

**PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI MAKSIMUM
TANAH NAPA TERHADAP ION KROM (III)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai salah satu persyaratan Guna memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh

SYUKRYA NINGSIH

NIM. 12855 - 2009

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

m

**Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang**

Judul : Penentuan Kapasitas Adsorpsi Maksimum Tanah Napa Terhadap Ion Krom (III)

Nama : Syukrya Ningsih

NIM : 12855

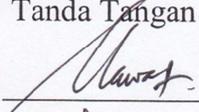
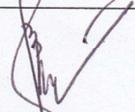
Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 29 April 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Mawardi, M.Si.	1. 
2. Sekretaris	: Hary Sanjaya, S.Si., M.Si.	2. 
3. Anggota	: Dra. Hj. Bayharti, M.Sc.	3. 
4. Anggota	: Yerimadesi, S.Pd., M.Si.	4. 

ABSTRAK

Syukrya Ningsih (2013): Penentuan Kapasitas Adsorpsi Maksimum Tanah Napa Terhadap Ion Krom (III)

Telah dilakukan penelitian tentang penentuan kapasitas adsorpsi maksimum tanah napa terhadap ion krom (III) yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap ion krom (III). Secara eksperimen langkah ini dilakukan dengan menggunakan sistem kontinu yang berhubungan dengan pengaruh pH larutan, konsentrasi awal larutan, ukuran partikel adsorben, suhu pemanasan adsorben, dan laju alir eluen serta menentukan kapasitas serapan maksimum dan afinitas penyerapan adsorben ditentukan dengan *Persamaan Isoterm Langmuir* dan analisa logam dilakukan dengan instrumen Spektrometri Serapan Atom. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pH larutan optimum adalah 5, konsentrasi awal optimum 250 mg/L, sedangkan ukuran partikel optimum adalah 850 μm , suhu pemanasan adsorben 125°C, dan laju alir optimum adalah 20 tetes/menit. Menggunakan Persamaan Adsorpsi Langmuir didapatkan kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap Cr(III) yaitu sebesar 3,28 mg/g.

Kata kunci : Tanah Napa, adsorpsi, Cr(III), kapasitas serapan.

ABSTRACT

Syukrya Ningsih (2013): Determination of Maximum Adsorption Capacity of the Napa Soil on Chromium Ions (III)

Determination of maximum adsorption capacity of the Napa Soil on chromium ions (III) has been investigated, the aims of the research for to know the characteristics and maximum adsorption capacity of Napa soil on chromium (III). Experimentally, all steps were performed in series of experiment using a continuous techniques with respect to the influence of pH, initial chromium concentration, particle size, temperature heating adsorbent, solution flow rate, and determined the maximum adsorption capacity and adsorption affinity adsorbent was determined by the *Langmuir Isotherm Equation* and metal analysis carried out by Atomic Adsorption Spectrophotometer instrument. The results of this study showed that optimum condition at pH 5, initial chromium concentration is 250 mg/L, particle size is 850 μm , temperature heating adsorbent on 125°C, solution flow rate is 20 drops/min. Showed has the maximum adsorption capacity of the Napa Soil on chromium ions (III) is 3,28 mg/g.

Key Words: Napa Soil, adsorption, chromium (III), capacity adsorption.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penentuan Kapasitas Adsorpsi Tanah Napa Terhadap Ion Krom (III) ”**. Shalawat dan salam untuk nabi tauladan kita, Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka untuk memperoleh Sarjana Sains pada Program Studi 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 skripsi ini.
2. Bapak Hary Sanjaya, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
3. Ibu Dra. Hj. Bayharti, M.Sc dan Yerimadesi, S.Si. M.Si. Selaku penguji yaang telah memberikan masukan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
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. Kedua Orang Tua penulis tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas penelitian.
7. Teman-teman kimia tahun 2009 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian.

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, April 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
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. Pengertian Tanah.....	6
B. Tanah Napa.....	7
C. Teori Adsorpsi	8
D. Logam Krom	16
E. Spektroskopi Serapan Atom (<i>Atomic Absorbtion Spectroscopy</i>).....	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Tahapan Penelitian Secara Umum.....	21

C. Variabel Penelitian	21
D. Alat dan Bahan	22
E. Mempersiapkan Larutan	22
F. Mempersiapkan Adsorben dan Pengemasan Kolom.....	23
G. Analisis Kandungan Logam	23
H. Perlakuan Penelitian Dengan Sistem Kontinu (Mawardi, 2008).....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Pengaruh Pemanasan Adsorben Tanah Napa	27
B. Pengaruh Laju Alir Eluen.....	29
C. Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben	30
D. Pengaruh pH Awal Larutan Cr (III)	32
E. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Cr (III)	34
F. Penentuan Kapasitas Serapan Maksimum Cr(III) oleh Tanah napa.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
A. Kesimpulan.....	38
B. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanah Napa	7
2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir	15
3. Pengaruh Pemanasan Adsorben terhadap Adsorpsi Cr(III)	27
4. Ikatan hidrogen air dengan gugus siloksan dan silanol	28
5.(A) ikatan gugus siloksan dengan ion logam (B) ikatan gugus silanol dengan ion logam.....	28
6. Pangaruh Laju Alir Eluen terhadap Adsorpsi Cr(III).....	29
7. Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben terhadap Adsorpsi Cr (III)	32
8. Pengaruh pH Awal Larutan Cr (III) terhadap Serapan Tanah napa.....	33
9. Pengaruh Konsentrasi Larutan Cr (III).....	35
10. Kurva Linearitas Adsorpsi Langmuir.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan dan pembuatan larutan Cr^{3+} 1000 ppm.....	44
2. Penyiapan Adsorben dan Pengemasan Kolom.....	45
3. Perlakuan Penelitian dengan Sistem Kontinu	45
4. Pengaruh konsentrasi awal larutan.....	47
5. Pengaruh pH awal larutan	48
6. Pengaruh ukuran partikel	49
7. Pengaruh pemanasan adsorben	50
8. Pengaruh Laju alir	51

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kemajuan teknologi dan berkembangnya kegiatan industri, selain membawa dampak positif juga membawa dampak negatif. Tumbuh pesatnya industri juga berarti meningkatnya limbah yang dikeluarkan dan akan menimbulkan masalah yang kompleks. Limbah berbahaya dan memiliki daya racun yang tinggi umumnya berasal dari buangan industri, terutama industri kimia. Bahan pencemar yang sering menjadi perhatian adalah ion-ion logam berat. Hal ini disebabkan ion-ion ini bersifat toksik meskipun pada konsentrasi yang rendah (ppm) dan umumnya sebagai polutan utama bagi lingkungan.

Logam berat tergolong limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) yang pada kadar tertentu dapat membahayakan lingkungan sekitarnya karena bersifat toksik bagi tumbuhan, hewan dan manusia. Salah satu jenis logam berat yaitu krom merupakan logam yang banyak dipergunakan dalam berbagai industri manufaktur, mulai dari yang sederhana seperti alat-alat rumah tangga hingga industri besar dengan teknologi tinggi seperti satelit. Ion-ion logam berat seperti ion-ion krom (III) atau Cr^{+3} dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan hati dan ginjal serta dapat menyebabkan iritasi pada kulit (Imamkhasani, 2001) dan mempunyai sifat mudah terakumulasi, yaitu apabila ion-ion ini ada dalam tubuh makhluk hidup akan mengalami penumpukan dan pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan keracunan. Keberadaan logam Cr

di lingkungan tentunya perlu mendapatkan perhatian lebih, sebab kadar batas maksimal krom yang diperbolehkan untuk Cr hanya 0,05 ppm (Kepmenkes RI, 2002). Olehnya itu sangat diharapkan bahwa logam Cr dalam perairan tidak ada, mengingat sangat kecilnya batas konsentrasi yang diperbolehkan dan bahaya yang akan ditimbulkan (toksisitas), maka perlu penanganan terhadap limbah logam berat tersebut sebelum disalurkan pada pembuangan yang akhirnya ke lingkungan.

Usaha-usaha penanganan limbah yang mengandung ion-ion logam berat telah banyak dilakukan dan perlu dikembangkan. Pendekatan yang telah banyak dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah melalui imobilisasi dengan teknik pengendapan, pertukaran ion maupun menggunakan adsorben (zat penyerap) (Willard, 1974). Metode-metode yang telah dikembangkan pada umumnya mempunyai efektivitas yang masih rendah. Penelitian untuk menemukan metode penanganan limbah ion-ion logam berat khususnya ion-ion Cr^{+3} yang memiliki efektivitas tinggi perlu dikembangkan (Suardana, 2008).

Dari hasil analisa komposisi kimia dari tanah napa merupakan tanah yang memiliki leburan silika alumina yang tinggi. Adapun komposisi kimia dari Tanah napa ini adalah SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO (Sihaloho dan Nofrita, 2012). Berdasarkan komposisi yang terkandung dari Tanah Napa memiliki kandungan silika alumina, dan diharapkan tanah napa ini merupakan material anorganik yang sangat berharga dan potensial yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian perkembangan material anorganik seperti adsorben, katalisator, dan bahan aditif pada industri semen.

Adsorpsi suatu zat pada permukaan adsorben bergantung pada beberapa faktor dan memiliki pola isoterm 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 Freundlich atau Langmuir.

Kemampuan adsorpsi dipengaruhi oleh adanya gugus siloksan (Si-O-Si) dan gugus silanol (Si-OH) dalam suatu adsorben (Sriyanti, 2003). Hal ini disebabkan perbedaan sifat asam-basa lunak dan keras menurut prinsip *Hard and soft acid-base* (HSAB), ion krom (III) merupakan asam lunak sedangkan gugus siloksan (Si-O-Si) maupun gugus silanol (Si-OH) berifat basa keras. Banyaknya gugus siloksan ini dipengaruhi oleh kadar silikat (SiO_2), sehingga semakin besar kadar silkat (SiO_2) maka gugus siloksannya juga akan semakin banyak.

Oleh karena itu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi ion logam Cr^{+3} menggunakan adsorbent Tanah Napa sehingga nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penyediaan adsorben untuk menanggulangi ion-ion logam berat khususnya Cr^{+3} baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala industri.

B. Identifikasi Masalah

Dari hasil analisa kandungannya, tanah napa mengandung senyawa silika alumina yang tinggi, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben pada limbah yang mengandung ion-ion logam berat dengan adsorpsi maksimum.

C. Batasan Masalah

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

1. Penentuan kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap ion krom (III) menggunakan *persamaan Isoterm Langmuir*
2. Penentuan pengaruh laju alir, suhu operasi, konsentrasi, pH larutan dan pemanasan adsorben pada daya serap tanah napa terhadap logam ion krom (III)

D. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap ion krom (III) menggunakan *persamaan Isoterm Langmuir*?
2. Bagaimana pengaruh laju alir, suhu operasi, konsentrasi, pH larutan dan pemanasan adsorben pada daya serap tanah napa terhadap logam ion krom (III) ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap ion krom (III) menggunakan *persamaan Isoterm Langmuir*.
2. Mengetahui kondisi optimum adsorpsi tanah napa sebagai adsorben.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap logam ion krom (III)
2. Dapat dijadikan sebagai sumber ide dan referensi untuk penelitian selanjutnya.
3. Dapat memberikan wawasan kepada pembaca.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Tanah

Tanah adalah bagian permukaan bumi yang terdiri dari mineral dan bahan organik. Tanah sangat penting peranannya bagi semua kehidupan di bumi, kerana tanah mampu mendukung kehidupan tumbuhan di mana tumbuhan menyediakan makanan dan oksigen kemudian menyerap karbon dioksida dan nitrogen.

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 yang terdiri dari pedosfera, terletak di antara muka litosfera dengan biosfera, atmosfera and hidrosfera. Pembentukan tanah, atau pedogenesis, merupakan kesan gabungan proses fisikal, kimia, biologi dan antropogen pada bahan asal geologi yang menghasilkan lapisan tanah.

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).

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. Unsur- unsur dalam tanah, seperti Al, Fe, Si, Ca, Na, K dan Mg serta oksigen dapat bergabung membentuk fraksi mineral anorganik, seperti kuarsa (SiO_2), *orthoclase* (KAlSi_3O_8), *albite* ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) dan *Magnetit* (Fe_3O_4). (Bachtiar,2010)

B. Tanah Napa

Tanah napa merupakan tanah yang dihasilkan oleh alam. Tanah ini berada pada beberapa perbukitan yang terletak di Sumatera Barat, seperti di daerah tanah datar, Solok dan beberapa daerah lainnya. Namun pada penelitian ini Tanah Napa yang digunakan berasal dari daerah Aripan tepatnya di Kabupaten Solok. Tanah ini berasal dari pelapukkan batuan feldspatik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen kerak. Adapun warna jenis tanah napa ini adalah abu-abu kecoklatan. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tanah Napa

Dari hasil analisa komposisi kimianya, tanah napa merupakan tanah yang memiliki leburan silika alumina yang tinggi.. Adapun komposisi kimia dari Tanah napa ini adalah, berikut dalam tabel 1.

Tabel 1. komposisi kimia Tanah Napa

Komposisi	%
SiO ₂	63.20 %
Al ₂ O ₃	16.55 %
Fe ₂ O ₃	7.64 %
CaO	3.34 %
MgO	0.89 %

(Mawardi, 2012)

Pada hasil uji kandungan kimia tersebut dapat diketahui bahwa tanah napa yang mengandung silika dan alumina dengan adanya oksida reaktif SiO₂ dan oksida dari Al₂O₃ yang apabila bercampur dengan CaO dan H₂O, akan membentuk senyawa kalsium silikat hidrat dan kalsium aluminat hidrat.(Sihaloho dan Nofrita, 2012)

C. Teori Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa fisika pada suatu permukaan suatu bahan yang tergantung dari spesifik *affinity* (gaya gabung) antara adsorben dan zat yang diadsorpsi (Ketaren, 1986). 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 menadsorpsi disebut adsorben (Kasmadi, 2002).

Adsorpsi adalah proses pemisahan dimana komponen tertentu dari fasa fluida yang ditransfer ke permukaan adsorben padat. Ketika permukaan padat terkena fase cairan, molekul dari sebagian besar fase fluida memiliki

kecenderungan untuk menumpuk atau berkonsentrasi pada permukaan solid. Itu fenomena pengayaan zat kimia pada permukaan padat ini disebut 'adsorpsi'. Semua proses kinerja adsorpsi tergantung pada padat-cair kesetimbangan dan pada tingkat perpindahan massa. Jika perpindahan massa dalam arah yang berlawanan maka disebut sebagai 'Desorpsi'.

Adsorben Kebanyakan bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori-pori atau di lokasi tertentu di dalam partikel. Pemisahan terjadi karena perbedaan molekul berat, bentuk, atau polaritas menyebabkan beberapa molekul yang akan diselenggarakan lebih kuat di permukaan daripada yang lain atau karena pori-pori yang terlalu kecil untuk mengakui molekul yang lebih besar. Tingkat keseluruhan adsorpsi dikendalikan oleh laju difusi zat terlarut dalam pori-pori kapiler dari adsorben dan bervariasi dengan akar kuadrat dari waktu kontak dengan adsorben. Operasi adsorpsi bisa batch, semi-batch dan kontinyu.

Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorbent yang pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika (*fisisorpsi*) dan adsorpsi kimia (*chemisorpsi*). Adsorpsi fisika disebabkan oleh gaya *van der Waals*. Adsorpsi fisika umumnya terjadi pada permukaan dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisika umumnya terjadi pada temperatur rendah dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan mencolok (Adamson, 1990).

Pada adsorpsi Kimia, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan bereaksi secara kimia, sehingga terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan

(Adamson, 1990). Ikatan antara adsorben dan adsorbat dapat cukup kuat sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan kembali. Adsorpsi ini bersifat *irreversibel* dan diperlukan energi yang besar untuk melepas adsorbat kembali dalam proses adsorpsi. Pada peristiwa *chemisorpsi*, umumnya kapasitas adsorpsi akan bertambah dengan bertambahnya temperatur. Kenaikan temperatur cukup tinggi memungkinkan terjadinya perubahan adsorpsi fisika menjadi adsorpsi kimia (Triyatno, 2004).

Dari penjelasan diatas, dan menurut Noll, et al.(1992), maka adsorpsi fisika dapat dibedakan dari adsorpsi kimia sebagai berikut:

1. Adsorpsi fisika tidak melibatkan transfer elektron dan selalu mempertahankan individualitas dari senyawa yang berinteraksi. Interaksi yang terjadi adalah *reversible*, yang memungkinkan terjadinya desorpsi pada temperatur yang sama, walaupun proses terjadi secara lambat akibat efek difusi. Adsorpsi kimia melibatkan ikatan kimia dan bersifat *irreversible*.
2. Adsorpsi fisika tidak bersifat site spesifik, molekul yang terserap bebas menutupi seluruh permukaan. Hal ini memungkinkan dilakukannya pengukuran luas area solid adsorbent. Sebaliknya, adsorpsi kimia bersifat site spesifik, molekul hanya terserap pada tempat-tempat tertentu saja.
3. Adsorpsi fisika lebih rendah dibandingkan dengan panas dari adsorpsi kimia.

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 ion lemah.

Sedangkan pengertian keras untuk anion dihubungkan dengan istilah polarisabilitas anion yaitu, kemampuan suatu anion untuk mengalami polarisasi akibat medan listrik dari kation. Anion bersifat keras adalah anion berukuran kecil, muatan besar dan elektronegativitas tinggi, sebaliknya anion lemah dimiliki oleh anion dengan ukuran besar, muatan kecil dan elektronegatifitas yang rendah. Ion logam keras berikatan kuat dengan anion keras dan ion logam lemah berikatan kuat dengan anion lemah (Atkins at al. 1990).

Jumlah zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben merupakan proses kesetimbangan, sebab laju peristiwa adsorpsi disertai dengan terjadinya desorpsi. Pada awal reaksi, peristiwa adsorpsi lebih dominan dibandingkan dengan

peristiwa desorpsi, sehingga adsorpsi berlangsung cepat. Pada waktu tertentu peristiwa adsorpsi cenderung berlangsung lambat dan sebaliknya laju desorpsi cenderung meningkat. Waktu ketika laju adsorpsi adalah sama dengan laju desorpsi disebut sebagai keadaan setimbang. Pada keadaan setimbang tidak teramati perubahan secara makroskopis. Waktu tercapainya keadaan setimbang pada proses adsorpsi adalah berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh jenis interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat. Secara umum waktu tercapainya kesetimbangan adsorpsi melalui mekanisme fisika lebih cepat dibandingkan dengan melalui mekanisme kimia (Sukarta, 2008).

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah sebagai berikut:

1. Luas permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben.

2. Jenis adsorbat

Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi. Molekul yang mempunyai polarisabilitas yang tinggi (polar) memiliki kemampuan tarik menarik terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non polar). Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diserap dibandingkan rantai yang lurus.

3. Konsentrasi adsorbat

Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

4. Temperatur

Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka. Pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.

5. pH

pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada adsorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.

6. Waktu kontak

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan (Anonim, 2009).

Pearson (1963) 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. Pearson (1963) mengemukakan suatu prinsip yang disebut *Hard and Soft Acid Base* (HSAB). Ligan-ligan dengan atom yang sangat elektronegatif dan berukuran kecil merupakan basa keras, sedangkan ligan-ligan dengan atom yang elektron terluarnya mudah terpolarisasi akibat pengaruh ion dari luar merupakan basa lemah. Sedangkan ion-ion logam yang berukuran kecil

namun bermuatan positif besar, elektron terluarnya tidak mudah dipengaruhi oleh ion dari luar, ini dikelompokkan ke dalam asam keras, sedangkan ion-ion logam yang berukuran besar dan bermuatan kecil atau nol, elektron terluarnya mudah dipengaruhi oleh ion lain, dikelompokkan ke dalam asam lemah. Pengelompokan asam-basa menurut prinsip HSAB Pearson dapat dilihat pada Tabel 1.

Menurut prinsip 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 (Cr^{3+}) merupakan kation yang bersifat asam keras, sehingga akan berinteraksi secara kuat dengan anion-anion yang bersifat basa keras.

Tabel 2. Asam dan Basa Beberapa Senyawa dan Ion Menurut Prinsip HSAB

Asam			Basa		
Keras	Madya	Lemah	Keras	Madya	Lemah
H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Co^{3+} , Fe^{3+} , $\text{CH}_3\text{Sn}^{3+}$, Si^{4+} , Ti^{4+} , RCO^+ , CO_2 , NC^+ , HX (molekul dengan ikatan hidrogen)	Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{2+} , $\text{B}(\text{CH}_3)_3$, SO^2 , NO^+ , R_3C^+ , C_6H_5^+	Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Ti^+ , Cd^{2+} , Hg^+ , CH_3Hg^+ , $\text{Co}(\text{CN})_5^{2-}$, I^+ , Br^+ , HO^+ , (atom logam) CH_2	H_2O , OH^- , F^- , CH_3CO_2^- , PO_4^{3-} , Cl^- , ClO_4^- , ROH , RO^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_3 , RNH_2 , N_2H_4	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, NO_2^- , SO_3^{2-} , Br^- , $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$, N^{3-} , N_2	R_2S , RSH , RS^- , I^- , SCN^- , R_3P , R_3As , $(\text{RO})_3\text{P}$, CN^- , RCN , CO , C_2H_4 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, C_6H_6 , H^- , R^-

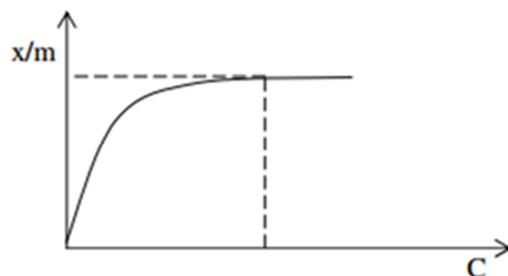
(Pearson, 1963)

Isoterm adsorpsi Langmuir didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu (a) adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (*monolayer*), (b) panas adsorpsi tidak tergantung pada penutupan permukaan, dan (c) semua situs dan permukaannya

bersifat homogen (Oscik J 1994). 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.

$$\frac{C}{x/m} = \frac{1}{(x/m)_{\text{mak}} k} + \frac{1}{(x/m)_{\text{max}}} C$$

C merupakan konsentrasi adsorbat dalam larutan, x/m adalah konsentrasi adsorbat yang terserap per gram adsorben, k adalah konstanta yang berhubungan dengan afinitas adsorpsi dan $(x/m)_{\text{mak}}$ adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Oscik,1982)

Langmuir menggambarkan bahwa pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu pusat aktif (*active site*) yang sebanding dengan luas adsorben. Pada setiap pusat aktif hanya satu molekul yang diserap. Bila plot x/m versus c berupa garis lurus, maka dapat dikatakan bahwa data yang diperoleh memenuhi persamaan Adsorpsi Isoterm Langmuir dan hal tersebut berarti antara zat terserap

dan pusat aktif penyerap, membentuk lapisan tunggal pada permukaan penyerap (*monolayer adsorption*).

D. Logam Krom

1. Krom (Cr)

Salah satu logam yang termasuk dalam golongan transisi adalah krom. Kata krom berasal dari bahasa Yunani (*Chroma*) yang berarti warna. Dalam struktur kimia, krom dilambangkan dengan simbol "Cr". Sebagai salah satu unsur logam berat, krom mempunyai nomor atom 24 dan berat atom 51,996. Ion Cr pertama kali di temukan oleh Vagueleine pada tahun 1797.

2. Krom Dalam Lingkungan

Pada umumnya Logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk elemen tunggal, demikian juga halnya dengan logam krom. Logam krom dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan . Krom yang masuk ke dalam strata lingkungan dapat datang dari kegiatan perindustrian dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar.

Senyawa krom di dalam strata udara ditemukan dalam bentuk debu atau partikulat, dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi di sebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengkikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Masuknya Cr yang terjadi secara non

alamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia.

3. Keracunan dan Dampak Kontaminasi Krom

Adanya krom dalam limbah cair menandakan telah terjadi pencemaran dari limbah industri, karena senyawa krom murni tidak pernah terdapat di alam. Apabila senyawa krom terdapat dalam jumlah besar, maka dapat menimbulkan keracunan akut dengan gejala mual, sakit perut, kurang kencing, dan koma. Apabila kontak dengan kulit maka dapat menyebabkan dermatitis, dan kanker.

Krom dengan tingkat oksidasi +3 dan +6 lebih banyak berperan dalam lingkungan perairan (Bert,1982). Senyawa Cr(III) dan Cr(III) sering dipakai untuk bahan pelapis logam lain agar lebih tahan korosi dan kelihatan lebih baik. Selain itu senyawa Cr(III) dan Cr(III) juga dipakai sebagai bahan pembuatan cat, pewarna tekstil dan lain-lain. Dalam zat warna tekstil jenis Grey Lanaset G mengandung krom (III) sebesar 2,5 % sebagai senyawa kompleks organologam (Blanques et al. 2004). Krom (VI) lebih mudah diserap oleh tubuh dibandingkan dengan Cr(III). Namun, setelah di dalam tubuh Cr(III) segera mengalami reduksi menjadi Cr(III) (ATSDR, 2000). Keterdapatannya Cr(III) dalam tubuh dapat menyebabkan kanker paru-paru.

Krom heksavalen merupakan suatu oksidator kuat yang cenderung stabil bila berada di lingkungan asam. Krom trivalen lebih stabil bila berada di lingkungan yang cenderung netral. Perbedaan bilangan oksidasi

dari dua spesi krom tersebut telah menyebabkan sifat keduanya berbeda. Sifat toksik krom akan sangat dominan bila berada di bentuk heksavalen (Cervantes et al. 2001).

Biasanya, senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup adalah senyawa yang mempunyai bahan aktif dari logam berat. Sebagai logam Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Hal itulah yang menjadi dasar dari penggolongan Cr kedalam kelompok logam yang bersifat *Karsinogenik* (Asmadi, dkk, 2009).

E. Spektroskopi Serapan Atom (*Atomic Absorbtion Spectroscopy*)

Spektrometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metalloid yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Metode ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode spektroskopi emisi konvensional. Memang selain dengan metode serapan atom, unsur-unsur dengan energi eksitasi rendah dapat juga dianalisis dengan fotometri nyala, akan tetapi fotometri nyala tidak cocok untuk unsur-unsur dengan energy eksitasi tinggi. Fotometri nyala memiliki range ukur optimum pada panjang gelombang 400-800 nm, sedangkan SSA memiliki range ukur optimum pada panjang gelombang 200-300 nm (Skoog et al., 2000). Untuk analisis kualitatif, metode fotometri nyala lebih disukai dari SSA, karena

SSA memerlukan lampu katoda spesifik (*hallow cathode*). Kemonokromatisan dalam SSA merupakan syarat utama. Suatu perubahan temperature nyala akan mengganggu proses eksitasi sehingga analisis dari fotometri nyala berfilter. Dapat dikatakan bahwa metode fotometri nyala dan SSA merupakan komplementer satu sama lainnya.

Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom, atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Keberhasilan analisis ini tergantung pada proses eksitasi dan memperoleh garis resonansi yang tepat. Sinar yang diserap biasanya ialah sinar ultra violet dan sinar tampak. Prinsip SSA pada dasarnya sama seperti absorpsi sinar oleh molekul atau ion senyawa dalam larutan.

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 spektrofotometri molekul adalah peralatan dan bentuk spectrum absorpsinya:

Setiap alat SSA terdiri atas tiga komponen yaitu:

1. Unit atomisasi (atomisasi dengan nyala dan tanpa nyala)
2. Sumber radiasi
3. Sistem pengukur fotometri

Perbandingan antara intensitas sinar yang diteruskan dan intensitas sinar datang serta hubungannya dengan konsentrasi analit yang diukur mengikuti Hukum Lambert-Beer.

Hukum Lambert – Beer:

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

Dengan 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.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan dengan persamaan Isoterm Langmuir diperoleh kapasitas serapan maksimum adsorben tanah Napa untuk ion Cr^{3+} adalah 3,28 mg per gram adsorben.
2. Kondisi optimum Tanah Napa sebagai adsorben adalah pada pH 5, konsentrasi larutan optimum 250 mg/L, ukuran partikel dan suhu pemanasan adsorben pada 850 μm dan 125°C, serta laju alir optimum 20 tetes/menit dengan efisiensi penyerapan sebesar 99,89%.

B. Saran

Saran yang dapat dikemukakan terkait dengan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi industri yang menghasilkan limbah berupa ion-ion logam berat khususnya ion-ion Cr^{3+} , dapat menggunakan tanah Napa sebagai salah satu alternatif untuk menanggulangi limbah tersebut karena daya adsorpsinya cukup tinggi.

2. Bagi para peneliti selanjutnya dapat mengkaji lebih lanjut tentang adsorben tanah Napa dengan menambah rentang variasi konsentrasi awal larutan hingga dapat diketahui titik optimum dari adsorben tanah napa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W.. (1990). *Physical Chemistry of Surface*. California : John Wiley&Sons, Inc.
- Ali Hanafiah, Kemas. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : Rajagrafindo Persada.
- Asmadi, *et al.* (2009). "Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)_2 , NaOH dan NaHCO_3 ". *JAI*. Vol. 5. No 1. 41-54.
- Atkins PW, Shriver DF, and Langford C. (1990). *Inorganic Chemistry*. Oxford University Press.
- ATSDR. (2000). "Toxicological Profile for Chromium. Hair Analysis Panel Discussion". Lexington : 12-13 Juni 2001. *The Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. www.atsdr.cdc.gov/toxprofile/ [30 Oktober 2012]
- Bachtiar, Damanik M, MB, EH Fauzi, Sarifuddin, & H Hanum. (2010). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Medan : USU Press.
- Bert AE and Chen KT. (1982). "Origin and Nature of Selected Inorganic Constituents in Natural Waters. In Water Analysis Inorganic Species" (Minar R A and Krith LH., ed.). Vol. 1. Academic Press. New York.
- Blanqueza P, Casasa N, Fontc X, Gabarrella X, Sarraa M, Caminalb G, Vicenta T. (2004). "Mechanism of textile metal dye biotransformation by *Trametes versicolor*". *Water Research* 38: 2166–2172.
- Damanik M, MB Bachtiar, EH Fauzi, Sarifuddin, & H Hanum. (2010). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Medan : USU Press.
- Drake, L. Hancock, J.C. 1996a. "Novel Concepts in Bioremediation of Metal Pollution and air in Biotreatment of Industrial Waste". In *Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University. Yogyakarta. September 18-20. 1996
- Iller,R.K., 1991, "Silica Chemistry in Natural and Industry", *J.Physical Chemistry*, 95.4063-4069.
- Imamkhasani, S. (2001). "Material safety data sheet (MSDS)". Volume III. *Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*.
- Kaim W and Schwederski B. (1994). *Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life*. John Wiley & Sons.