bahkan tidak ada sehingga distribusi logam ke dalam pori/ permukaan pengemban menjadi lebih rata.



Gambar 6. Kompetisi logam terimpregnasi dengan Luas Permukaan Spesifik yang meningkat.

### 2.7.2 Keasaman

Keasaman merupakan salah satu karakter penting dalam suatu padatan yang digunakan sebagai katalis heterogen. Keasaman suatu padatan meliputi asam dan pusat asam pada permukaan padatan.

Pada asam-basa Bronsted, keasaman suatu padatan adalah kemampuan suatu padatan untuk memberikan proton. Teori Lewis menyatakan bahwa asam suatu zat (padatan) didefinisikan sebagai kemampuan suatu padatan untuk menerima pasangan elektron. Perhitungan pusat asam pada permukaan padatan berkenaan dengan teori asam Bronsted dan Lewis di atas. Jumlah gugus asam Bronsted (proton) dan asam Lewis (orbital kosong yang mampu menerima pasangan elektron) yang terdapat pada permukaan padatan. Penentuan keasaman total suatu padatan dapat dilakukan dengan cara gravimetri, yaitu berdasarkan selisih berat antara padatan yang telah mengadsorpsi basa dengan sebelum mengadsorpsi basa, sehingga dapat dihitung jumlah asamnya (Setiaji, 1990).

### 2.8 Spektroskopi Serapan Atom

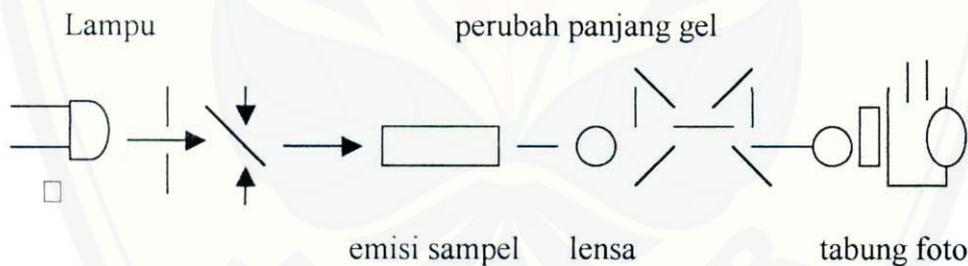
Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom-atom yang menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsurnya. seperti unsur Natrium (Na) menyerap panjang gelombang 589 nm, unsur Kalium (K) menyerap pada panjang gelombang 766,5 nm, dan unsur Nikel (Ni) menyerap pada panjang gelombang 450 nm. Panjang gelombang tersebut mempunyai cukup energi yang tinggi untuk mengubah tingkat energi elektronik suatu atom, transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi berarti memperoleh lebih banyak energi suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Ini dapat diterangkan dalam

persamaan berikut (Khopkar, S.M, 1990):

$$\frac{N_j}{N_o} = \frac{P_j}{P_o} \exp\left[-\frac{E_j}{KT}\right] \dots\dots\dots(1)$$

- Di mana :
- N<sub>j</sub> = jumlah atom yang tereksitasi
  - N<sub>o</sub> = atom pada keadaan dasar , T = Temperatur
  - K = Tetapan Boltzman ( 1,38.10<sup>-16</sup>erg/KJ)
  - E<sub>j</sub> = Perbedaan energi tidak tereksitasi dari tingkat dasar
  - P<sub>j</sub>,P<sub>o</sub> = Kultur statistik yang di banyaknya tingkat yang mempunyai energi setara pada masing-masing tingkat.

Spektroskopi Serapan Atom mempunyai tiga komponen yaitu pertama unit atomisasi, kedua sumber radiasi, dan ketiga sistem pengukuran fotometrik. Skema SSA seperti pada gambar 7 (Khopkar S.M,1990).



Gambar 7. Diagram optis dari Spektroskopi Serapan Atom

Teknik SSA ini mempunyai kelebihan dapat mengukur hingga tingkat runtu, dan dapat menentukan konsentrasi semua unsur pada konsentrasi yang sangat kecil.

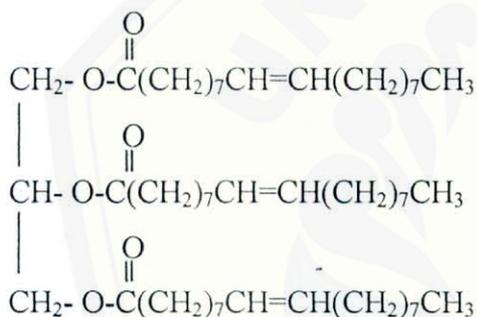
Kelemahan alat ini adalah masih dimungkinkan adanya gangguan yang terdapat kerja dari alat, yaitu jika terjadi interferensi spektra dan interferensi kimia, gangguan spektral disebabkan adanya tumpangtuh absorpsi antara spesies pengganggu dengan spesies terukur karena rendahnya resolusi monokromator, sedangkan interferensi kimia disebabkan adanya reaksi kimia selama atomisasi sehingga mengubah sifat-sifat absorpsi (Khopkar.S.M, 1990).

## 2.9 Minyak Goreng

### 2.9.1 Komponen penyusun minyak goreng

Minyak kelapa dapat diperoleh dari daging buah kelapa segar atau dari kopra. Proses untuk membuat minyak kelapa dari daging buah kelapa segar dikenal dengan proses basah (*wet process*), karena pada proses ini ditambahkan air untuk mengekstraksi minyak. Sedangkan pembuatan minyak kelapa dengan bahan baku kopra dikenal dengan (*dry process*) (Djoehana. S, 1984).

Seperti jenis minyak yang lain, minyak sawit tersusun atas unsur – unsur C, H dan O, misalnya pada Triolen :



Gambar 8. Struktur Triolen (Anthony, 1992).

Tabel 2. Komposisi beberapa asam lemak minyak sawit :

Jenis asam lemak	Jumlah atom C	Persen komposisi
<b>Asam lemak jenuh</b>		
Oktanoat	8	-
Dekanoat	10	-
Laurat	12	1
Miristat	14	1 – 2
Palmitat	16	32 – 47
<b>Asam lemak tidak jenuh</b>		
Oleat	18	38 – 56
Linoleat	18	5 – 14
Linolenat	18	1

(Ketaren, 1986)

Minyak goreng juga merupakan campuran beberapa trigleserida (yaitu triester dari asam lemak berantai panjang (C<sub>12</sub> sampai C<sub>24</sub> dan gliserol), sehingga minyak goreng dapat menimbulkan bau yang tengik atau cita rasa yang tidak enak

bila dibiarkan pada udara lembab pada temperatur kamar. Proses oksidasi adalah penyebab utama ketengikan minyak goreng. Udara hangat dan membiarkan minyak goreng di tempat terbuka merangsang ketengikan oksidatif. Pada ketengikan oksidatif, ikatan rangkap dua dalam ikatan komponen asam lemak tidak jenuh dari trigliserida terputus sehingga membentuk aldehida berbobot molekul rendah dengan bau tidak sedap. Aldehida kemudian dioksidasi menjadi asam lemak berbobot molekul rendah yang juga berbau tidak enak (Anthony, 1992).

### 2.9.2 Mutu minyak goreng

Menurut Winarno (1987), mutu minyak goreng ditentukan oleh sifat fisik dan kimia dari minyak tersebut. Sifat fisik dan kimia tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. Kelarutan

Minyak tidak larut dalam air, sebab air bersifat polar sedangkan minyak bersifat non polar dan karena adanya asam lemak berantai panjang. Minyak hanya sedikit larut dalam alkohol dan larut sempurna dalam pelarut – pelarut halogen yang memiliki sifat non polar (Ketaren, 1986).

#### 2. Kadar Asam Lemak Bebas

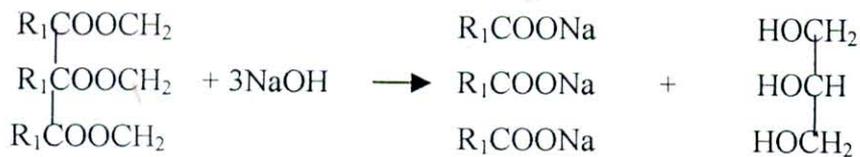
Menurut Stevenson (1984) minyak yang digunakan secara berulang – ulang dapat menyebabkan peningkatan asam lemak bebas yang terbentuk dari reaksi hidrolisis dengan adanya air, temperatur tinggi dan proses oksidasi pada ikatan rangkap.

#### 3. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida merupakan nilai untuk menentukan derajat kerusakan minyak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya membentuk peroksida sehingga bilangan peroksida dapat dinyatakan sebagai angka oksidasi (Ketaren, 1986).

#### 4. Bilangan Penyabunan

Bilangan penyabunan adalah jumlah NaOH yang diperlukan untuk menyabunkan 1 gram minyak. Untuk menetralkan satu molekul gliserida diperlukan 3 molekul alkali (Ketaren, 1986) dengan reaksi sebagai berikut:



Gambar 9. Mekanisme penyabunan (Winarno, 1997).

#### 5. Berat Jenis

Berat jenis minyak bervariasi tergantung berat molekul penyusunnya dan derajat ketidakjenuhan (Lawson, 1995). Pada minyak goreng bekas berat jenis tergantung pada kadar air dan kadar kotoran yang tidak larut selama penggorengan (Susanto, 1987). Menurut (Ketaren, 1986), pengujian berat jenis minyak bertujuan untuk mengetahui kemurnian minyak goreng.

#### 6. Viskositas

Viskositas dipengaruhi oleh rantai asam lemak penyusun trigliserida dan asam lemak tidak jenuh dari asam lemaknya (Susanto, 1987). Pemanasan terhadap minyak goreng pada temperatur tinggi dalam waktu yang lama mempengaruhi peningkatan viskositas minyak dan merupakan indikasi kerusakan minyak (Lawson, 1995).



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Fisik dan Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UGM Yogyakarta. Penelitian dilakukan selama 6 bulan mulai bulan Maret hingga September 2003.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Peralatan gelas yaitu labu ukur (50 ml, 100 ml, 500 ml) pyrex, beaker glass (25 ml, 250 ml) pyrex, pipet volume (10 ml, 25 ml) pyrex, pipet mohr (5ml) pyrex, erlenmeyer (150 ml) pyrex, neraca analitik Mettler AT 200, reaktor aktivasi, *furnace*, *Vacuum Drying Oven* merk Selecta, AA-6200 Shimadzu dan Perkin Elmer 3110 Atomic Absorption Spectrofotometer, *termocouple* merk Digi-sense-model No. 8528-10 (JTEK), desikator, botol semprot, vessel pemanas, pH meter, kondensor, regulator merk Matsunaga 1,5KV, penyaring *buchner*, piknometer, *ostwald*, buret merk pyrex, dan *water batch*.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah zeolit alam dari PT. Prima Zeolita Yogyakarta, minyak goreng bekas/jelantah, minyak goreng merk bimoli, minyak goreng tanpa merk,  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  99 % (pa, E-Merk), kertas saring Whatman 42, akuades, gas  $\text{N}_2$  dan gas  $\text{O}_2$  (CV. Bukit Oksigen Jember), glass wool, HF teknis, HCl 37% (pa, E-Merk),  $\text{HNO}_3$  76% (pa, E-Merk),  $\text{NH}_4\text{Cl}$  99,5 % (pa, E-Merk), NaOH 99,5 % (pa, E-Merk), kertas lakmus, KI 99 % (pa, E-Merk),  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  99 % (pa, E-Merk),  $\text{NH}_3$  25% (pa, E-Merk), Etanol 98% (pa, E-Merk),  $\text{CH}_3\text{COOH}$  96 % (pa, E-Merk),  $\text{CCl}_4$  76 % (pa, E-Merk), dan  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$  99,5 % (pa, E-Merk)

### 3.3 Preparasi larutan

#### 3.3.1 Larutan HF 1%

Dipipet 8,6 ml HF 35 % lalu encerkan beberapa ml akuades hingga volume 300 ml dalam wadah plastik.

#### 3.3.2 Larutan HF 4 %

Dipipet 11,4 ml HF 35 % lalu encerkan beberapa ml akuades hingga volume 100 ml dalam wadah plastik.

#### 3.3.3 Larutan HCl 6M

Dipipet 49,7 ml larutan HCl 37 % dan encerkan dalam labu ukur 100 ml hingga tanda batas yang sebelumnya telah diisi akuades.

#### 3.3.4 Larutan NH<sub>4</sub>Cl 0.1N

Ditimbang 2,6745 g NH<sub>4</sub>Cl dimasukkan dalam beaker glass, larutkan dalam 100 ml akuades dan diencerkan dalam labu ukur 500 ml hingga tanda batas.

#### 3.3.5 Larutan KI 0.1N

Ditimbang 0,3567 g KI dimasukkan dalam beaker glass dan ditambah beberapa ml akuades, kemudian encerkan dalam labu ukur 100 ml hingga tanda batas.

#### 3.3.6 Larutan Indikator pp 1 %

Ditimbang 0,5001 g phenophtalein dimasukkan dalam beaker glass dan ditambah beberapa ml alcohol 95 %, kemudian encerkan dalam labu ukur 100 ml hingga tanda batas dengan alcohol 95 %.

#### 3.3.7 Larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1N

Ditimbang 25,0000 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O dimasukkan dalam beaker glass dan ditambah akuades 100 ml. Encerkan dalam labu ukur 1000 ml hingga tanda batas.

#### 3.3.8 Larutan Pati 1%

Ditimbang 1,0000 g pati dididihkan dalam gelas piala dengan 20 ml akuades dan diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 100 ml hingga tanda batas.

### 3.4 Rancangan Percobaan

Penelitian dilaksanakan dengan analisa data dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 2 faktor. Faktor I: Temperatur dan Faktor II: Jenis katalis. Masing – masing faktor dengan 3 kali pengulangan. Faktor I: Temperatur,  $T_1 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2 = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $T_3 = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Faktor II: Jenis katalis,  $K_1 = \text{H}_5\text{-NZA}$  dan  $K_2 = \text{NiO-3/H}_5\text{-NZA}$

Kombinasi perlakuan sebagai berikut:

T1K1 = Temperatur  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan Katalis  $\text{H}_5\text{-NZA}$

T2K1 = Temperatur  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan Katalis  $\text{H}_5\text{-NZA}$

T3K1 = Temperatur  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan Katalis  $\text{H}_5\text{-NZA}$

T1K2 = Temperatur  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan Katalis  $\text{NiO-3/H}_5\text{-NZA}$

T2K2 = Temperatur  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan Katalis  $\text{NiO-3/H}_5\text{-NZA}$

T3K3 = Temperatur  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan Katalis  $\text{NiO-3/H}_5\text{-NZA}$

### 3.5 Pelaksanaan penelitian

#### 3.5.1 Pengambilan sampel

Sampel yang merupakan minyak goreng bekas penggorengan tempe yang diambil dari warung di belakang gedung Jurusan Kimia dengan 5 X penggorengan tiap hari sebanyak 1Kg yang digunakan untuk 3 kali ulangan dimana setiap perlakuan diperlukan 200 ml minyak goreng bekas.

#### 3.5.2 Preparasi minyak goreng standar dan minyak goreng bekas/jelantah

Preparasi minyak goreng menggunakan 50 ml merk Bimoli disaring dalam penyaring buchner menggunakan kertas saring. Kemudian dilakukan uji fisik maupun kimia meliputi berat jenis, viskositas, bilangan peroksida, kadar asam lemak bebas dan bilangan penyabunannya. Begitu pula untuk minyak goreng curah dan bekas.

#### 3.5.3 Preparasi Zeolit Alam Aktivasi (NZA)

Serbuk zeolit dari PT. Prima Zeolita sebanyak 2,000 g direndam dalam akuades sambil diaduk dengan pengaduk besi selama 1 jam pada temperatur

kamar, kemudian disaring. Endapan dikeringkan dalam oven pada temperatur 100°C selama 3 jam lalu digerus dan diayak hingga diperoleh serbuk dengan ukuran 100 mesh. Dan dikalsinasi dengan dialiri gas nitrogen pada temperatur 500°C selama 4 jam (gambar 17 pada lampiran 10), kemudian dioksidasi dengan oksigen pada temperatur 400°C selama 1,5 jam, sehingga diperoleh NZA (Setyawan P.H, 2001).

### 3.5.4 Pembuatan Katalis H<sub>5</sub>-NZA

Sampel NZA direndam dalam larutan HF 1 % dengan perbandingan volume 1:2 dalam gelas kimia selama 10 menit pada temperatur kamar. Kemudian campuran disaring dan dicuci berulang-ulang dengan akuades sampai pH = 6. Endapan zeolit direfluk dengan menggunakan HCl 6 M dengan perbandingan volume 1 : 2 selama 30 menit pada temperatur 90 °C sambil diaduk, set alat refluks seperti pada lampiran 10 gambar 18. Selanjutnya disaring dan dicuci dengan akuades sampai pH 6. Kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 130°C selama 3 jam dan dilanjutkan dengan penggerusan.

NZA dipanaskan bersama NH<sub>4</sub>Cl 0,1 M dengan perbandingan volume 1 : 2 pada temperatur 90 °C selama 3 jam setiap hari dan dilakukan berulang-ulang setiap hari selama satu minggu sambil digojog setiap satu jam selama pemanasan. Setelah itu NZA disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH = 6, endapan dikeringkan dalam oven pada temperatur 130 °C. Setelah dingin NZA yang sudah kering dihaluskan dan diletakkan dalam cawan porselin lalu dikalsinasi selama 4 jam pada temperatur 500°C. NZA didinginkan dan dilanjutkan dengan proses hidrotermal selama 5 jam pada temperatur 500°C (gambar 19 pada lampiran 10). Setelah dihidrotermal katalis didinginkan dan dikalsinasi selama 3 jam pada temperatur 500°C dan didinginkan, kemudian dioksidasi dengan gas oksigen selama 1,5 jam pada temperatur 400°C. Selanjutnya didinginkan dan diperoleh katalis H<sub>5</sub>-NZA.

### 3.5.5 Pembuatan Katalis NiO-3 / H<sub>5</sub>-NZA

Pembuatan katalis NiO-3 / H<sub>5</sub>-NZA dengan cara pengembanan 3 % Ni dari kristal NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O sebesar 0,1490 gram pada katalis H<sub>5</sub>-NZA yaitu dengan

Larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  pekat yang dipanaskan pada temperatur  $60^\circ\text{C}$  akan menghasilkan  $\text{NH}_3$  yang dialirkan ke dalam desikator melalui selang hingga kelihatan uap di dalam desikator (kondisi jenuh), seperti pada lampiran 10 gambar 20. Kemudian didinginkan selama 24 jam. Berat katalis ditimbang hingga diperoleh berat ( $W^1$ ) dalam mg. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang berulang-ulang setiap 15 menit hingga diperoleh berat tetap.

Maka berat  $\text{NH}_3$  yang diadsorpsi dalam zeolit adalah sebagai berikut :

$$\Delta W = (W^1 - W) \text{ (mgram) } \dots\dots\dots(2)$$

Dalam hal ini, keasaman didefinisikan sebagai jumlah (mmol)  $\text{NH}_3$  yang teradsorpsi untuk setiap gram berat katalis. Sehingga jumlah asam sampel katalis untuk setiap gram katalis dihitung sebagai berikut (Nurhadi, 1999) :

$$\text{Jumlah Asam} = \frac{\Delta W}{\text{Massa Molar } \text{NH}_3 \times W \text{ Zeolit}} \text{ mmol / gram } \dots\dots\dots(3)$$

#### 3.5.4 Uji aktivitas katalis

Aktivitas katalis ditentukan dengan cara melakukan uji terhadap reaksi penjernihan minyak goreng bekas pada temperatur  $100^\circ\text{C}$ ,  $150^\circ\text{C}$ , dan  $200^\circ\text{C}$  kemudian ditentukan secara analisa fisik, yaitu dengan mengukur berat jenis, viskositas menggunakan *Ostwald* dan secara kimia, yaitu uji ketengikan dengan bilangan penyabunan, penentuan derajat kerusakan pada minyak dengan bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas.

*Prosedur uji aktivitas katalis dilakukan sebagai berikut:*

200 ml minyak goreng bekas penggorengan tempe dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml panaskan sampai temperatur  $70^\circ\text{C}$  di atas kemudian masukkan 5,0001 g katalis (Ketaren, 1986). Panaskan sampai temperatur  $100^\circ\text{C}$  (jaga agar temperatur konstan) selama 1 jam. Dilakukan juga untuk temperatur  $150^\circ\text{C}$  dan  $200^\circ\text{C}$ . Kemudian minyak disaring untuk menghilangkan katalisatornya dan dilakukan analisa minyak goreng tersebut baik secara kimia maupun fisika.

### Penentuan Viskositas

Penentuan viskositas minyak goreng menggunakan metode *Ostwald*. Langkah pertama dalam percobaan ini, yaitu menentukan rapat jenis minyak goreng piknometer 10 mL. Piknometer lengkap dalam keadaan kosong ditimbang ( $w_1$ ) kemudian piknometer diisi dengan zat cair sampai penuh dan ditimbang lagi ( $w_2$ ), yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Ketaren, 1986) :

$$\rho = \frac{w_2 - w_1}{V} \dots\dots\dots(4)$$

Di mana  $\rho$  = massa jenis zat cair (gr/ml)

$V$  = volume zat cair dalam piknometer (10mL)

Langkah yang kedua, yaitu menentukan kekentalannya dengan *ostwald*. Alat dibersihkan betul – betul dengan asam pencuci dan dikeringkan dengan pompa. Isi dengan air secukupnya kemudian air dinaikkan lebih tinggi dari tanda paling atas, saat itu stopwatch dihidupkan. Demikian pula setelah tanda paling bawah stopwatch dimatikan, sehingga waktu alir dapat ditentukan. Ulangi tiga kali untuk minyak goreng hasil penjernihan (Funke, 1997).

$$\frac{\eta_1 = \rho_1 \times t_1}{\eta_2 = \rho_2 \times t_2} \dots\dots\dots(5)$$

Di mana :  $\eta_1$  = kekentalan zat cair

$\eta_1$  = kekentalan zat yang akan dicari (minyak goreng)

$\rho_1$  = rapat zat cair

$\rho_2$  = rapat minyak goreng

$t_1$  = waktu alir zat cair

$t_2$  = waktu alir minyak goreng

### Uji Ketengikan

Minyak goreng sebanyak 2.0001 g ditambahkan 50 ml larutan NaOH 0,5M, lalu direfluks diatas pemanas selama 30 menit. Refluks sempurna jika campuran tampak bening. Setelah refluks selesai didinginkan dan ditambahkan indikator pp, kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,5M sampai terjadi

perubahan warna pada larutan (Ketaren, 1986).

Bilangan penyabunan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{\text{BM NaOH}(V \text{ NaOH} \times M \text{ NaOH}) - (V \text{ HCl} \times M \text{ HCl})}{\text{Gram contoh}} \dots\dots(6)$$

Gram contoh

(Ketaren, 1986)

Di mana: BM NaOH = Molekul relatif NaOH (40 g/mol)

V NaOH = Volume NaOH (ml)

M NaOH = Konsentrasi NaOH

V HCl = Volume HCl

#### *Penentuan Bilangan Peroksida*

Peroksida ini dapat ditentukan dengan metode iodometri, sebagai berikut: 2,0001 g minyak dimasukkan dalam labu erlenmeyer, kemudian tambahkan 30 ml campuran pelarut yang terdiri dari 60% asam asetat glasial dan 40% kloroform. Setelah minyak larut ditambahkan 0,5ml larutan KI jenuh sambil dikocok. Setelah dua menit sejak penambahan KI, ditambahkan 30 ml akuades. Titrasi larutan dengan natrium thiosulfat 0,1N sampai warna kuning hampir hilang. Tambahkan 0,5 ml larutan pati. Lanjutkan titrasi sampai warna biru mulai hilang. Hasilnya dinyatakan dalam miliekuivalen per 1000 gram minyak.

$$\text{miliekuivalen per 1000gram} = \frac{A \times N \times 1000}{G} \dots\dots(7)$$

Di mana : A = jumlah ml larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

N = normalitas larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

G = berat contoh minyak (gram) (Sudarmadji, 1996)

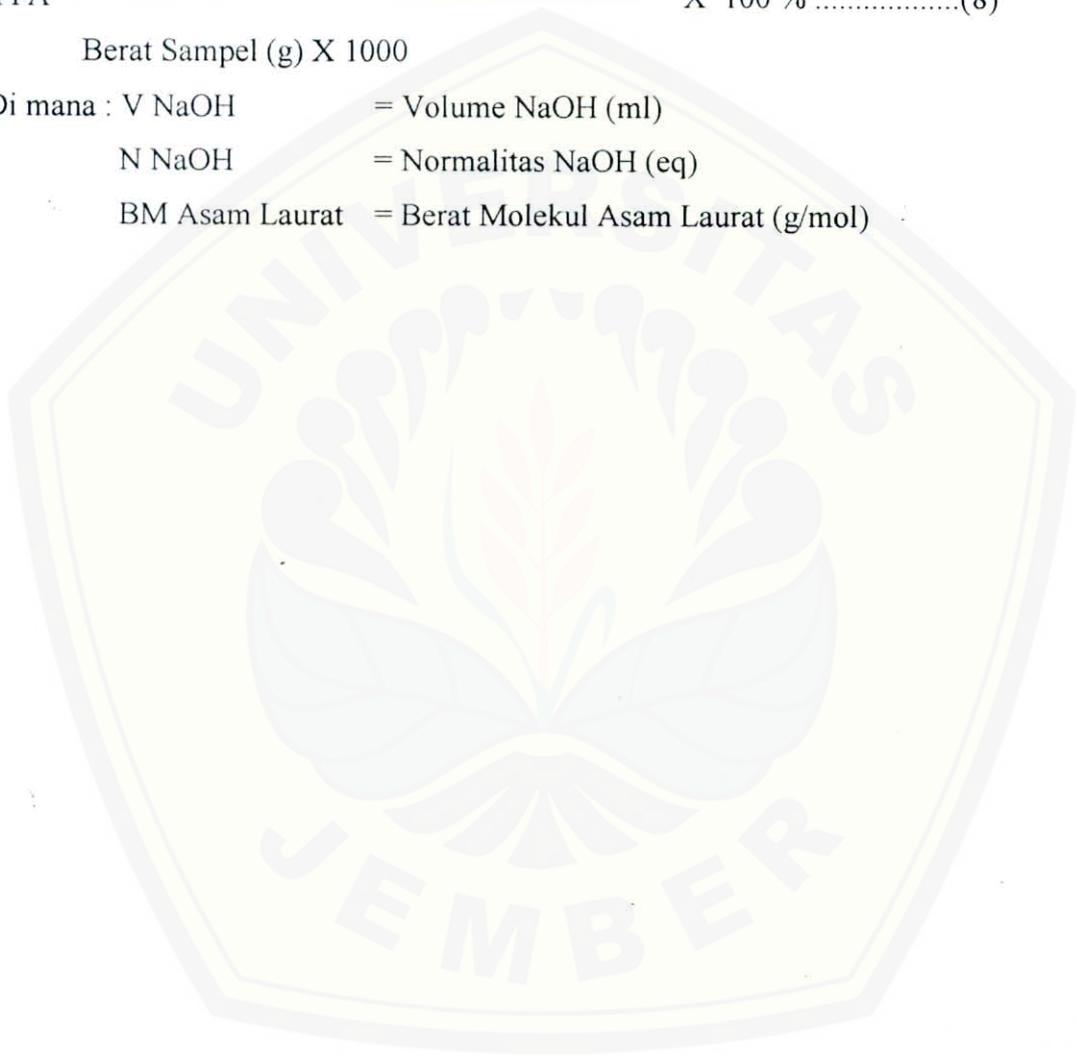
#### *Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas*

Kadar asam lemak bebas dapat ditentukan dengan metode titrasi, sebagai berikut: minyak goreng ditimbang 12,000 g dalam erlenmeyer dan ditambahkan 20 ml alkohol panas 95% panas. Ditambah 2-3 tetes indikator pp. Titrasi dengan

0.1N NaOH (standarisasi) dan digojog sampai terbentuk warna merah muda yang tidak hilang selama 30 detik (Sudarmadji, 1996).

$$\text{FFA} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Asam Laurat}}{\text{Berat Sampel (g)} \times 1000} \times 100 \% \dots\dots\dots(8)$$

- Di mana :
- V NaOH = Volume NaOH (ml)
  - N NaOH = Normalitas NaOH (eq)
  - BM Asam Laurat = Berat Molekul Asam Laurat (g/mol)



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi keasaman katalis dan kandungan kation maka aktivitas katalis semakin turun.
2. NiO-3/H<sub>5</sub>-NZA mempunyai aktivitas lebih besar daripada H<sub>5</sub>-NZA karena impregnasi Ni mengakibatkan pertambahan sisi aktif katalis.
3. Aktivitas katalis dalam proses penjernihan minyak goreng bekas paling banyak dicapai oleh jenis katalis NiO-3/H<sub>5</sub>-NZA dengan penurunan kadar Asam Lemak Bebas 65,60 %, penurunan bilangan peroksida 75,77 %, peningkatan bilangan penyabunan 23,04 %, penurunan berat jenis 12,27 %, dan penurunan viskositas 46,67 %.

### 5.2 Saran

Dalam penelitian ini, bilangan peroksida, kadar asam lemak bebas, berat jenis, bilangan penyabunan dan viskositas sudah mengalami penurunan namun masih belum bisa mendekati minyak baru sehingga perlu penelitian lebih lanjut mengenai kondisi optimum temperatur dan jenis rektor *fluid bed*.



## DAFTAR PUSTAKA

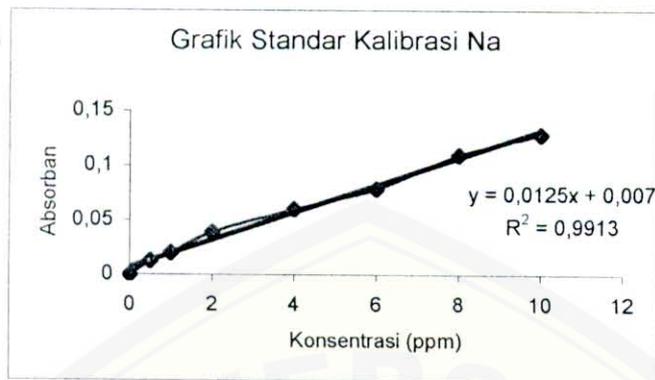
- Anonymous. 1995. **Standar Nasional Indonesia**. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Anthony, C.W. 1992. **Pengantar Kimia Organik dan Hayati**. ITB Bandung. Bandung.
- Ato' URochman. 2003. **Preparasi Katalis NiO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Zeolit dan Uji Katalisnya pada Perengkahan Pelumaas Bekas Refining menjadi Fraksi Bahan Bakar**. Fakultas MIPA UNEJ. Jember.
- Atkins, P.W. 1997. **Kimia Fisika Jilid II**. edisi keempat. Erlangga. Jakarta.
- Augustine, R.L. 1996. **Heterogeneous Catalysis for Chemist**. Marcel Dekker Inc., New York.
- Bell, A.T. 1987 **Support and Metal Support Interaction in Catalyst Design**. John Weley and Sons. New York.
- Champbell, I. M. 1988. **Catalysis at Surface**. Chapman and Hall Btd. New York.
- Djoehana, S. 1984. **Bertanam Kelapa**. Kanisius. Yogyakarta.
- Funke, W. 1997. **Problems and Progresi in Organic Coating Science and Technology**. Elsevier Science. New York.
- Gaman, P.M. 1992. **Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi, dan Mikrobiologi**, Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta.
- Hamdan, H. 1992. **Introduction to Zeolit : Synthesis, Characterization, and Modification**. University Teknologi Malaysia. Malaysia.
- Hassler, T.P. 1953. **Nutritional Evaluation of Food Processing**. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Ketaren. 1986. **Minyak dan Lemak Pangan**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Khairinal. 2000. **Skripsi: Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal**. UGM. Yogyakarta.
- Khopkar, S.M. 1990. **Konsep Dasar Kimia Analitik**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Lawson, H. 1995. **Food Oils and Fats**. Chapman and Hall. New York.

- Lowell, S., and J.E. Shields. 1984. **Powder Surface Area and Porosity**, Edisi II. Chapman and Hall. New York.
- Mustamsikin, I. 2003. **Preparasi Katalis NiO /Zeolit dan Uji Katalisnya pada Reaksi Perengkahan Pelumaas Bekas menjadi Fraksi Bahan Bakar**. Fakultas MIPA UNEJ. Jember.
- Nurhadi, M. 1999. **Tesis: Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Kromium-Zeolit Alam untuk Perengkahan Fraksi Minyak Bumi**. UGM. Yogyakarta.
- Prasetyo, K. 2000. **Studi Keamanan Pangan dan Karakteristik Sifat Fisik-Kimia Minyak Goreng Sawit Curah yang Beredar di Pasar Dinoyo Kotamadya Malang**. Skripsi Teknologi Hasil Pertanian UNIBRAW. Malang.
- Reyne. 1992. **Usaha Bududaya, Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran Kelapa Sawit**. Swadaya. Jakarta.
- Rukmini.A., 2000. **Skripsi: Prospek Bahan Tanaman Bersilikat Untuk Regenerasi Minyak Goreng Bekas**. Teknologi Hasil Pertanian UNIBRAW. Malang.
- Saputro, U. 2002. **Solid Support Preparasi katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Zeolit Sebagai Perengkah (Cracking Oli Bekas pada Temperatur 350 °C)**. Fakultas MIPA UNEJ. Jember.
- Sartika.A., 2000. **Skripsi: Studi Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Komposisi Dan Kualitas Minyak Goreng Sisa Pakai**. Fakultas MIPA UNIBRAW. Malang.
- Satterfield, C. N. 1980. **Heterogenous Catalysis in Practices**. Mc. Graw-Hill Book Co. New York.
- Setiaji, B. 1990. **Penentuan Keasaman Permukaan Padatan dengan Cara Termal Analisis**. Berkala Ilmiah MIPA. FMIPA UGM. Yogyakarta.
- Setyawan, D. 2001. **Tesis: Modifikasi Zeolit Alam dan Karakterisasinya sebagai Katalis Perengkahan Asap Cair Kayu Bengkirai**. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Smith, K. 1992. **Solid Support and Catalyst in Organic Synthesis**. Ellis Horwood PTR. Prentice Hall. London.
- Stoztak. 1991. **Modified Zeolites**. Elsevier. Amsterdam.

- Stevenson, F.G. 1984. **Quality Control in The Use of Deep Frying Oils.** J.Amer. Oil Chem. Soc 61: 11022.
- Sutarti, M dan Rachmawati. M. 1994. **Zeolit : Tinjauan Literatur.** Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah. LIPI. Jakarta.
- Susanto, T. 1987. **Teknologi Lemak dan Minyak Makanan.** Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Toro, V.J. 1991. **Interaction Among Oil Components During Adsorption: Effect on Caroteid and Peroxides.** J.Food Science. London.
- Vogel. 1990. **Analisa Anorganik Kualitatif.** PT. Kalman Media Pusaka. Jakarta.
- Wega, T.S.1991. **Tesis: Modifikasi, Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Alam..** UGM. Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi.** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.



Lampiran 1. Kurva kalibrasi Na, K, dan Ni

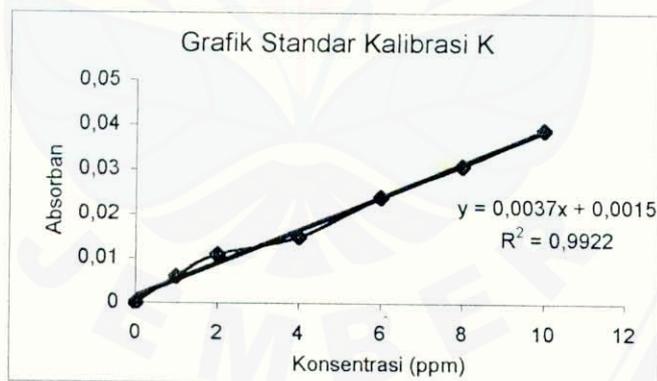


Tabel 4. Standar Kalibrasi Na

[Na] (ppm)	0	0.5	1	2	4	6	8	10
Absorban	0	0.013	0.020	0.039	0.060	0.079	0.11	0.13

Persamaan yang diperoleh :  $y = mx + c$

$$= 0.0125x + 0.007 \text{ dengan } R^2 = 0.9913$$

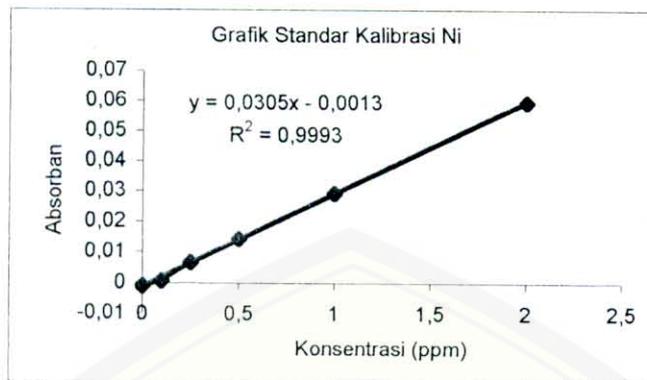


Tabel 5. Standar Kalibrasi K

[K] (ppm)	0	1	2	4	6	8	10
Absorban	0	0.006	0.011	0.015	0.024	0.031	0.039

Persamaan yang diperoleh :  $y = mx + c$

$$= 0.0037x + 0.0015 \text{ dengan } R^2 = 0.9922$$



Tabel 6. Standar Kalibrasi Ni

[Ni] (ppm)	0	0.1	0.25	0.50	1.0	2.0
Absorban	0	0.0006	0.0067	0.0143	0.0293	0.0596

Persamaan yang diperoleh :  $y = mx + c$

$$= 0.0305x - 0,0013 \text{ dengan } R^2 = 0.9993$$

**Lampiran 2.** Data absorban dan kandungan (%b/b) Na, K, dan Ni dalam sampel katalis

Tabel 7. Data absorban dan kandungan (%b/b)Na

Jenis katalis	Absorban			Kandungan (%b/b)			Kandungan (%b/b) rata-rata	Standar deviasi
	I	II	III	I	II	III		
NZA	0,126	0,127	0,127	0,119	0,120	0,120	0,120	$7,07 \cdot 10^{-4}$
H <sub>5</sub> -NZA	0,071	0,072	0,074	0,064	0,065	0,067	0,065	$1,58 \cdot 10^{-3}$
NiO-3/H <sub>5</sub> -NZA	0,061	0,061	0,062	0,056	0,054	0,055	0,055	$1 \cdot 10^{-3}$

Tabel 8. Data absorban dan kandungan (%b/b)K

Jenis katalis	Absorban			Kandungan (%b/b)			Kandungan (%b/b) rata-rata	Standar deviasi
	I	II	III	I	II	III		
NZA	0,032	0,031	0,032	0,103	0,099	0,103	0,032	$2,34 \cdot 10^{-3}$
H <sub>5</sub> -NZA	0,018	0,019	0,018	0,056	0,057	0,057	0,057	$1 \cdot 10^{-3}$
NiO-3/H <sub>5</sub> -NZA	0,025	0,026	0,026	0,079	0,083	0,083	0,082	$2,35 \cdot 10^{-3}$

Tabel 8. Data absorban dan kandungan (%b/b) Ni

Jenis katalis	Absorban			Kandungan (%b/b)			Kandungan (%b/b) rata-rata	Standar deviasi
	I	II	III	I	II	III		
NiO-3/H <sub>5</sub> -NZA	0,0065	0,0065	0,0066	0,0806	0,0806	0,0809	0,0806	$2,35 \cdot 10^{-3}$

### Lampiran 3. Keasaman Katalis

Tabel 9. Data pengukuran katalis dan  $\text{NH}_3$

Jenis katalis	Berat zeolit (g)			Berat zeolit dan $\text{NH}_3$ (g)			Berat $\text{NH}_3$ (g)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
NZA	0,4780	0,4821	0,4809	0,4951	0,5002	0,5987	0,0171	0,0181	0,0178
$\text{H}_5\text{-NZA}$	0,4967	0,4940	0,4955	0,5428	0,5393	0,5413	0,0461	0,0453	0,0458
$\text{NiO-3/H}_5\text{-NZA}$	0,4826	0,4849	0,4800	0,5134	0,5156	0,5106	0,0308	0,0307	0,0306

Tabel 10. Harga keasaman katalis

Jenis katalis	Keasaman (mmol/g)			Keasaman rata-rata (mmol/g)	Standar deviasi
	I	II	III		
NZA	2,1041	2,2084	2,0771	2,6134	0,0534
$\text{H}_5\text{-NZA}$	5,4594	5,2632	5,4371	5,4303	0,0332
$\text{NiO/H}_5\text{-NZA}$	3,7542	3,7242	3,7500	3,7428	0,0162

**Lampiran 4.** Data Analisa Minyak Goreng Bekas Hasil Penjernihan

Tabel 11. Data kadar Asam Lemak Bebas (%)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	SD
	I	II	III		
T1K1	0,317	0,300	0,317	0,311	$9,65.10^{-5}$
T2K1	0,267	0,283	0,283	0,278	$8,55.10^{-5}$
T3K1	0,267	0,250	0,267	0,261	$9,65.10^{-5}$
T1K2	0,267	0,233	0,267	0,256	$3,85.10^{-4}$
T2K2	0,216	0,200	0,200	0,205	$8,55.10^{-5}$
T3K2	0,183	0,150	0,183	0,172	$3,63.10^{-4}$

Tabel 12. Data Bilangan Peroksida (meq/Kg)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	SD
	I	II	III		
T1K1	16,0	14,0	14,0	14,7	1,55
T2K1	14,0	12,0	12,0	12,7	1,55
T3K1	12,0	10,0	10,0	10,7	1,55
T1K2	12,0	14,0	12,0	12,7	1,55
T2K2	8,0	10,0	8,0	8,7	1,55
T3K2	6,0	6,0	4,0	5,33	1,55

Tabel 13. Data Bilangan Penyabunan (mg NaOH/g)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	SD
	I	II	III		
T1K1	208,7625	208,2875	205,9125	208,2875	2,17
T2K1	220,1625	220,6375	220,1625	220,6375	0,82
T3K1	231,5625	230,3750	230,8500	230,3750	1,48
T1K2	237,9750	240,5875	242,9625	240,5875	2,50
T2K2	245,8125	245,8125	245,1000	245,8125	0,71
T3K2	254,3625	254,6000	253,6500	254,6000	1,09

Tabel 14. Data Berat Jenis (g/ml)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	SD
	I	II	III		
T1K1	0,9163	0,9065	0,9160	0,9129	$5,57.10^{-3}$
T2K1	0,8923	0,9000	0,8924	0,8949	$4,41.10^{-3}$
T3K1	0,8594	0,8673	0,8601	0,8623	$4,37.10^{-3}$
T1K2	0,8673	0,8676	0,8697	0,8682	$1,31.10^{-3}$
T2K2	0,8475	0,8497	0,8520	0,8497	$2,25.10^{-3}$
T3K2	0,8201	0,8231	0,8360	0,8264	$8,45.10^{-3}$

Tabel 15. Data Viskositas

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	SD
	I	II	III		
T1K1	34,9745	35,0385	35,1611	35,0580	0,09
T2K1	25,9946	26,5376	26,4318	26,3213	0,29
T3K1	21,1849	21,7978	21,4463	21,4763	0,31
T1K2	29,8799	30,2213	30,3859	30,1624	0,26
T2K2	24,7067	25,2669	25,3907	25,1214	0,36
T3K2	20,0443	20,4198	20,9263	20,4635	0,44

**Lampiran 5. Standarisasi Larutan**L. 5.1 Standarisasi Larutan NaOH

Ditimbang 0,6185 g Asam Oksalat dimasukkan dalam beaker glass dan ditambah 25 ml akuades kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas dan diperoleh larutan asam oksalat 1 N. Larutan Asam Oksalat tersebut dipipet 10 ml dan ditambah 1-2 tetes indikator pp kemudian dititrasi dengan larutan NaOH hingga terjadi perubahan warna.

$$V_{\text{Asam Oksalat}} \times N_{\text{Asam Oksalat}} = V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}}$$

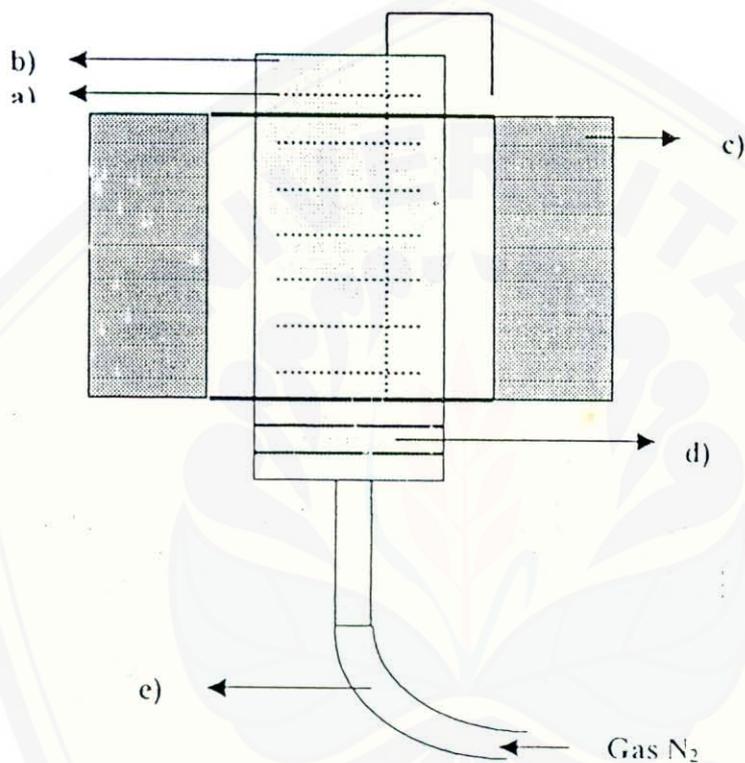
No.	$V_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4}(\text{ml})$	$[\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4](\text{N})$	$V_{\text{NaOH}}(\text{ml})$	$[\text{NaOH}](\text{N})$
1	10	0,1	9,8	0,1
2	10	0,1	9,7	0,1
3	10	0,1	9,8	0,1
Rata - rata				0,1

L.5.2 Standarisasi Larutan 0,5 N HCl

Dipipet 20,7 ml HCl pekat dan encerkan dalam labu ukur 500 ml yang sebelumnya telah diisi aquades sedikit. Titrasi 10 ml larutan HCl ini dengan larutan NaOH yang telah distandarisasi (0,5 N) menggunakan indikator pp 0,1 % sampai terbentuk warna merah muda.

$$V_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}}$$

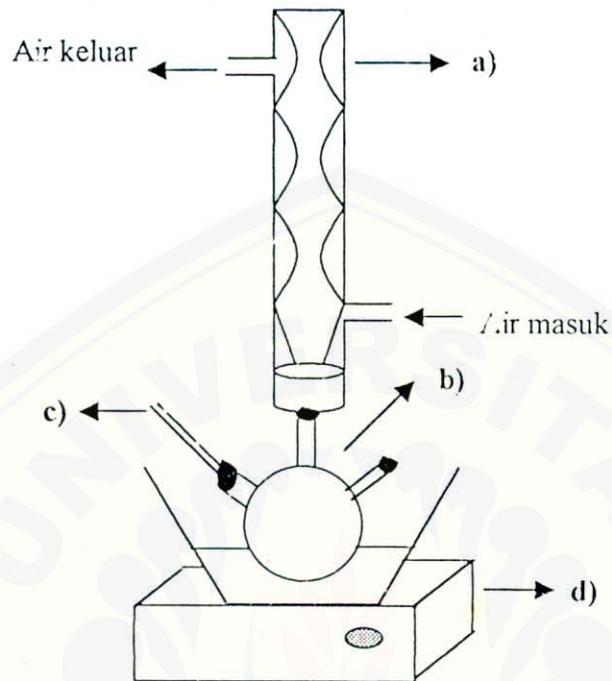
No.	$V_{\text{NaOH}}(\text{ml})$	$[\text{NaOH}](\text{N})$	$V_{\text{HCl}}(\text{ml})$	$[\text{HCl}](\text{N})$
1	10,0	0,5	10,0	0,5
2	10,1	0,5	10,0	0,5
3	10,0	0,5	10,0	0,5
Rata - rata				0,5



Gambar 17. Susunan Alat Kalsinasi

Keterangan :

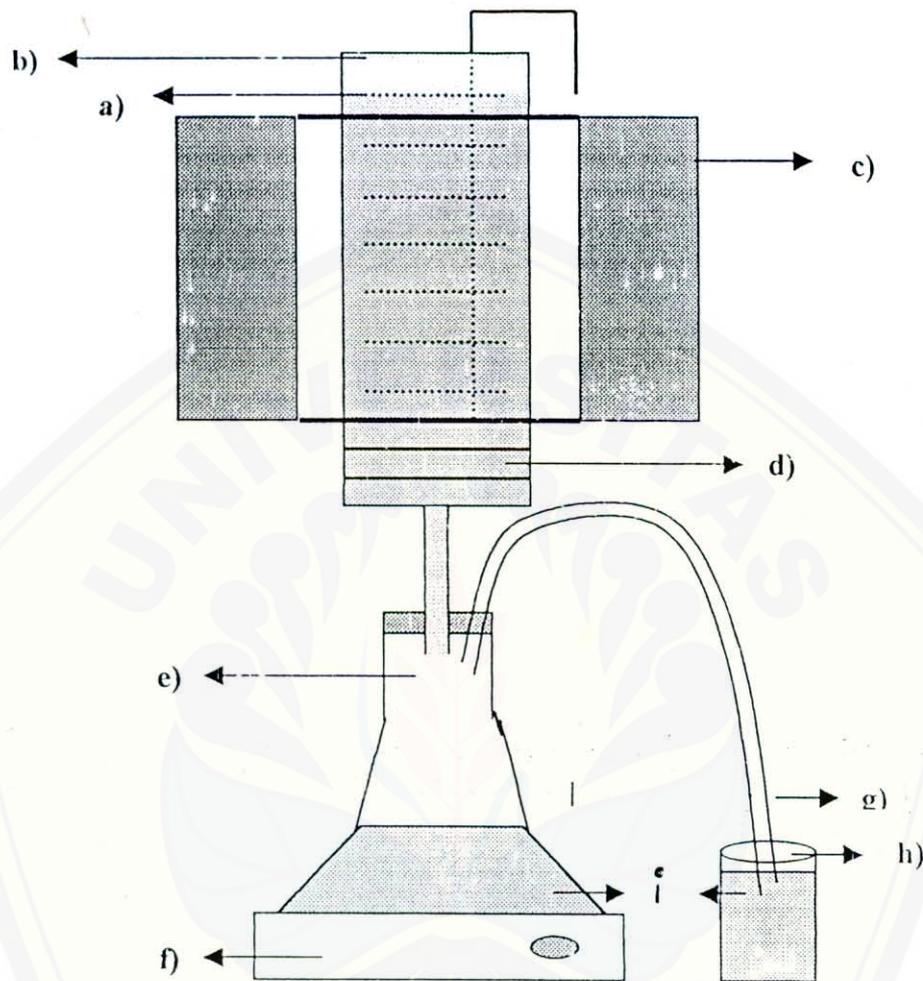
- a) Plat tempat zeolit
- b) Reaktor
- c) Furnace
- d) Glass wool
- e) Selang silikon



Gambar 18. Seperangkat Alat Refluks

Keterangan :

- a) Kondensor
- b) Labu leher tiga
- c) Termometer
- d) Pemanas listrik

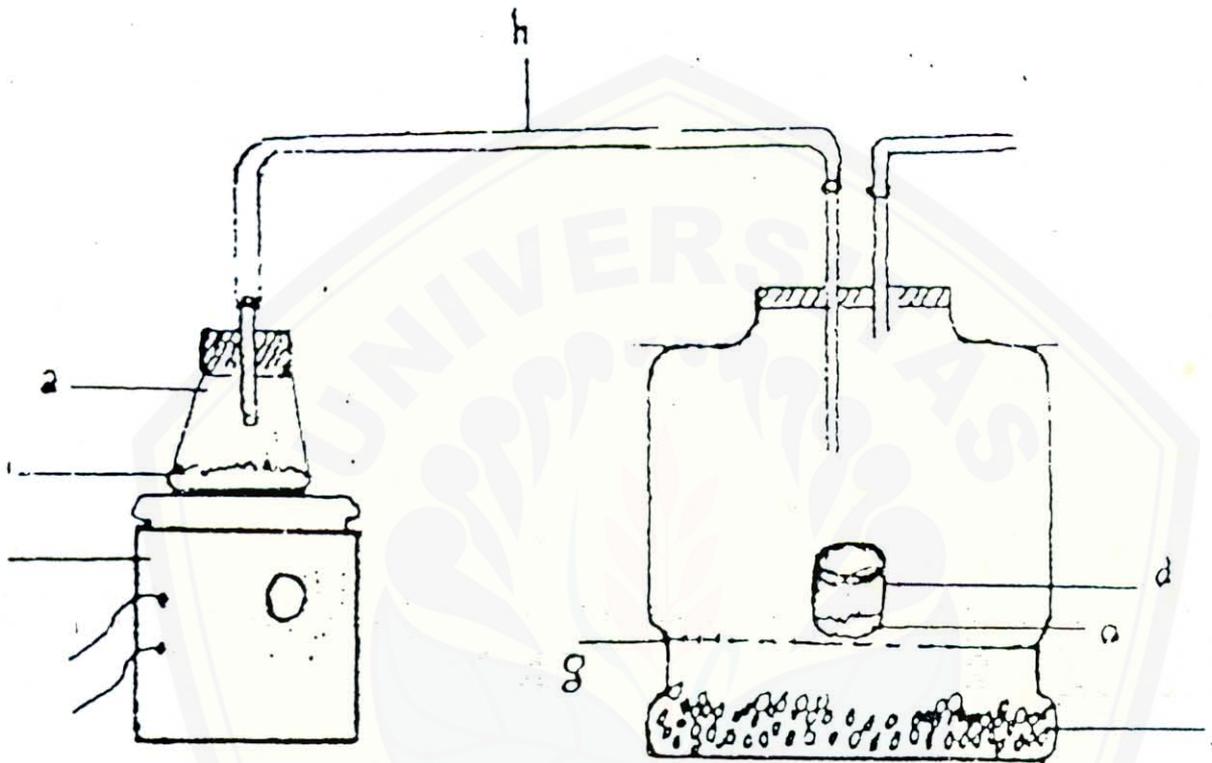


Gambar 19. Susunan Alat Hidrotermal

Keterangan :

- a) Plat tempat zeolit
- b) Reaktor
- c) Furnace
- d) Glass wool
- e) Erlenmeyer

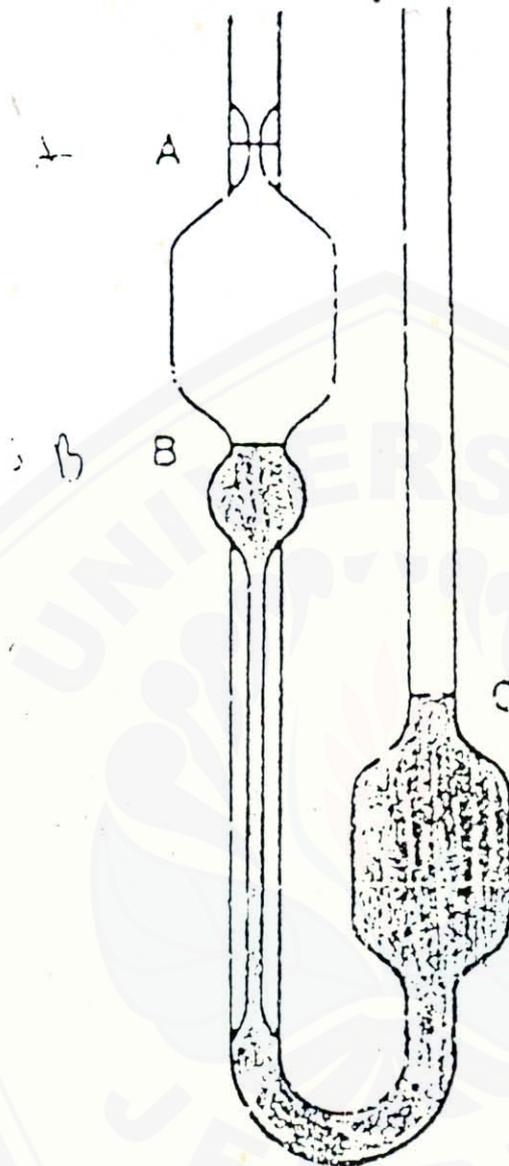
- f) Pemanas listrik
- g) Selang silikon
- h) Beaker gelas
- i) Air



Gambar 20. Alat karakterisasi keasaman

Keterangan:

- a Erlenmeyer
- b Larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$
- c Mantel pemanas
- d Cawan
- e Katalis
- f Silika gel
- g Penyekat
- h Selang



Gambar 21. Viskositas

Keterangan:

T A = Batas Atas

T B = Batas Bawah

