

UJI DAYA SERAP ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI TERHADAP ION AMONIUM

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Ilmu Kimia
Pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta**



Disusun oleh :

CHUSNUL CHOTIMAH

No Mhs : 99 612 014

**JURUSAN ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2004**

UJI DAYA SERAP ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI TERHADAP ION AMONIUM

Oleh :
CHUSNUL CHOTIMAH
No Mhs : 99 612 014

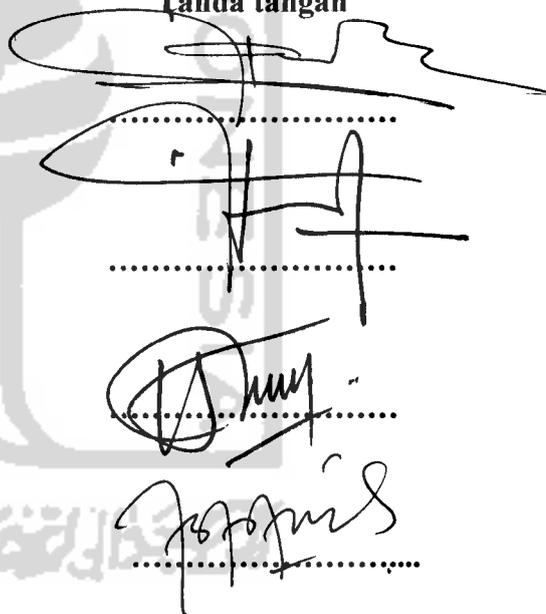
Telah dipertahankan dihadapan panitia penguji
Skripsi Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal 23 April 2004

Dewan Penguji

1. Drs. Allwar, M.Sc
2. Tatang Shabur Julianto, S.Si
3. Dr. H. Iip Izul Falah
4. Is Fatimah, M.Si

Tanda tangan



Four handwritten signatures are shown, each on a dotted line. The signatures are: 1. A signature with a large loop and a horizontal stroke. 2. A signature with a large loop and a vertical stroke. 3. A signature with a large loop and a horizontal stroke. 4. A signature with a large loop and a horizontal stroke.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



(Jaka Nugraha, M.Si)

PERSEMBAHAN

"Jika mereka ingin damai, terimalah tawaran mereka dan tawakallah kepada Allah. Dia Maha mendengar lagi Maha mengetahui

(Qs. Al-Anfaal 61)

"Pelajarilah Ilmu.

"Barang siapa yang mempelajarinya karena Allah, itu taqwa.

"Menuntutnya, itu ibadah.

"Mengulang-ulangnya, itu tasbih.

"Membahasnya itu, jihad.

"Mengajarkannya orang yang tidak tahu, itu sedekah.

"Memberikannya kepada ahlinya, itu mendekatkan diri kepada Tuhan.

(Abusy syaikh Ibnu Hibban dan Ibnu Abdil Barr, Ilya Al-Ghozali, 1986)

*Kupersembahkan skripsi ini
Kepada Sang Rabbul Izzati Allah SWT
Kepada Bapak dan Ibu, yang tiada henti-hentinya mendo'akan anakmu
Kakak, ponakan dan keluarga besarku
Sahabat-sahabatku, terimakasih atas semangat dan do'anya
Teman-teman di "Kost Hijau" dan "Pondok Putri Melati"
Keluarga besar Kimia angkatan '99 terimakasih atas kebersamaannya selama ini*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kita semua. Dia-lah Allah yang Maha pengasih lagi Maha penyayang dan atas kehendak-Nya lah skripsi yang berjudul “Uji Daya Serap Zeolit Alam Teraktivasi Terhadap Ion Amonium” dapat terselesaikan. Sholawat dan salam senantiasanya tercurah kepada Rosulullah SAW, keluarga, sahabat, dan umatnya.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, dengan judul Uji Daya Serap Zeolit Alam Teraktivasi Terhadap Ion Amonium.

Pada kesempatan ini juga penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Jaka Nugraha, M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
2. Riyanto, M.Si, selaku Ketua Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
3. Dr. Iip Izul Falah, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan dukungannya sampai penyusunan skripsi ini selesai.
4. Is Fatimah, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan dukungannya ampai penyusunan skripsi ini selesai.

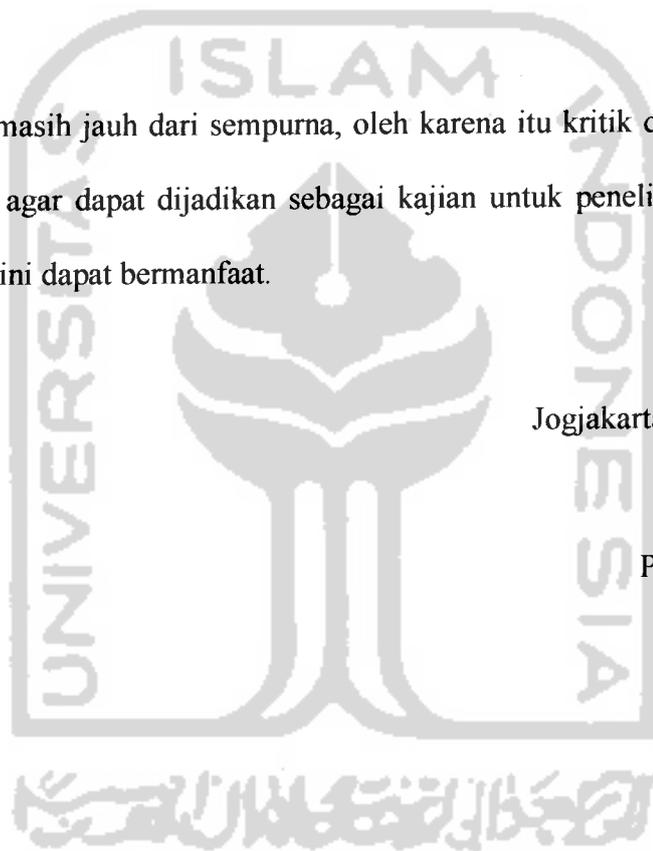
5. Komunitas Laboratorium Ilmu Kimia yang telah banyak membantu selama pelaksanaan penelitian.
6. Seluruh Dosen Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

Dan semua pihak yang telah banyak membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat penyusun harapkan agar dapat dijadikan sebagai kajian untuk penelitian selanjutnya sehingga penelitian ini dapat bermanfaat.

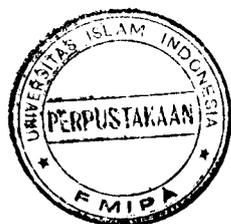
Jogjakarta, Januari 2004

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kerangka Struktur Zeolit.....	4
2.2 Aktivasi Zeolit.....	7
BAB III DASAR TEORI.....	14

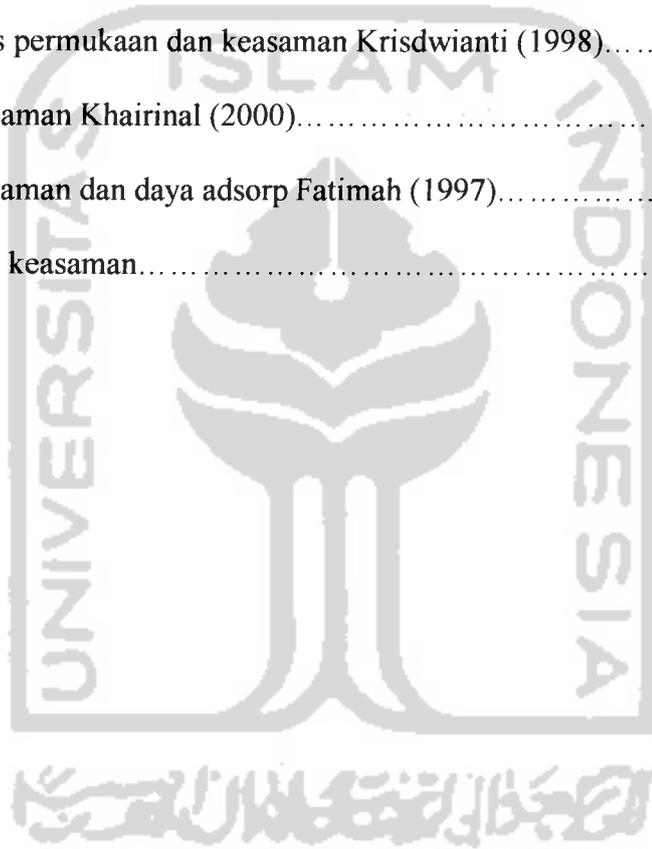


3.1 Sifat – sifat Zeolit.....	14
3.1.1 Adsorpsi.....	14
3.1.2 Penukar Ion.....	15
2.3.3 Katalis.....	15
3.2 Zeolit sebagai Penukar Ion.....	16
3.3 Adsorpsi Zeolit.....	17
3.3.1 Adsorpsi kimia.....	18
3.3.2 Adsorpsi fisika.....	18
3.4 Adsorpsi Isoterm Langmuir.....	19
3.5 Aktivasi Zeolit.....	20
3.5.1 Aktivasi fisik.....	21
3.5.2 Aktivasi kimia.....	21
3.6 Spektrofotometer UV-Vis.....	23
3.6.1 Analisa Kuantitatif.....	24
3.6.2. Instrumen spektrofotometer UV-Vis.....	25
3.7 Hipotesis.....	27
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	29
4.1 Alat dan Bahan.....	29
4.1.1 Alat.....	29
4.1.2 Bahan.....	29
4.2 Cara Kerja.....	30

4.2.1	Persiapan Sampel Zeolit.....	30
4.2.2	Aktivasi Zeolit.....	30
4.2.3	Pengukuran Panjang Gelombang Kompleks Nessler.....	30
4.2.4	Penentuan Kestabilan Kompleks Nessler.....	31
4.2.5	Pembuatan Kurva Baku.....	31
4.2.6	Pengukuran Keasaman.....	31
4.2.7	Kinetika Pertukaran Kation.....	32
4.2.8	Adsorpsi Isoterm Langmuir.....	32
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
5.1	Aktivasi Zeolit.....	34
5.2	Penentuan Panjang Gelombang Kompleks Nessler.....	35
5.3	Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks Nessler.....	36
5.4	Pembuatan Kurva Baku.....	37
5.5	Pengukuran Keasaman.....	39
5.6	Kinetika Pertukaran Kation NH_4^+	40
5.7	Adsorpsi Isoterm Langmuir.....	43
BAB VI PENUTUP.....		46
6.1	Kesimpulan.....	46
6.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

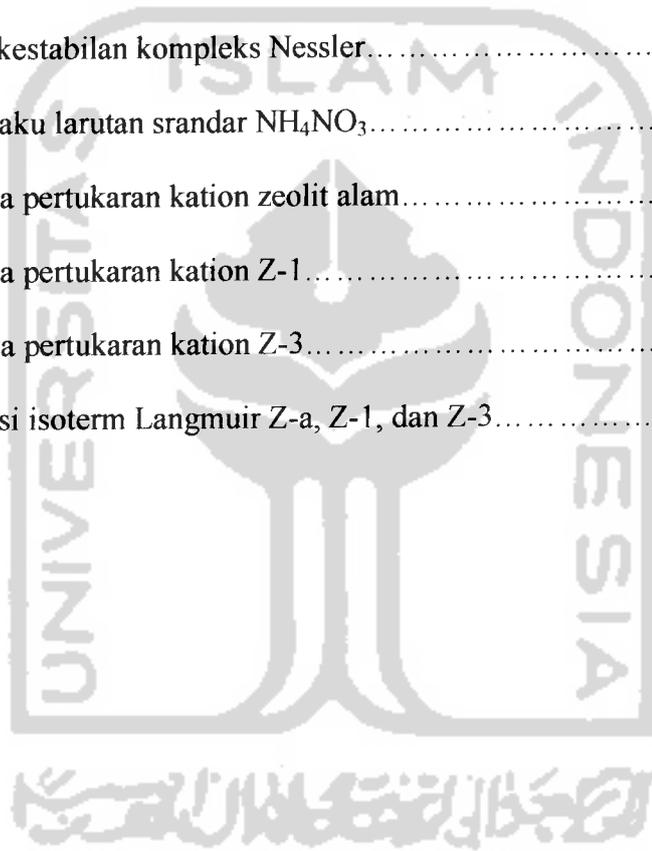
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data penelitian Yurianto (2001).....	8
Tabel 2. Data luas permukaan dan keasaman Tawa (2001).....	10
Tabel 3. Data Luas permukaan dan keasaman Krisdwianti (1998).....	11
Tabel 4. Data keasaman Khairinal (2000).....	12
Tabel 5. Data keasaman dan daya adsorp Fatimah (1997).....	13
Tabel 6. Data nilai keasaman.....	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur kerangka zeolit.....	4
Gambar 2. Instrumen spektrofotometer UV-Vis.....	27
Gambar 3. Panjang gelombang kompleks Nessler.....	36
Gambar 4. Waktu kestabilan kompleks Nessler.....	37
Gambar 5. Kurva baku larutan standar NH_4NO_3	38
Gambar 6. Kinetika pertukaran kation zeolit alam.....	40
Gambar 7. Kinetika pertukaran kation Z-1.....	41
Gambar 8. Kinetika pertukaran kation Z-3.....	42
Gambar 9. Adsorpsi isoterm Langmuir Z-a, Z-1, dan Z-3.....	43



UJI DAYA SERAP ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI TERHADAP ION AMONIUM

INTISARI

Chusnul Chotimah
No Mhs : 99 612 014

Telah dilakukan uji daya serap zeolit alam teraktivasi terhadap ion amonium. Sebagai sampel digunakan 3 macam zeolit, yaitu zeolit alam (Z-a), zeolit yang diaktivasi menggunakan NaOH 1,0 M (Z-1) dan zeolit yang diaktivasi menggunakan NaOH 3,0 M (Z-3). Sampel diaduk bersama dengan larutan amonium dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Banyaknya ion amonium yang tersisa dideteksi dengan spektrofotometer UV-Vis.

Uji daya serap dari masing-masing zeolit menunjukkan bahwa Z-1 mempunyai kapasitas adsorpsi lebih besar bila dibandingkan dengan zeolit alam dan Z-3. Urut-urutan kapasitas adsorpsi dari masing-masing sampel zeolit adalah sebagai berikut : Z-1>Z-3>Z-a.

Kata kunci : *zeolit, adsorpsi, daya serap*

ADSORPTION ABILITY TEST OF ACTIVATED ZEOLITE TO AMONIUM

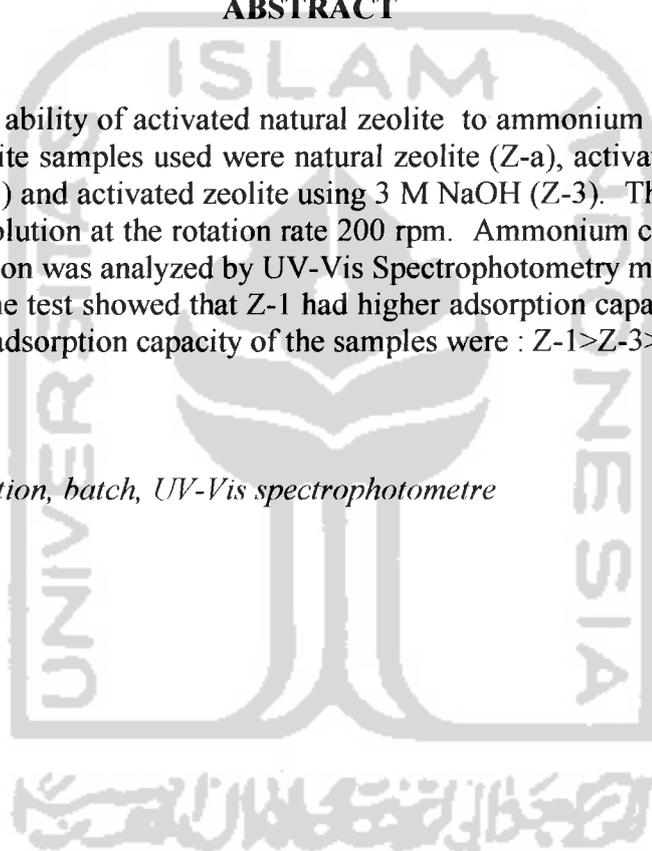
By :
Chusnul Chotimah

ABSTRACT

Adsorption ability of activated natural zeolite to ammonium has been tested. Three kind of zeolite samples used were natural zeolite (Z-a), activated zeolite using 1 M of NaOH (Z-1) and activated zeolite using 3 M NaOH (Z-3). The sample stirred with ammonium solution at the rotation rate 200 rpm. Ammonium concentration left in the filtrate solution was analyzed by UV-Vis Spectrophotometry method.

Result of the test showed that Z-1 had higher adsorption capacity compare to Z-a and Z-3. The adsorption capacity of the samples were : $Z-1 > Z-3 > Z-a$

Key word : *adsorption, batch, UV-Vis spectrophotometre*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zeolit memainkan peranan yang sangat penting dalam berbagai proses kimia, misalnya sebagai katalis pada proses kilang minyak, sebagai penyerap pada proses penjernihan air minum, sebagai penukar ion, dan masih banyak lagi penerapan pemakaian zeolit pada bidang-bidang kimia lainnya yang lebih luas (Khairinal, 2000), dalam bidang tata lingkungan zeolit dapat dimanfaatkan sebagai adsorben limbah cair dan gas.

Pada umumnya zeolit yang ditambang langsung dari alam banyak memiliki kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan zeolit alam masih mengandung pengotor-pengotor organik dan anorganik, dan juga struktur kerangka alumina-silikanya masih tidak teratur. Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut dan untuk meningkatkan kualitas zeolit alam sebagai katalis, penyerap, dan penukar ion maka harus dilakukan aktivasi dan modifikasi terhadap zeolit alam. Aktivasi dan modifikasi zeolit yang dilakukan terhadap zeolit alam ini akan meningkatkan daya adsorp dari zeolit dalam menyerap ion, ada beberapa cara agar penggunaan zeolit alam sebagai adsorben optimal, diantaranya melalui proses pengolahan, aktivasi baik dengan penambahan asam, basa, pemanasan maupun pelapisan zeolit alam dengan

senyawa kimia tertentu. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yurianto(2001), bahwa aktivasi dengan menggunakan asam dapat menyebabkan pelebaran pori-pori yang dapat meningkatkan daya serap dari zeolit dalam mengadsorpsi amoniak dalam limbah industri pupuk urea. Tawa(2001) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perlakuan asam pada zeolit alam dapat juga meningkatkan daya serapnya dalam menyerap tembaga (II) dan seng(II). Dari hal di atas terlihat ada faktor yang mempengaruhi daya serap dari zeolit yaitu aktivasi dan modifikasi. Kenyataan yang ada bahwa aktivasi tidak hanya dilakukan dengan asam tetapi juga dapat menggunakan basa. Aktivasi menggunakan basa mempunyai kemampuan yang sama dengan menggunakan asam yaitu dapat membersihkan permukaan zeolit, membuang senyawa pengotornya dan mengatur kembali letak atom sehingga zeolit hasil aktivasi mempunyai kemampuan untuk menukar kation, katalis, dan juga meningkatkan kapasitas adsorpsinya. Hal ini dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan Fatimah (1997), dimana aktivasi menggunakan basa mampu meningkatkan keasaman dan daya adsorp dari zeolit. Aktivasi pada penelitian Fatimah (1997) dilakukan dengan merendam zeolit dalam larutan basa NaOH. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan aktivasi dengan merefluks zeolit bersama larutan basa NaOH, diharapkan dengan proses refluks daya serap zeolit meningkat. Penggunaan larutan NaOH ini bertujuan untuk mengusir pengotor yang ada pada zeolit dan untuk menghilangkan kation-kation lain selain Na^+ .

Untuk membuktikan hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan uji daya serap pada perbedaan konsentrasi NaOH, dengan variasi konsentrasi NaOH 1 M dan 3 M. Variasi konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi dari zeolit, konsentrasi NaOH yang semakin tinggi akan memperbesar luas permukaan zeolit sehingga kemampuan adsorpsinya semakin meningkat, sebaliknya konsentrasi yang semakin rendah mampu memperbesar luas permukaan tetapi tidak semaksimal aktivasi yang menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi tinggi zeolit sehingga menurunkan kapasitas adsorpsi dari zeolit.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian dan latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu masalah yaitu apakah aktivasi zeolit dengan menggunakan basa dapat meningkatkan daya serapnya terhadap ion amonium?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap daya serap zeolit.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini dapat dikembangkan penggunaan zeolit sebagai adsorben dalam pengolahan limbah dengan optimasi yang maksimal.

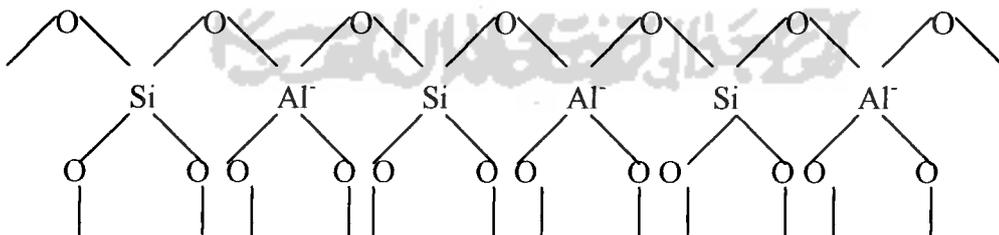
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Zeolit mulai dikenal sebagai bahan tambang baru diketahui sejak ditemukannya zeolit oleh ahli mineralogi dari Swedia yang bernama A.F Cronstedt pada tahun 1756. Nama zeolit sendiri berasal dari bahasa Yunani, *Zeo* artinya mendidih dan *Lithos* artinya batuan. Nama ini sesuai dengan sifat zeolit yang akan mendidih bila dipanaskan.

2.1. Kerangka Struktur Zeolit

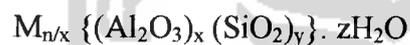
Zeolit merupakan kerangka aluminasilikat terhidrat yang berbentuk kristal tiga dimensi yang tersusun atas unit-unit tetrahedral $(\text{SiO}_4)^{4-}$ dan $(\text{AlO}_4)^{5-}$ yang saling berikatan melalui atom oksigen dalam bentuk ikatan Al – O – Si. struktur kerangka zeolit seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kerangka Zeolit

Struktur kerangka zeolit dalam Gambar 1 tampak bahwa kehadiran Al menyebabkan adanya muatan negatif yang berlebih, disamping muatan negatif yang diberikan oleh ion O dan Si. Kelebihan muatan negatif ini kemudian dinetralkan dengan cara menyerap kation-kation seperti Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan sebagainya. Kation-kation ini terikat lemah pada kerangka struktur zeolit sehingga dapat bertukar oleh kation lain dalam larutan, yang kemudian dikenal sebagai kation yang dapat dipertukarkan.

Bangunan utama kerangka zeolit adalah tetrahedral dengan pusat yang ditempati oleh atom silikon atau aluminium, dengan keempat atom oksigen berada pada puncak-puncaknya. Rumus empiris zeolit adalah :



dimana :

$M_{n/x}$ = kation logam non-kerangka yang dapat dipertukarkan dengan logam valensi n. kation itu berupa kation alkali dan alkali tanah.

{ } = kerangka aluminosilikat

$z\text{H}_2\text{O}$ = air zeolit non-kerangka dan $y > x$

zeolit memiliki ukuran pori dan memiliki struktur berongga yang biasanya terisi oleh air dan kation yang dapat dipertukarkan.

Potensi zeolit alam Indonesia sangat besar dan tersebar luas di banyak lokasi. Apabila zeolit alam Indonesia ini diaktivasi dan dimodifikasi, akan memiliki kualitas yang baik untuk digunakan sebagai katalis, penyerap dan penukar ion. Oleh karena

itu zeolit alam Indonesia sangat potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai salah satu barang tambang yang mempunyai nilai ekonomi tinggi.

Penelitian terhadap zeolit alam sebagai adsorben secara umum telah dilakukan oleh Fatimah (1997), Yurianto (2001) dan Tawa (2001). Sedangkan penelitian terhadap zeolit alam yang digunakan untuk mengadsorpsi ion NH_4^+ secara khusus telah dilakukan oleh Suganal, dkk (1990) dan Sutaryo (1996). Suganal, dkk (1990) telah melakukan penelitian tentang penggunaan zeolit sebagai penukar ion pada pengolahan air buangan industri Monosodium Glutamat yang mengandung ion amonium, dan penelitian ini bertujuan untuk menurunkan konsentrasi ion NH_4^+ . Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit dapat meredam polutan-polutan. Sutaryo (1996) telah melakukan penelitian tentang zeolit alam sebagai penukar ion amonium untuk pengolahan air limbah industri penyamakan kulit. Pada umumnya zeolit yang ditambang langsung dari alam banyak memiliki kekurangan-kekurangan, hal ini dikarenakan zeolit alam masih mengandung pengotor-pengotor organik dan anorganik, dan juga struktur kerangka alumina-silikanya masih tidak teratur. Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut dan untuk meningkatkan kualitas zeolit alam, sehingga zeolit alam akan meningkat kemampuannya baik dari segi katalis, daya serap dan daya pertukaran ion, maka perlu dilakukan aktivasi dan modifikasi zeolit alam. Aktivasi dan modifikasi terhadap zeolit dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain : Fatimah (1997), Krisdwianti (1998), Khairinal (2000), Tawa (2001) dan Yurianto (2001).

2.2 Aktivasi Zeolit

Yurianto(2001) telah melakukan aktivasi asam untuk meningkatkan kapasitas zeolit dalam mengadsorpsi amoniak pada industri pupuk urea. Proses aktivasi zeolit dilakukan dengan mencuci zeolit alam menggunakan HCl, kemudian dibuat suspensi dengan HCl pekat dengan variasi konsentrasi 3 M, 6 M, dan 9 M dan diaduk selama 4 jam kemudian didiamkan selama 24 jam. Ketiga sampel hasil pencucian dengan HCl dan zeolit alam disuspensikan dengan NaCl 1 M dan diaduk selama 4 jam kemudian didiamkan selama 24 jam. Padatan zeolit dipisahkan dari suspensi masing-masing. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit hasil aktivasi dengan HCl konsentrasi yang tinggi mempunyai kemampuan menukar ion NH_3 lebih baik bila dibandingkan dengan zeolit hasil aktivasi menggunakan HCl dengan konsentrasi yang rendah . Hal ini dikarenakan zeolit aktivasi dengan konsentrasi HCl yang lebih tinggi mempunyai luas permukaan yang besar sehingga kemampuan adsorpsinya semakin besar. Kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi amoniak pada penelitian yang dilakukan oleh Yurianto dapat dilihat pada Tabel 1, dengan konsentrasi NH_3 dalam sampel air limbah sebesar 0,701 ppm sedangkan ambang batas konsentrasi NH_3 dalam air limbah yang diijinkan untuk dibuang ke lingkungan sebesar 0,207 ppm. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi NH_3 dalam air limbah yang telah berada dibawah ambang batasnya air limbah setelah melewati Na-Z dalam waktu 90 dan 120 menit, sampel Na(H3)-Z dalam waktu 30 menit dan sampel Na(H6)-Z dan Na(H9)-Z dalam waktu 10 menit. Dengan demikian dapat disarankan bahwa

penghilangan NH_3 dalam air limbah pupuk urea dapat menggunakan zeolit dengan waktu 90 menit dengan Na-Z, Na(H3)-Z dalam waktu 30 menit atau Na(H6)-Z dan Na(H9)-Z dalam waktu 10 menit.

Tabel 1. Data jumlah amoniak yang tertinggal dalam sampel air limbah setelah dikontakkan dengan sampel zeolit

Tipe zeolit	Konsentrasi amoniak dalam larutan (ppm)						
	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit	60 menit	90 menit	120 menit
Z-a	0,591	0,65	0,488	0,51	0,61	0,461	0,541
Na-z	0,596	0,567	0,406	0,52	0,385	0,195	0,162
Na(H3)-z	0,215	0,211	0,158	0,158	0,1	0,092	0,086
Na(H6)-z	0,158	0,161	0,143	0,152	0,126	0,154	0,103
Na(H9)-z	0,165	0,178	0,133	0,135	0,118	0,103	0,101

Tawa (2001) juga telah mempelajari pengaruh perlakuan asam terhadap sifat adsorpsi tembaga(II) dan seng(II) pada zeolit alam. Penelitian dilakukan dengan cara pengasaman zeolit alam menggunakan H_2SO_4 dan HCl. Perlakuan asam pada penelitian ini dibedakan dengan dua cara yaitu perlakuan yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik, perlakuan ini dilakukan dengan menggunakan reagen H_2SO_4 6,0 M dan KMnO_4 0,5 M selama 2 jam pada temperatur 80 °C sambil diaduk perlahan-lahan. Sampel kemudian dicuci berulang-ulang sampai pH netral. Hasil yang didapat kemudian dikeringkan dalam oven dengan temperatur 80 °C selama 12 jam, aktivasi yang sama dilakukan terhadap sampel zeolit yang lain dengan variasi waktu perendaman 4 jam pada temperatur 80 °C dan semalam pada temperatur kamar. Sedangkan perlakuan yang bertujuan untuk menghilangkan

pengotor organik dilanjutkan dengan dealuminasi proses aktivasi dilakukan dengan memperlakukan zeolit seperti perlakuan untuk menghilangkan pengotor organik kemudian zeolit ini direndam kembali dengan H_2SO_4 6,0 M selama 5 jam pada temperatur 80 °C sambil diaduk kemudian dicuci berulang-ulang sampai pH netral. Produk yang dihasilkan direndam dengan HCl 6,0 M selama 3 jam pada temperatur 80 °C sambil diaduk perlahan-lahan, lalu dicuci dan dikeringkan pada temperatur 80 °C selama 4 jam. Proses yang lain yaitu mencuci dan memperlakukan zeolit dengan cara yang sama untuk menghilangkan pengotor organik yang kemudian dilanjutkan proses pengeringan pada temperatur 100 °C selama 12 jam. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama perlakuan pengasaman menyebabkan semakin banyak pengotor yang dilepaskan dari kerangka zeolit, rasio Si/Al adsorben Z-2 lebih besar dari adsorben Z-1 karena pada perlakuan Z-2 melibatkan dealuminasi dan penghilangan oksida-oksida logam oleh HCl. Semakin banyak aluminium yang dihilangkan dari kerangka zeolit, maka rasio Si/Al semakin tinggi. Kenaikan rasio Si/Al menggambarkan keasaman. Hal ini menyebabkan luas permukaan zeolit bertambah luas karena pengotor yang menutupi pori / rongga zeolit sudah hilang dari permukaan zeolit dan keasaman zeolit meningkat. Data keasaman zeolit pada penelitian yang dilakukan oleh Tawa ditunjukkan pada Tabel 2.

Krisdwianti (1998) telah melakukan perlakuan asam terhadap zeolit untuk meningkatkan luas permukaan dan keasaman zeolit. proses aktivasi dilakukan dengan merendam zeolit dalam larutan HF 1 % selama 10 menit, kemudian disaring

dan dicuci dengan akuades sampai pH=7 setelah itu dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada suhu 130 °C. Kemudian zeolit direfluks dalam larutan HCl 8 M pada suhu 80°C selama 4 jam, sampel dicuci dengan air sampai netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C dan dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan NH₄NO₃ 1 M sambil diaduk selama 4 jam, sesudah itu dicuci dan dikeringkan dalam oven pada suhu 130 °C, kemudian dilakukan proses kalsinasi pada zeolit dengan temperatur 500 °C selama 5 jam. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa zeolit alam mempunyai nilai keasaman yang lebih kecil bila dibandingkan dengan zeolit aktivasi. Zeolit aktivasi mempunyai nilai keasaman yang lebih tinggi karena proses aktivasi menggunakan asam mengakibatkan terbukanya sistem pori zeolit dan menambah situs aktifnya, hasil pengukuran luas permukaan dan nilai keasaman dari zeolit alam dan zeolit aktivasi dengan asam yang dilakukan oleh Krisdwianti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Data luas permukaan dan keasaman penelitian yang dilakukan oleh Tawa(2001)

Sampel	Keasaman (mmol/g)	Luas permukaan (m ² /g)	Rasio Si/Al
Zeolit alam	0,56	17,54	1,85
Zeolit dengan perlakuan penghilan pengotor organik (Z-1)	0,68	44,73	1,99
		28,66	
		40,29	
Zeolit dengan perlakuan penghilang pengotor organik dan dilanjutkan dengan dealuminasi (Z-2)	0,75	23,87	3,16
		23,14	

Tabel 3. Data luas permukaan dan nilai keasaman pada penelitian yang dilakukan oleh Krisdwianti (1998)

Sampel	Keasaman (mmol/g)	Luas permukaan (m ² /g)
Zeolit alam	0,4856	18,37
Zeolit aktivasi asam	0,6884	52,66

Khairinal (2000) melakukan aktivasi asam dengan cara merendam zeolit dalam larutan HF 1 % selama 15 menit, kemudian mereaksikan zeolit dengan HCl 6 M dengan cara merefluksnya pada temperatur 90 °C selama 30 menit sambil diaduk, sampel kemudian dicuci dengan akuades dan endapannya dikeringkan pada temperatur 130 °C selama 3 jam, selanjutnya sampel direndam dalam NH₄Cl 1 M pada temperatur 90 °C selama 1 minggu, kemudian endapannya dicuci dan dikeringkan pada temperatur 130 °C selama 3 jam. Dilakukan proses kalsinasi dengan aliran gas nitrogen pada temperatur 500 °C selama 5 jam dan dioksidasi dengan aliran gas oksigen pada temperatur 400 °C selama 2 jam. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa keasaman zeolit dan kemampuan adsorpsi dari zeolit dengan perlakuan asam lebih baik bila dibandingkan dengan zeolit tanpa perlakuan. Hal ini karena banyaknya pori-pori zeolit yang membuka dan permukaan zeolit yang lebih luas dan bersih setelah perlakuan dengan asam. Asam fluorida dan asam klorida dapat menghilangkan kation-kation dan pengotor-pengotor yang menutupi pori-pori zeolit sehingga menyebabkan pori-pori zeolit menjadi terbuka dan permukaan padatnya menjadi bersih dan luas sehingga permukaan zeolit menjadi efektif

menyerap basa amoniak. Data keasaman penelitian yang dilakukan oleh Khairinal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data keasaman penelitian yang dilakukan oleh Khairinal (2000)

Sampel	Keasaman (mmol/g)
Zeolit alam	3,35
Zeolit aktivasi asam	3,94

Fatimah (1997) melakukan aktivasi dengan 3 cara, yaitu (1) aktivasi dengan menggunakan asam (H_2SO_4), dimana zeolit alam dicampur dengan H_2SO_4 0,1 M, diaduk selama 45 menit, selanjutnya sampel zeolit dicuci dengan akuades sampai netral dan dikeringkan pada suhu $105\text{ }^\circ\text{C}$. (2) Aktivasi dengan basa (NaOH), dimana zeolit alam direndam dalam NaOH 0,5 M selama 3 jam, selanjutnya sampel dicuci dengan akuades sampai netral dan dikeringkan. (3) Aktivasi dengan refluks menggunakan HCl dan kalsinasi, dimana zeolit direndam dalam larutan HF 1% selama 30 menit pada suhu kamar, selanjutnya sampel dicuci dengan akuades sampai netral. Hasil pencucian dipanaskan dalam oven pada suhu $139\text{ }^\circ\text{C}$ selama beberapa jam sampai kering. Selanjutnya sampel direfluks dengan HCl 6 M pada suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$ dan perendaman pada suhu kamar selama 4 jam. Kemudian dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan NH_4NO_3 2 M selama 5 jam sambil diaduk, selanjutnya sampel dicuci dengan akuades dan dikeringkan dengan suhu $130\text{ }^\circ\text{C}$ sampai kering. Sampel direndam lagi dalam HF 1% selama 30 menit, dicuci sampai netral dan dikeringkan dengan oven, selanjutnya sampel dikalsinasi pada suhu $400\text{ }^\circ\text{C}$ selama

4 jam. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa aktivasi dengan asam mempunyai nilai keasaman yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan zeolit aktivasi menggunakan basa, zeolit aktivasi dengan refluks dan zeolit alam. Nilai keasaman dari penelitian Fatimah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data nilai keasaman dan daya adsorp terhadap I₂ pada penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (1997)

Sampel	Keasaman (mmol/g)	Daya adsorpsi (%b/b)
Zeolit alam	0,2499	10,62
Zeolit aktivasi dengan asam	1,2317	45,58
Zeolit aktivasi dengan basa	0,7648	43,24
Zeolit aktivasi dengan refluks dan kalsinasi	1,2058	43,85

Husaini (1992) telah melakukan penelitian tentang kemampuan tukar kation pada zeolit alam dari Polmas, Sulawesi dan metode yang digunakan adalah metode *batch*. Variable yang diteliti adalah perlakuan awal sampel zeolit. Perlakuan awal sebelum digunakan sebagai penukar kation dengan cara pemanasan, penambahan pereaksi baik asam maupun basa. Pemanasan bertujuan untuk menghilangkan air yang terserap dalam pori-pori kristal zeolit. Perlakuan awal dengan menggunakan larutan asam sulfat dan larutan natrium hidroksida bertujuan untuk membersihkan permukaan pori-pori dan melarutkan senyawa pengotor. Perlakuan awal ini mampu meningkatkan kapasitas pertukaran zeolit



BAB III

DASAR TEORI

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali dan alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya yang dapat dipertukarkan sehingga zeolit mempunyai sifat penukar kation.

3.1 Sifat- sifat Zeolit

Zeolit memiliki struktur yang menarik dan sifat – sifat fisika dan kimia yang sangat penting. Sifat – sifat yang penting tersebut diantaranya adalah zeolit merupakan penyerap dan penukar ion yang sangat selektif dan zeolit mempunyai aktivitas katalis yang spesifik dan selektif.

Sifat – sifat zeolit dapat diterangkan sebagai berikut :

3.1.1 Adsorpsi

sifat – sifat penyerapan 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 air. Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam – logam berat maupun senyawa – senyawa yang berbentuk anion. Keberadaan molekul – molekul air di

sekitar kation dalam rongga zeolit akan mengurangi kemampuan adsorpsi zeolit, karena rongga – rongga tersumbat oleh molekul – molekul air tersebut. Rongga – rongga zeolit tersebut dapat terbuka dengan pemanasan 300 – 400 °C maka air akan menguap sehingga zeolit mampu menyerap cairan atau gas lebih efektif. Kemampuan adsorpsi zeolit terhadap suatu molekul tergantung kesesuaian bentuk dan ukuran dari molekul tersebut dengan rongga zeolit, selain itu sifat kepolaran juga berpengaruh, zeolit bersifat polar cenderung untuk memilih molekul yang sama polarnya sebagai adsorbat.

3.1.2 Penukar ion

Adanya kation yang terikat lemah pada kerangka zeolit menyebabkan kation tersebut dapat dipertukarkan dengan kation lain dan hal ini menjadikan zeolit sebagai penukar kation.

Reaksi pertukaran kation dapat dituliskan sebagai berikut :



kation penukar tersebut di dalam sangkar akan berinteraksi kuat dengan atom-atom oksigen dalam kerangka, sehingga struktur dapat mengalami pengkerutan, yang akhirnya dapat menyebabkan kerusakan zeolit.

3.1.3 Katalis

Aplikasi zeolit lainnya yang tidak kalah penting adalah zeolit sebagai katalis heterogen. Katalis zeolit berbeda dengan jenis katalis padatan lainnya, dikarenakan situs aktif katalitik zeolit terdistribusi secara seragam pada sebagian besar padatannya

dan pada strukturnya terdapat ruang-ruang kosong dan kanal-kanal yang mudah dicapai oleh molekul-molekul reaktan tertentu.

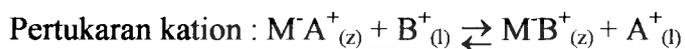
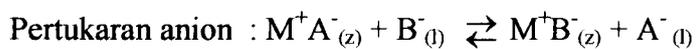
3.2 Zeolit sebagai Penukar Ion

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 (Khairinal,2000). Kation-kation dalam rongga atau saluran zeolit yang berfungsi untuk menetralkan muatan dalam kerangka dapat dipertukarkan tanpa merusak struktur, karena kation-kation ini mempunyai interaksi yang lemah terhadap kerangka. Proses pertukaran kation dapat terjadi pada suhu kamar, dan pertukaran kation dengan kation lain yang berbeda ukuran dan muatan listriknya, dapat mempengaruhi ukuran pori yang akhirnya mempengaruhi sifat-sifat serapan. Perubahan ukuran pori juga mempengaruhi ukuran zeolit.

Zeolit berfungsi sebagai penukar kation, karena kation-kation terikat pada struktur kerangka aluminasilikatnya dapat digantikan oleh kation-kation yang berasal dari larutan dengan jumlah ekuivalen yang sama. Dengan demikian zeolit dimungkinkan dapat melakukan pertukaran ion. Pertukaran ion pada hakekatnya adalah proses penggantian atau pertukaran satuan ion dalam zeolit dengan ion lain yang bermuatan sejenis yang berasal dari larutan dengan jumlah ekuivalen yang sama.

Teori pertukaran ion didasarkan pada elektronegatifitas dari ion-ion yang saling dipertukarkan.

Mekanisme pertukaran ion secara sederhana dirumuskan sebagai berikut :



dengan M^- atau M^+ adalah kerangka anionik atau kationik penukar, A^+ atau B^+ adalah kation A atau kation B; z adalah zeolit; A^- atau B^- adalah anion A atau anion B; l adalah larutan.

3.3 Adsorpsi Zeolit

Pengertian adsorpsi secara luas menerangkan gejala-gejala seperti penyerapan gas atau uap, molekul-molekul solut atau ion (dari larutan) atau partikel-partikel kecil pada permukaan padatan. Adsorpsi secara kuantitatif adalah pembentukan lapisan tipis dari suatu zat yang diserap pada permukaan padatan atau cairan (Handayani,2003). Fasa yang mengadsorpsi disebut adsorben dan fasa yang teradsorpsi disebut adsorbat. Kemampuan adsorpsi tergantung pada luas permukaan adsorben, karena adsorpsi merupakan suatu gejala yang terjadi pada permukaan. Besarnya luas permukaan adsorben berbanding lurus terhadap banyaknya zat yang diadsorp. Berdasarkan kekuatan interaksinya adsorpsi dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu :

3.3.1 Adsorpsi kimia

Adsorpsi kimia atau irreversibel yang ditandai dengan potensial interaksi yang besar dengan menghasilkan panas adsorpsi yang tinggi atau mendekati harga energi ikatan kimianya. Adsorpsi kimia terjadi hanya terbatas pada lapisan tunggal antara adsorbat dengan permukaan. Karena pembentukan ikatan kimia antara molekul adsorbat dengan sisi tertentu pada permukaannya, maka adsorbat tidak bebas bermigrasi di sekitar permukaan. Hal ini memungkinkan jumlah sisi aktif pada katalis bisa ditentukan secara sederhana dengan mengukur kuantitas gas yang terkemisorpsi.

3.3.2 Adsorpsi fisika

Adsorpsi fisika atau reversibel mempunyai karakteristik yang paling sesuai untuk menentukan luas permukaan, sebagaimana yang ditunjukkan sebagai berikut :

- a. Adsorpsi fisis diikuti dengan panas adsorpsi yang rendah tanpa perubahan struktur yang merusak pada permukaan selama pengukuran.
- b. Tidak seperti pada kemisorpsi, adsorpsi fisis bisa menutup permukaan lebih dari satu lapis adsorbat.
- c. Pada temperatur tinggi adsorpsi fisis tidak terjadi atau kecil sehingga permukaan relatif bersih yang menyebabkan pengukuran luas permukaan lebih akurat.

- d. Kesetimbangan adsorpsi fisis dicapai dengan cepat karena tidak butuh energi aktivasi seperti dalam adsorpsi kimia. Kecuali adsorpsi dalam pori kecil tempat difusi bisa membatasi laju adsorpsi.
- e. Adsorpsi fisis bersifat reversibel yang memungkinkan proses adsorpsi dan desorpsi mudah dipelajari.

3.4 Adsorpsi Isoterm Langmuir

Teori adsorpsi Langmuir menyatakan bahwa adsorpsi terjadi terbatas pada lapisan tunggal. Pada saat adsorbat memenuhi lapisan adsorben, molekul yang terserap tidak akan melebihi jumlah gugus aktif pada permukaan adsorben. Apabila adsorpsi pada lapisan tunggal sudah lengkap, akan menghalangi terbentuknya adsorpsi pada lapisan berikutnya.

Asumsi dasar dari adsorpsi isoterm Langmuir :

1. Energi adsorpsi adalah konstan, dimana secara tidak langsung menunjukkan situs aktif dari adsorben adalah homogen dan tidak ada interaksi antara molekul-molekul adsorbat.
2. Adsorpsi terlokalisasi pada situs aktif, artinya tidak ada perpindahan molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben.
3. Adsorpsi maksimal berkaitan dengan lapisan monomolekul.

Persamaan isoterm Langmuir ditulis sebagai berikut :

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{1}{b} C$$

dimana K adalah tetapan kesetimbangan, b adalah kapasitas adsorpsi, C adalah konsentrasi adsorbat dalam kesetimbangan dan m adalah jumlah logam teradsorpsi per berat adsorben. Bila data memenuhi persamaan Langmuir, maka grafik hubungan antara C/m lawan C memberikan garis lurus. Harga b dan K dapat dihitung dari slope dan intersep grafik.

Zeolit mempunyai sifat adsorpsi disebabkan adanya situs aktif bermuatan negatif pada rongga-rongga yang ada dalam struktur zeolit, adanya rongga – rongga tersebut menyebabkan zeolit dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menyerap logam-logam berat dan senyawa-senyawa yang terdapat dalam limbah cair. Penelitian untuk mengkaji sifat adsorpsi dari zeolit telah banyak dilakukan diantaranya oleh Fatimah (1997), Tawa dan Yurianto (2001). Kapasitas adsorpsi zeolit pada dasarnya tergantung pada ukuran pori, luas permukaan zeolit, dan ada atau tidak adanya pengotor-pengotor pada kerangka zeolit. Faktor-faktor tersebut dapat mengurangi kemampuan adsorpsi zeolit, sehingga untuk mengatasinya perlu dilakukan proses aktivasi.

3.5 Aktivasi Zeolit

Aktivasi pada zeolit bertujuan membersihkan permukaan zeolit, membuang senyawa pengotornya, mengatur kembali atom yang dapat dipertukarkan, memperbesar luas permukaan dan meningkatkan keasaman zeolit sehingga kemampuan adsorpsi zeolit, penukar kation dan katalis meningkat. Proses aktivasi

ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu aktivasi fisik (kalsinasi) dan aktivasi kimia.

3.5.1 Aktivasi fisik (kalsinasi)

Aktivasi ini dilakukan pemanasan zeolit pada suhu tinggi antara 300-500 °C. Aktivasi ini bertujuan menguapkan air dan pengotor-pengotor organik yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit, dengan perlakuan pemanasan akan terjadi perubahan struktur padatan zeolit yang akan merubah sifat kimia maupun sifat fisik.

3.5.2 Aktivasi kimia

Perlakuan zeolit alam pada proses aktivasi ini berupa perendaman dengan larutan asam atau larutan basa. Aktivasi kimia ini dapat membersihkan permukaan pori zeolit, membuang senyawa pengotornya, dan mengatur kembali atom yang dapat dipertukarkan. Proses aktivasi fisik maupun aktivasi kimia pada zeolit dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain oleh Fatimah (1997), Krisdwianti (1998), khairinal (2000), Tawa (2001) dan Yurianto (2001).

Fatimah (1997) melakukan aktivasi terhadap zeolit dengan penambahan asam (H_2SO_4), basa (NaOH), dan aktivasi dengan refluks menggunakan HCl diikuti dengan perendaman dalam larutan HF 1 %, selanjutnya dilakukan dengan proses kalsinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keasaman dan daya adsorpsi zeolit meningkat setelah diaktivasi. Data nilai keasaman dan daya adsorpsi sampel zeolit terhadap I_2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Krisdwianti (1998) melakukan aktivasi terhadap zeolit dengan cara merendam zeolit dalam larutan HF 1%, kemudian zeolit direfluks dalam larutan HCl, merendamnya dalam NH_4NO_3 dan selanjutnya sampel dikalsinasi pada temperatur 500°C . Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai keasaman dan luas permukaan zeolit meningkat. Keasaman meningkat, hal ini dikarenakan proses aktivasi dengan menggunakan asam mengakibatkan terbukanya sistem pori zeolit dan terbentuknya sisi aktif asam. Luas permukaan zeolit meningkat, hal ini dikarenakan proses aktivasi menyebabkan permukaan pori zeolit menjadi lebih bersih dari kotoran yang menyertai zeolit alam, serta mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan.

Khairinal (2000) melakukan aktivasi terhadap zeolit dengan cara merendam zeolit dalam larutan HF, kemudian direfluks dalam larutan HCl, merendamnya dalam NH_4Cl dan dilanjutkan dengan proses kalsinasi dengan aliran gas nitrogen pada temperatur 500°C dan aliran gas oksigen pada temperatur 400°C . Dari hasil penelitian menunjukkan kapasitas adsorpsi dan keasaman meningkat dengan adanya perlakuan asam terhadap zeolit, hal ini karena banyaknya pori-pori zeolit yang membuka dan permukaan zeolit yang lebih luas dan bersih setelah perlakuan asam.

Tawa (2001) melakukan aktivasi dengan pengasaman terhadap zeolit alam menggunakan asam sulfat dan asam klorida. Perlakuan asam dibedakan dengan dua cara, yaitu perlakuan yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik dan perlakuan yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik dilanjutkan dengan dealuminasi. Perlakuan untuk menghilangkan pengotor organik menggunakan reagen

H_2SO_4 6 M dan KMnO_4 0,5 M yang melibatkan pemanasan pada suhu $80\text{ }^\circ\text{C}$, sedangkan perlakuan yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik dan dilanjutkan dengan dealuminasi menggunakan H_2SO_4 6 M, KMnO_4 0,5 M dan HCl 6 M yang melibatkan pemanasan pada suhu $80\text{ }^\circ\text{C}$. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit alam mempunyai nilai keasaman total yang lebih kecil bila dibandingkan kedua zeolit hasil perlakuan asam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu perlakuan pengasaman menyebabkan semakin banyak pengotor yang dilepaskan dari kerangka zeolit.

Yurianto (2001) melakukan aktivasi terhadap zeolit dengan mencuci zeolit alam dengan HCl yang bertujuan untuk melepaskan ion-ion logam yang ada dalam zeolit, kemudian dibuat suspensi dengan HCl pekat yang divariasikan konsentrasinya. Suspensi disaring sehingga diperoleh padatan zeolit. selanjutnya dilakukan penghomogenan sampel zeolit dengan kation Na^+ dengan cara sampel hasil pencucian disuspensikan dengan NaCl . Pencucian dengan HCl ini oksida-oksida yang menutup pori zeolit dapat dihilangkan sehingga diharapkan ukuran pori lebih lebar. Kemampuan zeolit dalam menukar ion NH_3 urutannya sebagai berikut :

$$\text{HCl } 9 \text{ M } \text{Na}^+ > \text{HCl } 3 \text{ M } \text{Na}^+.$$

3.6 Spektrofotometer UV-Vis

Spektroskopi adalah suatu metode analisis berdasarkan interaksi antara radiasi gelombang elektromagnetik dengan spesies kimia. Cara radiasi berinteraksi dengan

spesies kimia dapat dengan absorpsi, pemendaran, emisi, dan penghamburan tergantung pada sifat materi.

Suatu berkas radiasi elektromagnetik bila dilewatkan melalui sampel kimia, sebagian akan terabsorpsi. Energi elektromagnetik ditransfer ke molekul dalam sampel, berarti partikel dipromosikan dari tingkat energi yang rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi, yaitu tingkat tereksitasi. Transisi yang terjadi meliputi transisi elektron π , σ , dan n-elektron. Jenis transisi ini terjadi pada molekul-molekul organik dan sebagian kecil molekul anorganik, molekul tersebut mengabsorpsi radiasi elektromagnetik karena adanya elektron valensi yang akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi, dan absorpsi terjadi dalam daerah UV-vakum (<185 nm) sedangkan kromofor dengan energi eksitasi yang rendah mempunyai daerah absorpsi diatas 180 nm. Transisi elektronik pada tingkat-tingkat energi terjadi dengan mengabsorpsi radiasi sehingga menyebabkan terjadi transisi $\sigma - \sigma^*$, $n - \sigma^*$, $n - \pi^*$, dan $\pi - \pi^*$.

3.6.1 Analisa kuantitatif

Metode analisis kuantitatif yang digunakan dalam penelitian adalah metode kurva kalibrasi. Metode ini menggunakan deretan larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya, kemudian larutan standar dan larutan sampel diukur absorbansinya. Dengan diketahui absorbansi larutan standar maka dapat dibuat kurva larutan standar. Absorbansi larutan sampel yang telah diketahui diplotkan ke dalam kurva kalibrasi sehingga dapat diketahui konsentrasi dari larutan sampel tersebut.

Dalam metode spektroskopi absorpsi, analisis kuantitatif didasarkan pada hukum

Lambert Beer sebagai berikut : $A = a.b.c$

dimana A : absorbansi

a : absorptifitas molar

b : tebal larutan

c : konsentrasi solut

3.6.2 Instrumen spektrofotometer UV-Vis

Instrumen spektrofotometer UV-Vis terdiri dari empat bagian utama, yaitu sumber radiasi, monokromator, tempat sampel, dan detektor.

a. Sumber radiasi

Sumber radiasi yang ideal untuk pengukuran serapan harus menghasilkan spektrum yang kontinyu dengan intensitas yang seragam pada seluruh kisaran panjang gelombang. Sumber radiasi UV pada umumnya menggunakan lampu hidrogen dan lampu deuterium sedangkan radiasi tampak biasa menggunakan lampu tungsten. Sumber radiasi yang lain adalah lampu xenon, tetapi ia tidak se stabil hidrogen.

b. Monokromator

Dalam spektrofotometer radiasi polikromatis harus diubah menjadi radiasi monokromatis, alat yang digunakan untuk mengubah radiasi polikromatis menjadi monokromatis adalah monokromator. Monokromator merupakan serangkaian alat optik yang menguraikan radiasi polikromatik menjadi jalur-

jalur yang efektif/panjang gelombang-gelombang tunggalnya dan memisahkan panjang gelombang-gelombang tersebut menjadi jalur-jalur yang sangat sempit.

c. Tempat sampel

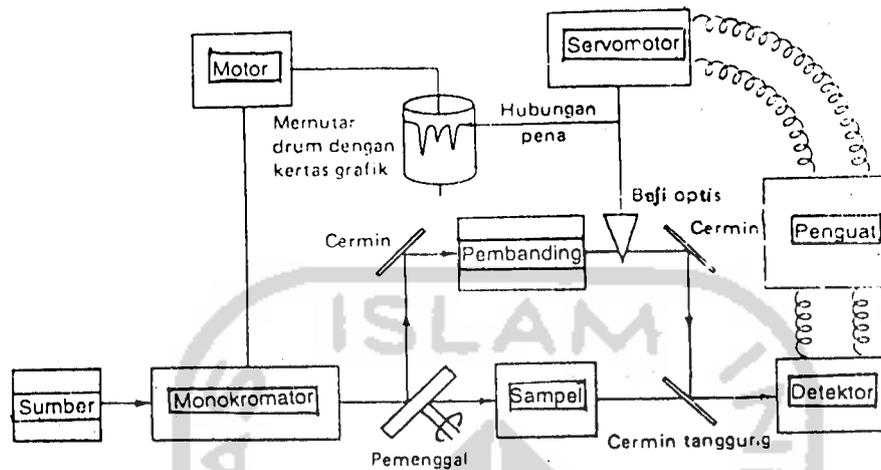
Sampel yang dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis biasanya ditempatkan dalam sel atau kuvet, untuk daerah UV biasanya digunakan kuarsa, sedangkan untuk daerah tampak digunakan kuvet dari gelas atau kuarsa. Sel yang digunakan mempunyai panjang lintasan dari 1 sampai 10 cm.

d. Detektor

Setiap detektor menyerap tenaga foton yang mengenainya dan mengubah tenaga tersebut untuk dapat diukur secara kuantitatif seperti sebagai arus listrik atau perubahan-perubahan panas. Detektor berfungsi untuk mengubah energi sinar menjadi energi listrik. Detektor menghasilkan sinyal yang secara kuantitatif berkaitan dengan energi sinar atau tenaga cahaya yang mengenainya. Persyaratan-persyaratan penting untuk detektor meliputi :

- (1) sensitivitas tinggi hingga dapat mendeteksi tenaga cahaya yang mempunyai tingkatan rendah sekalipun, (2) waktu respon yang pendek, (3) stabilitas yang lama atau panjang untuk menjamin respon secara kuantitatif, (4) sinyal elektronik yang mudah diperjelas.

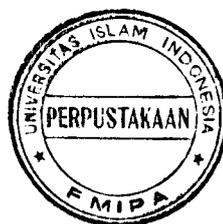
Instrumen spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Instrumen spektrofotometer UV-Vis

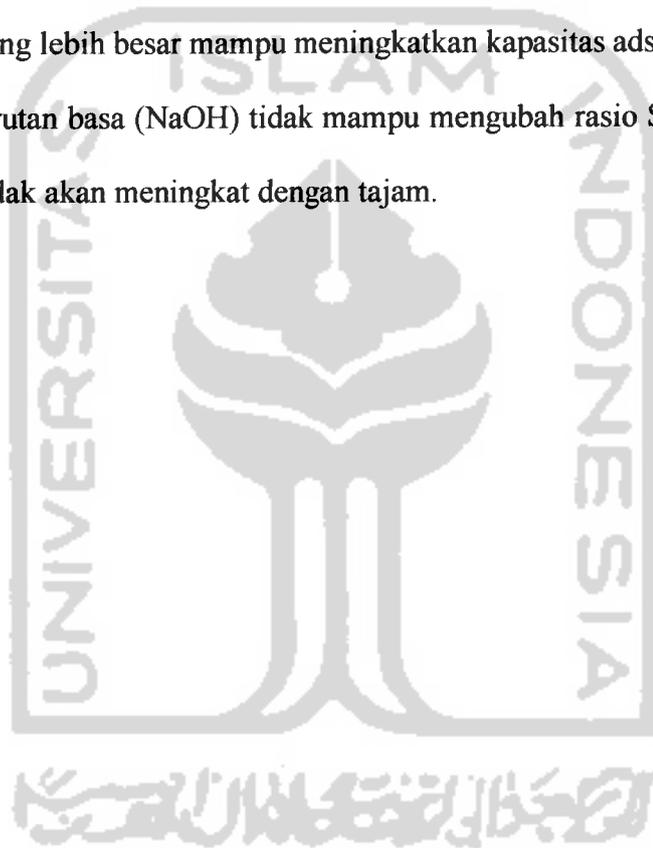
3.7 Hipotesis

Penelitian aktivasi zeolit menggunakan NaOH masih jarang, dalam penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (1997), aktivasi dilakukan dengan perendaman dalam NaOH 0,5 M selama 3 jam. Hasil penelitian ini meningkatkan daya adsorpsi sekitar 4 kali lipat. Dalam penelitian Tawa(2001) ditunjukkan perubahan luas permukaan dan keasaman dengan berubahnya rasio Si/Al. Sehubungan dengan dua peneliti ini dapat dikemukakan kemungkinan proses yang terjadi dalam penelitian Fatimah(1997), perendaman dalam NaOH akan mengubah rasio Si/Al sehingga adsorpsi meningkat cukup besar, dan dalam kaitan ini konsentrasi NaOH akan sangat berpengaruh, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian dengan melibatkan perendaman dalam larutan HCl (Yurianto, 2001).



Berdasarkan tinjauan pustaka dan teori yang telah disebutkan di atas, diajukan hipotesis :

- a. Apabila larutan basa (NaOH) mampu mengubah rasio Si/Al, maka aktivasi menggunakan larutan basa (NaOH) dapat meningkatkan dengan tajam kemampuan adsorpsi zeolit. Dalam hal ini variasi konsentrasi larutan basa (NaOH) yang lebih besar mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi zeolit.
- b. Apabila larutan basa (NaOH) tidak mampu mengubah rasio Si/Al, maka daya adsorpsi tidak akan meningkat dengan tajam.



BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan yang digunakan

4.1.1 Alat-alat yang digunakan

1. Peralatan gelas
2. Seperangkat soxhlet
3. Oven
4. Neraca
5. Tabung reaksi
6. Kertas saring
8. crus
9. Spektrofotometer UV-Vis merk Hitachi U-2010

4.1.2 Bahan-bahan yang digunakan

1. Zeolit alam produksi P.T Prima Zeolita
2. NaOH (E.Merck)
3. NH_4NO_3 (E. Merck)
4. Akuades
5. NH_4OH (E. Merck)

6. KI (E. Merck)
7. KOH (E. Merck)
8. HgCl₂ (E. Merck)

4.2 Cara Kerja

4.2.1 Sampel zeolit

Sampel zeolit alam diproduksi oleh PT. Prima Zeolita dengan ukuran 50 mesh.

4.2.2 Aktivasi zeolit

Sebanyak 100 gram zeolit alam dipanaskan pada oven dengan suhu 130 °C sampai kering. Setelah itu masing-masing sampel sebanyak 50 gram direfluks dengan larutan NaOH 1,0 M dan NaOH 3,0 M pada suhu 70 °C selama 3 jam. Kemudian sampel dicuci dengan akuades sampai netral (pH 7), selanjutnya sampel direndam dalam NH₄NO₃ 2,0 M selama 5 jam, dan dicuci kembali dengan akuades sampai pH 7. kemudian sampel dipanaskan pada suhu 200 °C selama 3 jam. Masing-masing zeolit aktivasi dinamai dengan Z-1 dan Z-3.

4.2.3 Pengukuran panjang gelombang maksimum kompleks Nessler

Sebanyak 1 mL larutan standar amonium 0.01 M ditempatkan dalam labu ukur 10 mL, dan diencerkan sampai batas. Kemudian ditambahkan reagen Nessler,

selanjutnya dilakukan pengukuran panjang gelombang dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

4.2.4 Penentuan kestabilan kompleks

Sebanyak 1 mL larutan standar amonium 0.01 M ditempatkan dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan sampai batas. Kemudian ditambahkan reagen Nessler dan diukur absorbansinya setelah 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45, dan 50 menit.

4.2.5 Pembuatan larutan blanko larutan amonium

Dibuat variasi konsentrasi larutan amonium yaitu : 0,0 M; 1×10^{-4} M; $1,5 \times 10^{-4}$ M; 2×10^{-4} M; $2,5 \times 10^{-4}$ M. Masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan reagen Nessler sebanyak 1 mL. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum telah yang diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

4.2.6 Pengukuran keasaman zeolit alam, Z-1 dan Z-3

Masing-masing crus yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu, kemudian sebanyak 1 gram dari masing-masing sampel ditempatkan dalam crus, dan dilanjutkan dengan pemanasan crus di dalam oven dengan suhu $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Setelah pemanasan dilakukan penimbangan kembali terhadap crus yang berisi sampel zeolit. Kemudian masing-masing sampel ditempatkan di dalam desikator yang

ditengahnya terdapat amoniak dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah 24 jam kemudian diambil dari desikator dan dibiarkan terbuka selama 4 jam agar amoniak yang tidak teradsorpsi menguap ke udara terbuka. Dilakukan penimbangan kembali pada crus yang berisi sampel sampai berat konstan. Perlakuan yang sama juga berlaku untuk crus yang kosong.

4.2.7 Kinetika pertukaran kation

Sebanyak 1 gram dari masing-masing cuplikan zeolit ditempatkan dalam gelas beker yang sudah terisi dengan 20 mL larutan standar amonium $2,0 \times 10^{-4}$ M dan diaduk dengan kecepatan 200 rpm selama 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, dan 2 jam. Kemudian disaring dan sebanyak 1 mL filtrat diencerkan sampai 10 mL dan ditambahkan 1 mL reagen nessler, selanjutnya didiamkan selama 20 menit kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis. Dibuat kurva $[\text{NH}_4^+]$ teradsorp vs waktu.

4.2.8 Adsorpsi isoterm Langmuir

Sebanyak 1 gram dari masing-masing cuplikan zeolit ditempatkan dalam gelas beker yang sudah terisi dengan 20 mL larutan standar amonium 10^{-4} M; $1,5 \times 10^{-4}$ M; 2×10^{-4} M; dan $2,5 \times 10^{-4}$ M. kemudian diaduk dengan kecepatan putaran 200 rpm, dengan ketentuan waktu untuk zeolit alam pengadukan selama 2 jam sedangkan untuk Z- I dan Z-3 selama 2 jam. Kemudian disaring dan sebanyak 1 mL

filtrat diencerkan sampai 10 mL dan ditambahkan 1 mL reagen Nessler, selanjutnya didiamkan selama 20 menit kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis. Dan dibuat kurva $[\text{NH}_4^+]$ teradsorp vs $[\text{NH}_4^+]$ larutan.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk menguji daya serap dari zeolit hasil aktivasi dengan menggunakan larutan basa NaOH yang divariasi konsentrasinya. Dari literatur yang ada dinyatakan bahwa aktivasi terhadap zeolit dapat dilakukan dengan asam atau basa. Fungsi aktivasi dalam penelitian ini untuk menghilangkan pengotor organik dan anorganik, mengatur kembali atom yang dipertukarkan, memperbesar luas permukaan dan menaikkan keasaman pada zeolit sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit. Metode yang digunakan untuk adsorpsi adalah metode *batch*, dimana sampel dan larutan standar diaduk bersama-sama dengan kecepatan putaran 200rpm.

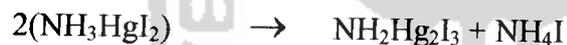
5.1 Aktivasi zeolit

Aktivasi zeolit dalam penelitian ini secara kimia. Aktivasi secara kimia dilakukan dengan menggunakan NaOH melalui refluks dengan variasi konsentrasi NaOH 1 M dan 3 M. Aktivasi secara kimia ini bertujuan untuk membersihkan permukaan pori zeolit, membuang senyawa-senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan, dengan demikian zeolit hasil aktivasi mempunyai kemampuan menyerap ion logam berat yang berbentuk kation. Zeolit hasil aktivasi

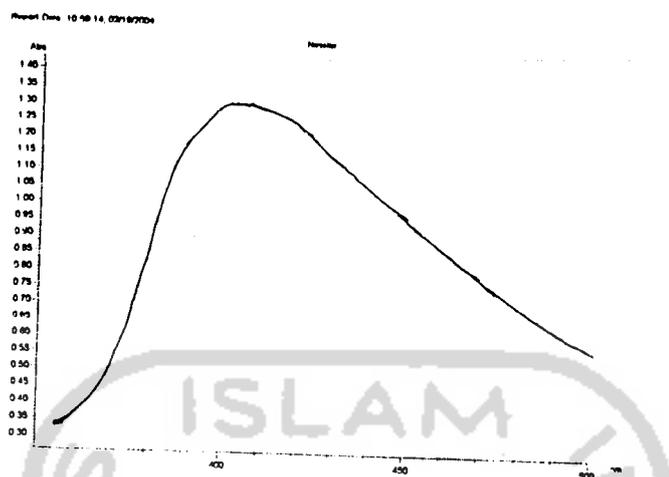
selanjutnya dalam penelitian ini diberi nama Z-1 untuk zeolit hasil aktivasi dengan NaOH 1M dan Z-3 untuk zeolit hasil aktivasi dengan 3M.

5.2 Panjang Gelombang Maksimum Kompleks Nessler

Dalam analisis dengan spektrofotometer UV- Vis diperlukan panjang gelombang yang memberikan suatu serapan maksimum dari senyawa yang akan dianalisis. Oleh karena itu dilakukan pengukuran panjang gelombang maksimum senyawa kompleks Nessler karena apabila pereaksi Nessler (K_2HgI_4) bereaksi dengan amonia membentuk senyawa kompleks berwarna merah kecoklatan dengan rumus empiris $NH_2Hg_2I_3$ dengan tahap-tahap reaksi sebagai berikut :



Penentuan panjang gelombang Nessler dilakukan dengan cara menambahkan reagen Nessler pada 10 mL larutan NH_4NO_3 0.001 M, kemudian dilakukan dengan cara mengukur absorbansi senyawa kompleks $NH_2Hg_2I_3$ pada interval panjang gelombang 350-500. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum kompleks Nessler dapat dilihat dalam Gambar 3.

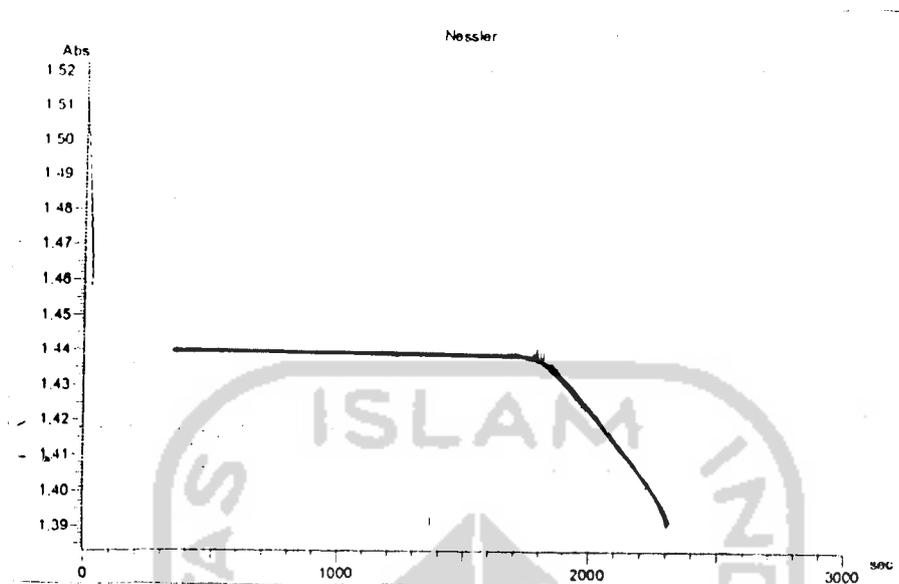


Gambar 3. Panjang gelombang maksimum kompleks Nessler

Dari gambar di atas terlihat bahwa absorbansi tertinggi tercapai pada panjang gelombang 407,2 nm. Jadi senyawa kompleks $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{I}_3$ memiliki panjang gelombang optimum 407,2 nm.

5.3 Waktu Kestabilan Kompleks Nessler

Senyawa kompleks pada umumnya mempunyai kestabilan yang terbatas, artinya pada waktu tertentu senyawa tersebut belum terbentuk sempurna tetapi dalam waktu yang relatif lama senyawa tersebut telah terurai. Pengukuran absorbansi pada senyawa kompleks harus dilakukan pada saat pembentukan senyawa telah sempurna tetapi belum mengalami peruraian. Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan waktu dimana kompleks tersebut telah stabil. Penentuan waktu kestabilan kompleks dilakukan selama 60 menit. Hasil pengukuran waktu kestabilan kompleks Nessler dapat dilihat pada Gambar 4.

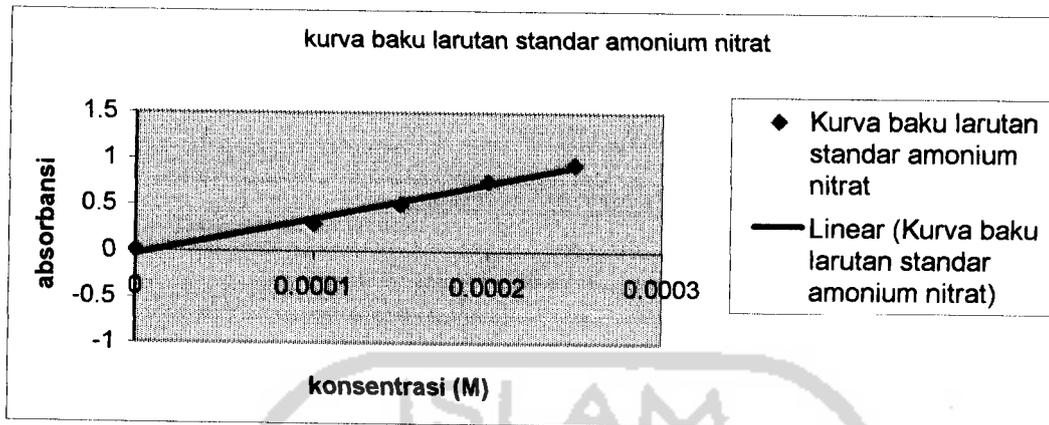


Gambar 4. Waktu kestabilan kompleks Nessler

dari gambar di atas terlihat bahwa kompleks Nessler stabil pada menit ke 6 sampai menit ke 29 lebih dari itu senyawa tersebut sudah tidak stabil, artinya kompleks Nessler akan stabil selama ± 23 menit.

5.4 Kurva Baku larutan standar NH_4NO_3

Pembuatan kurva baku pada penelitian ini dilakukan dengan memvariasi konsentrasi larutan standar NH_4NO_3 berturut-turut, yaitu : 0,0 M; $1,0 \times 10^{-4}$ M; $1,5 \times 10^{-4}$ M; $2,0 \times 10^{-4}$ M dan $2,5 \times 10^{-4}$ M. Deretan larutan standar ini kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 407,2 nm, dengan diketahui absorbansinya maka dapat dibuat kurva baku. Dari hasil pengukuran diperoleh kurva baku yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva baku larutan standar amonium nitrat

Dari kurva baku larutan standar amonium nitrat di atas kita dapat menentukan konsentrasi sampel dengan menggunakan analisis regresi linier, dengan persamaan sebagai berikut :

$$y = bx + a$$

$$y = (3815,945)(x) + -0,0374$$

dimana :

y = absorbansi larutan standar

x = konsentrasi sampel yang akan dianalisis

a = intersep = -0,0374

b = slope = 3815,945

r = 0,9941

Dari uji statistik nilai a mendekati nol maka nilai a dapat dihilangkan dan persamaannya menjadi : $y = bx$

5.5 Pengukuran Keasaman

Keasaman yang ditentukan dalam penelitian ini adalah keasaman total, yaitu jumlah asam Bronsted dan asam lewis. Asam Bronsted disumbangkan oleh proton (H^+), sedangkan asam lewis dimiliki oleh Al^{3+} yang mempunyai orbital s dan p yang kosong. Metode yang digunakan untuk menentukan keasaman tersebut adalah metode gravimetri atau metode penimbangan, yaitu metode adsorpsi basa amoniak dalam fase gas. Jumlah asam pada permukaan biasanya dinyatakan dalam jumlah mmol asam per satuan berat padatan ini diperoleh dari pengukuran jumlah amoniak yang bereaksi dengan asam padat. Hasil pengukuran keasaman dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Pengukuran keasaman pada sampel zeolit

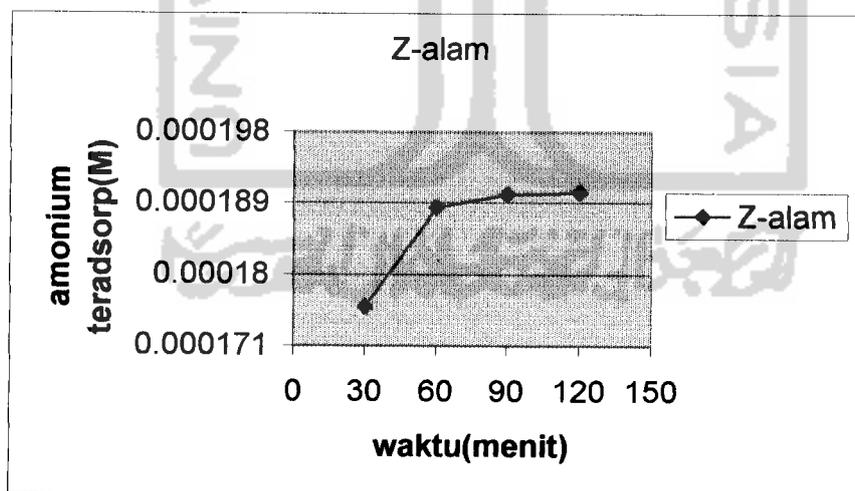
No	Sampel	Keasaman(mmol/g)
1	Zeolit alam	0.327
2	Z-1	0.401
3	Z-3	0.332

Dari tabel di atas terlihat bahwa zeolit alam mempunyai nilai keasaman lebih kecil bila dibandingkan dengan Z-3, tetapi Z-1 mempunyai nilai keasaman lebih besar bila dibandingkan dengan zeolit alam dan Z-3, hal ini dikarenakan Z-1 mempunyai ukuran pori lebih besar dengan jumlah H^+ yang lebih banyak sehingga akan lebih banyak menyerap amoniak yang ada disekitarnya. Nilai keasaman ini menunjukkan lepasnya pengotor dari kerangka zeolit dan menunjukkan luas permukaan dari masing-masing sampel zeolit. Semakin besar nilai keasaman suatu

sampel menunjukkan luas permukaan sampel zeolit semakin besar, sehingga luas permukaan sampel zeolit mempunyai urutan sebagai berikut :Z-1>Z-3 >Z-alam. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit aktivasi dengan konsentrasi NaOH lebih kecil dapat memperbesar pori-pori zeolit dan meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit, dan sebaliknya.

5.5 Kinetika Pertukaran Kation NH_4^+

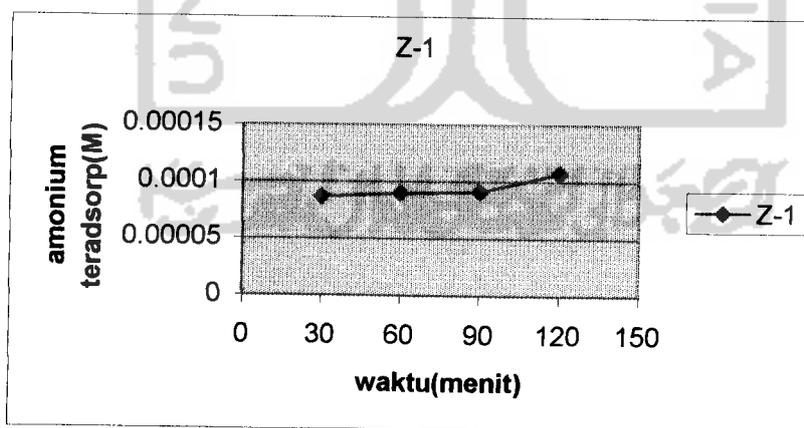
Mekanisme pertukaran kation NH_4^+ pada penukar kation cuplikan zeolit alam dikaji dengan menentukan perilaku kinetika pertukaran kation yang dilakukan dengan metode *batch*. Kinetika pertukaran kation pada zeolit tanpa perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kinetika pertukaran kation zeolit alam

Dari gambar di atas terlihat dalam selang waktu 30 menit kecepatan pertukaran kation NH_4^+ pada zeolit tanpa perlakuan sangat tinggi. Sedangkan untuk 60 menit berikutnya hingga waktu 90 menit kecepatan pertukaran kation masih mengalami kenaikan. Keadaan ini disebabkan zeolit belum mencapai sisi-sisi aktif pertukaran, perbedaan kecepatan pada dua daerah tersebut terjadi karena perbedaan mobilitas kation NH_4^+ dalam larutan. Waktu kontak yang panjang menyebabkan kation NH_4^+ lebih optimal untuk mencapai sisi-sisi aktif pertukaran, sehingga jumlah NH_4^+ yang tertukar oleh zeolit lebih besar. Kation NH_4^+ yang tertukar oleh sampel zeolit akan bertambah sejalan dengan bertambahnya waktu kontak. Pertukaran kation NH_4^+ oleh penukar kation zeolit relatif konstan setelah 90 menit. Oleh karena itu untuk memperoleh hasil yang optimum diperlukan waktu kontak 120 menit.

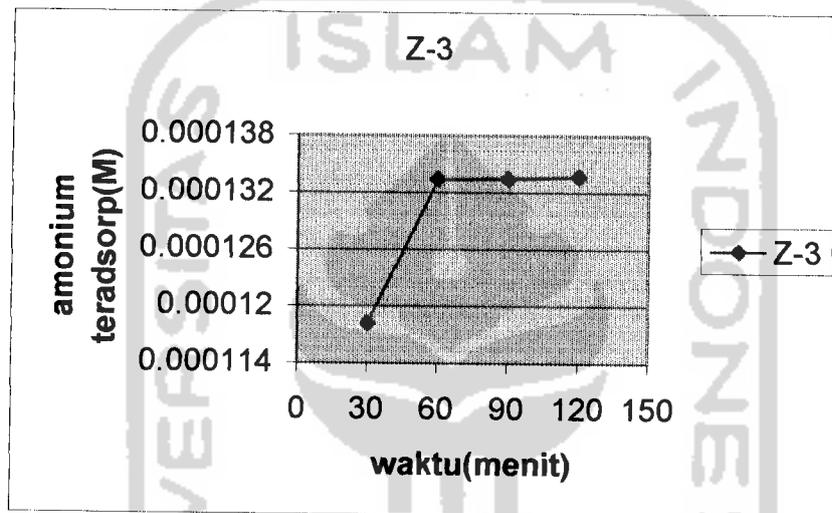
Kinetika pertukaran kation NH_4^+ pada Z-1 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. kinetika pertukaran kation Z-1

Kecepatan pertukaran kation pada Z-1 cenderung konstan dari menit ke-60 sampai menit ke-120 karena kapasitas pertukaran kationnya telah terlampaui. Oleh karena itu untuk memperoleh hasil yang optimum diperlukan waktu kontak kation NH_4^+ dari larutan dengan penukar kation zeolit 120 menit.

Kinetika pertukaran kation untuk Z-3 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kinetika pertukaran kation Z-3

Kecepatan pertukaran kation untuk Z-3 mengalami kenaikan pada menit ke-30 sampai menit ke-60 sedangkan setelah menit ke-60 sampai menit ke-90 cenderung konstan. Keadaan ini disebabkan kapasitas pertukaran kationnya telah terlampaui. Waktu kontak optimum untuk kation NH_4^+ dari larutan dengan penukar kation zeolit 120 menit.

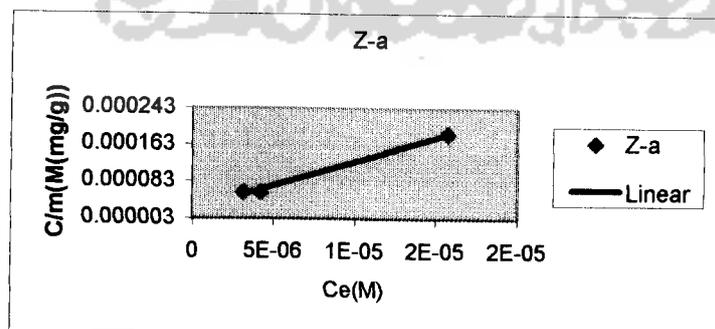
5.6 Adsorpsi Isoterm Langmuir

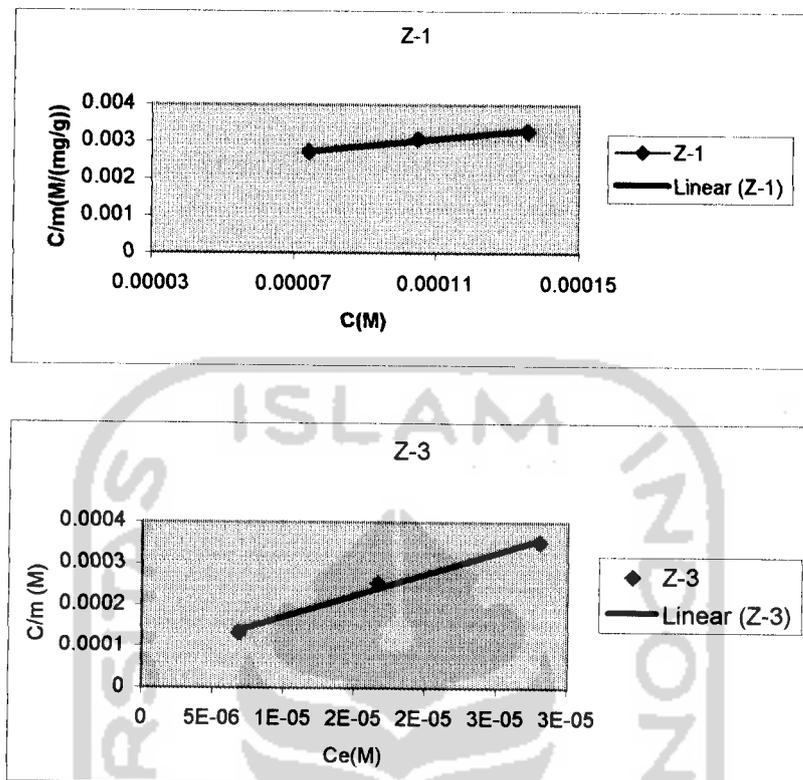
Teori adsorpsi isoterm Langmuir menyatakan bahwa proses adsorpsi merupakan interaksi antara adsorbat dan situs aktif adsorben. Pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu situs aktif yang sebanding dengan luas adsorben. Pada saat keadaan situs aktif adsorben belum jenuh oleh adsorbat, maka peningkatan konsentrasi adsorbat akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi secara linier. Peningkatan konsentrasi adsorbat lebih lanjut tidak akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi apabila situs aktif adsorben telah jenuh oleh adsorbat.

Untuk mengestimasi besarnya harga kapasitas adsorpsi (b) dan tetapan kesetimbangan (K) dari adsorpsi ion amonium terhadap adsorben Z-1M dan 3M, digunakan persamaan Langmuir yang disajikan dalam bentuk persamaan linier

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{1}{b}C$$
 Hasil dari plot antara C/m lawan C diperoleh harga slope dan intersep untuk menentukan harga kapasitas dan konstanta kesetimbangan.

Adsorpsi isoterm Langmuir untuk zeolit alam, Z-1 dan Z-3 dapat dilihat pada Gambar 9.

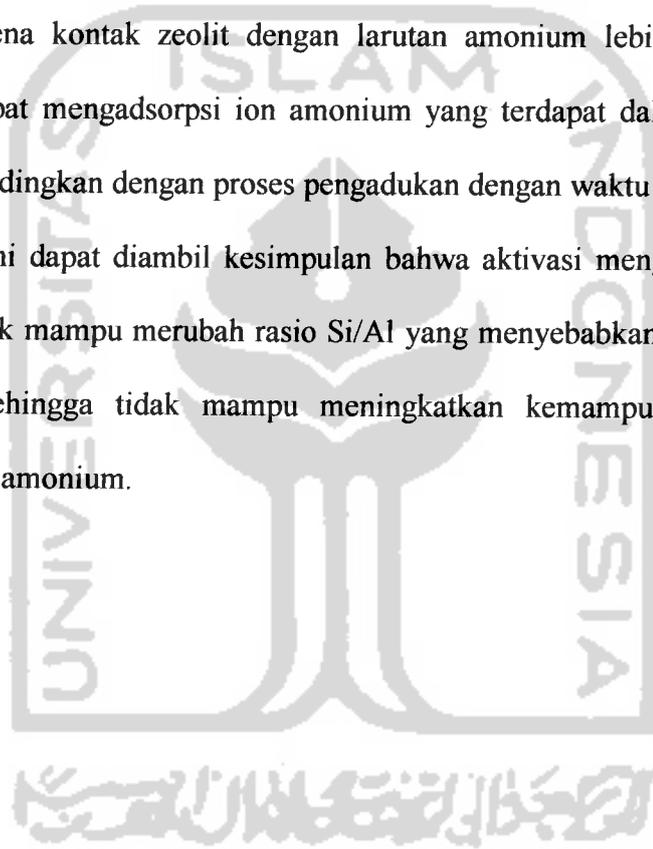




Gambar 9. Adsorpsi isoterm Langmuir zeolit alam, Z-1 dan Z-3

Dari ketiga grafik adsorpsi isoterm Langmuir di atas, kita dapat menentukan kapasitas adsorpsi dan tetapan kesetimbangannya dengan memplotkan grafik diatas. Hasil dari plot C/m vs C_e diperoleh harga kapasitas adsorpsi untuk zeolit alam, Z-1 dan Z-3 masing-masing yaitu : 0,095 mg/g ; 0,108 mg/g ; 0,097 mg/g, kapasitas adsorpsi dari keempat macam sampel zeolit yang digunakan dalam mengadsorpsi ion amonium memiliki urutan sebagai berikut : Z-1>Z-3>Z-a. Kapasitas adsorpsi Z-3 lebih kecil bila dibandingkan dengan Z-1, hal ini disebabkan Z-3 menggunakan larutan basa (NaOH) dengan konsentrasi yang lebih besar bila dibandingkan dengan larutan basa (NaOH) yang digunakan pada Z-1, konsentrasi larutan basa yang

semakin besar akan menurunkan kristalinitas zeolit dan menyebabkan zeolit rusak sehingga menurunkan daya serap zeolit itu sendiri. Waktu pengadukan yang sama pada masing-masing sampel zeolit ternyata memberikan nilai kapasitas adsorpsi yang berbeda-beda pada sample zeolit, hal ini disebabkan luas permukaan pada masing-masing sampel. Semakin lama pengadukan semakin besar kapasitas adsorpsinya, karena kontak zeolit dengan larutan amonium lebih lama sehingga sampel zeolit dapat mengadsorpsi ion amonium yang terdapat dalam larutan lebih banyak bila dibandingkan dengan proses pengadukan dengan waktu yang lebih cepat. Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa aktivasi menggunakan larutan basa (NaOH) tidak mampu merubah rasio Si/Al yang menyebabkan situs aktif zeolit tidak berubah sehingga tidak mampu meningkatkan kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi ion amonium.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Zeolit alam dan zeolit hasil aktivasi mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mengadsorpsi ion amonium, hal ini dikarenakan luas permukaan yang berbeda-beda juga. Semakin luas permukaan suatu sampel zeolit semakin besar kemampuan zeolit tersebut untuk mengadsorpsi ion amonium.
2. Kapasitas adsorpsi untuk ketiga sampel zeolit mempunyai urutan sebagai berikut : Z-1 > Z-3 > Z-a.
3. Aktivasi menggunakan NaOH menyebabkan kristalinitas zeolit menurun dan merusak struktur zeolit sehingga kemampuan adsorpsinya tidak maksimal.

6.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lain dengan menggunakan larutan basa (NaOH) yang dapat meningkatkan rasio Si/Al sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi zeolit dengan signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P.W., 1996, *Kimia Fisik*, Diterjemahkan oleh Irma I. Kartohadiprojo, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Day, R.A., Underwood, A.L., 1986, *Analisis Kimia Kuantitatif*, edisi 1, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Handayani, A.S., 2003, *Zeolit Alam Termodifikasi sebagai Adsorben Ion Klorida dalam Larutan dengan Metode Kolom*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Is Fatimah., 1997, *Aktivasi Zeolit Alam asal Cipatujah sebagai Adsorben dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Khairinal., 2000, *Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Krisdwianti, E., 1998, *Pengaruh Aktivasi dan Impregnasi Logam Kobalt terhadap Luas Permukaan dan Keasaman Zeolit Alam dari Padalarang*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Nursetyowati, W., 2001, *Mempelajari Pengaruh pH, Temperatur, Kalsinasi, dan Kation Penukar Terhadap Kestabilan Zeolit Sintesis X, Y, dan Modernit*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Sastrohamidjojo, H., 1985, *Spektroskopi*, Penerbit Liberty, Jogjakarta
- Subrata, J., 2001, *Kajian Adsorpsi Ion Fe(III), Ca(II) dan Zn(II) dalam Air Minum oleh Zeolit Alam dengan Metode Kolom dan Batch*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Suganal, dkk., 1990, *Pemanfaatan Zeolit Bayah untuk Pengolahan NH_4^+ , NO_2^- , dan NO_3^- dalam Air Buangan Industri MonoSodium Glutamat di PT. MIWON INDONESIA*, Buletin PPTM, Vol.12, No.3, Juli 1990

- Suhadi, T.R., 1998, *Pengolahan Limbah Industri Tahu Menggunakan Zeolit Ktif Pada Prototipe Instalasi Pengolahan Air Limbah*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakrta
- Susilowati, D., 2000, *Sintesis Zeolit Tipe Faujasit dari Abu Layang melalui Refluks dengan HCl sebagai Perlakuan Awal*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Sutaryo., 1996, *Pemanfaatan Zeolit Alam sebagai Penukar Ion Amonium dalam Air Limbah Industri Penyamakan Kulit*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Suyartono dan Husaini., 1992, *Daya Pertukaran Ion Zeolit Polmas terhadap beberapa Jenis Logam Berat*, Buletin PPTM, Vol.14, No.2, April 1992
- Tawa, B.D., 2003, *Pengaruh Perlakuan Asam terhadap Sifat Adsorpsi Tembaga(II) dan Seng(II) pada Zeolit Alam*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Yurianto, B., 2001, *Pengaruh Aktivasi Asam Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zeolit untuk Amonia dalam Air Limbah Industri Pupuk Urea*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Jogjakrta

Lampiran 1. Data Pengukuran Keasaman

Sampel	Berat crus + sampel sebelum pemanasan (gr)	Berat crus + sampel sesudah pemanasan (gr)	Berat crus sesudah didesikator (gr)
Z-a	10,1217	10,0402	10,0966
Z-1	9,1940	9,1229	9,1857
Z-3	9,4167	9,3450	9,3982



Lampiran 2. Data kinetika pertukaran kation

Data kinetika pertukaran kation Z-a

Waktu (menit)	Absorbansi awal	Konsentrasi awal (M)	Absorbansi akhir	Konsentrasi akhir (M)	Amonium teradsorp (M)
30	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,083	$2,175 \times 10^{-5}$	$1,760 \times 10^{-4}$
60	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,035	$9,172 \times 10^{-6}$	$1,886 \times 10^{-4}$
90	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,029	$7,599 \times 10^{-6}$	$1,902 \times 10^{-4}$
120	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,028	$7,337 \times 10^{-6}$	$1,904 \times 10^{-4}$

Data kinetika pertukaran kation Z-1

Waktu (menit)	Absorbansi awal	Konsentrasi awal (M)	Absorbansi akhir	Konsentrasi akhir (M)	Amonium teradsorp (M)
30	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,425	$1,113 \times 10^{-4}$	$8,65 \times 10^{-5}$
60	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,414	$1,084 \times 10^{-4}$	$8,94 \times 10^{-5}$
90	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,409	$1,071 \times 10^{-4}$	$9,07 \times 10^{-5}$
120	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,359	$9,407 \times 10^{-5}$	$1,04 \times 10^{-4}$

Data kinetika pertukaran kation Z-3

Waktu (menit)	Absorbansi awal	Konsentrasi awal (M)	Absorbansi akhir	Konsentrasi akhir (M)	Amonium teradsorp (M)
30	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,304	$7,966 \times 10^{-5}$	$1,181 \times 10^{-4}$
60	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,246	$6,446 \times 10^{-5}$	$1,333 \times 10^{-4}$
90	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,246	$6,446 \times 10^{-5}$	$1,334 \times 10^{-4}$
120	0.755	$1,987 \times 10^{-4}$	0,245	$6,420 \times 10^{-5}$	$1,336 \times 10^{-4}$

Lampiran 3. Data adsorpsi isoterm Langmuir

Z-a

$[\text{NH}_4^+]_{\text{awal}}$ (M)	Absorbansi akhir	$[\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}}$ (M)	$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}}$ (M)	Jumlah amonium teradsorp (gr)	C/m (M/(mg/g))
$1,5 \times 10^{-4}$	0,012	$3,144 \times 10^{-6}$	$1,468 \times 10^{-4}$	$5,286 \times 10^{-5}$	$5,947 \times 10^{-5}$
2×10^{-4}	0,016	$4,192 \times 10^{-6}$	$1,958 \times 10^{-4}$	$7,049 \times 10^{-5}$	$5,946 \times 10^{-5}$
$2,5 \times 10^{-4}$	0.061	$1,572 \times 10^{-5}$	$2,342 \times 10^{-4}$	$8,434 \times 10^{-5}$	$1,864 \times 10^{-4}$

Z-1

$[\text{NH}_4^+]_{\text{awal}}$ (M)	Absorbansi akhir	$[\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}}$ (M)	$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}}$ (M)	Jumlah amonium teradsorp (gr)	C/m (M/(mg/g))
$1,5 \times 10^{-4}$	0,283	$7,416 \times 10^{-5}$	$7,584 \times 10^{-5}$	$2,730 \times 10^{-5}$	$2,716 \times 10^{-3}$
2×10^{-4}	0,400	$1,048 \times 10^{-4}$	$9,520 \times 10^{-5}$	$3,427 \times 10^{-5}$	$3,058 \times 10^{-3}$
$2,5 \times 10^{-4}$	0.517	$1,354 \times 10^{-4}$	$1,146 \times 10^{-4}$	$4,125 \times 10^{-5}$	$3,282 \times 10^{-3}$

Z-3

$[\text{NH}_4^+]_{\text{awal}}$ (M)	Absorbansi akhir	$[\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}}$ (M)	$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}}$ (M)	Jumlah amonium teradsorp (gr)	C/m (M/(mg/g))
$1,5 \times 10^{-4}$	0,026	$6,813 \times 10^{-6}$	$1,431 \times 10^{-4}$	$5,154 \times 10^{-5}$	$1,321 \times 10^{-4}$
2×10^{-4}	0,064	$1,667 \times 10^{-5}$	$1,833 \times 10^{-4}$	$6,598 \times 10^{-5}$	$2,526 \times 10^{-4}$
$2,5 \times 10^{-4}$	0.107	$2,804 \times 10^{-5}$	$2,219 \times 10^{-4}$	$7,990 \times 10^{-5}$	$3,509 \times 10^{-4}$

Lampiran 4. Perhitungan keasaman total

Perhitungan keasaman total :

Jika X adalah berat crus + sampel sesudah didesikator (gr)

Y adalah berat crus + sampel sesudah pemanasan (gr)

Z adalah berat crus + sampel awal (gr)

$$\text{Maka keasaman total} = \frac{(X - Y) / BMNH_3}{Z}$$

$$\begin{aligned} \text{keasaman total Z-a} &= \frac{(10,0966 - 10,0402)g / 17g / mol}{10,1217g} \\ &= 0,327 \text{ mmol/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{keasaman total Z-1} &= \frac{(9,1857 - 9,1229)g / 17g / mol}{9,1940g} \\ &= 0,401 \text{ mmol/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{keasaman total Z-3} &= \frac{(9,3982 - 9,3450)g / 17g / mol}{9,4167g} \\ &= 0,332 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Perhitungan adsorpsi isoterm Langmuir

1. Zeolit alam

Diketahui :

$[\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} \text{ (M)}$	Absorbansi akhir
$1,5 \times 10^{-4}$	0,012
2×10^{-4}	0,016
$2,5 \times 10^{-4}$	0,061

Berat zeolit : 1 gram
 Volume NH_4NO_3 : 0,02 L
 Berat molekul NH_4^+ : 18 gr/mol

Ditanyakan : Kapasitas adsorpsi (b) & konstanta kesetimbangan ?

Jawaban :

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{1}{b}C$$

dengan menggunakan persamaan $y=bx$, maka konsentrasi akhir dapat diketahui

dimana : y = absorbansi

$$b = \text{slope} = 3815,945$$

x = konsentrasi

❖ jika $A=0,012$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,012}{3815,945}$$

$$x = C_e = 3,144 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = [\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} (\text{M}) - [\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}} (\text{M})$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 1,5 \times 10^{-4} - 3,144 \times 10^{-6}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 1,468 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$M = \frac{\text{gr} / \text{BM}}{L}$$

$$\text{gr teradsorp} = M \times L \times \text{BM}$$

$$\text{gr teradsorp} = 1,468 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 5,286 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 5,286 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{5,286 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 5,286 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{3,144 \times 10^{-6} \text{ M}}{5,286 \times 10^{-2} (\text{mg} / \text{g})}$$

$$\frac{C}{m} = 5,947 \times 10^{-5} \text{ M}/(\text{mg}/\text{g})$$

❖ jika $A=0,016$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,016}{3815,945}$$

$$x = C_e = 4,192 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = [\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} (\text{M}) - [\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}} (\text{M})$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 2,0 \times 10^{-4} - 4,192 \times 10^{-6}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 1,958 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$M = \frac{\text{gr} / \text{BM}}{L}$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = M \times L \times \text{BM}$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = 1,958 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 7,049 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 7,049 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{7,049 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 7,049 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{4,192 \times 10^{-6} M}{7,049 \times 10^{-2} (mg/g)}$$

$$\frac{C}{m} = 5,947 \times 10^{-5} M/(mg/g)$$

❖ jika $A=0,061$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,061}{3815,945}$$

$$x = C_e = 1,572 \times 10^{-5} M$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = [NH_4^+]_{\text{awal}} (M) - [NH_4^+]_{\text{akhir}} (M)$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 2,5 \times 10^{-4} - 1,572 \times 10^{-5}$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 2,342 \times 10^{-4} M$$

$$M = \frac{mol}{L}$$

$$M = \frac{gr / BM}{L}$$

$$gr_{\text{teradsorp}} = M \times L \times BM$$

$$gr_{\text{teradsorp}} = 2,342 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 8,434 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 8,434 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{8,434 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 8,434 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{1,572 \times 10^{-5} M}{8,434 \times 10^{-2} (\text{mg/g})}$$

$$\frac{C}{m} = 1,864 \times 10^{-5} M/(\text{mg/g})$$

Dengan membuat grafik C/m vs C maka harga b dan K dapat dicari dari slope dan intersepnya. Dari hasil perhitungan diperoleh

$$b = \text{slope} = 10,472$$

$$a = \text{intersep} = 2,128 \times 10^{-5}$$

dengan linieritas 0,997

maka nilai $b = \text{kapasitas adsorpsi} = \frac{1}{b}$

$$b = \frac{1}{10,472}$$

$$b = 0,095 \text{ mg/g}$$

$$a = \frac{1}{bK}$$

$$K = \frac{1}{ab}$$

$$K = \frac{1}{2,128 \times 10^{-5} \times 10,472}$$

$$K = 4,946 \times 10^5$$

2. Z-1

Diketahui :

$[\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} \text{ (M)}$	Absorbansi akhir
$1,5 \times 10^{-4}$	0,283
2×10^{-4}	0,400
$2,5 \times 10^{-4}$	0,517

Berat zeolit : 1 gram

Volume NH_4NO_3 : 0,02 L

Berat molekul NH_4^+ : 18 gr/mol

Ditanyakan : Kapasitas adsorpsi (b) & konstanta kesetimbangan ?

Jawaban :

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{1}{b}C$$

dengan menggunakan persamaan $y=bx$, maka konsentrasi akhir dapat diketahui

dimana : y = absorbansi

$$b = \text{slope} = 3815,945$$

x = konsentrasi

❖ jika $A=0,283$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,283}{3815,945}$$

$$x = C_e = 7,416 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = [\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} (\text{M}) - [\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}} (\text{M})$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 1,5 \times 10^{-4} - 7,416 \times 10^{-5}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 7,584 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$M = \frac{\text{gr} / \text{BM}}{L}$$

$$\text{gr teradsorp} = M \times L \times \text{BM}$$

$$\text{gr teradsorp} = 7,584 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 2,730 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 2,730 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{2,730 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 2,730 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{7,416 \times 10^{-5} M}{2,730 \times 10^{-2} (mg/g)}$$

$$\frac{C}{m} = 2,716 \times 10^{-3} M/(mg/g)$$

❖ jika $A=0,400$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,400}{3815,945}$$

$$x = C_e = 1,048 \times 10^{-4} M$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = [NH_4^+]_{\text{awal}} (M) - [NH_4^+]_{\text{akhir}} (M)$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 1,5 \times 10^{-4} - 3,144 \times 10^{-6}$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 9,520 \times 10^{-5} M$$

$$M = \frac{mol}{L}$$

$$M = \frac{gr / BM}{L}$$

$$gr_{\text{teradsorp}} = M \times L \times BM$$

$$gr_{\text{teradsorp}} = 9,520 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 3,427 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 3,427 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{3,427 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 3,427 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{1,408 \times 10^{-4} \text{ M}}{3,427 \times 10^{-2} (\text{mg/g})}$$

$$\frac{C}{m} = 3,058 \times 10^{-3} \text{ M}/(\text{mg/g})$$

❖ jika $A=0,517$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,517}{3815,945}$$

$$x = C_e = 1,354 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = [\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} (\text{M}) - [\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}} (\text{M})$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 2,5 \times 10^{-4} - 1,354 \times 10^{-4}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 1,146 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$M = \frac{\text{gr} / \text{BM}}{L}$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = M \times L \times \text{BM}$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = 1,146 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 4,125 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 4,125 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{4,125 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 4,125 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{1,354 \times 10^{-4} \text{ M}}{4,125 \times 10^{-2} (\text{mg/g})}$$

$$\frac{C}{m} = 3,282 \times 10^{-3} \text{ M}/(\text{mg/g})$$

Dengan membuat grafik C/m vs C maka harga b dan K dapat dicari dari slope dan intersepnya. Dari hasil perhitungan diperoleh

$$b = \text{slope} = 9,243$$

$$a = \text{intersep} = 2,050 \times 10^{-3}$$

dengan linieritas 0,992

maka nilai $b = \text{kapasitas adsorpsi} = \frac{1}{b}$

$$b = \frac{1}{9,243}$$

$$b = 0,108 \text{ mg/g}$$

$$a = \frac{1}{bK}$$

$$K = \frac{1}{ab}$$

$$K = \frac{1}{2,050 \times 10^{-3} \times 0,108}$$

$$K = 4,516 \times 10^3$$

2. Z-3

Diketahui :

$[\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} \text{ (M)}$	Absorbansi akhir
$1,5 \times 10^{-4}$	0,026
2×10^{-4}	0,064
$2,5 \times 10^{-4}$	0,107

Berat zeolit : 1 gram

Volume NH_4NO_3 : 0,02 L

Berat molekul NH_4^+ : 18 gr/mol

Ditanyakan : Kapasitas adsorpsi (b) & konstanta kesetimbangan ?

Jawaban :

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{1}{b}C$$

Dengan menggunakan persamaan $y=bx$, maka konsentrasi akhir dapat diketahui dimana : $y = \text{absorbansi}$

$$b = \text{slope} = 3815,945$$

$x = \text{konsentrasi}$



❖ jika $A=0,026$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,026}{3815,945}$$

$$x = C_e = 6,813 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = [\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} (\text{M}) - [\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}} (\text{M})$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 1,5 \times 10^{-4} - 6,813 \times 10^{-6}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (\text{M}) = 1,431 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$M = \frac{\text{gr} / \text{BM}}{L}$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = M \times L \times \text{BM}$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = 1,431 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 5,154 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 5,514 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{5,514 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 5,514 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{6,813 \times 10^{-6} M}{5,154 \times 10^{-2} (mg/g)}$$

$$\frac{C}{m} = 1,321 \times 10^{-4} M$$

❖ jika $A=0,064$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,064}{3815,945}$$

$$x = C_e = 1,667 \times 10^{-5} M$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = [NH_4^+]_{\text{awal}} (M) - [NH_4^+]_{\text{akhir}} (M)$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 2,0 \times 10^{-4} - 1,667 \times 10^{-5}$$

$$[NH_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 1,833 \times 10^{-4} M$$

$$M = \frac{mol}{L}$$

$$M = \frac{gr / BM}{L}$$

$$gr_{\text{teradsorp}} = M \times L \times BM$$

$$gr_{\text{teradsorp}} = 1,833 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 6,598 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 6,598 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{6,598 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 6,598 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{1,667 \times 10^{-5} M}{6,598 \times 10^{-2} (\text{mg/g})}$$

$$\frac{C}{m} = 2,526 \times 10^{-4} M$$

❖ jika $A=0,107$

maka $y = bx$

$$x = \frac{y}{b} = \frac{0,107}{3815,945}$$

$$x = C_e = 2,804 \times 10^{-5} M$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = [\text{NH}_4^+]_{\text{awal}} (M) - [\text{NH}_4^+]_{\text{akhir}} (M)$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 2,5 \times 10^{-4} - 2,804 \times 10^{-5}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{teradsorp}} (M) = 2,219 \times 10^{-4} M$$

$$M = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$M = \frac{\text{gr} / BM}{L}$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = M \times L \times BM$$

$$\text{gr}_{\text{teradsorp}} = 2,219 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} \times 18 \text{ gr/mol}$$

$$\text{berat teradsorp} = 7,990 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{berat teradsorp} = 7,990 \times 10^{-2} \text{ mg}$$

$$m = \frac{\text{mg teradsorp}}{\text{gr adsorben}}$$

$$m = \frac{7,990 \times 10^{-2} \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$m = 7,990 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$

$$\frac{C}{m} = \frac{2,804 \times 10^{-4} \text{ M}}{7,990 \times 10^{-2} (\text{mg/g})}$$

$$\frac{C}{m} = 3,509 \times 10^{-4} \text{ M}/(\text{mg/g})$$

Dengan membuat grafik C/m vs C maka harga b dan K dapat dicari dari slope dan intersepnya. Dari hasil perhitungan diperoleh

$$b = \text{slope} = 10,265$$

$$a = \text{intersep} = 6,889 \times 10^{-5}$$

dengan linieritas 0,995

$$\text{maka nilai } b = \text{kapasitas adsorpsi} = \frac{1}{b}$$

$$b = \frac{1}{10,265}$$

$$b = 0,097 \text{ mg/g}$$

$$a = \frac{1}{bK} \longrightarrow K = \frac{1}{ab}$$

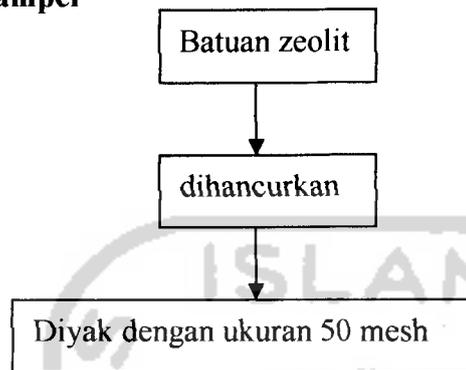
$$K = \frac{1}{6,889 \times 10^{-5} \times 0,097}$$

$$K = 14,964 \times 10^4$$

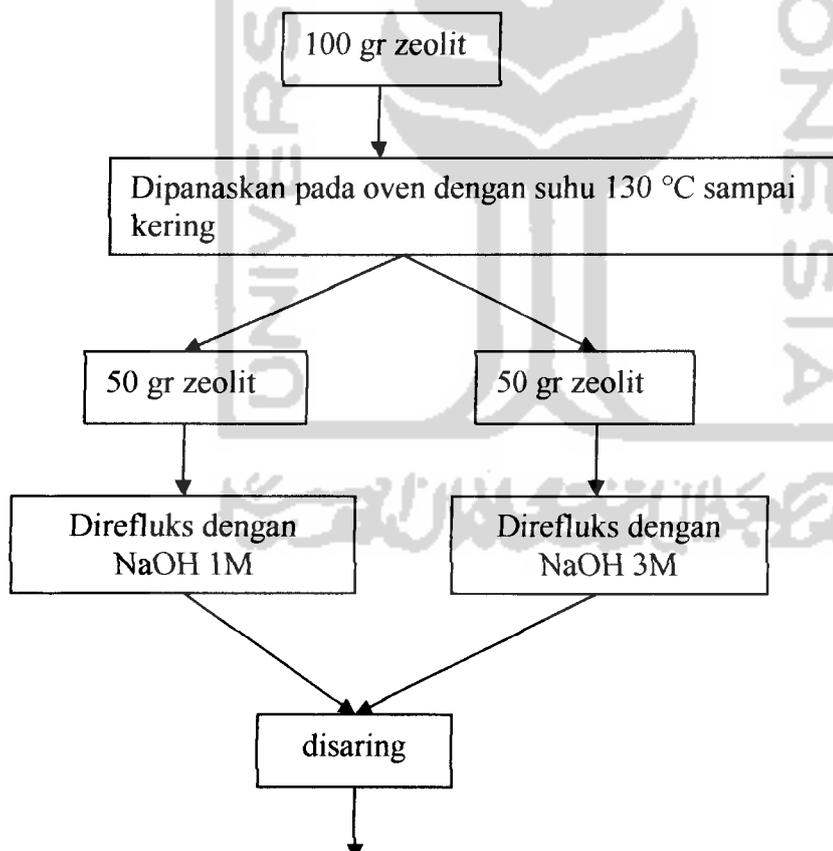


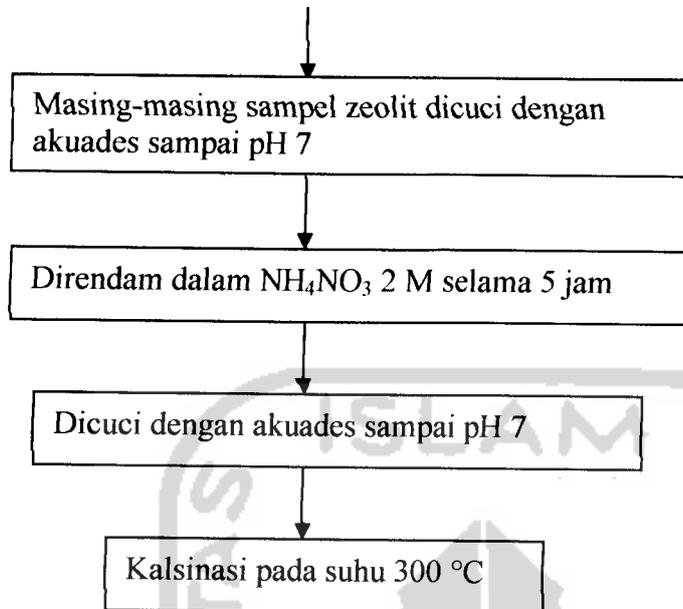
Lampiran 6. Skematika kerja

1. Persiapan sampel

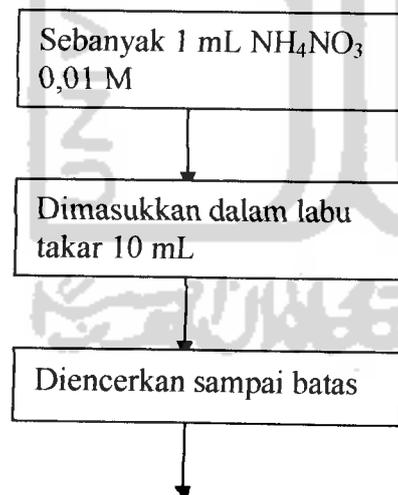


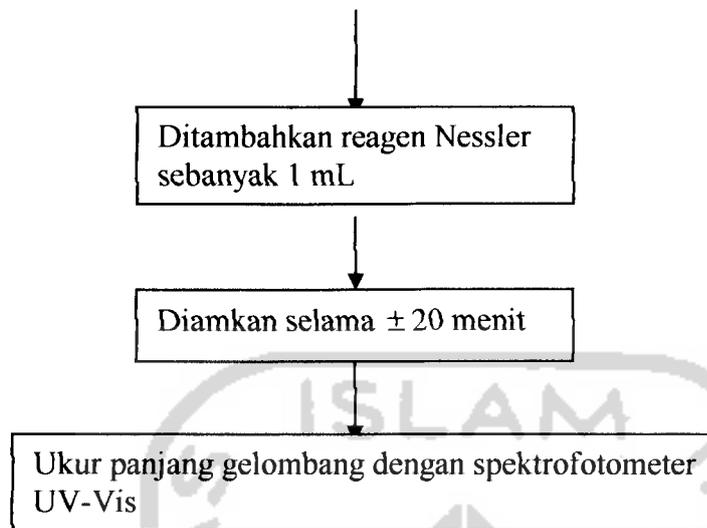
2. Aktivasi zeolit



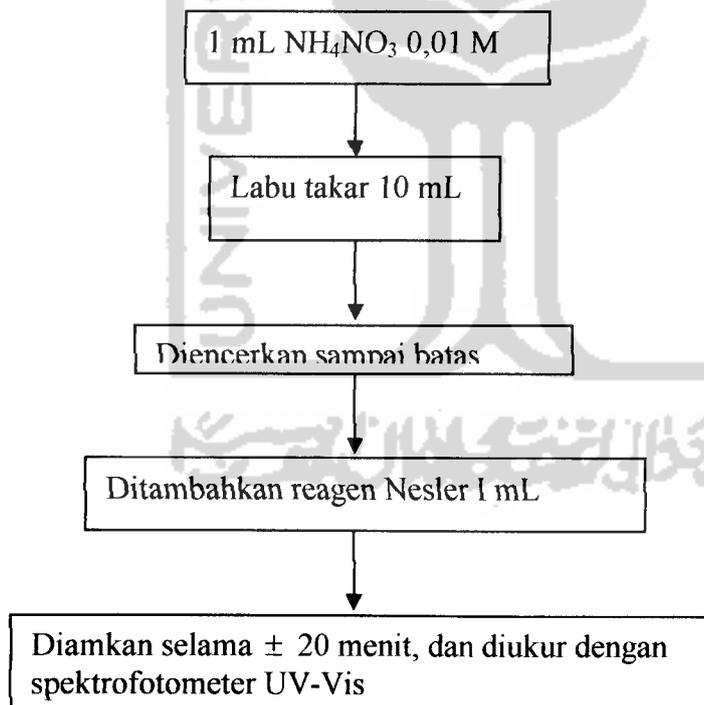


3. Pengukuran panjang gelombang kompleks Nessler

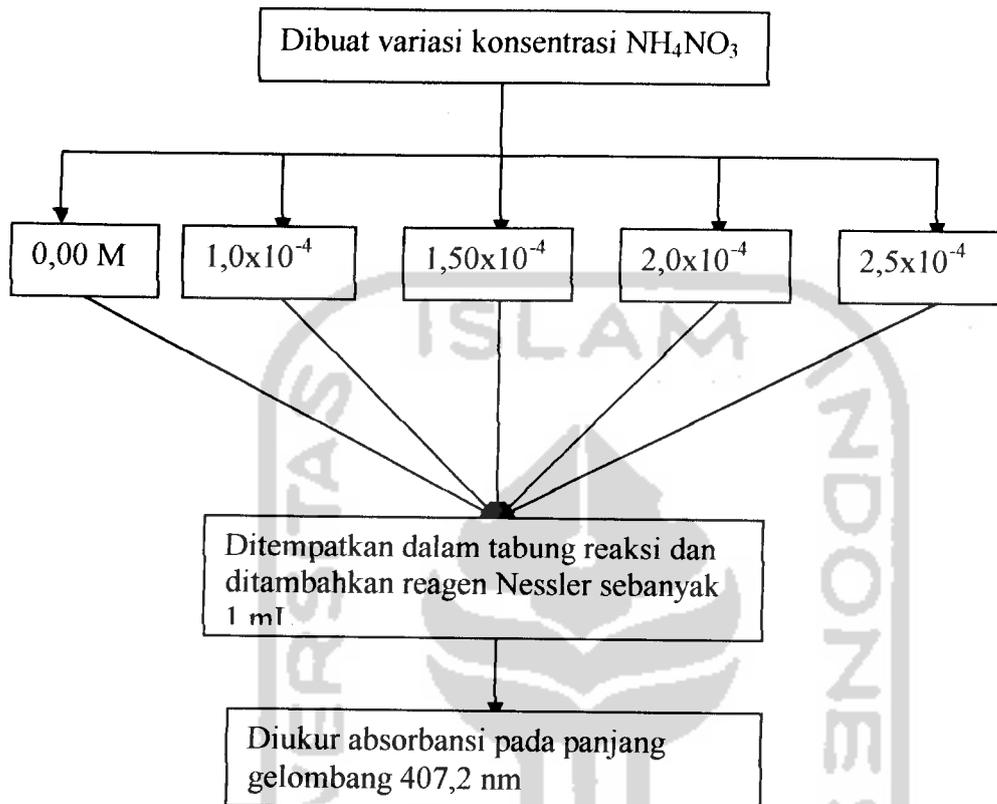




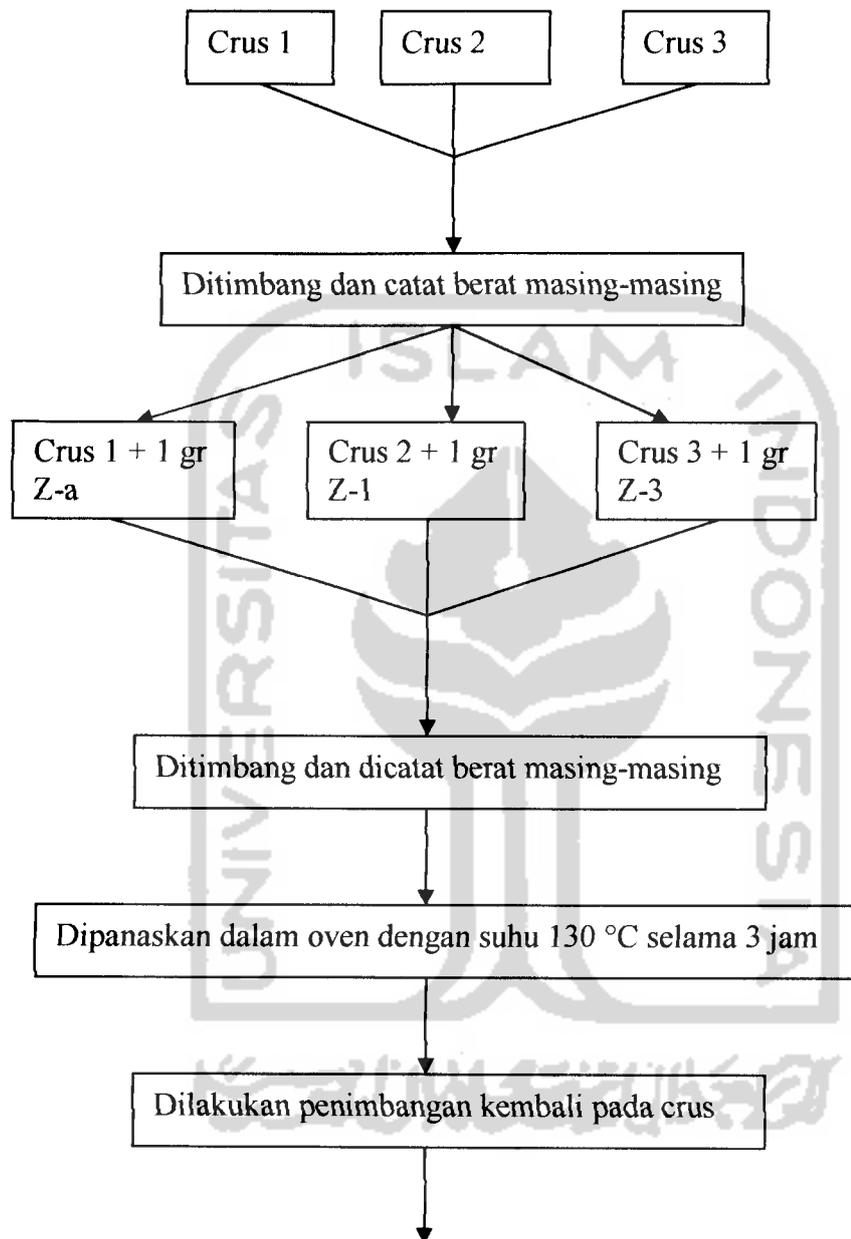
4. Pengukuran kestabilan kompleks Nessler

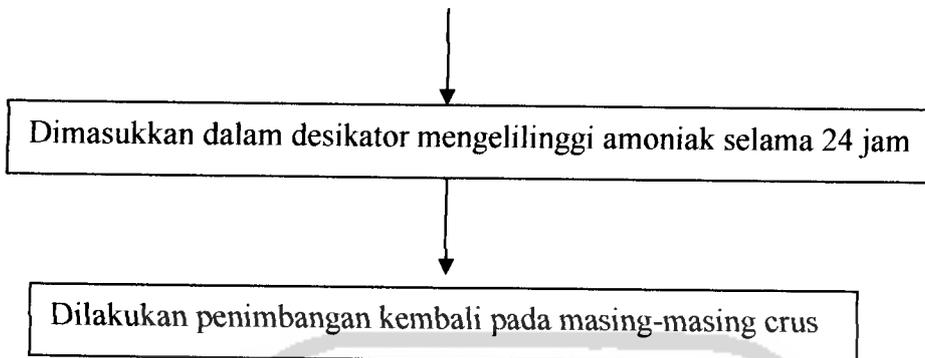


5. Pembuatan kurva baku

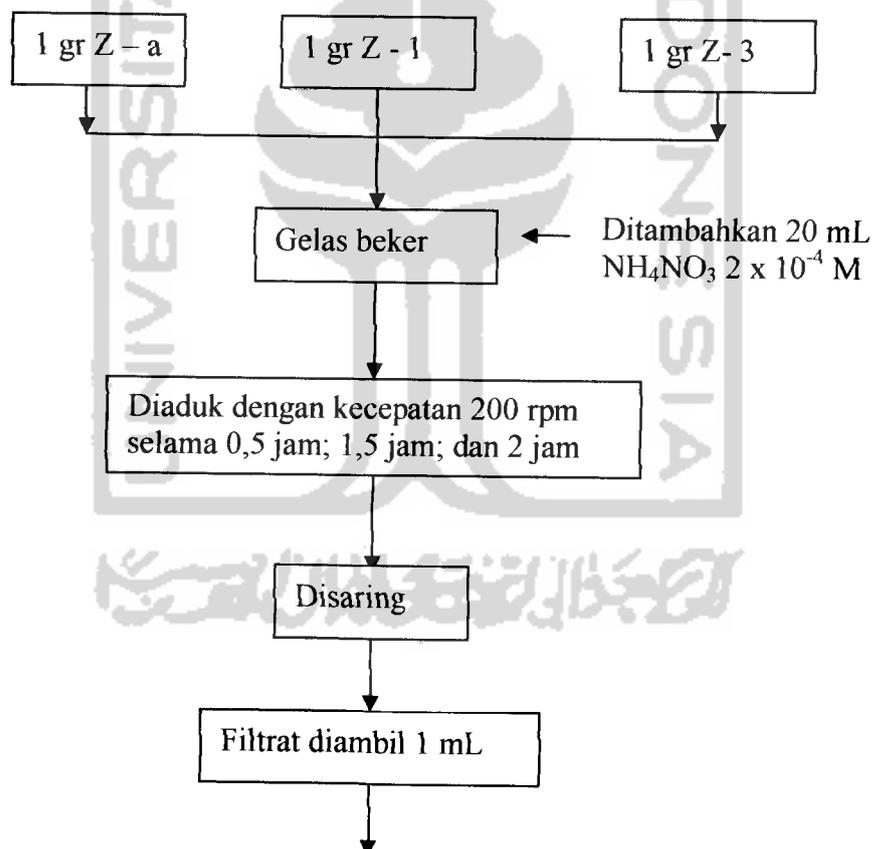


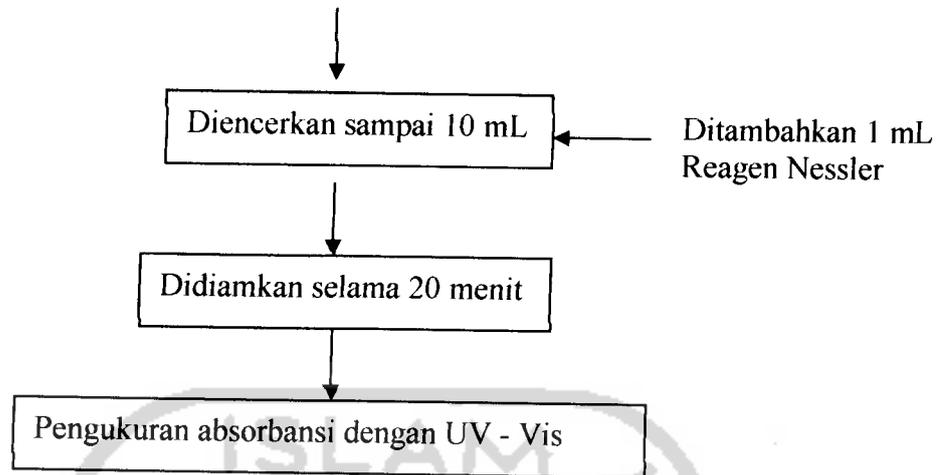
6. Pengukuran keasaman



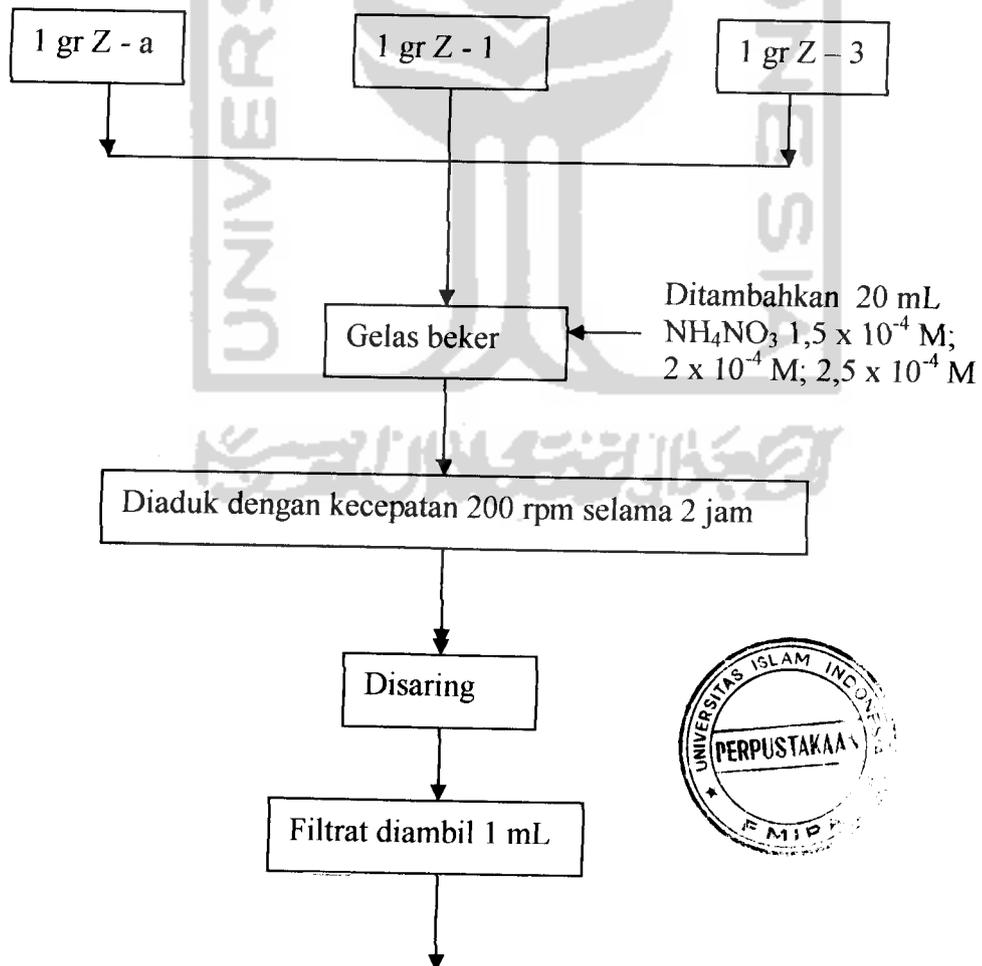


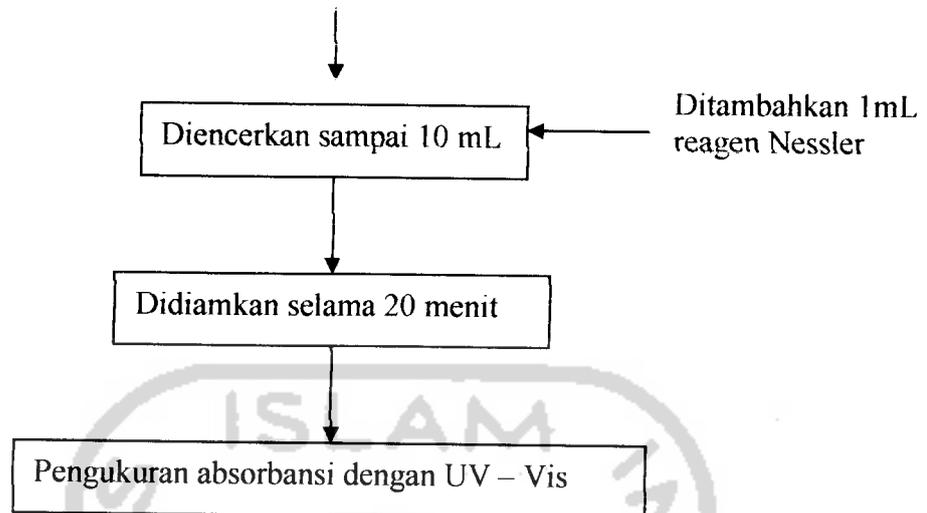
7. Kinetika Pertukaran Kation





8. Adsorpsi Isoterm Langmuir





Report Date: 10:50:34, 02/19/2004



5 0.940 2.5 0.1 12.506 0.5902

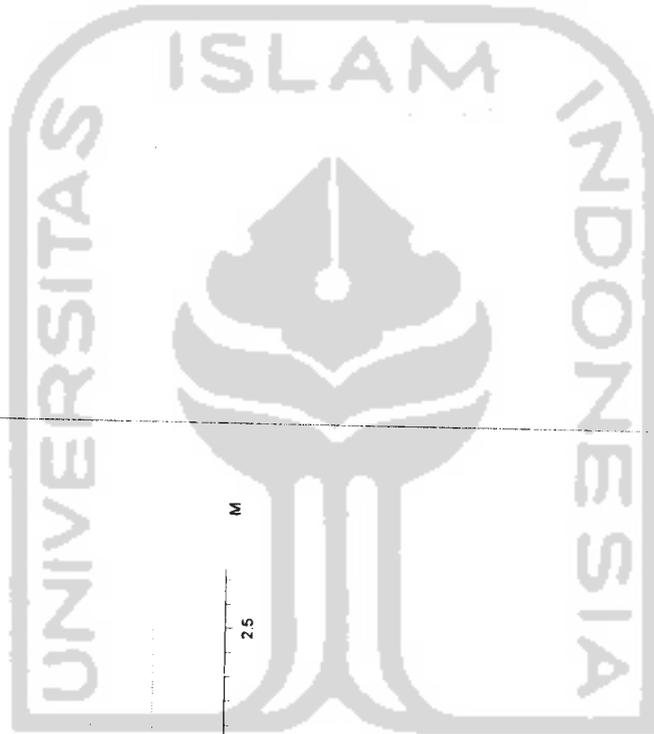
Calibration type: 1st order
Force curve through zero: No
Start (M): 0.0
End (M): 2.5
AO: -0.0372
A1: 0.3816
R: 0.9941
R2: 0.9882

Samp No. / Name 1
Abs(407.2) Conc(M) Avg Conc [SD][CV] (%)
0.100 0.4

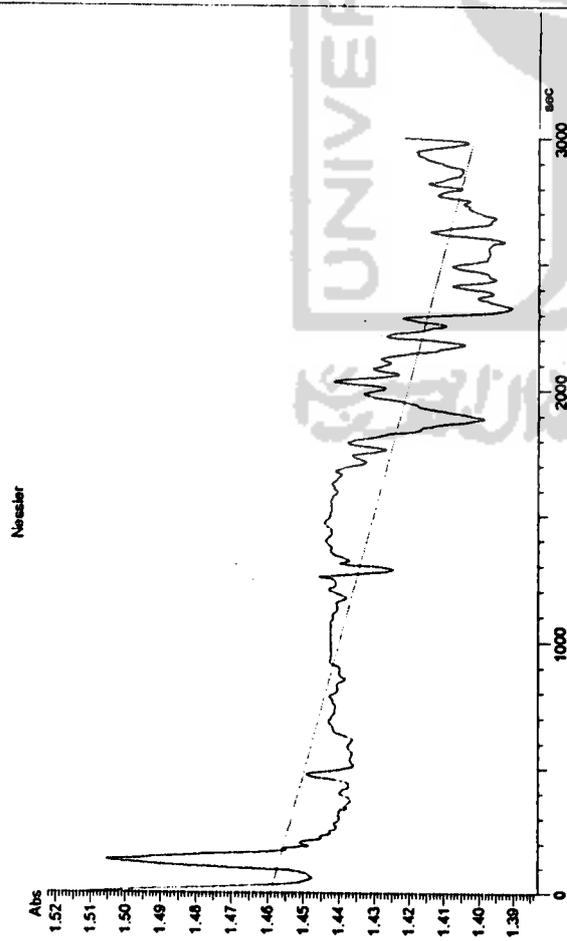
Sample: kurva baku amonium
In Date: 11:04:32, 09/01/2003
Operator: Ilman
Instrument:
Instrument Model: U-2010 Spectrophotometer
Serial Number: 0000-000
XRF Version: 2550 01

Instrument Parameters
Measurement Type: Photometry
Mode: Abs
Number of Wavelengths: 1
Wavelength 1: 407.2 nm
Slit Width: 2 nm
Cuvette Path Length: 340.0 mm
Baseline Correction: System
Cuvette Length: 10.0 mm

Samp No. / Name	Abs(407.2)	Conc(M)	diff	RD	t
0.002	0.0	0.1	20.879	0.9855	
0.296	1.0	-0.1	-25.397	-1.1987	
0.497	1.5	-0.1	-20.216	-0.9542	
0.749	2.0	0.1	12.229	0.5772	



Report Date: 11:02:36, 02/19/2004



Slope (min): -0.001149
 Activity: -0.001149
 R: 0.8236
 R2: 0.6783

Peak Integration
 Method: Rectangular
 Sensitivity: 1
 Threshold: 0.0000

Peak #	Start (sec)	Apex (sec)	End (sec)	Height (Abs)	Area (Abs*sec)	Valley (sec)	Valley (Abs)
1	0.0	0.0	60.0	1.511	95.603	60.0	1.447
2	60.0	130.0	365.0	1.506	450.804	365.0	1.437
3	365.0	395.0	430.0	1.440	100.678	430.0	1.437
4	430.0	475.0	510.0	1.449	122.536	510.0	1.436
5	510.0	535.0	560.0	1.437	79.015	560.0	1.436
6	560.0	585.0	615.0	1.438	86.274	615.0	1.436
7	615.0	680.0	745.0	1.443	194.560	745.0	1.441
8	745.0	785.0	850.0	1.443	158.521	850.0	1.438
9	850.0	925.0	1170.0	1.443	468.496	1170.0	1.438
10	1170.0	1205.0	1225.0	1.443	86.449	1225.0	1.441
11	1225.0	1255.0	1285.0	1.446	93.404	1285.0	1.425
12	1285.0	1395.0	1425.0	1.444	208.802	1425.0	1.442
13	1425.0	1465.0	1590.0	1.444	245.255	1590.0	1.441
14	1590.0	1625.0	1710.0	1.442	179.984	1710.0	1.433
15	1710.0	1740.0	1765.0	1.437	85.955	1765.0	1.427
16	1765.0	1790.0	1885.0	1.438	177.757	1885.0	1.399
17	1885.0	1980.0	2005.0	1.433	177.344	2005.0	1.427
18	2005.0	2030.0	2060.0	1.442	85.946	2060.0	1.423
19	2060.0	2085.0	2180.0	1.431	177.694	2180.0	1.404
20	2180.0	2210.0	2255.0	1.427	113.301	2255.0	1.410
21	2255.0	2285.0	2330.0	1.423	112.604	2330.0	1.391
22	2330.0	2365.0	2380.0	1.401	76.809	2380.0	1.396
23	2380.0	2410.0	2440.0	1.408	91.042	2440.0	1.395
24	2440.0	2490.0	2590.0	1.408	216.844	2590.0	1.393
25	2590.0	2625.0	2680.0	1.415	133.224	2680.0	1.395
26	2680.0	2775.0	2800.0	1.412	175.523	2800.0	1.405
27	2800.0	2820.0	2875.0	1.415	112.669	2875.0	1.405
28	2875.0	2945.0	3000.0	1.419	176.446	3000.0	1.422

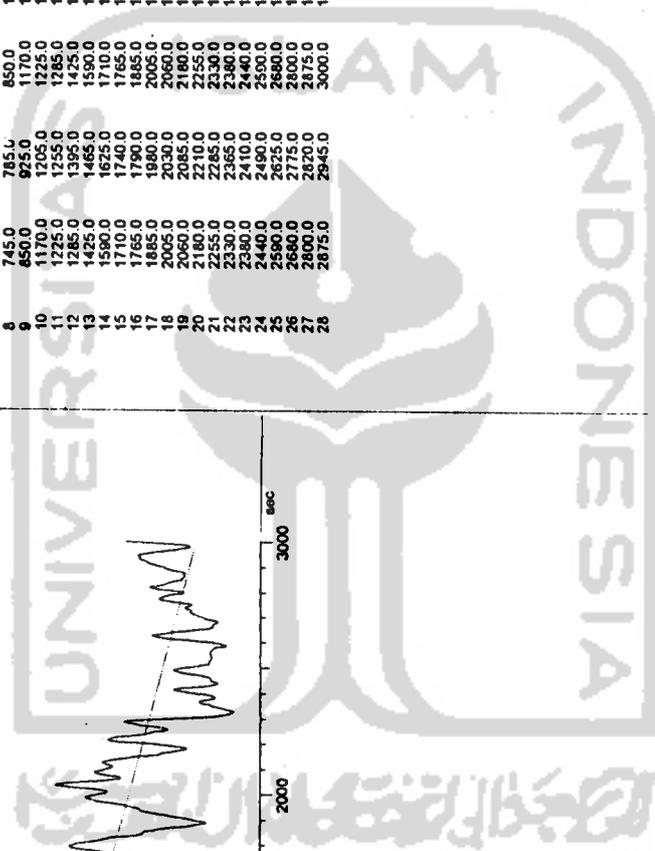
Sample: Nessler
 Run Date: 10:33:37, 07/18/2003
 Operator: lmain
 Comment:

Instrument: U-2010 Spectrophotometer
 Model: 0050-000
 Serial Number: 0050-000
 ROM Version: 2550 01

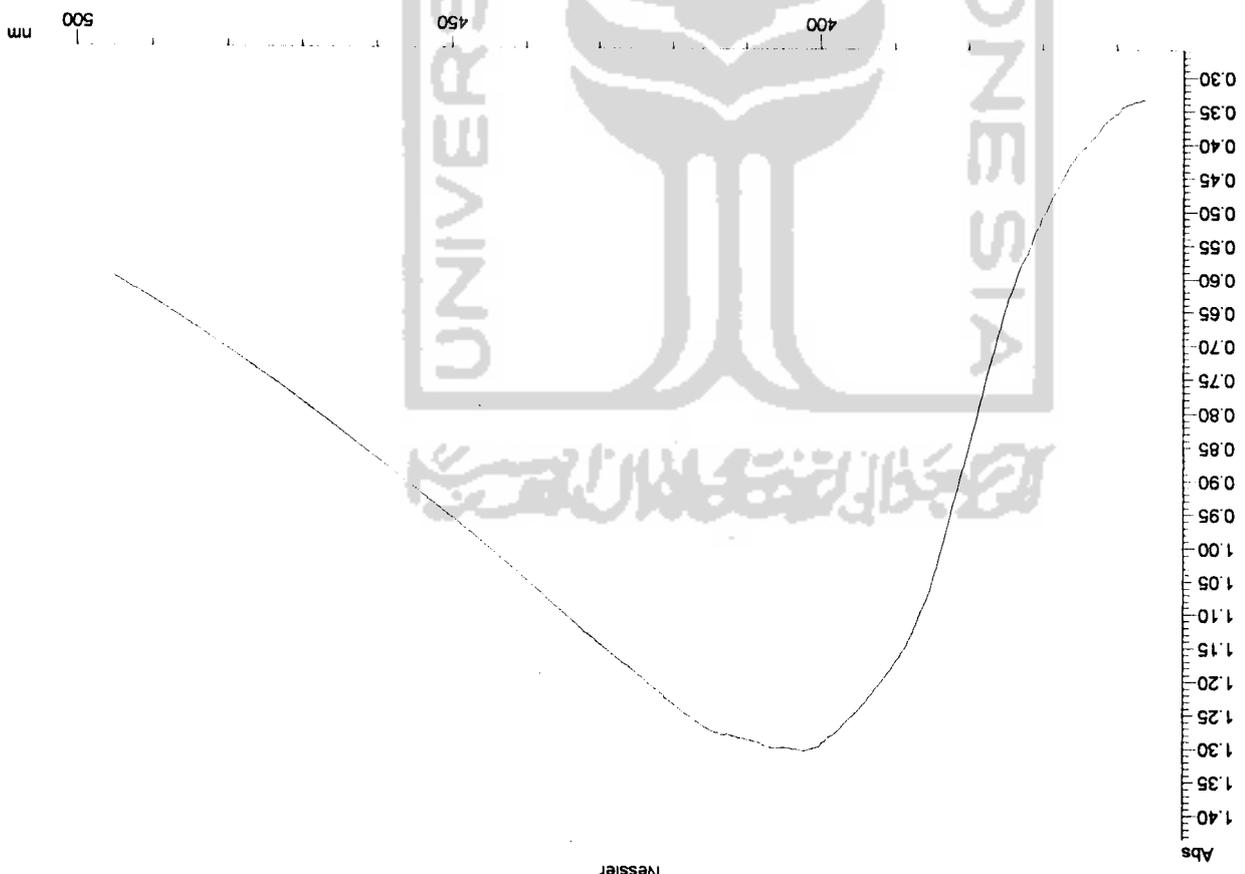
Instrument Parameters
 Measurement Type: Time Scan
 Data Mode: Abs
 Scan Time: 3000 sec
 Wavelength: 407.2 nm
 Sampling Interval: 5.0 sec
 SR Width: 2 nm
 Lamp Change: 340.0 nm
 Baseline Correction: System
 Response: Fast
 Path Length: 10.0 mm

Processing Performed
 Savitsky-Golay Smoothed
 Smoothing Order: 3
 Number of Points: 10
 Number of Times: 1

Kinetic Data
 Start (sec): 0.0
 End (sec): 3000.0
 K Factor: 1



Nessler



Sample: Nessler
 Run Date: 10:27:29, 07/17/2003
 Operator: Imman
 Comment:
 Instrument: U-2010 Spectrophotometer
 Model: U-2010 Spectrophotometer
 Serial Number: 0000-000
 ROM Version: 2550 01

Instrument Parameters
 Measurement Type: Wavelength Scan
 Data Mode: Abs
 Starting Wavelength: 500.0 nm
 Ending Wavelength: 351.0 nm
 Scan Speed: 800 nm/min
 Sampling Interval: 0.2 nm
 Slit Width: 2 nm
 Lamp Change: 340.0 nm
 Baseline Correction: System
 Response: Fast
 Path Length: 10.0 mm

Processing Performed
 Mean Smoothed
 Number of Points: 50
 Number of Times: 1

Peak Integration
 Method: Rectangular
 Sensitivity: 1
 Threshold: 0.0100

Peak #	Start (nm)	Apex (nm)	End (nm)	Height (Abs)	Area (Abs*nm)	Valley (nm)	Valley (Abs)
1	495.0	407.2	361.0	1.298	126.611	366.0	0.427