

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**OPTIMASI ADSORPSI AMMONIUM ( $\text{NH}_4^+$ ) MENGGUNAKAN  
TANAH NAPA SEBAGAI ADSORBEN DENGAN METODE BATCH**

**Nama** : Rindu Ayu Permata Sari  
**Nim** : 1101521/2011  
**Program Studi** : Kimia  
**Jurusan** : Kimia  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Januari 2015

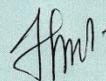
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Dr. Mawardi, M.Si  
Nip. 19611123 198903 1 002



Hary Sanjaya, M.Si  
Nip. 19830428 200912 1 007

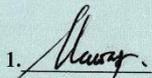
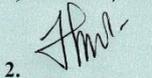
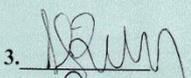
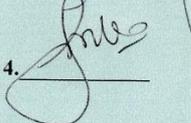
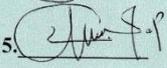
**HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang*

**Judul** : Optimasi Adsorpsi Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) Menggunakan Tanah Napa Sebagai Adsorben dengan Metode Batch  
**Nama** : Rindu Ayu Permata Sari  
**TM/NIM** : 2011/1101521  
**Program Studi** : Kimia  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Januari 2015

**Tim Penguji**

No.	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1.	Ketua	: Dr. Mawardi, M.Si	1. 
2.	Sekretaris	: Hary Sanjaya, S.Si, M.Si	2. 
3.	Anggota	: Drs.H.Zulafkar, M.Si	3. 
4.	Anggota	: Dr.rer.nat.Jon Effendi, M.Si	4. 
5.	Anggota	: Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D	5. 

## ABSTRAK

**Rindu Ayu Permata Sari (2015) : Optimasi Adsorpsi Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )  
Menggunakan Tanah Napa Sebagai  
Adsorben dengan Metode Batch**

Penelitian tentang pemanfaatan Tanah Napa sebagai adsorben untuk ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) telah dilakukan. Metoda yang digunakan adalah metoda *Batch*. Sampel yang digunakan adalah Tanah Napa yang berasal dari perbukitan Cubadak Kec.Situjuah Limo Nagari Kabupaten 50 Kota dan limbah simulasi dari larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Dipelajari berbagai parameter yang mempengaruhi kapasitas serapan adsorben terhadap ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) yaitu pH awal larutan, waktu kontak dan konsentrasi. Digunakan adsorben Tanah Napa yang dimurnikan dengan tujuan peningkatan kapasitas serapan. Setelah didapat kondisi optimum maka hasil tersebut dibandingkan dengan Tanah Napa Aktivasi dan Tanah Napa segar. Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan pH optimum untuk Tanah Napa yang dimurnikan yaitu 5 dengan efisiensi penyerapan 79,35 %. Waktu kontak optimum 120 menit dengan efisiensi penyerapan 92,75 % dan konsentrasi optimum 20 mg/L dengan efisiensi penyerapan 80,59 %. untuk Tanah Napa Aktivasi dan Tanah Napa segar pada kondisi optimum tersebut didapatkan efisiensi penyerapan berturut-turut pH 5 yaitu 68,11 % dan 73,25 %, waktu kontak 120 menit yaitu 80,15 % dan 86,50 %, dan konsentrasi 20 mg/L yaitu 73,34 % dan 76,76 %. Kapasitas serapan maksimum terhadap ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dengan persamaan Adsorpsi Langmuir didapatkan 0,371 mg/g.

**Kata Kunci :** adsorpsi, Tanah Napa, ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), Metoda Batch, Adsorpsi  
Langmuir

## KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Adsorpsi Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) Menggunakan Tanah Napa Sebagai Adsorben dengan Metode Batch”**. Shalawat dan salam untuk Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana sains di jurusan kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Dr.Mawardi,M.Si selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Hary Sanjaya,M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr.rer.nat Jon Efendi, M.Si selaku Penasehat Akademik dan penguji yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, masukan dan saran hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.

4. Bapak Drs. H. Zul Afkar, M.S selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ananda Putra, M.Si. Ph.D selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini
6. Ibu Dra.Andromeda,M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Budhi Oktavia, Ph.D selaku Ketua Prodi Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang.
8. Kedua Orang Tua penulis tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas penelitian.
9. Teman-teman kimia tahun 2011 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan juga buat yang tersayang Gilang Ramadan,S.Pd terima kasih atas dukungan dan supportnya.

Penulisan skripsi ini mengacu kepada panduan penulisan skripsi (tugas akhir) Universitas Negeri Padang, namun mungkin masih terdapat kekilafan dan kesalahan yang disebabkan oleh kelalain penulis semata. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis haturkan terima kasih.

Padang, Januari 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
A. Pengertian Tanah.....	8
B. Tanah Napa .....	9
C. Mineral Alumina Silikat .....	14
D. Limbah Ammonium di Perairan .....	18
E. Teori adsorpsi .....	20
F. Metoda Batch .....	24

G. Spektrofotometer UV-Vis .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	32
B. Tahapan Penelitian Secara Umum .....	32
C. Alat dan Bahan.....	32
D. Pengambilan Sampel.....	33
E. Preparasi Sampel.....	34
F. Analisis Kandungan ion Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) .....	35
G. Penentuan Kapasitas Serapan Maksimum Tanah Napa.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
A. Pengaruh pH Larutan .....	38
B. Penentuan Waktu Kontak Optimum .....	41
C. Penentuan Konsentrasi Optimum.....	43
D. Penentuan Kapasitas Serapan Maksimum Terhadap Ammonium.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
A. Kesimpulan .....	47
B. Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis Kandungan Tanah Napa dengan XRF .....	4
2. Struktur-Struktur Mineral Silikat.....	11
3. Data Warna Berdasarkan Panjang Gelombang.....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanah Napa.....	4
2. Spektra FT-IR Tanah Napa Kec.50 Kota .....	10
3. Secondary Building Unit (SBU) dalam Kerangka Zeolit.....	13
4. Struktur-Struktur Kimia yang Terdapat Pada Zeolit .....	13
5. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir.....	23
6. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis.....	29
7. Pendispersi Cahaya Spektrofotometer UV-Vis .....	30
8. Grafik Pengaruh pH Awal Larutan $\text{NH}_4^+$ Terhadap Serapan Adsorben.	39
9. Perbedaan Serapan dari Berbagai Tanah Napa Pada Kondisi Optimum (pH 5).....	40
10. Grafik Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Serapan Adsorben.....	41
11. Perbedaan Serapan dari Berbagai Tanah Napa Pada Kondisi Optimum (Waktu Kontak 120 Menit).....	42
12. Grafik Pengaruh Konsentrasi $\text{NH}_4^+$ Terhadap Serapan Adsorben .....	44
13. Perbedaan Serapan dari Berbagai Tanah Napa Pada Kondisi Optimum (Konsentrasi 20 mg/L).....	45
14. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir Adsorben Tanah Napa yang dimurnikan.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Kerja .....	52
2. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	60
3. Kurva Kalibrasi $\text{NH}_4\text{Cl}$ dengan Spektrometer Genesys 20 .....	61
4. Data Hasil Pengukuran $\text{NH}_4^+$ dengan Sistem Batch .....	63
5. Perhitungan Persamaan Isoterm Langmuir.....	67

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan dunia industri pada saat sekarang ini semakin meningkat pesat. Selain memberikan dampak positif perkembangan perindustrian ini juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Tumbuh pesatnya industri juga berarti meningkatnya limbah yang dikeluarkan dan akan menimbulkan masalah yang kompleks. Umumnya limbah yang dihasilkan mengandung beberapa racun dan senyawa kimia yang sangat berbahaya. Limbah tersebut biasanya dihasilkan oleh kegiatan industri, terutama industri kimia.

Limbah industri kimia yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan salah satunya adalah limbah organik yang tergolong dalam kategori limbah B-3 (Bahan Beracun Berbahaya). Limbah organik tersebut didalamnya mengandung komponen-komponen organik yang bersifat toksik (racun) diantaranya adalah ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). selain bersifat toksik keberadaan ion ammonium dengan konsentrasi yang tinggi dalam perairan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut yang mengakibatkan matinya organisme akuatik (Rozic dkk, 2000) Karena bahaya dan toksisitas tersebut, maka kelebihan amonium dalam perairan perlu ditangani.

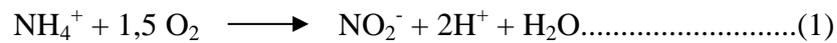
Ammonium adalah bentuk ion dari ammonia yang dalam perairan merupakan pencemar utama yang berasal dari limbah pembakaran batubara, limbah buangan pabrik pupuk pestisida dan limbah pertanian. Ammonium ini berkontribusi untuk mempercepat terjadinya eutrofikasi pada danau dan sungai, eutrofikasi adalah pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya nutrient

yang berlebihan ke dalam ekosistem air. pengurangan konsumsi oksigen dan keracunan pada ikan dalam perairan (Wang, 2008).

Menurut PERMENKES No. 01/BIRHUKMAS/I/1975, dinyatakan bahwa amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) tidak boleh ada dalam sumber air minum. Amonium dalam air cenderung mengikat oksigen dan membentuk ion-ion nitrit dan nitrat, sehingga dapat menaikkan kadar nitrit dan nitrat dalam air. Ammonium sendiri tidak langsung memberikan dampak negatif pada manusia kecuali dari segi estetika, karena menimbulkan bau yang tidak sedap pada air tersebut. Akan tetapi nitrit yang terdapat dalam air minum dapat menyebabkan terjadinya methuoglobinemia, yaitu suatu keadaan di mana nitrit akan mengikat haemoglobin (Hb) darah dan menghalangi ikatan Hb dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ) sehingga tubuh akan kekurangan  $\text{O}_2$  (pada bayi disebut juga dengan nama Blue Babies).

Menurut Winckins (1976) dalam Poernomo (1988) menyebutkan bahwa ammonia pada kadar 0,45 mg/l menghambat laju pertumbuhan ikan 50%, sedang pada kadar 1,29 mg/l sudah membunuh beberapa jenis udang. Kadar antara 0,05 – 0,2 mg/l sudah cukup menghambat pertumbuhan hewan aquatik pada umumnya. Menurut Poernomo (1988), menyatakan bahwa tidak diizinkan adanya ammonium pada budidaya udang ditambak.

Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk menghilangkan ion ammonium ini antara lain melalui proses biologi seperti nitrifikasi/denitrifikasi yang mana ammonium dirubah secara biologi menjadi nitrit dan nitrat. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Namun cara ini tidak cocok digunakan untuk pengolahan air limbah buangan dengan kadar ammonium tinggi karena prosesnya otomatis dan sulit untuk di kontrol. Cara lain yaitu dengan proses kimia-fisika seperti *stripping*, adsorpsi dan pertukaran ion (Metcalf dan Winkler, 1998). Dari berbagai metode penghilangan ammonium tersebut, proses adsorpsi merupakan cara yang sangat mudah dan membutuhkan biaya yang relatif rendah, terutama bila bahan adsorben yang digunakan berasal dari alam.

Tanah napa yang merupakan sebutan masyarakat Sumatera Barat merujuk kepada sejenis material alam yang biasa digunakan sebagai obat sakit perut dan diare. Tanah Napa berasal dari pelapukkan batuan feldspartik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen kerak. Adapun warna jenis tanah napa ini adalah putih keabu-abuan. Seperti yang di tunjukkan pada Gambar 1. Setelah diteliti oleh (Mawardi dkk, 2013) ternyata tanah napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral aluminasilikat dengan perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  berkisar antara 1.25-3.43. Pada penelitian ini digunakan tanah napa yang terdapat di Kec. Situjuh Kabupaten 50 kota, dimana dari data hasil penelitian menggunakan XRF memperlihatkan bahwa tanah napa yang berasal dari daerah tersebut merupakan mineral alumina silika kelompok zeolit alam yang keberadaannya melimpah terutama di Sumatera Barat.



Gambar 1. Tanah Napa (a) di perbukitan Solok (b) di Perbukitan Cubadak 50 Kota ( Sumber : Rini Sundari,2014)

Adapun komposisi kimia Tanah napa dari Kec. Situjuh Kab. 50 Kota tersebut ditampilkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. komposisi kimia Tanah Napa

Komposisi	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%	68.70	21.24	2.168	0.743	<i>Trace</i>	6.358	<i>Trace</i>	3.23

(Mawardi dkk,2013)

Berdasarkan komposisi yang terkandung tanah napa memiliki kandungan silika alumina dan diharapkan tanah napa ini merupakan material anorganik yang sangat berharga dan potensial yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian serta perkembangan material anorganik seperti adsorben, katalisator, dan bahan pelapis permukaan kertas.

Adsorpsi suatu zat pada permukaan adsorben bergantung pada beberapa faktor dan memiliki pola isotherm adsorpsi tertentu. Untuk proses adsorpsi yang terjadi dalam larutan, jumlah zat yang teradsorpsi bergantung pada : (1) jenis adsorben, (2) jenis adsorbat atau zat yang teradsorpsi, (3) luas permukaan

adsorben, (4) konsentrasi zat terlarut, dan (5) temperatur. Terdapat tiga pola isoterm adsorpsi, yaitu isoterm adsorpsi Freundlich, Langmuir, dan BET (Brunauer, Emmet dan Teller). Adsorpsi molekul atau ion pada permukaan padatan umumnya terbatas pada lapisan satu molekul (*monolayer*). Dengan demikian adsorpsi tersebut biasanya mengikuti persamaan adsorpsi Langmuir.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi ammonium menggunakan adsorben tanah napa sehingga nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penyediaan adsorben untuk menanggulangi pencemaran bahan organik toksik khususnya ammonium baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala industri. Telah diketahui juga bahwa cadangan mineral tanah napa cukup melimpah di berbagai daerah (kabupaten) di Sumatera Barat, seperti Kabupaten Tanah Datar, Kabupaten 50 kota, Kabupaten Solok dan Kabupaten Pesisir Selatan (Mawardi dkk,2013) Sehingga menjadi peluang yang besar untuk mengkomersialkan produk tanah napa.

## **B. Identifikasi Masalah**

Tanah Napa merupakan tanah yang berada pada perbukitan Cubadak Kec.Situjuh Limo Nagari Kabupaten 50 Kota. Dari hasil analisa kandungannya, tanah napa mengandung senyawa silika alumina yang tinggi, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben pada limbah yang mengandung bahan organik toksik seperti ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

### C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Penentuan pengaruh pH , waktu kontak dan konsentrasi awal larutan pada daya serap Tanah Napa terhadap ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).
2. Penentuan kapasitas serapan maksimum dari Tanah Napa terhadap ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) menggunakan *persamaan Isoterm Langmuir*.

### D. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian diatas, maka penulis merumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi awal larutan pada daya serap Tanah Napa terhadap ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) ?
2. Berapa kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) menggunakan *persamaan Isoterm Langmuir* ?

### E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan kondisi optimum beberapa parameter yang mempengaruhi proses adsorpsi dalam adsorpsi ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) menggunakan Tanah Napa.
2. Menentukan kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap ion ammonium menggunakan *persamaan Isoterm Langmuir*.

## **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan gambaran pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi awal ion ammonium dalam larutan terhadap adsorpsi ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) oleh Tanah Napa.
2. Dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap ammonium yang merupakan bahan organik toksik.
3. Dapat dijadikan sebagai sumber ide dan referensi untuk penelitian selanjutnya.
4. Dapat memberikan wawasan kepada pembaca.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Tanah**

Tanah adalah hasil pengalihragaman bahan mineral dan organik yang berlangsung di muka daratan bumi di bawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja selama waktu sangat panjang, dan berwujud sebagai suatu tubuh dengan organisasi dan morfologi tertakrifkan (Schroeder,1984).

Tanah adalah bahan mineral yang tidak padat (*unconsolidated*) yang telah dan akan tetap mengalami perlakuan dan dipengaruhi oleh faktor-faktor genetik dan lingkungan yang meliputi bahan induk, iklim (termasuk kelembaban dan suhu), organisme (makro dan mikro) dan topografi pada suatu periode waktu tertentu. Pada mulanya tanah dipandang sebagai lapisan permukaan bumi (*natural body*) yang berasal dari bebatuan (*natural material*) yang telah mengalami serangkaian pelapukan oleh gaya-gaya alam (*natural force*), sehingga membentuk *regolit* (lapisan berpatikel halus). (Hanafiah, 2005).

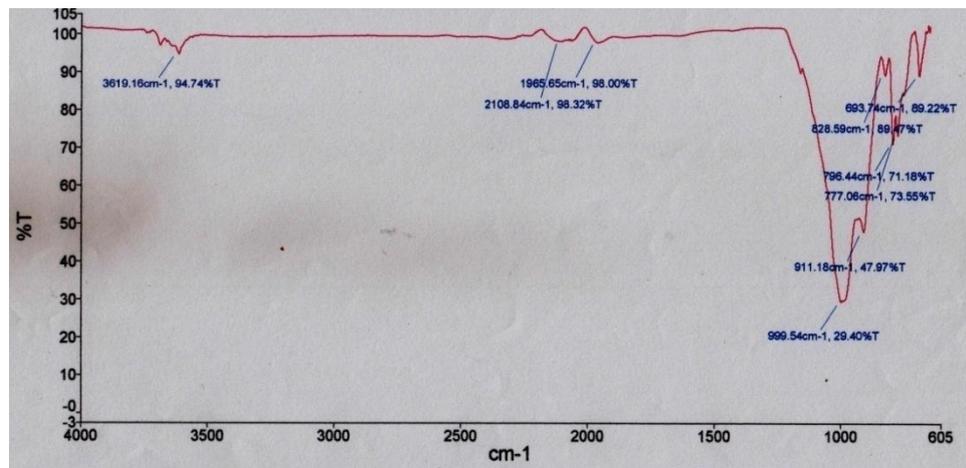
Tanah merupakan unsur kehidupan yang paling penting. Komponen anorganik tanah sangat penting dalam produktivitas tanah. Dalam bentuk koloid komponen anorganik merupakan penyimpanan air dan nutrient yang dapat tersedia bagi tanaman bila diperlukan. Tanah mempunyai beberapa sifat yang menentukan kualitas tanah seperti sifat biologi, sifat fisik dan sifat kimia. Tanah bagian paling atas sering disebut top soil, selanjutnya ada lapisan-lapisan dibawahnya sehingga terbentuk profil tanah (Rianti,2012).

## B. Tanah Napa

Tanah napa yang merupakan sebutan masyarakat Sumatera Barat merujuk kepada sejenis material alam yang biasa digunakan sebagai obat sakit perut dan diare. (Mawardi dkk, 2013) telah melakukan penelitian terhadap tanah napa yang diperoleh dari daerah Kabupaten Solok Sumatera Barat. Berdasarkan data komposisi kimia yang diperoleh bahwa tanah napa yang berasal dari Kec. X Koto Kabupaten Solok mempunyai kandungan rata-rata  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{TiO}_2$ ;  $\text{CaO}$ ;  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$  masing-masing 70,43%; 20,52%; 3,67%; 0,40%; 2,70%; 1,26% dan *trace*. Sebagai pembanding, komposisi kimia *natural zeolit clinoptilolite* yang diproduksi oleh industri *Gravis Mining Co* kandungan  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{TiO}_2$ ;  $\text{CaO}$ ;  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$  masing-masing 65-72%; 10-12%; 0,8-1,9%;-, 2,5-3,7%; 2,3%-3,5% dan *trace* (Gravis Mining Co, 2012 dalam Mawardi, 2013).

Untuk kandungan produk komersial kaolin dari Selandia Baru masing-masing adalah 49.50; 35.50; 0.29; 0.09; *trace*; *trace*; *trace*. Ciri fisik dari tanah napa ini yaitu mempunyai pori-pori besar dan berwarna putih keabu-abuan (dizadji, et. al. dalam Mawardi, 2013). Sejenis tanah yang sama juga terdapat di perbukitan Cubadak Kec. Situjuah Limo Nagari Kab. 50 Kota, yang memiliki sifat fisik yang sama dengan tanah napa Kabupaten Solok, masyarakat setempat juga menyebutnya Tanah Napa.

(Rini Sundari, 2014) telah melakukan penelitian tentang karakteristik tanah napa Kab. 50 Kota dengan data spektra FT-IR yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

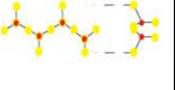
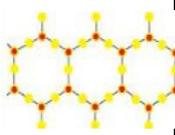
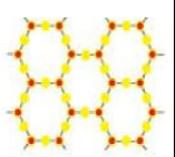


Gambar 2. Spektra FT-IR tanah napa Kec. 50 Kota

Dari gambar diatas dapat ditentukan gugus-gugus fungsi yang ada pada tanah napa sebagai berikut. Pada daerah puncak serapan  $3619.16 \text{ cm}^{-1}$  terjadi vibrasi ulur gugus  $\text{-OH}$  yang terikat pada atom Al oktahedral pada permukaan atau pada antar lapis silikat. Pada daerah  $693.74 \text{ cm}^{-1}$  terjadi vibrasi ulur Si-O dan daerah  $911.18 \text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi ulur Al-O-H. pada daerah puncak serapan  $828.59 \text{ cm}^{-1}$  dan  $999.54 \text{ cm}^{-1}$  terjadi regangan simetris dan asimetris dari O-Si-O atau O-Al-O.

Mineral yang mengandung ion silikat  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  disebut dengan mineral silikat yang merupakan mineral yang dominan pada kerak bumi. Zeolit merupakan aluminosilikat dengan struktur kerangka yang mempunyai pori-pori berisi kation-kation berukuran besar ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) dan molekul air (Wilson, 2010). Tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  terdapat secara independen dalam beberapa mineral tetapi juga dapat membentuk ikatan dengan satu, dua, tiga atau keempat atom oksigennya dengan anion pada mineral lain. Kemungkinan ini memberikan beberapa struktur dari silikat yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Wilson, 2010)

Tabel 1. Struktur-struktur Mineral Silikat

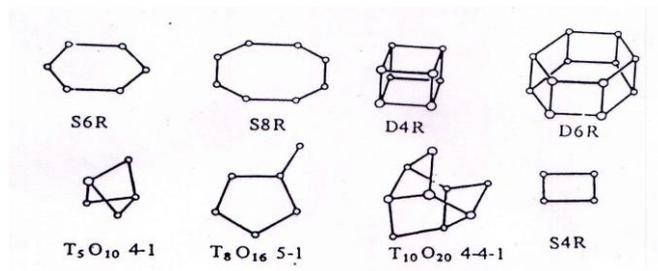
N O	Tipe Ikatan		Formula dan Valensi	Si:O		Contoh Mineral	Kecenderungan umum
1	Neso-	Tetrahedral terpisah	$[\text{SiO}_4]^{4-}$	1:4		Olivine $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="text-align: center;">Struktur terbuka meningkat</div> </div> <div style="width: 100%; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 100%; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; right: 0; text-align: right;">Densitas menurun</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="text-align: center;">Terdapat gugus (OH)-</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div style="text-align: center;">Meningkat nya ruangan untuk kation besar cth.K</div> </div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> </div>
2	Soro-	Double Tetrahedral	$[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$	1:3.5		Tidak Biasa	
3	Cyclo-	Cincin {3,4- & 6- tetrahedral	$[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$	1:3		Beryl $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	
4	Ino-	Rantai Single	$[\text{SiO}_3]^{2-}$	1:3		Pyroxene var. Diopside $\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$	
5	Ino-	Rantai Double	$[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$	1:2.7 5		Amphibole var. Tremolite $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$	
6	Phyllo-	Lembaran (Sheets)	$[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$	1:2.5		Mica Var. Muscovite $\text{KAl}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ Biotite $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	
7	Tecto-	Kerangka tiga dimensi onal	$\text{SiO}_2$	1:2		Feldspars cth. Orthoclase $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ Silikon dioksida Quartz $\text{SiO}_2$	

Berdasarkan kerangkanya maka zeolit termasuk kedalam tectosilikat. Nama zeolit mula-mula ditemukan pada tahun 1756 oleh Freiherr Axel Fredrick Cronstedt, merupakan seorang mineralogy dari Swedia. Menurut bahasa Yunani kata “zein” berarti mendidih dan “lithos” berarti batu, untuk menjelaskan sebuah kelompok dari mineral silikat yang mengeluarkan air saat dipanaskan dan terlihat seperti mendidih, serta dapat meleleh membentuk gelas berwarna putih. Zeolit merupakan kristal, mikropori, aluminosilikat hidrat yang dibangun dari jaringan tiga dimensi oleh  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  tetrahedral yang terhubung satu sama lain dengan berbagi atom-atom oksigen. Secara umum, struktur tersebut dapat dikatakan sebagai polimer anorganik yang terbentuk dari unit-unit  $\text{TO}_4$ , dimana T ion adalah  $\text{Si}^{4+}$  atau  $\text{Al}^{3+}$ . Setiap atom O dibagi antara dua atom T. Struktur formula zeolit berdasarkan sel unit kristalnya sebagai berikut.



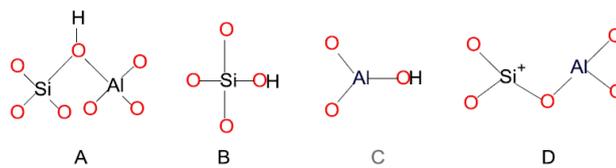
Dimana M adalah kation alkali atau alkali tanah, n adalah valensi kation tersebut, w adalah jumlah molekul air per unit sel, x dan y adalah total jumlah tetrahedral per unit sel, dan rasio  $y/x$  biasanya 1-5, meskipun untuk zeolit silika  $y/x$  berkisar 10-100 (Dimitar Georgiev dkk, 2009).

Bentuk dari kerangka zeolit digambarkan sebagai “*Secondary Building Unit*” (SBU), sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1. Dalam SBU ini keberadaan Si atau Al pada masing-masing sudut ditunjukkan dalam bentuk lingkaran, sedangkan atom oksigen yang berada dekat titik tengah garis tidak diperlihatkan.



Gambar 3. *Secondary Building Unit* (SBU) dalam Kerangka Zeolit (Breck, 1974, dalam widaiwati, 2005).

Menurut (Martin Martis, 2011) adapun struktur-struktur dengan gugus fungsinya yang mungkin terdapat pada zeolit adalah:



Gambar 4. struktur-struktur kimia yang terdapat pada zeolit

Dari gambar diatas dapat dilihat representasi skematik dari berbagai gugus fungsi hidroksil dan asam pada zeolit. (A) gugus asam Bronsted-hidroksil; (B) gugus fungsi silanol; (C) spesi alumunium pada kerangka ekstra; (D) gugus asam lewis pada kerangka yang cacat.

Berdasarkan komposisi kimia dan gugus fungsi dari puncak-puncak serapan yang terdapat pada tanah napa maka dapat digolongkan kepada zeolit. Zeolit umumnya digunakan sebagai penukar ion dalam pengolahan air limbah dengan tujuan untuk pemisahan ion ammonium, logam berat dan limbah radio aktif. Mercer dkk menemukan bahwa clinoptilolite merupakan penukar ion yang menjanjikan untuk pemisahan ammonium dalam limbah cair. Di beberapa

wilayah di dunia clinoptilolite, mordenite, phillipsite dan chabazite tersedia sebagai mineral yang murah (Yelda Akdeniz, 1999)

### C. Mineral Alumina silikat

Mineral aluminosilikat anorganik polimer juga dikenal sebagai geopolimer. Aluminosilikat anorganik polimer idealnya terdiri dari struktur amorf, tiga-dimensi akibat polimerisasi aluminosilikat monomer dalam larutan basa. Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan silika ( $\text{SiO}_2$ ) adalah dua mineral yang paling banyak dari kerak bumi. Kelas mineral yang mengandung aluminium oksida dan oksida silikon dikenal dengan sebutan aluminosilikat. Mineral aluminosilikat terbentuk dari penggantian beberapa ion  $\text{Si}^{4+}$  dalam silikat oleh ion  $\text{Al}^{3+}$ . Atom aluminium menggantikan atom silikon dalam tetrahedral atau menempati lubang oktahedral atom oksigen, membuat struktur yang lebih kompleks. Substitusi silikon tetravalen dengan aluminium trivalen menyebabkan kekurangan muatan yang harus dikompensasi dengan kation lain seperti  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , dan sebagainya (Rowles, Matthew And Brian O'connor, 1987).

Felspar adalah mineral khas aluminosilikat,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  (ortoklas) dan  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  (albit) juga dikenal. Felspar mempunyai struktur 3 dimensi dengan semua sudut tetrahedra  $\text{SiO}_4$  dan  $\text{AlO}_4$  digunakan bersama. Di pihak lain, lapisan 2 dimensi terbentuk bila satuan  $[\text{AlSiO}_5]^{3-}$  digunakan bersama, dan bila kation berkoordinasi 6 dimasukkan di antar lapisan dihasilkanlah mineral berlapis semacam mika. Sebagai mineral silikat pembentuk batuan, felspar mempunyai kerangka struktur tektosilikat yang menunjukkan 4 (empat) atom

oksigen dalam struktur tetrahedral  $\text{SiO}_2$  yang dipakai juga oleh struktur tetrahedral lainnya. Kondisi ini menghasilkan kisi-kisi kristal seimbang terutama bila ada kation lain yang masuk ke dalam struktur tersebut seperti penggantian silikon oleh aluminium.

Berbicara mengenai potensi endapan felspar di Indonesia, sebaran material ini terdapat hampir di seluruh negeri dengan bentuk endapan berbeda dari satu daerah dengan daerah yang lain tergantung jenis endapan, primer atau sekunder. Data dari Direktorat Inventarisasi Sumber daya Mineral menunjukkan cadangan terukur (proved), tereka (probable) dan terindikasi (possible) masing-masing sebesar 271.693, 11.728 dan 56.561 ribu ton.

### **Kaolinit (Tipe 1 : 1)**

Mineral kaolinit adalah alumino-silikat yang terhidrasi dengan komposisi kimia umum  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1:1:2$  atau  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  per satuan sel. Seperti telah dinyatakan, golongan ini termasuk tanah liat filosilikat dengan tipe 1 : 1. Kristalnya terdiri dari lapisan aluminium oktahedral tersusun di atas lembar silika tetraeder. Kedua lembar yang membentuk satu satuan lapisan (unit layer) diikat oleh atom oksigen. Atom oksigen ini satu valensinya berpegangan erat dengan silikon, sedangkan yang lain memegang Al secara ikatan koordinasi sedangkan satuan-satuan lapisan berpegangan satu sama lain melalui ikatan H (Hydrogenbonding), menghasilkan ruang antar-misel dengan dimensi tertentu. *Basal spacing* dari mineral kaolinit adalah 7,14 Å. Anggota golongan kaolinit adalah kaolinit, dikit, nakrit dan haloisit. Kecuali haloisit, mineral lainnya tidak dapat mengembang dalam air. Dari mineral-mineral

disebutkan di atas mineral kaolinit yang distribusinya terluas. Fungsi utama dari mineral ini adalah sebagai bahan baku keramik.

### **Haloisit (Tipe 1 : 1)**

Mineral ini mempunyai komposisi umum  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Strukturnya mirip kaolinit, perbedaan dengan kaolinit terletak pada susunan yang tidak beraturan dari lapisan-lapisan dan terdapatnya dua atau lebih antar lapisan air (water interlayer). Molekul-molekul air terikat bersama-sama menurut pola heksagonal, molekul air ini selanjutnya terikat dengan lapisan-lapisan kristal melalui ikatan H. Oleh karena terdapatnya air di antara lapisan maka haloisit memiliki nilai  $\alpha = 10,1 \text{ \AA}$  lebih besar dari kaolinit. Jika haloisit dipanaskan, maka nilai  $d$  turun menjadi  $7,2 \text{ \AA}$ . Mineral yang airnya telah keluar disebut metahaloisit. Haloisit dilaporkan cepat berubah menjadi metahaloisit jika suhu menjadi  $50^\circ\text{C}$ . Haloisit umumnya berbentuk pipa (tubular) jika dilihat melalui mikroskop elektron, bentuk ini berbeda dengan kaolinit yang berbentuk heksagonal. Proses pembentukan kaolinit mengikuti urutan (sequence) pelapukan berikut ini: Montmorilonit  $\rightarrow$  Haloisit  $\rightarrow$  Metahaloisit  $\rightarrow$  Kaolinit

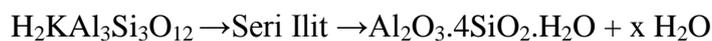
### **Montmorilonit (Tipe 2 : 1)**

Mineral dalam kelompok ini kadang-kadang disebut smektit dan mempunyai komposisi beragam. Namun rumus umum dinyatakan sebagai  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + x\text{H}_2\text{O}$ . Nama montmorilonit diperuntukkan bagi jenis aluminasilikat berhidrasi dengan substitusi rendah. Tipe tanah liat ini sering pula disebut bentonit. Montmorilonit memiliki ion-ion  $\text{Mg}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  di dalam

posisi oktaeder, sementara beidelit yang baik tidak mengandung Mg dan Fe di dalam lembar oktaeder. Beidelit dicirikan oleh kandungan Al yang tinggi. Muatan silika semua berasal dari penggantian  $\text{Si}^{4+}$  oleh  $\text{Al}^3$

### **Ilit (Tipe 2 : 1)**

Golongan mineral ini termasuk mineral mika (2 : 1) yang tidak mengembang, namun berbeda dengan mika sesungguhnya yang termasuk dalam mineral sekunder. Mineral ini juga dikenal dengan nama mika berair (hydrous mica) atau mika tanah. Dalam kelompok ini ilit digunakan untuk mineral berbutir halus sedangkan berbutir kasar dinamakan mika berair. Mineral ilit hampir mirip komposisinya dengan muskovit, tetapi mengandung lebih banyak  $\text{SiO}_2$  dan lebih sedikit K. Beberapa peneliti berpendapat bahwa suatu seri yang berkelanjutan dari suatu ilit terjadi ketika berlangsung perubahan mineral muskovit menjadi montmorilonit.



### **Vermikulit (Tipe 2 : 1)**

Nama vermikulit berasal dari “vermiculare” atau “vermicularis” dalam bahasa latin berarti mirip cacing = *wormlike*, yang jika dipanaskan mineralnya dapat memanjang hingga 20–30 kali dari ukuran semula. Kelompok mineral ini membentuk jonjotan mirip mika seperti ilit. Vermikulit dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu vermikulit sesungguhnya (true vermiculite) dan vermikulit liat (clay vermiculit). Vermikulit sesungguhnya tidak dianggap sebagai mineral tanah liat, tetapi sebagai mineral pembentuk batuan (Douglas, 1977). Vermikulit berukuran tanah liat ditemukan dalam tanah dianggap

sebagai “vermikulit liat” atau vermikulit tanah. Kehadiran dalam fraksi tanah liat untuk pertama kalinya diperkenalkan pada tahun 1974 di Skotlandia.

#### **Khlorit (Tipe 2:2)**

Mineral tanah liat ini tersusun dari magnesium dan aluminium silikat berair yang memiliki hubungan dengan mineral mika. Kebanyakan khlorit berwarna hijau, struktur khlorit mirip dengan *talk* atau tanah liat tipe 2:1 yang memperlihatkan kemiripan dengan vermikulit. Namun kini sejumlah penulis bersepakat menyebut khlorit sebagai mineral tipe 2:2.

#### **D. Limbah Ammonium di Perairan**

Nitrogen merupakan nutrisi esensial dalam kehidupan sebagai komponen pembangun utama protein tumbuhan dan hewan. Dalam lingkungan air, senyawa nitrogen biasanya ditemukan dalam bentuk ion ammonium,  $\text{NH}_4^+$  (Lei, 2008). Meskipun ammonium merupakan nutrisi penting untuk ganggang, namun kelebihan jumlah ammonium dalam lingkungan perairan dapat menyebabkan eutrofikasi sungai, danau dan pesisir pantai (Rozic dkk, 2000). Eutrofikasi tersebut terjadi karena kelebihan amonium, sehingga amonium akan teroksidasi secara mikrobiologi menghasilkan nitrat. Adanya nitrat ini dapat merangsang pertumbuhan ganggang menjadi tak terbatas, sehingga kandungan oksigen dalam perairan menjadi berkurang (Prasetya, 1992). Kelebihan kadar nitrogen pada lingkungan juga dapat bersifat toksik (Rozic dkk, 2000).

Ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) adalah bentuk transisi dari amonia. Amonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta

industri bubur kertas dan kertas (pulp dan paper). Tinja dari biota akuatik yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak mengeluarkan amonia. Sumber amonia yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri, dan domestik.

Diperairan alami, pada suhu dan tekanan normal amonia berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Selain terdapat dalam bentuk gas, amonia membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amonia juga dapat terserap kedalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Amonia di perairan dapat menghilang melalui proses volatilisasi karena tekanan parsial amonia dalam larutan meningkat dengan semakin meningkatnya pH.

Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Amonia bebas tidak dapat terionisasi (amoniak), sedangkan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi. Persentase amoniak meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amonia akan mengalami ionisasi. Sebaliknya, pada pH lebih besar dari 7, amonia tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Amonia bebas yang tak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amoniak terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu (Hefni Effendi, 2003).

Nitrifikasi merupakan proses oksidasi aerobik senyawa amonium menjadi nitrit oleh bakteri dari genus *Nitrosomonas*, yang dilanjutkan dengan oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh bakteri genus *Nitrobacter*. Kedua jenis

bakteri ini termasuk kelompok autotrof yang pertumbuhannya lambat. Reaksi kimia dari proses nitrifikasi diawali oleh proses amonifikasi nitrogen organik menjadi amonium oleh bakteri heterotrof, yang diantaranya adalah bakteri dari genus *Bacillus*, *Clostridium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, dan *Streptomyces*. Lalu bakteri nitrifikasi akan mengubah amonium menjadi nitrat sehingga meningkatkan kebutuhan oksigen beberapa hari setelah penambahan amonium. Tingkat oksidasinya ditentukan oleh faktor suhu, persediaan oksigen, dan pH air (Anthonisen, et al, 1976).

menurut Sawyer (1994), ammonia bebas didalam air dengan konsentrasi diatas 0,2 mg/l dapat menyebabkan kematian pada beberapa jenis ikan. Untuk faktor keamanan, National Research Council Committee telah mengeluarkan rekomendasi bahwa tidak diijinkannya kandungan ammonia lebih dari 0,2 mg/l dalam badan air.

menurut PP No. 82 tahun 2001, bahwa batas maksimum kandungan ammonia dalam badan air kelas I adalah 0,5 mg/l. Sedangkan menurut KEPMEN LH No. 122 tahun 2004 tentang beban maksimum pencemaran limbah kegiatan industri khususnya adalah industri pupuk adalah 0,75 kg/ton untuk industri pupuk urea; 1,5 kg/ton untuk industri pupuk nitrogen lain dan 0,3 kg/ton untuk industri ammonia.

## **E. Teori Adsorpsi**

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (solute) yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan fisika antara substansi dengan penyerapannya.

Adsorpsi adalah gejala penggumpalan molekul-molekul suatu zat pada permukaan zat lain, sebagai akibat dari ketidakjenuhan gaya-gaya pada permukaan tersebut. Isoterm adsorpsi adalah hubungan yang menunjukkan distribusi adsorben antara fasa teradsorpsi pada permukaan dengan fasa ruang saat kesetimbangan pada suhu tertentu.

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan pada permukaan suatu adsorben, misalnya adsorpsi zat padat terhadap gas atau zat cair. Zat yang teradsorpsi disebut sebagai adsorbat dan zat yang mengadsorpsi disebut adsorben (Kasmadi, 2002). Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorben yang ada pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisis dan adsorpsi khemis. Adsorpsi fisis disebabkan oleh gaya *van der waals* . Pada adsorpsi fisik, molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisik umumnya terjadi pada temperatur rendah dan dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan mencolok (Adamson, 1990).

#### 1. *Adsorpsi secara fisika*

Adsorpsi secara fisika ini mempunyai karakteristik antara lain panas reaksi yang rendah yaitu 10000 kal/mol atau kurang. Hal ini disebabkan oleh ikatan yang terlibat dalam adsorpsi itu ikatan yang lemah, yakni gaya Van der Waals. Adsorpsi secara fisika menggunakan *Isoterm Freundlich*.

#### 2. *Adsorpsi secara kimia.*

Adsorpsi secara kimia ini melibatkan panas adsorpsi yang cukup besar yaitu antara 10000 kal/mol sampai 20000 kal/mol.

Hal ini disebabkan adanya reaksi kimia yang biasanya terjadi dan menyebabkan adanya ikatan antara adsorban dan adsorbat menjadi lebih kuat. Hubungan antara jumlah substansi yang diserap oleh adsorban dan tekanan atau konsentrasi pada kesetimbangan pada suhu konstan disebut adsorpsi isothermis.

Disamping persamaan Freundlich terdapat persamaan yang lebih baik untuk menyatakan adsorpsi isothermis yaitu persamaan Langmuir. Langmuir berpendapat bahwa gas diadsorpsi pada permukaan solid dan membentuk tidak lebih dari satu lapis ketebalannya.

Pada adsorpsi isothermis ini, persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan diturunkan dari teori Langmuir, dengan asumsi-asumsi :

1. Seluruh permukaan adsorban memiliki aktivitas adsorpsi yang sama atau seragam.
2. Tidak terjadi interaksi antara molekul-molekul adsorbat.
3. Mekanisme adsorpsi yang terjadi seluruhnya sama.
4. Hanya terbentuk satu lapisan adsorbat yang sempurna di permukaan adsorban.

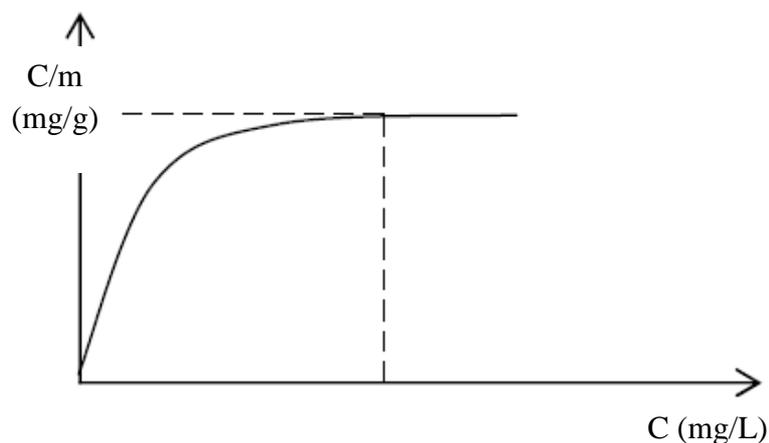
Teori Langmuir menggambarkan proses adsorpsi terdiri dari dua proses berlawanan, yaitu kondensasi molekul-molekul fase teradsorpsi menuju permukaan dan evaporasi/penguapan molekul-molekul dari permukaan kembali ke dalam larutan.

Isoterm langmuir merupakan isoterm paling sederhana yang didasarkan pada asumsi bahwa setiap tempat adsorpsi adalah ekuivalen, dan kemampuan

partikel untuk terikat di tempat itu, tidak bergantung pada kedekatan tempat (Atkins, 1990). Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi. Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut:

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

C adalah konsentrasi kesetimbangan, m adalah jumlah zat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g), b adalah kapasitas serapan maksimum (mg/g) dan K adalah tetapan kesetimbangan (afinitas serapan). Bila data yang diperoleh memenuhi persamaan tersebut di atas, maka plot C/m terhadap C akan menghasilkan garis lurus dengan slope 1/b dan intersep 1/bK. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir

(Oscik,1982)

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain:

1. Ukuran molekul adsorben

2. Konsentrasi

Semakin tinggi konsentrasi makin besar solute / adsorbat yang dapat teradsorpsi. Jika konsentrasi solute tinggi, kemungkinan adsorpsi bersentuhan dengan adsorben makin besar, dengan demikian solute yang teradsorpsi makin besar pula.

3. pH

pH pada proses adsorpsi mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tingkat adsorpsi tertentu hal ini disebabkan adanya ion hidrogen yang dapat teradsorpsi secara kuat pada adsorben.

4. Temperatur

Jika suhu dinaikkan, molekul adsorben akan bergerak lebih cepat sehingga sulit menangkap dan mengadsorpsi molekul.

5. Waktu kontak antara adsorben dan adsorbat

Semakin lama waktu kontak maka semakin besar kapasitas adsorpsi sampai tercapai kesetimbangan (C. Pujiasturi, dkk, 2008)

## **F. Metode Batch**

Salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah adalah adsorpsi (Diantariani et al. 2008). Terdapat dua metode adsorpsi, yaitu tumpak (batch) dan lapik tetap (fixed bed). Pada metode tumpak larutan contoh dicampur dan dikocok dengan bahan penyerap sampai tercapai kesetimbangan. Serapan fase padat ini mencapai kesetimbangan saat adsorben

telah jenuh oleh adsorbat. Zat yang tidak teradsorpsi selanjutnya dipisahkan dari campuran dengan penyaringan. Setelah kesetimbangan tercapai, dilakukan pengukuran konsentrasi zat sisa pada filtrat untuk penetapan kondisi kesetimbangan.

### **G. Spektrofotometer UV-Vis**

Spektrofotometri Sinar Tampak (UV-Vis) adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day, 2002). Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak (visible) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm. Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif.

Umumnya spektroskopi dengan sinar ultraviolet (UV) dan sinar tampak (VIS) dibahas bersama karena sering kedua pengukuran dilakukan pada waktu yang sama. Karena spektroskopi UV-VIS berkaitan dengan proses berenergi tinggi yakni transisi elektron dalam molekul, informasi yang didapat cenderung untuk molekul keseluruhan bukan bagian-bagian molekulnya. Metoda ini sangat sensitif dan dengan demikian sangat cocok untuk tujuan analisis. Lebih lanjut, spektroskopi UV-VIS sangat kuantitatif dan jumlah sinar yang diserap oleh sampel diberikan oleh ungkapan hukum Lambert-Beer. Menurut hukum ini, absorbans larutan sampel sebanding dengan panjang lintasan cahaya ( $d$ ) dan konsentrasi larutannya ( $c$ ).

Hukum Lambert Beer , yang merupakan kombinasi hukum Lambert dan hukum Beer. Hukum Lambert menyatakan bahwa sebagai radiasi dari frekuensi yang diberikan melewati media (yang mengandung molekul sampel), intensitasnya berkurang secara eksponensial dalam bentuk:

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \text{ atau } \ln \frac{I_0}{I} = \alpha x$$

Dimana  $I_0$  adalah intensitas berkas cahaya mula-mula sedangkan  $I$  adalah intensitas berkas cahaya setelah melewati sampel  $x$  , dan  $\alpha$  adalah kostanta yang di ketahui sebagai koefisien absorpsi. Jika kita menggunakan logaritma umum ( basis 10 ) , persamaan diubah menjadi:

$$I = I_0 \times 10^{-kx} \text{ atau } \log \frac{I_0}{I} = kx$$

Dimana  $K = \alpha/2.303$  adalah kostanta extinction . Hukum Beer menyatakan bahwa absorpsi sebanding dengan konsentrasi zat , yaitu,  $K = \epsilon c$ . Dimana  $\epsilon$  adalah absorpsivitas molar,  $c$  = konsentrasi sampel (molar) dan  $b$  = panjang sel (cm). Sehingga di peroleh kombinasi dari kedua hukum tersebut adalah:

$$\log \frac{I_0}{I} = \epsilon c x \text{ atau } \log \frac{I_0}{I} = \epsilon c b$$

Yang mana dikenal sebagai Hukum Lambert Beer. Selanjutnya Hukum ini merumuskan hubungan antara absorbans, konsentrasi dan panjang sel. Absorbans suatu senyawa pada suatu panjang gelombang tertentu bertambah dengan banyaknya molekul yang mengalami transisi. Oleh karena itu

absorbans bergantung pada struktur elektronik senyawanya, konsentrasi sampel, dan panjang sel (Levine,2009)

Secara eksperimen hukum Lambert-beer akan terpenuhi apabila peralatan yang digunakan memenuhi kriteria-kriteria berikut:

1. Sinar yang masuk atau sinar yang mengenai sel sampel berupa sinar dengan dengan panjang gelombang tunggal (monokromatis).
2. Penyerapan sinar oleh suatu molekul yang ada di dalam larutan tidak dipengaruhi oleh molekul yang lain yang ada bersama dalam satu larutan.
3. Penyerapan terjadi di dalam volume larutan yang luas penampang (tebal kuvet) yang sama.
4. Penyerapan tidak menghasilkan pemancaran sinar pendafluor. Artinya larutan yang diukur harus benar-benar jernih agar tidak terjadi hamburan cahaya oleh partikel-partikel koloid atau suspensi yang ada di dalam larutan.
5. Konsentrasi analit rendah. Karena apabila konsentrasi tinggi akan mengganggu kelinearan grafik absorbansi versus konsentrasi

Pada spektrofotometer sinar tampak, sumber cahaya biasanya menggunakan lampu tungsten yang sering disebut lampu wolfram. Wolfram merupakan salah satu unsur kimia, dalam tabel periodik unsur wolfram termasuk golongan unsur transisi tepatnya golongan VIB atau golongan 6 dengan simbol W dan nomor atom 74. Wolfram digunakan sebagai lampu pada spektrofotometri tidak terlepas dari sifatnya yang memiliki titik didih yang sangat tinggi yakni  $5930^{\circ}\text{C}$ . Interaksi antara materi dengan cahaya disini adalah terjadi penyerapan cahaya, baik cahaya UV-Vis maupun IR oleh materi

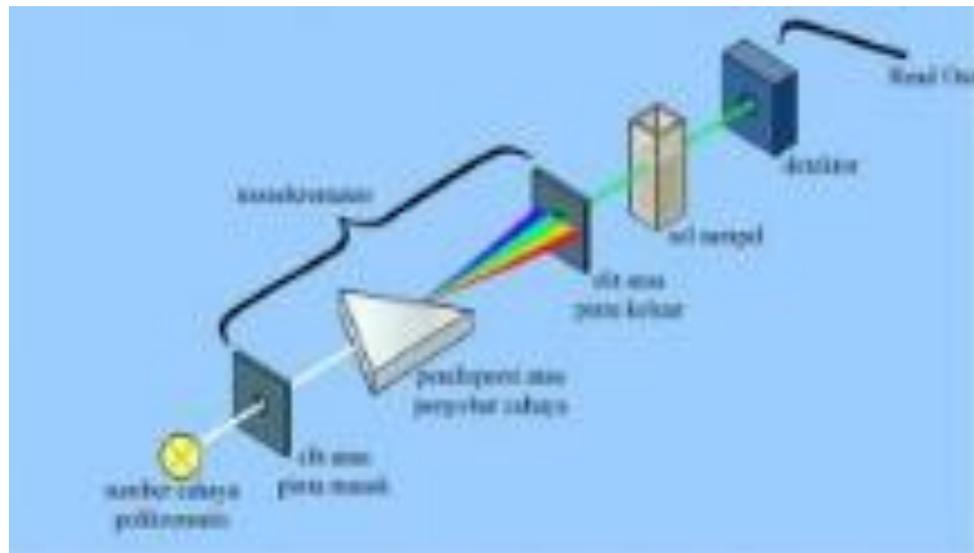
sehingga spektrofotometri disebut juga sebagai spektroskopi absorpsi. Dari 4 jenis spektrofotometri ini (UV-Vis dan IR) memiliki prinsip kerja yang sama yaitu “adanya interaksi antara materi dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu”. Perbedaannya terletak pada panjang gelombang yang digunakan.

Table 1 Data warna berdasarkan panjang gelombang

<b>Panjang Gelombang (nm)</b>	<b>Warna-Warna yang Diserap</b>	<b>Warna Komplementer (Warna yang Terlihat)</b>
400-435	Ungu	Hijau Kekuningan
435-480	Biru	Kuning
480-490	Biru Kehijauan	Jingga
490-500	Hijau Kebiruan	Merah
500-560	Hijau	Ungu Kemerahan
560-580	Hijau Kekuningan	Ungu
580-595	Kuning	Biru
595-610	Jingga	Biru Kehijauan
610-800	Merah	Hijau Kebiruan

Spektrum ultraviolet dan sinar tampak biasanya diperoleh dengan melewatkan cahaya pada panjang gelombang tertentu (200-750 nm) melalui larutan encer senyawa tersebut dalam pelarut yang tidak menyerap, misalnya air, etanol, maupun heksana. Dalam spektroskopi UV dan sinar tampak absorpsi energi direkam sebagai absorbans.

Secara sederhana Instrumen spektrofotometri yang disebut spektrofotometer terdiri dari : Sumber cahaya – monokromator – sel sampel – detektor– read out (pembaca) seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis

Fungsi masing-masing bagian:

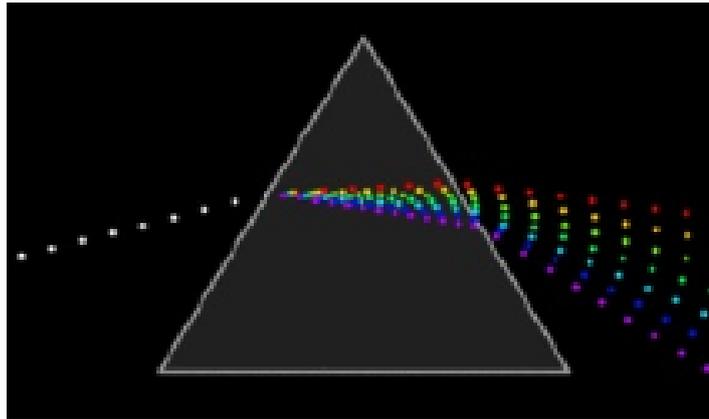
1. Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang. Untuk spektrofotometer :

- UV menggunakan lampu deuterium atau disebut juga heavy hidrogen
- VIS menggunakan lampu tungsten yang sering disebut lampu wolfram
- UV-VIS menggunakan photodiode yang telah dilengkapi monokromator.
- Infra merah, lampu pada panjang gelombang IR.

2. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah grating atau lensa prisma dan filter optik.

Jika digunakan grating maka cahaya akan dirubah menjadi spektrum cahaya. Sedangkan filter optik berupa lensa berwarna sehingga cahaya yang

diteruskan sesuai dengan warnanya lensa yang dikenai cahaya. Ada banyak lensa warna dalam satu alat yang digunakan sesuai dengan jenis pemeriksaan.



Gambar 7. Pendispersi Cahaya Spektrofotometer UV-Vis

Pada gambar di atas disebut sebagai pendispersi atau penyebar cahaya. dengan adanya pendispersi hanya satu jenis cahaya atau cahaya dengan panjang gelombang tunggal yang mengenai sel sampel. Pada gambar di atas hanya cahaya hijau yang melewati pintu keluar. Proses dispersi atau penyebaran cahaya seperti yang tertera pada gambar.

### 3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel

- UV, VIS dan UV-VIS menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini disebabkan yang terbuat dari kaca dan plastik dapat menyerap UV sehingga

penggunaannya hanya pada spektrofotometer sinar tampak (VIS). Cuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm.

- IR, untuk sampel cair dan padat (dalam bentuk pasta) biasanya dioleskan pada dua lempeng natrium klorida. Untuk sampel dalam bentuk larutan dimasukan ke dalam sel natriumklorida. Sel ini akan dipecahkan untuk mengambil kembali larutan yang dianalisis, jika sampel yang dimiliki sangat sedikit dan harganya mahal.

4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Syarat-syarat sebuah detektor :

- Kepekaan yang tinggi
- Perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi
- Respon konstan pada berbagai panjang gelombang.
- Waktu respon cepat dan signal minimum tanpa radiasi.
- Signal listrik yang dihasilkan harus sebanding dengan tenaga radiasi.

Macam-macam detektor :

- Detektor foto (Photo detector)
- Photocell, misalnya CdS
- Phototube
- Hantaran foto
- Dioda foto
- Detektor panas

5. Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposisi kimia Tanah Napa yang berasal dari kec.Situjuh Limo Nagari Kabupaten Limo Puluh Kota paling banyak berupa silika dan alumina sehingga berpotensi dijadikan sebagai adsorben.
2. Kondisi serapan maksimum adsorben Tanah Napa yang dimurnikan terhadap ion Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) terjadi pada pH 5, waktu kontak 120 menit dan konsentrasi larutan optimum pada 20 mg/L.
3. Pada kondisi optimum tersebut dibandingkan hasilnya dengan adsorben Tanah Napa Aktivasi dan Tanah napa segar (tanpa pemurnian dan aktivasi) didapat serapan dan efisiensi serapan paling besar menggunakan Adsorben Tanah Napa yang dimurnikan.
4. Data hasil penelitian sesuai dengan kurva Langmuir yaitu jika diplot  $C/m$  sebagai fungsi  $C$  maka didapatkan kurva linear sehingga konstanta afinitas serapan ( $K$ ) dan Kapasitas serapan maksimum ( $b$ ) adsorben dapat diketahui dengan menggunakan persamaan isotherm adsorpsi langmuir yaitu 1,7362 dan 0,371 mg/g.

## **B. Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan disarankan agar penggunaan Adsorben Tanah Napa sebagai Adsorben digunakan Tanah Napa yang dimurnikan agar diperoleh serapan yang paling besar terhadap limbah berbahaya salah satunya limbah organik toksik seperti Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W. 1989. *Physical Chemistry of Surface*. Wiley Interscience, New York.
- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth edition. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Anthonisen, A. C.; Loehr, R. C.; Prakasam, T. B.; Srinath, E. G., 1976, *Inhibition of nitrification by ammonia and nitrous acid*, *J. Water Pollut. Control Fed.*, 48(5), 835-52.
- APHA.1995.*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, nineteenth ed.*, American Public Health Association: Washington, DC, USA.
- Atkins, P. W. 1990. *Physical Chemistry. 4th ed.* New York: W.H. Freeman.
- Banon, Carles.2008. *Adsorpsi Amoniak oleh Adsorben Zeolit Alam yang Diaktivasi dengan Larutan Ammonium Nitrat*.vol.4,hal : 354-360
- Gates, Bruce C. (1992), "*Catalytic Chemistry*", John Wiley and Sons Inc., New York.
- Gravis Mining Corporation.(2012).Natural Zeolite "Clinoptilolite", <http://www.zeoliteproducer.com/zeolite.html>
- Hanafiah, Ali Kemas.2005.*Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : Rajagrafindo Persada.
- Handayani, Nurlailis.2010. *Adsorpsi Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) Pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT IPMOMIPAITON dengan Metode Batch*. Jurnal FMIPA Institut Teknologi Sepuluh September.
- Lei, Lecheng, dkk.2008. "*Ammonium Removal from Aqueous Solutions Using Microwave Treated Natural Chinese Zeolite*", *Separation and Purification Technology*, vol. 58, hal. 359-366.
- Levine,Ira.N.2009.*Physical Chemistry*.New York : McGraw-Hill Companies, Inc. All rights Reserved.
- L.S.Clesceri, A.E.Greenberg, A.D.Eaton, *Standard Methods for The Examination Of Water and Wastewater*, 20 th Edition (1998), 4500-NH<sub>3</sub> F, APHA, AWWA and WPCF,Washington