

**PENENTUAN KAPASITAS TUKAR KATION TANAH NAPA  
KABUPATEN 50 KOTA MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER  
SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan  
memperoleh Gelar Sarjana Kimia*



**ILHAM ARDATUL PUTRA  
NIM. 1101504 - 2011**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2015**

PERSETUJUAN SKRIPSI

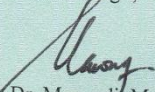
**Penentuan Kapasitas Tukar Kation Tanah Napa Kabupaten 50 Kota  
Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom**

Nama : Ilham Ardatul Putra  
NIM : 1101504/ 2011  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2015

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

  
Hary Sanjaya, S.Si, M.Si  
NIP 19830428 200912 1 007

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Kimia Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Judul : Penentuan Kapasitas Tukar Kation Tanah Napa Kabupaten 50  
Kota Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom

Nama : Ilham Ardatul Putra

NIM : 1101504

Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

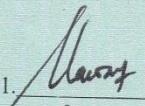
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2015

Tim Penguji

Tanda Tangan

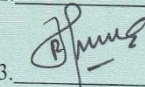
1. Ketua : Dr. Mawardi, M.Si

1. 

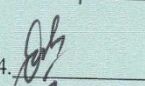
2. Sekretaris : Hary Sanjaya, S.Si, M.Si

2. 

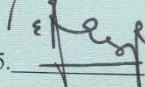
3. Anggota : Dra. Iryani, M.S

3. 

4. Anggota : Deski Beri, S.Si, M.Si

4. 

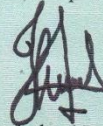
5. Anggota : Edi Nasra, S.Si, M.Si

5. 

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang,      Februari 2015  
Yang membuat pernyataan



Ilham Ardatul Putra  
NIM 1101504/ 2011

## **ABSTRAK**

### **Ilham Ardatul Putra: Penentuan Kapasitas Tukar Kation Tanah Napa Kabupaten 50 Kota Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom**

Penelitian ini membahas tentang kapasitas pertukaran kation pada tanah napa yang berasal Kec. Situjuh Limo Nagari dan Kec, Sarilamak Kab. 50 Kota dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimasi penjumlahan dan penggantian oleh kation tertentu pada penentuan pertukaran kation tanah napa yang hasilnya berupa nilai kapasitas tukar kation (KTK) dan mengkaji perbedaan nilai KTK dari tanah napa tersebut serta pengaruhnya terhadap perlakuan awal berupa pemurnian dan perlakuan dengan asam. Banyak metode untuk menentukan KTK suatu tanah, salah satunya metode penggantian kompulsif barium klorida dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom sebagai instrumen pengukuran. Metode ini telah diadopsi dan diterima menjadi metode standar ISO 11260. Penelitian diawali dengan mengoptimasi penjumlahan dan penggantian kation pada penentuan KTK dengan memvariasikan konsentrasi kation penjumlah dan kation pengganti. Tanah napa yang diuji berasal dari dua daerah yang berbeda yaitu Kecamatan Situjuh Limo Nagari dan Kecamatan Sarilamak Kabupaten 50 Kota serta dilakukan juga perlakuan awalnya berupa pemurnian dengan metode refluk dan perlakuan dengan peroksida lalu ditentukan dan dibandingkan nilai KTK masing-masing tanah napa tersebut. Nilai KTK ditentukan dengan jumlah meq Mg yang menggantikan Ba dalam 1 gram sampel tanah. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh konsentrasi optimum larutan barium klorida yaitu 0,15 M dan larutan magnesium sulfat yaitu 0,15 M. Penentuan KTK pada kondisi optimum menunjukkan tanah napa yang dimurnikan mempunyai nilai KTK lebih tinggi, untuk tanah napa Kecamatan Situjuh Limo Nagari nilai KTKnya 1,7 meq/g dan untuk tanah napa Kecamatan Sarilamak 1,2 meq/g. Tanah napa segar cenderung relatif rendah dibandingkan dengan yang dimurnikan, nilai KTK tanah napa Kecamatan Situjuh Limo Nagari dan Kecamatan Sarilamak segar berturut-turut adalah 0,93 dan 1,03 meq/g. Sedangkan tanah napa yang diberikan perlakuan dengan peroksida menunjukkan nilai KTK menurun tajam, nilai KTK tanah napa Kecamatan Situjuh Limo Nagari dan Kecamatan Sarilamak perlakuan dengan peroksida berturut-turut adalah 0,3 dan 0,7 meq/g.

**Kata kunci :** Kapasitas Pertukaran Kation, Tanah Napa, KTK-Tanah Napa

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbilalamin, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan berkah dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tugas akhir dengan judul **“Penentuan Kapasitas Tukar Kation Tanah Napa Kabupaten 50 Kota Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom”**. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan program Strata Satu pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku pembimbing I dan sekaligus dosen penasehat akademik.
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si selaku pembimbing II.
3. Ibu Dra. Iryani, M.S, Bapak Deski Beri, S.Si, M.Si, dan Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku dosen pembahas.
4. Ibu Dra. Andromeda, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
6. Seluruh staf pengajar dan teknisi di jurusan kimia FMIPA
7. Laboran kimia FMIPA, yang telah memberikan bantuan dan dorongan selama penelitian.

8. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil
9. Semua pihak dan teman-teman kimia tahun 2011 yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

Semoga bantuan dan bimbingan yang tulus serta motivasi yang diberikan dapat menjadi ibadah bagi Bapak dan Ibu serta mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi materi maupun segi teknik penulisannya. Oleh sebab itu segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Padang, Januari 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                 | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ABSTRAK .....                                                                   | i       |
| KATA PENGANTAR .....                                                            | ii      |
| DAFTAR ISI.....                                                                 | iv      |
| DAFTAR TABEL.....                                                               | vi      |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                             | vii     |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                            | viii    |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                         | 1       |
| A. Latar Belakang.....                                                          | 1       |
| B. Identifikasi Masalah .....                                                   | 4       |
| C. Batasan Masalah.....                                                         | 4       |
| D. Rumusan Masalah.....                                                         | 4       |
| E. Tujuan Penelitian.....                                                       | 5       |
| F. Manfaat Penelitian.....                                                      | 5       |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                                    | 6       |
| A. Tanah Napa.....                                                              | 6       |
| B. Adsorpsi.....                                                                | 11      |
| C. Sifat Pertukaran Ion Zeolit .....                                            | 12      |
| D. Penentuan KTK dengan Metode Barium Klorida ( $\text{BaCl}_2$ ) .....         | 16      |
| E. Pembentukan Kompleks Berdasarkan Teori Asam Basa Keras dan Lunak (HSAB)..... | 17      |
| F. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....                                     | 20      |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                                                  | 22      |
| A. Waktu dan Tempat Penelitian.....                                             | 22      |
| B. Tahapan Penelitian Secara Umum.....                                          | 22      |
| C. Alat dan Bahan .....                                                         | 22      |
| D. Metode .....                                                                 | 23      |
| E. Preparasi sampel .....                                                       | 24      |
| F. Penentuan KTK Tanah Napa.....                                                | 25      |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                     | 28 |
| A. Optimasi Konsentrasi Larutan Barium Klorida.....   | 28 |
| B. Optimasi Konsentrasi Larutan Magnesium Sulfat..... | 29 |
| C. Penentuan KTK Tanah Napa Kondisi Optimum.....      | 31 |
| BAB V PENUTUP.....                                    | 38 |
| A. Simpulan.....                                      | 38 |
| B. Saran .....                                        | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                  | 39 |
| LAMPIRAN.....                                         | 43 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                            | Halaman |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Komposisi Tanah Napa Kab. Solok dan <i>Natural Zeolit Clinoptilolit</i> ..... | 6       |
| 2. Analisis Kandungan Tanah Napa dengan XRF .....                                | 7       |
| 3. Struktur-Struktur Mineral Silikat.....                                        | 10      |
| 4. Contoh Jenis Mineral Zeolit dan Nilai KTK .....                               | 13      |
| 5. Asam dan Basa Beberapa Senyawa dan Ion Menurut Prinsip HSAB.....              | 19      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                                                                                                | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Tanah Napa (a) Kec. Situjuah Limo Nagari (b) Kec. Sarilamak Kab. 50 Kota .....                                                                     | 7       |
| 2. Spektra FT-IR Tanah Napa Kec. Situjuah Limo Nagari Kab. 50 Kota .....                                                                              | 8       |
| 3. Struktur-Struktur Kimia yang Terdapat pada Zeolit .....                                                                                            | 9       |
| 4. Struktur Kimia Substitusi Si Oleh Al.....                                                                                                          | 13      |
| 5. Kerangka Zeolit dengan Kation Dapat Tukar .....                                                                                                    | 14      |
| 6. Pengaruh Konsentrasi Larutan $\text{BaCl}_2$ Terhadap Nilai KTK Tanah Napa...                                                                      | 28      |
| 7. Pengaruh Konsentrasi Larutan $\text{MgSO}_4$ Terhadap Nilai KTK Tanah Napa                                                                         | 30      |
| 8. KTK Tanah Napa Kec. Situjuah Limo Nagari dengan Sampel Tanah Napa Segar, Dimurnikan, dan Diberikan Perlakuan dengan Asam pada Kondisi Optimum..... | 31      |
| 9. Spektra FT-IR Tanah Napa Kec. Situah Limo Nagari Kab. 50 Kota Sampel Tanah Napa Segar, Dimurnikan , dan Diberikan Perlakuan dengan Asam.....       | 33      |
| 10. Mekanisme Reaksi Dealuminasi .....                                                                                                                | 35      |
| 11. Skema Dealuminasi Mineral Aluminosilikat (Bo Tang dkk, 2014) .....                                                                                | 36      |
| 12. KTK Tanah Napa Kec. Sarilamak dengan Sampel Tanah Napa Segar, Dimurnikan, dan Diberikan Perlakuan dengan Asam pada Kondisi Optimum.....           | 36      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                                                                                                                                                                  | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Desain Penelitian.....                                                                                                                                                 | 43      |
| 2. Skema Kerja Pemurnian Sampel.....                                                                                                                                      | 44      |
| 3. Skema Kerja Perlakuan Sampel dengan Asam .....                                                                                                                         | 45      |
| 4. Skema Kerja Optimasi Konsentrasi $\text{BaCl}_2$ Terhadap Penentuan KTK Tanah Napa.....                                                                                | 46      |
| 5. Skema Kerja Optimasi Konsentrasi $\text{MgSO}_4$ Terhadap Penentuan KTK Tanah Napa.....                                                                                | 47      |
| 6. Skema Kerja Penentuan KTK Kondisi Optimum .....                                                                                                                        | 48      |
| 7. Tabel Optimasi Konsentrasi Larutan Barium Klorida Terhadap Penentuan KTK.....                                                                                          | 49      |
| 8. Tabel Optimasi Konsentrasi Larutan Magnesium Sulfat Terhadap Penentuan KTK .....                                                                                       | 50      |
| 9. Tabel KTK Tanah Napa Kec. Sarilamak dan Kec. Situjuah Limo Nagari Sampel Tanah Napa Segar, Dimurnikan , dan Diberikan Perlakuan dengan Asam pada Kondisi Optimum ..... | 51      |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam, seperti tumbuhan, hewan, dan mineral-mineral yang terkandung di perut buminya. Salah satu kekayaan alam tersebut adalah zeolit alam yang banyak terdapat di sekitar pegunungan api (Heraldly dkk, 2003).

Mineral alam banyak terdapat di sekitar pegunungan api wilayah Sumatera Barat. Salah satunya seperti tanah napa yang terdapat di sebagian besar wilayah Sumatera Barat. Tanah napa ini merupakan sebutan yang hampir menyeluruh oleh masyarakat Sumatera Barat terhadap tanah agak keras, mempunyai pori besar dan biasanya berwarna putih keabu-abuan. Selama ini tanah napa dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan tradisional yang dapat mengobati berbagai penyakit di dalam tubuh, misalnya di Kabupaten Solok Sumatera Barat tanah napa digunakan untuk obat sakit perut. Namun saat ini tanah napa tidak lagi digunakan sebagai pengobatan karena sudah banyaknya obat modern yang lebih praktis.

Mawardi dkk (2013) telah melaporkan komposisi kimia tanah napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral aluminosilikat dengan perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  berkisar antara 1.25-3.43. Tanah napa yang telah dilaporkan komposisi kimianya tersebut mempunyai ciri-ciri fisik berwarna putih keabu-abuan dan berpori-pori besar.

Salah satu jenis dari mineral aluminosilika adalah zeolit. Zeolit alam banyak terdapat di daerah gunung berapi, tepi sungai, laut, dan danau berupa sedimen mineral alam, biasanya terdapat dalam jumlah megaton. Jenis mineral aluminosilikat di beberapa daerah di dunia seperti di USA, Jepang, Cuba, Uni Soviet, Italia, Meksiko, dan Korea telah dikategorikan termasuk mineral alumina silika kelompok zeolit alam. Di Indonesia juga telah terdapat beberapa kelompok mineral aluminosilikat yang dikelompokkan kedalam zeolit alam seperti yang terdapat pada Jawa Tengah, Klaten, Jawa Barat, Bogor, Tasikmalaya, dan Sukabumi ( Trisunaryanti, 2008).

Pertukaran ion adalah suatu proses dimana ion berada pada pori-pori padatan yang tidak larut yang dapat ditukar dengan ion yang dibawa oleh larutan selama kontak dengan padatan tersebut. Sifat pertukaran ion dari lempung dan zeolit telah dikenali dan dipelajari selama lebih dari satu abad (Skoog dkk, 2004). Data hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa tanah napa mempunyai komponen utama berupa  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CaO}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa tanah napa mengandung komponen penukar kation yaitu  $\text{K}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ . Oleh karena itu sangat bermanfaat dilakukan penelitian untuk menentukan Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada tanah napa.

Pertukaran ion memiliki aplikasi yang terbatas, biasanya digunakan pada proses pelunakkan dan demineralisasi air. Sekarang pertukaran kation digunakan dalam skala yang luas dan bagian terpenting dalam proses industri, contohnya: ekstraksi uranium dan thorium pada sampel alam (Galindo dkk, 2007), pemisahan isotop-isotop radioaktif seperti  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ , dan  $^{240}\text{Pu}$

(Nassef dkk, 2008), pemisahan isotop magnesium dan isotop-isotop lainnya (Kim dkk, 2001), dan pemisahan logam-logam dari limbah-limbah hasil penyepuhan logam (Utami, 2004).

Berbagai metode telah dilakukan untuk mengukur KTK tanah, seperti metode ammonium asetat dan metode barium klorida. Metode yang paling sering digunakan adalah metode barium klorida yang didasarkan pada pertukaran kation tanah dengan larutan garam yang diketahui konsentrasinya dan mengandung kation yang tidak terkandung dalam tanah tersebut serta deteksi kation dengan standar teknik seperti, spektrofotometri atau titrasi (Bergaya dkk, 2006). Pada penelitian ini penentuan KTK dilakukan dengan metode Barium Klorida ( $\text{BaCl}_2$ ). Metode ini digunakan dan diterima sebagai standar internasional (ISO 11620).

Melihat kegunaan dari pertukaran kation di atas maka sangat bermanfaat dilakukan penelitian material yang mempunyai sifat pertukaran kation seperti tanah napa. Telah diketahui juga bahwa cadangan mineral tanah napa cukup melimpah di berbagai daerah di Sumatera Barat, seperti Kabupaten Tanah Datar, Kabupaten 50 Kota, Kabupaten Solok, dan Kabupaten Pesisir Selatan, sehingga menjadi peluang yang besar untuk mengkomersialkan produk tanah napa.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dilakukan penelitian dengan judul Penentuan Kapasitas Tukar Kation Tanah Napa Kabupaten 50 Kota Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dalam penelitian ini berdasarkan hasil analisa sebelumnya adalah tanah napa tergolong mineral aluminosilikat dan mengandung komponen penukar kation yaitu  $K^+$  dan  $Ca^{2+}$  yang belum pernah dilakukan pengujian untuk menentukan KTK tanah napa. Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan kondisi optimum pengukuran KTK dengan metode Barium Klorida untuk menentukan KTK tanah napa.

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada.

1. Penentuan kondisi optimum KTK tanah napa dengan metode barium klorida menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) sebagai instrumen pengukuran
2. Tanah napa yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah napa yang dimurnikan dan diberikan perlakuan dengan asam dari Kec. Situjuh Limo Nagari dan Kec. Sarilamak Kab. 50 Kota.

## **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari uraian latar belakang, maka penulis merumuskan masalah yaitu:

1. Bagaimanakah kondisi optimum penentuan KTK tanah napa pada variabel konsentrasi larutan barium klorida dan konsentrasi larutan magnesium sulfat?

2. Bagaimanakah nilai KTK tanah napa yang dimurnikan dan diberikan perlakuan dengan asam yang berasal dari Kec. Situjuh Limo Nagari dan Kec. Sarilamak Kab. 50 Kota dengan metode Barium Klorida menggunakan SSA sebagai instrumen pengukuran?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk:

1. Menentukan kondisi optimum penentuan KTK tanah napa pada variabel konsentrasi larutan barium klorida dan konsentrasi larutan magnesium sulfat.
2. Menentukan nilai KTK tanah napa yang dimurnikan dan diberikan perlakuan dengan asam menggunakan metode Barium Klorida.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang nilai KTK tanah napa.
2. Diharapkan dapat memberikan informasi pengaruh pemurnian dan perlakuan dengan asam terhadap nilai KTK tanah napa.
3. Diharapkan mampu digunakan sebagai material penukar kation
4. Diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pengolahan limbah logam berat dan zat radioaktif dalam perairan dengan biaya yang relatif murah.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tanah Napa

Tanah napa merupakan sebutan masyarakat Sumatera Barat yang merujuk kepada sejenis material alam dan biasa digunakan sebagai obat sakit perut dan diare. Setelah dilakukan penelitian oleh Mawardi dkk (2013) tanah napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral aluminosilikat dengan perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  berkisar antara 1.25-3.43. Data hasil penelitian memperlihatkan bahwa tanah napa mempunyai komponen utama berupa  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{CaO}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa tanah napa mengandung komponen penukar kation  $\text{K}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ .

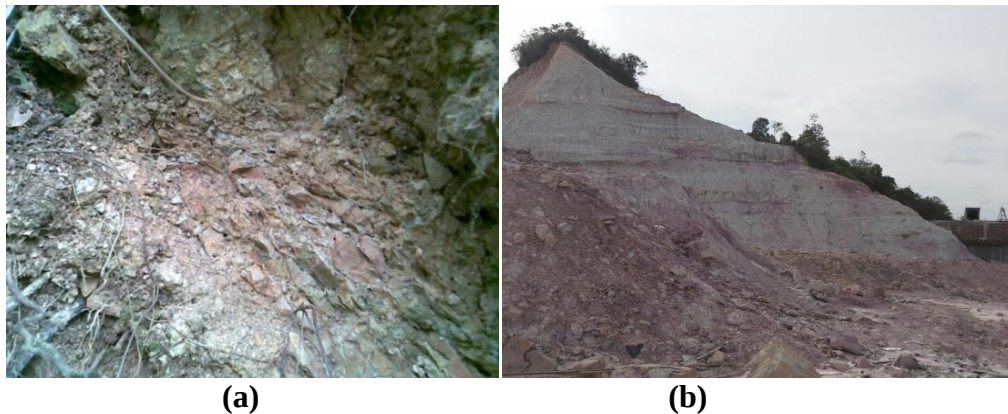
Mawardi dkk (2013) telah melakukan penelitian terhadap tanah napa yang diperoleh dari daerah Kabupaten Solok Sumatera Barat. Berdasarkan data komposisi kimia diperoleh hasil bahwa tanah napa yang berasal dari Kec. X Koto Kabupaten Solok adalah mineral aluminosilikat yang mempunyai ciri fisik berpori-pori besar dan berwarna putih keabu-abuan. Perbandingan komposisi kimia *natural zeolit clinoptilolite* yang diproduksi oleh industri *Gravis Mining Co* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Tanah Napa Kab. Solok dan *Natural Zeolit Clinoptilolit*

| Lokasi tanah napa                    | $\text{SiO}_2$ (%) | $\text{Al}_2\text{O}_3$ (%) | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (%) | $\text{TiO}_2$ (%) | $\text{CaO}$ (%) | $\text{K}_2\text{O}$ (%) | $\text{Na}_2\text{O}$ (%) | $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Kec. X Kab. Solok                    | 70.43              | 20.52                       | 3.67                        | 0.40               | 2,70             | 1,26                     | <100ppm                   | 3.23                                 |
| <i>natural zeolit clinoptilolite</i> | 65-72              | 10-12                       | 0.8-1.9                     | 2.5-3.7            | 2.3-3.5          | <100ppm                  | <100ppm                   | 3.40                                 |

Sumber: Mawardi dkk., 2013

Sejenis tanah yang sama juga terdapat di Kec. Sarilamak dan Kec. Situjuah Limo Nagari Kab. 50 Kota. Tanah ini memiliki bentuk fisik yang sama dengan tanah napa Kabupaten Solok dan masyarakat setempat juga menyebutnya dengan sebutan tanah napa seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanah Napa (a) Kec. Situjuah Limo Nagari (b) Kec. Sarilamak Kab. 50 Kota

Hasil penelitian oleh Mawardi dkk (2013) didapatkan komposisi tanah napa di Kabupaten 50 Kota Sumatera Barat dari analisis menggunakan XRF dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kandungan Tanah Napa dengan XRF

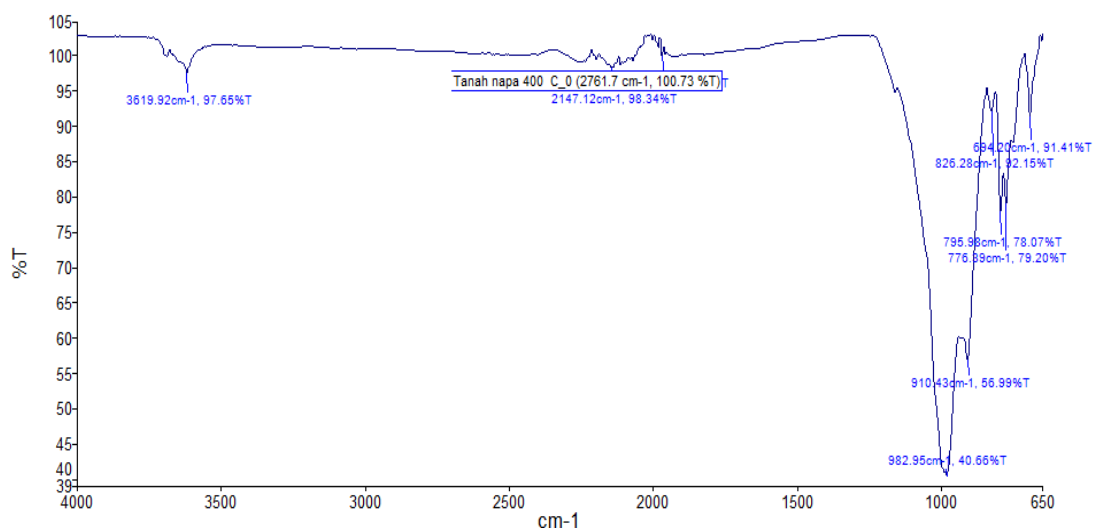
| Lokasi tanah napa                      | SiO <sub>2</sub> (%) | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | TiO <sub>2</sub> (%) | CaO (%) | K <sub>2</sub> O (%) | Na <sub>2</sub> O (%) | SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|----------------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| Kec. Sarilamak Kab. 50 Kota            | 66.21                | 19.42                              | 2.982                              | 0.913                | <100ppm | 9.832                | <100ppm               | 3.40                                             |
| Kec. Situjuah Limo Nagari Kab. 50 Kota | 68.70                | 21.24                              | 2.168                              | 0.734                | <100ppm | 6.832                | <100ppm               | 3.23                                             |

Sumber: Mawardi dkk, 2013

Tanah ini terdapat hampir di seluruh wilayah Sumatera Barat, seperti di perbukitan yang terletak di daerah Kabupaten Solok, 50 Kota, Pesisir Selatan,

dan Tanah Datar. Tanah ini berasal dari pelapukkan batuan *feldspatik* yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen kerak.

Sundari (2014) telah melakukan penelitian tentang karakteristik tanah napa Kab. 50 Kota dengan instrumen FT-IR. Spektra FT-IR tanah napa Kec. Situjuh Limo Nagari Kab. 50 Kota dapat dilihat pada Gambar 2.



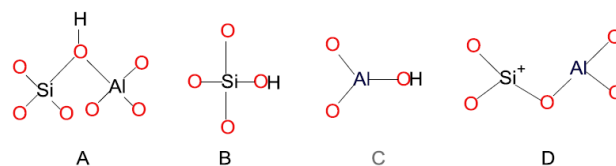
Gambar 2. Spektra FT-IR Tanah Napa Kec. Situjuh Limo Nagari Kab. 50 Kota

Berdasarkan data spektra FT-IR pada Gambar 2 dapat ditentukan gugus-gugus fungsi yang ada pada tanah napa. 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).

Menurut Martis (2011) adapun struktur-struktur dengan gugus fungsinya yang mungkin terdapat pada zeolit yaitu: berbagai gugus fungsi hidroksil dan asam pada zeolit. (A) gugus asam Bronsted-hidroksil; (B) gugus fungsi silanol; (C) gugus aluminium pada kerangka ekstra; (D) gugus asam lewis pada kerangka yang cacat yang terlihat pada Gambar 3.



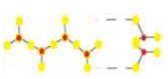
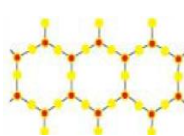
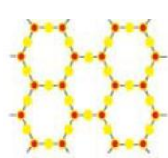
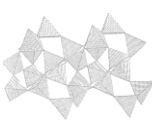
Gambar 3. Struktur-Struktur Kimia yang Terdapat pada Zeolit

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 3 (Wilson, 2010).

Berdasarkan kerangkanya maka zeolit termasuk kedalam kelompok mineral aluminosilikat tektosilikat. Zeolit merupakan suatu aluminosilikat terhidrat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbuka, yang dibangun oleh tetrahedral-tetrahedral  $\text{SiO}_4^{4-}$  dan  $\text{AlO}_4^{5-}$  dengan atom O sebagai penghubung antara atom Si dan atom Al membentuk rongga-rongga dan saluran-saluran yang teratur yang ditempati oleh molekul-

molekul air dan kation. Kation pada rongga zeolit dapat bergerak bebas sehingga memungkinkan pertukaran ion tanpa merusak struktur zeolit (Shaobin, 2010).

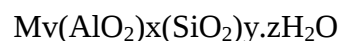
Tabel 3. Struktur-Struktur Mineral Silikat

| NO | Tipe Ikatan |                              | Formula dan Valensi                | Si: O  |    | Contoh Mineral                                                                                                                                                                     |
|----|-------------|------------------------------|------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Neso-       | Tetrahedral terpisah         | $[\text{SiO}_4]^{4-}$              | 1:4    |    | Olivine<br>$\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$                                                                                                                                             |
| 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<br>$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$                                                                                                                        |
| 4  | Ino-        | Rantai Single                | $[\text{SiO}_3]^{2-}$              | 1:3    |   | Pyroxene var.<br>Diopside<br>$\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$                                                                                                                         |
| 5  | Ino-        | Rantai Double                | $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$  | 1:2.75 |  | Amphibole var.<br>Tremolite<br>$\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$                                                                                   |
| 6  | Phyllo-     | Lembaran (Sheets)            | $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$     | 1:2.5  |  | Mica Var.<br>Muscovite<br>$\text{KAl}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$<br>Biotite<br>$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ |
| 7  | Tecto-      | Kerangka tiga dimensi        | $\text{SiO}_2$                     | 1:2    |  | Feldspars cth.<br>Orthoclase<br>$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$<br>Silikon dioksida<br>Quartz $\text{SiO}_2$                                                                   |

Sumber: Wilson, 2010

Berdasarkan komposisi kimia dan gugus fungsi dari puncak-puncak serapan yang terdapat pada tanah napa maka tanah napa dapat digolongkan kepada mineral aluminosilikat. Salah satu mineral aluminosilikat adalah zeolit

yang merupakan mineral yang terdapat dalam batuan hasil proses pengendapan alam yang akhir-akhir ini banyak diteliti untuk digunakan sebagai bahan penukar kation. Nama zeolit mula-mula ditemukan pada tahun 1756 oleh Freiherr Axel Fredrick Cronstedt, seorang mineralogi 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 (Georgiev dkk, 2009). Zeolit mempunyai rumus umum sebagai berikut.



Dimana M adalah kation alkali atau alkali tanah,  $v = x$  untuk kation bervalensi 1 dan  $v = \frac{1}{2} x$  untuk kation bervalensi 2.

Berdasarkan proses pembentukannya zeolit dibedakan menjadi dua yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam terbentuk selama ribuan tahun dalam bentuk sedimen yang terjadi karena pencampuran debu vulkanis dengan air hujan, air tanah, atau air laut (Erdem dkk, 2004).

## **B. Adsorpsi**

Adsorpsi adalah proses penyerapan partikel-partikel pada suatu permukaan. Zat yang teradsorpsi disebut sebagai adsorbat dan zat yang mengadsorpsi disebut adsorben atau substrat. Proses balik dari adsorpsi disebut desorpsi (Atkins, 1990). Adsorben pada umumnya adalah zat padat yang berongga, seperti zeolit (Agustiningtyas, 2012).

Jenis adsorpsi yang umum dikenal adalah adsorpsi kimia (kemisorpsi) dan adsorpsi fisika (fisorpsi). Adsorpsi kimia (kemisorpsi) merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya kimia dan diikuti oleh reaksi kimia. Adsorpsi jenis ini menyebabkan terbentuknya ikatan secara kimia. Maka adsorpsi jenis ini akan menghasilkan produk reaksi berupa senyawa yang baru. Ikatan kimia yang terjadi pada kemisorpsi sangat kuat mengikat molekul gas atau cairan dengan permukaan padatan sehingga sangat sulit untuk dilepaskan (*irreversibel*). Sedangkan adsorpsi fisika (fisorpsi) adalah adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya-gaya fisika. Molekul-molekul yang diadsorpsi secara fisika tidak terikat kuat pada permukaan dan biasanya terjadi proses balik yang cepat (*reversibel*), sehingga mudah untuk diganti dengan molekul yang lain. Adsorpsi fisika didasarkan pada gaya *van der Waals* dan dapat terjadi pada permukaan yang polar dan non polar (Adamson, A.W, 1990).

### **C. Sifat Pertukaran Ion Zeolit**

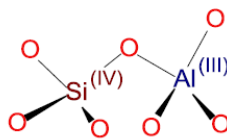
Pertukaran ion adalah suatu proses dimana ion berada pada pori-pori padatan yang tidak larut yang dapat ditukar dengan ion yang dibawa oleh larutan selama kontak dengan padatan tersebut. Sifat pertukaran ion dari lempung dan zeolit telah dikenali dan dipelajari selama lebih dari satu abad (Skoog dkk, 2004). Terdapat banyak tipe penukar ion yang berasal dari mineral aluminosilikat diantaranya zeolit yang mempunyai struktur tiga dimensi dan mineral tanah liat. Beberapa contoh jenis mineral zeolit penting beserta nilai KTK dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Contoh Jenis Mineral Zeolit dan Nilai KTK

| Mineral zeolit | Komposisi                                                                                        | Perbandingan Si/Al | KTK (meq/1g) |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| Analsim        | $\text{Na}_{16}(\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$           | 1,4 – 3,0          | 4,5          |
| Kabazit        | $(\text{Na}_2\text{Ca})_6(\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{72}) \cdot 40\text{H}_2\text{O}$ | 1,4 – 4,3          | 3,7          |
| Klinoptilotit  | $(\text{Na}_3\text{K}_3)(\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$     | 2,7 – 5,4          | 1,5 - 2,2    |
| Erionit        | $(\text{NaCa}0,5\text{K})(\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$    | 2,3 – 3,4          | 3,1          |
| Heulandit      | $(\text{Ca}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$               | 4,0 – 6,1          | 3,2          |
| Laumontit      | $(\text{Ca}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$               | 1,3 – 3,3          | 4,3          |
| Mordenit       | $\text{Na}_8(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$                 | 4,17 – 5,0         | 2,3          |
| Filipsit       | $(\text{NaK})_5(\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}) \cdot 20\text{H}_2\text{O}$              | 1,7 – 3,3          | 3,9          |
| Natrolit       | $\text{Na}_4(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                     | 1,5                | 5,2          |

Sumber: Foth, 1990

KTK merupakan salah satu parameter tanah yang bergantung kepada kemampuan tanah untuk menarik dan mempertahankan kation yang dapat ditukar ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  dll). Banyak faktor yang mempengaruhi KTK tanah khususnya pH tanah, tekstur, dan kandungan materi organik merupakan parameter yang penting dan berkorelasi dengan KTK (Foth, 1990). Kenaikan pH, kadar materi organik, dan tanah liat/lempung menyebabkan KTK yang tinggi karena meningkatnya jumlah muatan negatif pada permukaan yang menarik dan menahan kation.

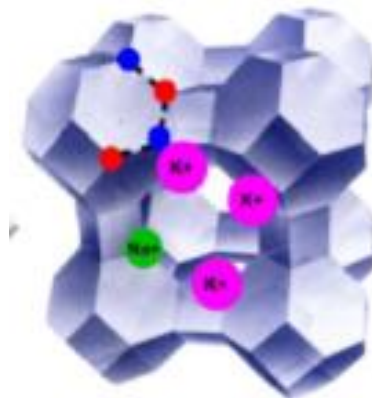


Gambar 4. Struktur Kimia Substitusi Si Oleh Al

Kerangka zeolit silikat murni bermuatan netral. Muatan negatif terjadi pada kerangka aluminosilikat yang dihasilkan dari substitusi  $\text{Si(IV)}$  oleh  $\text{Al(III)}$ , struktur ini dapat dilihat pada Gambar 4 (Martis, 2011). Substitusi ini biasa disebut substitusi isomorfik dalam struktur (muatan permanen/stabil). Substitusi isomorfik adalah menggantikan salah satu atom dengan atom lain

yang sama ukurannya dalam kisi-kisi kristal tanpa mengganggu atau mengubah struktur kristal mineral. Jaringan muatan negatif terbentuk ketika ukuran kation serupa dengan substitusi muatan positif rendah ke muatan positif lebih tinggi. Substitusi isomorfik hanya terjadi pada kation-kation dengan ionik radius yang sama.

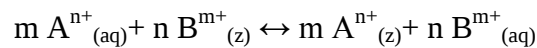
Penukar ion di dalam zeolit adalah proses dimana ion asli yang terdapat dalam intra kristalin diganti dengan kation lain dari larutan. Zeolit mempunyai struktur kerangka tiga dimensi yang terdiri dari tetrahedral  $\text{SiO}_4$  dan  $\text{AlO}_4$ . Trivalent  $\text{Al}^{3+}$  dalam posisi tetrahedralnya membutuhkan adanya penambahan muatan listrik, biasanya menggunakan  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  atau  $\text{Ca}^{2+}$ .



Gambar 5. Kerangka Zeolit dengan Kation Dapat Tukar

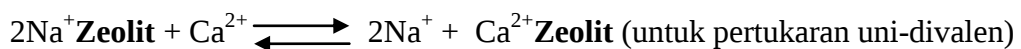
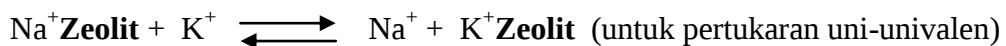
Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa struktur zeolit memiliki sangkar-sangkar dan saluran-saluran yang jelas dalam dimensi geometrinya. Saluran-saluran ini ditempati oleh kation penstabil dan molekul air. Dalam struktur rangka zeolit, kation-kation tersebut terikat pada posisi yang tepat, tetapi dapat bergerak bebas dalam rangka zeolit dan bertindak sebagai “*counter ion*” yang dapat dipertukarkan dengan kation-kation lain.

Amini (1993) menyebutkan proses pertukaran kation-kation itu dapat dipahami sebagai reaksi kimia yang menyangkut dua fasa dan dapat dituliskan sesuai dengan reaksi sebagai berikut:



A adalah kation penukar, B adalah kation yang ditukar. '(aq)' dan '(z)' masing-masing menunjukkan kondisi dalam fasa cairan dan fasa zeolit (padat). 'm' dan 'n' adalah valensi kation B and A.

Contoh sederhana:



Pertukaran ion tergantung pada sifat zat penukar dan sifat ion yang akan ditukar. Affinitas suatu ion mempengaruhi penukar ion, contohnya ion yang dapat ditukar bergantung kepada muatan ion, ionik radius, dan derajat hidrasinya. Semakin besar muatan pada ion maka semakin kuat tertarik ke gugus fungsi yang muatannya berlawanan pada zat penukar ion. Radius ion menentukan kapasitas pertukaran ion. Semakin besar volume suatu ion maka semakin lemah gaya elektriknya dalam larutan dan derajat hidrasi akan semakin kecil.

Menurut Hedstrom (2001) zeolit alam adalah mineral aluminosilikat dengan KTK yang tinggi dan sifat selektif yang tinggi terhadap ammonium. Klinoptilolit (mineral yang umumnya digunakan untuk pengolahan limbah

cair) mempunyai sifat pemisahan ion (*ion sieve*), KTK tinggi dan mempunyai sifat affinitas terhadap ammonium. Klinoptilolit mempunyai struktur kerangka tetrahedral dengan empat atau lima cincin saluran yang membentuk saluran pemisah ion. Diameter saluran berada diantara 3-8Å. Klinoptilolit tidak hanya dapat memisahkan ion tetapi juga mempunyai KTK yang disebabkan substitusi silika ( $\text{Si}^{4+}$ ) oleh alumunium ( $\text{Al}^{3+}$ ) karena jari-jari ion  $\text{Si}^{4+}$  dan ion  $\text{Al}^{3+}$  sama, sehingga menyebabkan muatan negatif pada struktur kisi mineral.

KTK dari zeolit merujuk kepada KTK total, yang didefinisikan sebagai banyaknya kation yang dapat ditukarkan dalam satuan berat ekuivalen tiap satuan berat mineral dari bahan galian alam. KTK mengindikasikan jumlah kation yang mampu ditampung oleh zeolit (Kismolo dkk, 2012).

#### **D. Penentuan KTK dengan Metode Barium Klorida ( $\text{BaCl}_2$ )**

Berbagai metode telah dilakukan untuk mengukur KTK dan kation yang dapat dipertukarkan. Metode yang paling sering digunakan adalah berdasarkan pertukaran kation tanah dengan larutan garam yang diketahui konsentrasinya yang mengandung kation yang tidak terkandung dalam tanah tersebut dan deteksi kation dengan standar teknik seperti absorpsi atomik, spektrofotometri atau titrasi (Bergaya dkk, 2006). Pada penelitian ini penentuan KTK dilakukan dengan metode Barium Klorida ( $\text{BaCl}_2$ ). Metode ini diadopsi dan diterima sebagai metode standar internasional. Metode ini mempunyai kelebihan yaitu dapat diulang dan dapat langsung mengukur KTK (Ross, D. S dan Quirine Ketterings, 2011).

Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh Gillman pada tahun 1979. Pada tahun 1986 Gillman dan Sumpter melakukan perubahan bersama-sama. Pada tahun 1994 telah dilakukan uji dan standarisasi sehingga pada saat itu telah banyak implementasinya dan metode ini menjadi ISO 11260. Sedangkan kekurangan metode ini adalah memakan waktu yang lama, memerlukan peralatan tertentu, dan menghasilkan limbah yang bersifat toksik.

#### **E. Pembentukan Kompleks Berdasarkan Teori Asam Basa Keras dan Lunak (HSAB)**

Kekuatan interaksi adsorbat dengan adsorben dipengaruhi oleh sifat dari adsorbat maupun adsorbennya. Gejala yang umum dipakai untuk meramalkan komponen mana yang diadsorpsi lebih kuat adalah kepolaran adsorben dengan adsorbatnya. Apabila adsorbennya bersifat polar, maka komponen yang bersifat polar akan terikat lebih kuat dibandingkan dengan komponen yang kurang polar. Kekuatan interaksi juga dipengaruhi oleh sifat keras-lemahnya dari adsorbat maupun adsorben. Sifat keras untuk kation dihubungkan dengan istilah *polarizing power cation*, yaitu kemampuan suatu kation untuk mempolarisasi anion dalam suatu ikatan. Kation yang mempunyai *polarizing power cation* besar cenderung bersifat keras. Sifat *polarizing power cation* yang besar dimiliki oleh ion-ion logam dengan ukuran (jari-jari) kecil dan muatan yang besar. Sebaliknya sifat *polarizing power cation* yang rendah dimiliki oleh ion-ion logam dengan ukuran besar namun muatannya kecil, sehingga diklasifikasikan sebagai ion lemah.

Asam dan basa keras lunak merupakan teori yang digunakan untuk mengelompokkan substansi kimia dan bagaimana interaksinya antara satu dengan lainnya. Pengertian asam basa menurut teori Lewis; basa merupakan donor elektron dan asam merupakan akseptor elektron. Inti dari teori ini adalah asam keras berinteraksi kuat dengan basa keras sedangkan asam lunak berikatan kuat dengan basa lunak. Asam keras dicirikan dengan keelektronegatifan yang rendah, ukuran yang kecil dan muatan yang tinggi. Sedangkan asam lunak mempunyai keelektronegatifan yang sedang sampai tinggi, ukuran yang besar dan karenanya sering terpolarisasi. Basa keras dikarakterisasi dengan ukuran yang kecil dan keelektronegatifan yang sangat tinggi. Basa lunak mempunyai keelektronegatifan sedang dan ukuran yang besar sehingga mudah terpolarisasi. Ion logam keras membentuk kompleks yang stabil dengan atom ligan yang berada pada unsur pertama pada golongan 15, 16, dan 17 contoh: N, O, dan F (Bigelius, 2013).

Pearson (1968) mengklasifikasikan asam-basa Lewis menurut sifat keras dan lemahnya. Menurut Pearson, situs aktif pada permukaan padatan dapat dianggap sebagai ligan yang dapat mengikat logam secara selektif. Logam dan ligan dikelompokkan menurut sifat keras dan lemahnya berdasarkan pada polarisabilitas unsur.

Menurut prinsip *Hard Soft Acid Based* (HSAB), asam keras akan berinteraksi dengan basa keras untuk membentuk kompleks, begitu juga asam lemah dengan basa lemah. Interaksi asam keras dengan basa keras merupakan interaksi ionik, sedangkan interaksi asam lemah dengan basa lemah,

interaksinya lebih bersifat kovalen. Ion krom (III) merupakan kation yang bersifat asam keras, sehingga akan berinteraksi secara kuat dengan anion-anion yang bersifat basa keras. Asam dan basa beberapa senyawa dan ion menurut HSAB dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Asam dan Basa Beberapa Senyawa dan Ion Menurut Prinsip HSAB

| ASAM                                                                                                                                                                  |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Keras                                                                                                                                                                 | Lunak                                                                           |
| $H^+, Li^+, Na^+, K^+$                                                                                                                                                | $Cu^+, Ag^+, Au^+, Tl^+, Hg^+$                                                  |
| $Be^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}, Mn^{2+}$                                                                                                                         | $Pd^{2+}, Cd^{2+}, Pt^{2+}, Hg^{2+}, CH_3Hg^+, Co(CN)_5^{2-}, Pt^{4+}, Te^{4+}$ |
| $Al^{3+}, Sc^{3+}, Ga^{3+}, In^{3+}, La^{3+}$                                                                                                                         | $Tl^{3+}, Tl(CH_3)_3, BH_3, Ga(CH_3)_3$                                         |
| $N^{3+}, Cl^{3+}, Gd^{3+}, Lu^{3+}$                                                                                                                                   | $GaCl_3, GaI_3, InCl_3$                                                         |
| $Cr^{3+}, Co^{3+}, Fe^{3+}, As^{3+}, CH_3Sn^{3+}$                                                                                                                     | $RS^+, RSe^+, RTe^+$                                                            |
| $Si^{4+}, Ti^{4+}, Zr^{4+}, Th^{4+}, U^{4+}, Pu^{4+}, Ce^{3+}, Hf^{4+}, WO^{4+}, Sn^{4+}$                                                                             | $I^+, Br^+, HO^+, RO^+$                                                         |
| $UO_2^{2+}, (CH_3)_2Sn^{2+}, VO^{2+}, MoO^{3+}$                                                                                                                       | $I_2, Br_2, ICN$                                                                |
| $BeMe_2, BF_3, B(OR)_3$                                                                                                                                               | Trinitrobenzen                                                                  |
| $Al(CH_3)_3, AlCl_3, AlH_3$                                                                                                                                           | Kloranil, quines                                                                |
| $RPO_2^+, ROPO_2^+$                                                                                                                                                   | Tetrasianoetilen                                                                |
| $RSO_2^+, ROSO_2^+, SO_3$                                                                                                                                             | O, Cl, Br, I, N, RO, $RO_2$                                                     |
| $I^{7+}, I^{5+}, Cl^{7+}, Cr^{6+}$                                                                                                                                    | Atom logam, bubuk logam                                                         |
| $RCO^+, CO_2, NC^+$                                                                                                                                                   | $CH_2$ , karbena                                                                |
| HX (molekul dengan ikatan hydrogen)                                                                                                                                   |                                                                                 |
| Madya                                                                                                                                                                 |                                                                                 |
| $Fe^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}, Sn^{2+}, Sb^{3+}, Bi^{3+}, Rh^{3+}, Ir^{3+}, B(CH_3)_3, SO_2, NO^+, Ru^{2+}, Os^{2+}, R_3C^+, C_6H_5^+, GaH_3$ |                                                                                 |
| BASA                                                                                                                                                                  |                                                                                 |
| Keras                                                                                                                                                                 | Lunak                                                                           |
| $H_2O, OH^-, F^-$                                                                                                                                                     | $R_2S, RSH, RS^-$                                                               |
| $CH_3CO_2^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}$                                                                                                                                    | $I^-, SCN^-, S_2O_3^{2-}$                                                       |
| $Cl^-, CO_3^{2-}, ClO_4^-, NO_3^-$                                                                                                                                    | $R_3P, R_3As, (RO)_3P$                                                          |
| $ROH, RO^-, R_2O$                                                                                                                                                     | $CN^-, RNC, CO$                                                                 |
| $NH_3, RNH_2, N_2H_4$                                                                                                                                                 | $C_2H_4, C_6H_6$                                                                |
|                                                                                                                                                                       | $H^-, R^-$                                                                      |
| Madya                                                                                                                                                                 |                                                                                 |
| $C_6H_5NH_2, C_5H_5N, N^{3-}, Br^-, NO^{2-}, SO_3^{2-}, N_2$                                                                                                          |                                                                                 |
| R merupakan symbol gugus alkil atau aril                                                                                                                              |                                                                                 |

Sumber: Ralph G. Pearson, 1968

## F. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu teknik analisis yang umumnya digunakan untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada absorpsi radiasi oleh atom bebas unsur logam tersebut. Prinsip dari teknik SSA adalah absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya yang diserap mempunyai cukup energi untuk menyebabkan atom mengalami transisi elektronik dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Tingkat energi elektronik suatu unsur bersifat spesifik, sehingga energi yang diserap untuk menimbulkan transisi juga bersifat khas.

Teknik SSA digunakan untuk penentuan logam karena memiliki tingkat akurasi, presisi, sensitivitas dan selektivitas yang baik, serta harga operasi yang murah (Skoog dkk, 2004). Kemonokromatisasi dalam SSA merupakan syarat utama. Teknik SSA memerlukan lampu katoda spesifik (*hallow cathode*).

Setiap alat SSA terdiri atas tiga komponen yaitu:

- a. Unit atomisasi (atomisasi dengan nyala dan tanpa nyala)
- b. Sumber radiasi
- c. Sistem pengukur fotometri

Hukum absorpsi sinar (*Lambert-Beer*) yang berlaku pada spektrofotometer absorpsi sinar ultra violet, sinar tampak maupun infra merah, juga berlaku pada SSA. Perbedaan analisis SSA dengan spektrofotometer

molekul adalah peralatan dan bentuk spektrum absorpsinya. Perbandingan antara intensitas sinar yang diteruskan dan intensitas sinar datang serta hubungannya dengan konsentrasi analit yang diukur mengikuti Hukum Lambert-Beer.

**Hukum Lambert-Beer:**

$$A = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = a \cdot b \cdot c$$

Keterangan

A = Absorban

$I_0$  = Intensitas sinar datang

I = Intensitas sinar yang diteruskan

a = Tetapan absorptivitas

b = Panjang jalan sinar

c = Konsentrasi

Pada lebar nyala api yang tetap, hukum Lambert-Beer dapat disederhanakan menjadi  $A=k \cdot c$  dengan  $k=a \cdot b$ . Konsentrasi sampel dapat diukur dengan mengekstrapolasikan nilai absorbansi pada kurva standar yaitu kurva antara absorbansi dengan konsentrasi larutan (Day dan Underwood, 1990) .

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Konsentrasi barium klorida sebagai ion penjenih dan magnesium sulfat sebagai ion pengganti berpengaruh terhadap nilai KTK dan kondisi optimum barium klorida didapatkan pada konsentrasi 0,15 M dan kondisi optimum magnesium sulfat pada konsentrasi 0,15 M.
2. Tanah napa yang telah dimurnikan mempunyai nilai KTK paling tinggi. Tanah napa dimurnikan yang berasal dari Kec. Situjuah Limo Nagari dan Kec. Sarilamak berturut-turut memiliki nilai KTK 1,73 meq/g dan 1,2 meq/g.

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dikemukakan beberapa saran yaitu:

1. Melakukan penelitian karakterisasi tanah napa untuk memahami struktur tanah napa dan situs aktif yang berperan dalam pertukaran kation.
2. Melakukan penelitian tentang pemanfaatan tanah napa sebagai penukar kation.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth edition. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Bigelius, Jonas. 2013. Study of Stationary Phases for Chromatographic Separation of Lanthanides. *Department of Chemical Engineering, Lund University, Sweden*.
- Agustiningtyas, Zurida. 2012. *Optimasi Absorpsi Ion Pb (II) Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Ditizon*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Amini, Siti. 1993. Penggunaan zeolite dan zeotype dalam insdustri nuklir. *Prosiding Seminar Teknologi dan Keselamatan PLTN serta Fasilitas Nuklir* , 371-379
- Atkins, P. W. (1990). *Physical Chemistry*. 4th ed. New York: W.H. Freeman.
- Bigelius, Jonas. 2013. Study of Stationary Phases for Chromatographic Separation of Lanthanides. *Department of Chemical Engineering, Lund University, Sweden*.
- Bo Tang dkk. (2014). A Procedure for the Preparation of Ti-Beta Zeolites for Catalytic Epoxidation with Hydrogen Peroxide. *Royal Society of Chemistry Green Chem* , 2281-2291.
- Bergaya, F., Lagaly, G., Vayer, M. 2006. Cation and Anion Exchange. In B. G. F., *Handbook of Clay Science, Developments in Clay Science* (pp. p.p. 979-1001). Amsterdam: Elsevier.
- Day, J.R., dan Underwood. 1990. *Ananlisa Kimia Kuantitatif*". Jakarta: Erlangga
- Erdem E. dkk. 2004. The removal of heavy metal cations by natural zeolites. *J Colloid Interface Sci* 280 : 309–314.
- Ertan A. dan Ozkan C.F. (2005). CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> Adsorption the Acid (HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) Treated Zeolites. *Adsorption* 11 , 151-156.
- Fatimah, Iis. 2000. Penggunaan Na-Zeolit Alam Teraktifasi Sebagai Penukar Ion Cr<sup>3+</sup> dalam Larutan. *LOGIKA, Volume 4, Nomor 5*.
- Flaningen, G.M dan Khatami. 1997. Infrared Structural Studies of Zeolite Frameworks, *Union Carbide Corporation*. New York; pp. 16. 201-207