

**OPTIMASI TANAH NAPA SEBAGAI ADSORBEN  
ION LOGAM KROMIUM (VI)**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu  
Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



oleh

**RAHMI KHAIRUN NISA**  
12854-2009

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

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**OPTIMASI TANAH NAPA SEBAGAI ADSORBEN  
ION LOGAM KROMIUM (VI)**

Nama : Rahmi Khairun Nisa  
NIM : 12854  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Januari 2013

Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Dr. Mawardi, M.Si.  
NIP. 1961 112319 989031 002

Pembimbing II,



Drs. Bahrizal M.Si  
NIP. 1955 1231 1989031 009

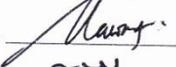
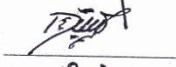
PENGESAHAN

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

Judul : Optimasi Tanah Napa sebagai Adsorben Ion Logam Kromium (VI)  
Nama : Rahmi Khairun Nisa  
NIM : 12854  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Januari 2013

Tim Penguji

|               | Nama                          | Tanda Tangan  |
|---------------|-------------------------------|---|
| 1. Ketua      | : Dr. Mawardi, M.Si           | 1.  |
| 2. Sekretaris | : Drs. Bahrizal, M.Si         | 2.  |
| 3. Anggota    | : Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si | 3.  |
| 4. Anggota    | : Hary Sanjaya, M.Si          | 4.  |

## **ABSTRAK**

### **Rahmi Khairun Nisa (2013): Optimasi Tanah Napa sebagai Adsorben Ion Logam Kromium (VI)**

Telah dilakukan penelitian tentang penentuan kondisi optimum adsorpsi kromium (VI) oleh adsorben tanah napa yang berasal dari Kabupaten Solok khususnya daerah Aripan. Tanah napa mengandung silika dan alumina yang tinggi yaitu 63,20% dan 16,55%, kadar silika dan alumina pada tanah napa hampir sama kadarnya dengan zeolit alam, sehingga dapat digunakan sebagai adsorben. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh berbagai parameter yang mempengaruhi kapasitas serapan tanah napa terhadap Cr(VI), yaitu pH larutan, konsentrasi awal larutan, ukuran partikel adsorben, suhu pemanasan adsorben, dan laju alir eluen. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pH larutan optimum adalah 4, konsentrasi awal optimum 250 mg/L, sedangkan ukuran partikel dan suhu pemanasan adsorben optimum adalah 850  $\mu\text{m}$  dan 125°C, dan laju alir optimum adalah 20 tetes/menit. Dengan menggunakan persamaan isotherm adsorpsi Langmuir didapatkan kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap Cr(VI) yaitu sebesar 0,911 mg/g.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis dan shalawat serta salam teruntuk Rasulullah Shalallahu 'Alaihi Wasallam. Alhamdulillah penulis telah dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Optimasi Tanah Napa sebagai Adsorben Ion Logam Kromium (VI)*".

Penelitian dan 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. sebagai Pembimbing I
2. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si. sebagai Pembimbing II sekaligus sebagai Penasehat Akademik
3. Bapak Dr. Hardeli, M.Si, Ibu Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si, dan Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si sebagai Tim Penguji
4. Ibu Dra. Andromeda, M.Si. sebagai Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP
5. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D. sebagai Ketua Program Studi Kimia

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin demi kesempurnaan skripsi ini. Namun demikian tentu saja masih terdapat kekurangan di dalamnya. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Terima kasih.

Padang, Januari 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

|  | Halaman   |
|--|-----------|
| ABSTRAK.....   | i         |
| KATA PENGANTAR .....                                 | .ii       |
| DAFTAR ISI.....                                      | iii       |
| DAFTAR TABEL.....                                    | v         |
| DAFTAR GAMBAR.....                                   | vi        |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                 | vii       |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>                      | <b>1</b>  |
| A. Latar Belakang.....                               | 1         |
| B. Rumusan Masalah.....                              | 3         |
| C. Batasan Masalah .....                             | 4         |
| D. Tujuan Penelitian.....                            | 4         |
| E. Manfaat Penelitian .....                          | 4         |
| <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                | <b>5</b>  |
| A. Tanah .....                                       | 5         |
| B. Tanah Napa.....                                   | 5         |
| C. Kromium.....                                      | 7         |
| D. Adsorpsi.....                                     | 10        |
| E. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) .....         | 14        |
| <b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>               | <b>18</b> |
| A. Waktu dan Tempat Penelitian.....                  | 18        |
| B. Tahapan Penelitian Secara Umum.....               | 18        |
| C. Alat dan Bahan.....                               | 18        |
| D. Mempersiapkan Adsorben dan Pengemasan Kolom ..... | 19        |

|   |    |
|---|----|
| E. Pembuatan Larutan Cr(VI).....  | 19 |
| F. Perlakuan Penelitian Pada Sistem <i>Kontinu</i> .....                              | 20 |
| G. Analisis Kandungan Logam .....   | 20 |
| H. Perlakuan Penelitian Secara Rinci Dengan Sistem <i>Kontinu</i> .....               | 21 |
| I. Teknik Analisis Data.....  | 23 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....   | 24 |
| A. Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Cr(VI) oleh Tanah Napa.....                          | 24 |
| B. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan terhadap Adsorpsi Cr(VI)<br>oleh Tanah Napa..... | 26 |
| C. Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben terhadap<br>Adsorpsi Cr(VI) oleh Tanah Napa..... | 27 |
| D. Pengaruh Suhu Pemanasan Adsorben terhadap<br>Adsorpsi Cr(VI) oleh Tanah Napa.....  | 29 |
| E. Pengaruh Laju Alir Eluen terhadap Adsorpsi Cr(VI)<br>oleh Tanah Napa.....          | 31 |
| F. Penentuan Kapasitas Serapan Maksimum Cr(VI)<br>oleh Tanah Napa.....                | 32 |
| BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....  | 35 |
| A. Simpulan.....  | 35 |
| B. Saran.....   | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA.....   | 37 |
| LAMPIRAN.....   | 39 |

**DAFTAR TABEL**

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 1. Komposisi Kimia Tanah Napa.....  | 7       |
| Tabel 2. Komposisi Kimia Zeolit alam..... | 7       |

**DAFTAR GAMBAR**

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Tanah Napa.....  | 6       |
| Gambar 2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir.....   | 14      |
| Gambar 3. Proses Atomisasi.....  | 16      |
| Gambar 4. Skema Peralatan SSA.....   | 17      |
| Gambar 5. Pengaruh pH Awal Larutan Cr(VI) terhadap<br>Serapan Tanah Napa.....                      | 25      |
| Gambar 6. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Cr(VI)<br>terhadap Serapan Tanah Napa.....             | 26      |
| Gambar 7. Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben terhadap<br>Adsorpsi Cr(VI).....                       | 28      |
| Gambar 8. Pengaruh Pemanasan Adsorben terhadap Adsorpsi Cr(VI).....                                | 29      |
| Gambar 9. Pengaruh Laju Alir Eluen terhadap Adsorpsi Cr(VI).....                                   | 31      |
| Gambar 10. Kurva Linearitas Langmuir Adsorpsi Ion Logam<br>Kromium (VI) oleh Tanah Napa Murni..... | 33      |

**DAFTAR LAMPIRAN**

|  | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Skema Rancangan Penelitian Secara Umum.....  | 39      |
| Lampiran 2. Skema Kerja Pengaruh pH terhadap Adsorpsi<br>Cr(VI) oleh Tanah Napa.....                       | 40      |
| Lampiran 3. Skema Kerja Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan<br>terhadap Adsorpsi Cr(VI) oleh Tanah Napa..... | 41      |
| Lampiran 4. Skema Kerja Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben<br>terhadap Adsorpsi Cr(VI) oleh Tanah Napa..... | 42      |
| Lampiran 5. Skema Kerja Pengaruh Suhu Pemanasan Adsorben<br>terhadap Adsorpsi Cr(VI) oleh Tanah Napa.....  | 43      |
| Lampiran 6. Skema Kerja Pengaruh Laju Alir terhadap Adsorpsi<br>Cr(VI) oleh Tanah Napa.....                | 44      |
| Lampiran 7. Perhitungan Pembuatan Larutan Induk Cr(VI) 500 mg/L.....                                       | 45      |
| Lampiran 8. Kurva Standar Cr (Spektrofotometer Serapan Atom).....  | 46      |
| Lampiran 9. Data Hasil Pengukuran Serapan Cr(VI)<br>Masing-masing Parameter.....                           | 47      |
| Lampiran 10. Perhitungan Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir.....  | 50      |

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang**

Perkembangan industri dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat yaitu dengan meningkatnya pendapatan masyarakat, tetapi di sisi lain dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dengan dihasilkannya buangan industri yang mengandung zat-zat kimia berbahaya. Bahankimia buangan industri yang berbahaya adalah logam berat.

Pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat merupakan pencemaran yang disoroti oleh masyarakat. Hal ini karena dalam konsentrasi yang kecil saja (ppm), logam berat dapat menghasilkan tingkat keracunan yang tinggi pada makhluk hidup. Selain itu logam berat juga dapat terakumulasi dalam rantai makanan.

Di alam terdapat element-elemen logam berat yang merupakan polutan utama yang berbahaya, salah satunya adalah logam krom bervalensi VI. Krom (Cr) adalah logam yang mendapat perhatian khusus karena sifatnya yang toksik terhadap manusia. Di Indonesia, logam Cr(VI) termasuk dalam kategori limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (limbah B3). Senyawa Cr(VI) termasuk senyawa logam yang paling banyak digunakan dalam industri karena kemampuan oksidasinya yang kuat dan menghasilkan warna yang tahan lama. Tetapi jika senyawa Cr(VI) terbuang ke lingkungan dan masuk ke dalam tubuh makhluk hidup maka akan menimbulkan efek yang sangat berbahaya karena Cr(VI) bersifat karsinogenik.

Penghilangan logam-logam berat secara efisien dengan teknologi yang sesuai sudah lama menjadi isu yang krusial. Umumnya metode-metode yang telah diperkenalkan memerlukan biaya operasional dan ongkos teknologi yang tinggi sehingga kurang sesuai untuk diterapkan di Indonesia.

Untuk meminimalkan kandungan logam berat yang merupakan hasil samping industri, maka sistem pengelolaan limbah harus selalu diupayakan agar mampu menurunkan kadar logam berat hingga batas aman. Di antara metode yang telah dikembangkan untuk mendekontaminasi pencemar pada lingkungan perairan adalah adsorpsi, filtrasi, dan koagulasi. Di antara metode tersebut adsorpsi merupakan metode yang paling efektif. Proses adsorpsi dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan karbon aktif, elektrodialisis, osmosis balik, dan padatan anorganik. Padatan anorganik yang digunakan secara umum adalah padatan yang memiliki sisi aktif pada permukaan seperti gugus silanol (-SiOH), siloksan (-Si-O-Si-), dan aluminol [- Al(OH)] (Sriyanti, 2003). Metode adsorpsi dengan padatan anorganik terutama dengan menggunakan *low cost adsorbents* seperti material lempung, limbah pertanian, gambut, dan limbah pengolahan makanan dari laut juga sangat cocok dengan kondisi negara berkembang karena lebih murah dan praktis (Nurmasari dkk, 2010).

Penentuan besarnya ion logam yang terserap (*uptake*) dapat diketahui dari data kesetimbangan. Data ini dapat menunjukkan kemampuan maksimum bahan dalam penyerapan ion logam. Banyak bahan yang telah digunakan sebagai penyerap ion. Supaya dapat digunakan secara komersial, penyerap harus mempunyai karakter antara lain efisiensi penyerapan yang tinggi, berumur panjang serta mempunyai selektivitas yang tinggi (Kaavessina, 2005).

Tanah Napa merupakan merupakan material lempung berpori dan kaya akan silika dan alumina yang berperan dalam proses adsorpsi. Menurut penelitian sebelumnya (Sihaloho dan Riri, 2011) tanah napa memiliki kandungan silika sebanyak 63,20% dan alumina sebanyak 16,55%. Kandungan silika dan alumina tanah napa yang tinggi tersebut hampir sama kadarnya dengan zeolit alam. Sehingga dimungkinkan tanah napa dapat digunakan sebagai adsorben untuk ion Cr(VI).

Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini akan dipelajari kondisi optimum tanah napa dalam mengadsorpsi ion Cr(VI) dengan melihat pengaruh variasi laju alir, ukuran partikel, pH awal larutan, konsentrasi awal larutan, dan pemanasan adsorben. Kemudian ion Cr(VI) yang terserap dianalisis dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) dan ditentukan kapasitas adsorpsi maksimumnya terhadap ion Cr(VI) menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Apakah tanah napa mampu untuk menurunkan konsentrasi ion Cr(VI).
2. Bagaimana kondisi optimum tanah napa untuk mengadsorpsi ion Cr(VI).
3. Berapakah kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap ion Cr(VI) menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir.

## **C. Batasan Masalah**

Agar lebih terarahnya penelitian ini maka masalah dalam penelitian ini dibatasi:

1. Pada penentuan kondisi optimum adsorpsi ion Cr(VI) oleh tanah napa digunakan tanah napa yang berada di Kabupaten Solok tepatnya di daerah Aripan.

2. Sistem kontak yang digunakan adalah sistem kontinu.
3. Untuk menentukan kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap ion Cr(VI) menggunakan persamaan adsorpsi Langmuir.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi optimum parameter yang diperkirakan mempengaruhi proses adsorpsi ion Cr(VI) oleh tanah napa seperti laju alir, ukuran partikel adsorben, pH awal larutan, konsentrasi awal larutan, dan pengaruh pemanasan adsorben.
2. Menentukan kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap ion Cr(VI) menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi mengenai kondisi optimum tanah napa sebagai adsorben ion Cr(VI).
2. Memberikan informasi mengenai kapasitas serapan maksimum ion Cr(VI) oleh tanah napa.
3. Sebagai bahan penelitian lebih lanjut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tanah**

Tanah adalah bahan mineral yang tidak padat terletak dipermukaan bumi, 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. Tanah sebagai lapisan permukaan bumi (*natural body*) yang berasal dari bebatuan (*natural material*) yang telah mengalami serangkaian pelapukan oleh gaya-gaya alam (*natural force*), sehingga membentuk *regolit* (lapisan berpatikel halus) (Hanafiah, 2005).

Tanah merupakan unsur kehidupan yang paling penting. Komponen anorganik tanah sangat penting dalam produktivitas tanah. Dalam bentuk koloid komponen anorganik merupakan penyimpanan air dan nutrisi 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 ( $\text{SiO}_2$ ), *orthoclase* ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), *albite* ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) dan *Magnetit* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) (Bachtiar, 2010).

#### **B. Tanah Napa**

Tanah napa merupakan tanah yang dihasilkan oleh alam. Tanah ini berasal dari pelapukan batuan feldspatik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen kerak. Tanah napa merupakan tanah yang

berada pada perbukitan di daerah Kabupaten Solok. Adapun warna jenis tanah napa ini adalah abu-abu kecoklatan pada saat basah atau lembab dan berwarna putih saat kering. Tanah napa merupakan salah satu jenis tanah lempung berpasir yang mudah dihancurkan dan di alam memiliki bentuk yang unik, yaitu belapis – lapis dan susunannya teratur, sehingga tanah napa mudah dikenali dan dibedakan dari tanah lainnya.



Gambar 1. Tanah napa

Dari hasil analisis kandungan kimianya diketahui bahwa tanah napa Kabupaten Solok tepatnya di daerah Aripan mengandung senyawa silika alumina yang tinggi yang dapat digunakan untuk sebagai adsorben. Adapun komposisi kimia dari tanah napa ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Komposisi Kimia Tanah napa

| <b>Komposisi</b>               | <b>% berat</b> |
|--------------------------------|----------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 63.20          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 16.55          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7.64           |
| CaO                            | 3.34           |
| MgO                            | 0.89           |

(Sihaloho dan Novrita, 2011)

Berdasarkan data di atas, tanah napa adalah tanah yang memiliki kandungan silika dan alumina yang tinggi. Kandungan silika dan alumina tanah napa yang tinggi tersebut hampir sama kadarnya dengan zeolit alam, sehingga tanah napa dapat digunakan sebagai adsorben untuk logam Cr(VI). Adapun komposisi kimia zeolit alam ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Zeolit alam

| <b>Komposisi</b>               | <b>% berat</b> |
|--------------------------------|----------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 78.83          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 12.50          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.50           |
| K <sub>2</sub> O               | 2.27           |
| Na <sub>2</sub> O              | 1.07           |
| MgO                            | 1.95           |
| CuO                            | 2.14           |

(Rini, 2010)

### C. Kromium

Kromium adalah salah satu logam yang termasuk dalam golongan transisi. Kata kromium berasal dari bahasa Yunani (*Chroma*) yang berarti

warna. Dalam struktur kimia, kromium dilambangkan dengan symbol “Cr”. Sebagai salah satu logam berat, kromium mempunyai nomor atom (NA) 24 dan berat atom (BA) 51,996. Ion Cr pertama kali ditemukan oleh Vagueine pada tahun 1797.

Krom adalah logam kristalin berwarna putih, tidak begitu liat (keras). Logam ini melebur pada suhu 17650 °C. Dalam larutan air, kromium membentuk 3 jenis ion, yaitu:

1. Kation kromium (II) atau disebut kromo ( $\text{Cr}^{2+}$ )

Merupakan ion yang diturunkan dari senyawa CrO. Larutan dengan ion  $\text{Cr}^{2+}$  menghasilkan larutan biru. Ion ini agak tidak stabil karena merupakan reduktor kuat bahkan ion ini perlahan-lahan mampu menguraikan air membentuk hidrogen.

2. Kation kromium (III) atau disebut kromi ( $\text{Cr}^{3+}$ )

Ion ini stabil dan diturunkan dari senyawa dikromium trioksida  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Dalam larutan, ion ini berwarna hijau atau lembayung. Berwarna hijau jika terdapat kompleks  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$  {pentakuomonoklorokromat} atau kompleks  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$  {tetrakuodiklorokromat}. Berwarna lembayung jika terdapat ion heksakuokromat(III)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ .

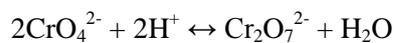
3. Anion kromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) dan anion dikromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )

Anion kromium adalah ion bervalensi enam dengan bilangan oksidasi +6 (CrVI). Ion kromat  $\text{CrO}_4^{2-}$  berwarna kuning / orange dan ion dikromat  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  berwarna jingga (Svehla, 1985).

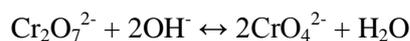
Krom (Cr) merupakan salah satu logam berat pencemar lingkungan yang sangat berbahaya. Lingkungan perairan yang tercemar oleh krom

berdampak signifikan terhadap kesehatan manusia dan organisme lainnya yang hidup di lingkungan tersebut. Limbah industri yang mengandung krom biasanya mengandung Cr(III) dan Cr(VI) sekaligus. Diantara ion tersebut, Cr(VI) bersifat lebih beracun sedangkan Cr(III) merupakan nutrisi penting yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sangat kecil untuk proses metabolisme karbohidrat, lemak dan protein (Silva, 2008).

Menurut Svehla (1985) Cr(VI) merupakan kromium bervalensi 6, dalam larutan berupa anion kromat dan dikromat tergantung dari pH larutan.



atau



Reaksi ini juga ditulis sebagai:



Persenyawaan Cr(VI) bersifat karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker paru-paru, ginjal, hati, dan kerusakan kulit. Menurut WHO (*World Health Organization*) batas maksimum kandungan Cr(VI) yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0.05 mg/L. Cr(III) tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap pencemaran lingkungan perairan (dalam konsentrasi kecil) tetapi Cr(VI) 100 kali lebih beracun dibandingkan Cr(III). Cr(VI) berdifusi melalui membran sel sebagai ion kromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) atau bikromat ( $\text{HCrO}_4^-$ ). Ion kromium tidak dapat terurai secara alami dan bisa dihilangkan melalui beberapa proses seperti pertukaran ion, adsorpsi,

reduksi, pengendapan, filtrasi membran dan ekstraksi pelarut. Adsorpsi merupakan teknik yang paling efektif sangat menjanjikan untuk menghilangkan ion kromium. Beberapa jenis adsorben telah digunakan untuk mengurangi kadar ion logam di perairan seperti lempung, zeolit dan resin polimer (Gandhi, 2010).

#### **D. Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Adanya gaya ini, padatan cenderung menarik molekul-molekul yang lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik fasa gas atau fasa larutan ke permukaannya. Akibatnya, konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar dari pada dalam fasa gas atau zat terlarut dalam larutan. Adsorpsi dapat terjadi pada antarfasa padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian antarmuka disebut adsorbat, sedangkan molekul yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Pada adsorpsi, interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben.

Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisis (fisisorpsi) dan adsorpsi kimia (chemisorpsi). Adapun fisis disebabkan oleh gaya *van der waals*. Adsorpsi fisis umumnya terjadi pada permukaan dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisis umumnya terjadi pada temperatur rendah

dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan mencolok. Pada adsorpsi kimia, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan adsorben bereaksi secara kimia. Hal ini disebabkan pada adsorpsi kimia terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan. Ikatan antara adsorben dengan adsorbat dapat cukup kuat sehingga spesi aslinya tidak dapat ditemukan kembali. Adsorpsi ini bersifat irreversibel dan diperlukan energi yang banyak untuk melepaskan kembali adsorbat (dalam proses adsorpsi). Pada umumnya, dalam adsorpsi kimia jumlah (kapasitas) adsorpsi bertambah besar dengan naiknya temperatur (Adamson, 1990).

Secara kualitatif perilaku adsorpsi dapat juga dipandang dari sifat polar ataupun nonpolar antara zat padat (adsorben) dengan komponen larutan (adsorbat). Adsorben polar akan cenderung mengadsorpsi kuat adsorbat polar dan lemah terhadap adsorbat nonpolar, demikian juga sebaliknya. Adsorben polar akan mengadsorpsi kuat zat terlarut polar dari pelarut nonpolar karena kelarutannya yang rendah dan mengadsorpsi yang lemah dari pelarut polar karena kelarutannya yang tinggi, demikian juga sebaliknya. Ikatan kimia yang terjadi antara gugus aktif pada zat organik dengan molekul dapat dijelaskan sebagai perilaku interaksi asam-basa Lewis yang menghasilkan kompleks pada permukaan padatan.

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 (Castellans dalam 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).

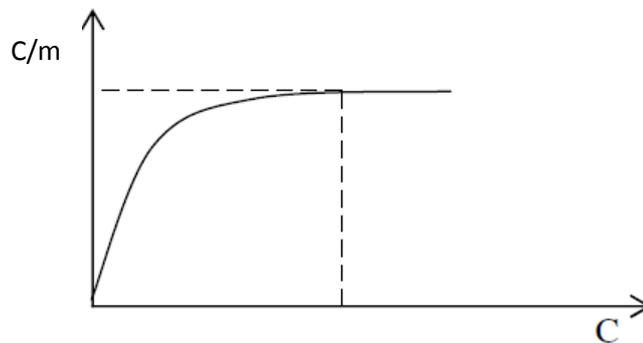
Isoterm adsorpsi Langmuir didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu:

(a) adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (monolayer), (b) panas adsorpsi tidak tergantung pada penutupan permukaan, (c) semua situs dan permukaannya bersifat homogen (Ocsik 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:

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

C adalah konsentrasi kesetimbangan, m adalah jumlah zat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g), b adalah kapasitas serapan maksimum (mg/g) dan K adalah tetapan kesetimbangan (afinitas serapan). Bila data yang diperoleh memenuhi persamaan tersebut di atas, maka plot C/m terhadap C akan menghasilkan garis lurus dengan slope 1/b dan intersep 1/bK. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 2.2 .



Gambar 2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir

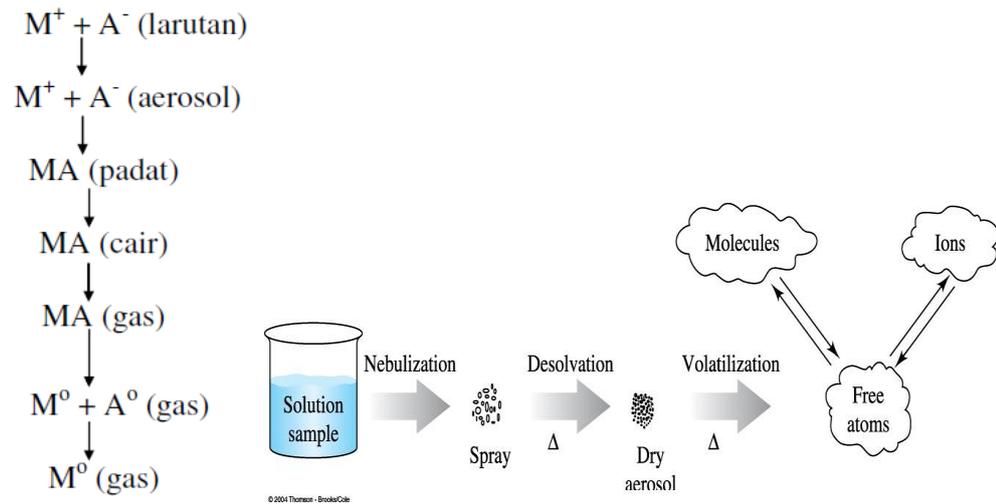
#### E. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri serapan atom (SSA) adalah suatu metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog *et. al.*, 2000). Spektrofotometer serapan atom (SSA) ditujukan untuk analisis kuantitatif terhadap unsur-unsur logam. Alat ini memiliki sensitivitas yang sangat tinggi, sehingga sering dijadikan sebagai pilihan utama dalam menganalisis unsur logam yang konsentrasinya sangat kecil (ppm bahkan

ppb). Metode SSA berprinsip pada adsorpsi energi (sumber cahaya) oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron pada kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini bersifat labil, elektron akan kembali ke tingkat energi dasar sambil mengeluarkan energi yang berentuk radiasi. Dalam SSA, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas. Adanya absorpsi atau emisi radiasi disebabkan adanya transisi elektronik yaitu perpindahan elektron dalam atom, dari tingkat energi yang satu ke tingkat energi lain (Underwood, 1986).

Pembentukan atom-atom dalam keadaan dasar atau proses atomisasi pada umumnya dilakukan dalam nyala. Cuplikan sampel yang mengandung logam M sebagai ion  $M^+$  dalam bentuk larutan garam  $M^+$  dan  $A^-$  akan melalui serangkaian proses dalam nyala, sebelum akhirnya menjadi atom logam dalam keadaan dasar  $M^0$  seperti terlihat pada Gambar 2.3.

Atom-atom dalam keadaan dasar ( $M^0$ ) akan menyerap energi sumber energi berupa lampu katode berongga, yang mana jumlah energi yang diserap adalah sebanding dengan populasi atau konsentrasi atom-atom dalam sampel.



Gambar 3. Proses atomisasi

Penentuan konsentrasi unsur logam dalam sampel dapat dilakukan dengan bantuan kurva kalibrasi yang merupakan aluran antara absorbansi terhadap konsentrasi larutan standar. Hal ini sesuai dengan Hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa jumlah energi yang diserap (absorbansi) adalah sebanding dengan konsentrasi ( $C$ ) (Khopkar 2003).

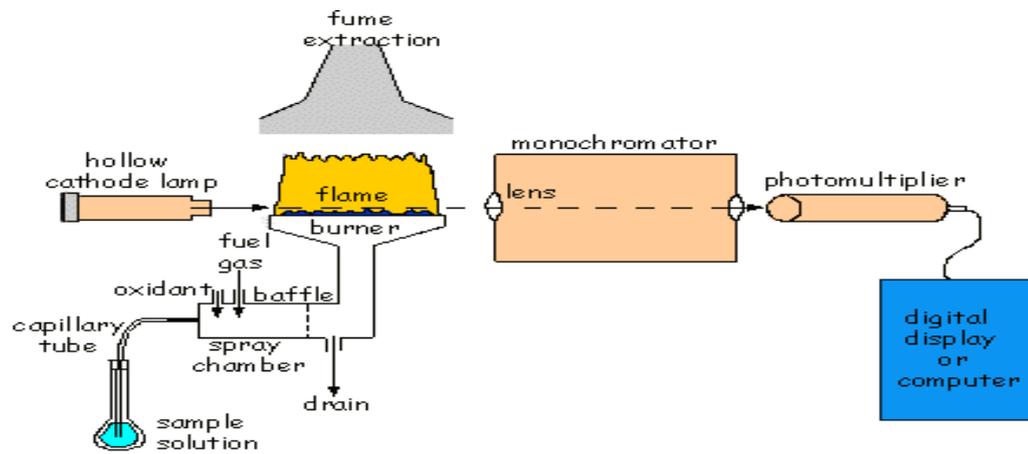
Spektrofotometer Serapan Atom didefinisikan sebagai suatu alat untuk menentukan konsentrasi dari suatu unsur dalam cuplikan larutan dengan cara mengukur penyerapan energi sinar oleh uap atom bebas atau netral yang berupa gas pada panjang gelombang yang spesifik dari tiap unsur. Hubungan antara banyaknya sinar yang diserap dengan banyaknya atom yang menyerap dirumuskan dengan hukum Lambert-Beer seperti dibawah ini:

$$A = -\log \frac{I_o}{I_t} = a.b.c$$

Dimana;  $A$  = Absorbansi       $a$  = Absorsivitas

$I_o$  = Intensitas sinar mula-mula    $b$  = Tebal medium

$I_t$  = Intensitas sinar diteruskan    $c$  = Konsentrasi larutan



Gambar 4. Skema Peralatan SSA (Underwood, 1986)

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

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

1. Kondisi optimum tanah napa sebagai adsorben adalah pada pH 4, konsentrasi larutan optimum 250 mg/L, ukuran partikel dan suhu pemanasan adsorben pada 850  $\mu\text{m}$  dan 125°C, serta laju alir optimum 20 tetes/menit.
2. Data hasil penelitian sesuai dengan kurva isoterm adsorpsi Langmuir yaitu jika diplot C/m sebagai fungsi C maka didapatkan kurva linear yang berarti penyerapan Cr(VI) oleh tanah napa berlangsung secara kimia, sehingga konstanta afinitas serapan dan kapasitas serapan maksimumnya dapat diketahui dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir yaitu berturut-turut 0,011 dan 0,911 mg/g.

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk peneliti selanjutnya :

1. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari gugus fungsi yang berperan dalam proses adsorpsi ion logam khususnya ion Cr(VI) oleh tanah napa sehingga dapat diketahui mekanisme reaksi yang terjadi.

2. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai modifikasi adsorben tanah napa agar didapatkan adsorben dengan kapasitas serapan yang lebih tinggi.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan tanah napa sebagai adsorben zat warna atau limbah organik maupun anorganik lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth edition. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Atkins. 2010. *Shriver and Atkins' Inorganic Chemistry*, Fifth Edition. New York: Oxford University Press.
- Bachtiar, Damanik M, MB, EH Fauzi, Sarifuddin, & H Hanum. (2010). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Medan : USU Press.
- Futalan. 2011. Nickel Removal From Aqueous Solution In Fixed Bed Using Chitosan-Coated Bentonite. *Journal Sustain. Environ Research*, 21(6), hal: 361-367.
- Gandhi, Muniyappan Rajiv, dkk. 2010. Adsorption Mechanism of Hexavalent Chromium removal using Amberlite IRA 743 resin. *Ion Exchange Letters* 3 (2010) 25-35.
- Hanafiah, Ali Kemas. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : Rajagrafindo Persada.
- Kaavessina, Mujtahid. 2005. Keseimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) dengan Adsorben Chitin Secara Batch. *Jurnal Ekuilibrium* Vol. 4, No. 1, hal: 36 – 44.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Mawardi. 2008. Kajian Biosorpsi Kation Timbal (II) oleh Biomassa Alga Hijau *Spirogyra subsalsa*. *Jurnal Ilmiah SAINSTEK* Vol X No.2.
- Mawardi. 2011. Kajian Biosorpsi Kation Tembaga (II) dan Seng (II) oleh Biomassa Alga Hijau *Spirogyra subsalsa* sebagai Biosorben. *Jurnal Biota* Vol 16 No.2 : 269-277.
- Nurhasni, dkk. 2010. Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr Dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. *Jurnal Valensi*, 310-318.
- Nurmasari. 2010. Immobilization Of Humic Acid On Chitosan Using Protected Cross-Linking Reaction Method And Its Application As Sorbent For Pb(II), Cd(II), And Cr(III). *Indo. Journal Chem.*, 8 (2), 177 – 183.
- Ocsik, J. 1994. *Adsorption*. New York: John Willey and Sons, Inc.
- R.A.Day, Jr and A.L. 1986. Underwood. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.