

**ADSORPSI ION LOGAM KADMIUM (II) OLEH TANAH NAPA
DAN KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN DENGAN
SISTEM KONTINU**

SKRIPSI

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



Oleh

FITRI YANTI

1201535-2012

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2016

PERSETUJUAN SKRIPSI

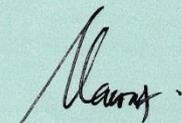
ADSORPSI ION LOGAM KADMIUM (II) OLEH TANAH NAPA DAN
KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN DENGAN SISTEM KONTINU

Nama : Fitri Yanti
TM / NIM : 2012 / 1201535
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, April 2016

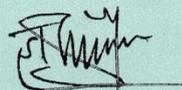
Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Drs. Bahrizal, M.Si
NIP. 19551231 198903 1 009

PENGESAHAN

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

Judul : Adsorpsi Ion Logam Kadmium (II) Oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif Sebagai Adsorben Dengan Sistem Kontinu

Nama : Fitri Yanti

TM / NIM : 2012 / 1201535

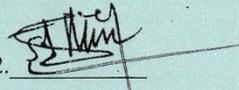
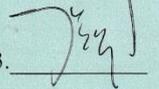
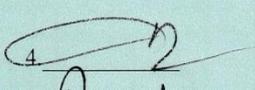
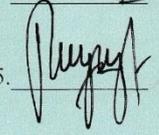
Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, April 2016

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. Mawardi, M.Si	1. 
2	Sekretaris	Drs. Bahrizal M. Si	2. 
3	Anggota	Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D	3. 
4	Anggota	Drs. Amrin M.Si	4. 
5	Anggota	Dr. Rahardian Z, M.Si	5. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitri Yanti
TM / NIM : 2012/1201535
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Adsorpsi Ion Logam Kadmium (II) Oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif Sebagai Adsorben Dengan Sistem Kontinu

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, April 2016

Yang menyatakan,



Fitri Yanti

ABSTRAK

Fitri Yanti (2012) : Adsorpsi Ion Kadmium(II) oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif sebagai Adsorben dengan Sistem Kontinu

Keberadaan logam berat dapat membahayakan lingkungan karena bersifat toksik bagi tumbuhan, hewan dan manusia, salah satu diantaranya yaitu logam kadmium. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh pH awal larutan, konsentrasi awal larutan, ukuran partikel adsorben dan laju alir eluen pada adsorpsi ion Cd^{2+} oleh tanah napa dan karbon aktif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pH larutan optimum adalah 5, konsentrasi awal optimum 300 mg/L, sedangkan ukuran partikel dan laju alir optimum adalah 75 μm dan 40 tetes/menit. Adsorpsi pada kondisi optimum terhadap adsorben karbon aktif dengan tanah napa tanpa perlakuan (*fresh*) memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi dibandingkan dengan tanah napa yang dimurnikan, masing-masing kapasitas serapannya sebesar 1,91 mg/g dan 1.62 mg/g. Selanjutnya dilakukan desorpsi pada kondisi optimum menggunakan pelarut HNO_3 dan aquadest, didapatkan persentase desorpsi paling tinggi menggunakan pelarut HNO_3 . Kemudian dilakukan aplikasi terhadap limbah hasil atau sisa praktikum yang berasal dari laboratorium kimia analitik Universitas Negeri Padang adsorben tanah napa dan karbon aktif dapat menyerap limbah sebesar 97,95%. Selain untuk mengurangi konsentrasi ion logam dan mengetahui kapasitas penyerapan adsorben tujuan dari aplikasi terhadap limbah tersebut yaitu untuk pemekatan. Hasilnya menunjukkan bahwa jumlah ion logam kadmium yang terpekatkan sebesar 0.105 mg/g.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat Dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan lancar. Adapun judul proposal yang penulis ambil dalam penelitian ini adalah, **“Adsorpsi Ion Logam Kadmium (Cd^{+2}) oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif Sebagai Adsorben dengan Sistem Kontinu”**. Shalawat dan salam untuk suri tauladan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita jalani.

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 Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang dan pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Drs. Amrin, M.Si, Bapak Dr. Rahardian Z, M.Si dan Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku penguji yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.

4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Kedua Orang Tua penulis tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas penelitian.
6. Teman-teman kimia tahun 2012 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, kritikan dan saran yang diberikan, penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 15 Maret 2016

Penulis

Fitri Yanti

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kadmium (Cd^{2+}).....	6
B. Tanah Napa.....	8
C. Karbon Aktif (Arang Aktif).....	11
D. Teori Adsorpsi	13
E. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian	17
B. Tahapan Penelitian Secara Umum.....	17
C. Variabel Penelitian	17
D. Alat dan Bahan	18
E. Pengambilan Sampel	18
F. Preparasi Pemurnian Tanah Napa	18
G. Preparasi Adsorben dan Pengemasan Kolom.....	19
H. Analisis Kandungan Logam	19
I. Perlakuan penelitian dengan Sistem Kontinu.....	20

J. Teknik Analisa Data	21
BAB IV PEMBAHASAN	22
A. Pengaruh pH Awal Larutan terhadap Adsorpsi ion logam Kadmium (II) oleh Tanah napa dan Karbon aktif.....	22
B. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan terhadap Adsorpsi ion logam Kadmium (II) oleh Tanah napa dan Karbon aktif	24
C. Pengaruh Ukuran Partikel Tanah napa terhadap Adsorpsi ion logam Kadmium (II).....	26
D. Pengaruh Laju Alir Larutan terhadap Adsorpsi ion logam Kadmium (II) oleh Tanah napa dan Karbon aktif.....	28
E. Penyerapan ion Logam Kadmium (II) oleh Karbon Aktif dan Tanah Napa Perbukitan Cubadak. Kecamatan Situjuh Limo Nagari Kabupaten 50 Kota Tanpa Perlakuan (Fresh), dan Pemurnian	29
F. Desorpsi pada kondisi optimum (recovery kolom)	31
G. Aplikasi pada sampel limbah.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
A. Kesimpulan.....	36
B. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kadmium.....	6
Gambar 2. Tanah Napa di Perbukitan Cubadak 50 Kota.....	9
Gambar 3. Struktur Silika Amorf.....	11
Gambar 4. Karbon Aktif	12
Gambar 5. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir	15
Gambar 6. Skema Peralatan SSA.....	16
Gambar 7. Grafik Pengaruh pH awal larutan terhadap serapan Cd^{2+}	23
Gambar 8. Grafik Pengaruh Konsentrasi awal larutan terhadap serapan Cd^{2+}	25
Gambar 9. Kurva Linearitas Langmuir Adsorpsi Ion Logam Cd oleh Tanah Napa yang dimurnikan dan karbon aktif.....	26
Gambar 10. Grafik Pengaruh Ukuran Partikel Tanah Napa terhadap serapan Cd^{2+}	27
Gambar 11. Grafik Pengaruh laju alir eluen terhadap serapan Cd^{2+}	28
Gambar 12. Perbandingan penyerapan adsorben karbon aktif dengan tanah napa fresh dan dimurnikan	30
Gambar 13. Hubungan antara pengaruh jenis pelarut terhadap persen desorpsi ion kadmium (II)	32
Gambar 14. Hubungan antara konsentrasi larutan HNO_3 terhadap pemekatan kadmium (II)	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis Kandungan Tanah Napa dengan XRF	10
Tabel 2. Penyerapan Limbah oleh adsorben tanah napa dan karbon aktif.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Rancangan Penelitian Secara Umum.....	43
Lampiran 2. Skema pengaruh pH awal larutan terhadap adsorpsi ion logam Cd (II) oleh tanah napa dan karbon aktif.....	44
Lampiran 3. Skema pengaruh konsentrasi awal larutan terhadap adsorpsi ion logam Cd (II) oleh tanah napa dan karbon aktif.....	45
Lampiran 4. Skema pengaruh ukuran partikel tanah napa terhadap adsorpsi ion logam Cd (II)	46
Lampiran 5. Skema pengaruh laju alir terhadap adsorpsi ion logam Cd (II) oleh tanah napa dan karbon aktif.....	47
Lampiran 6. Skema kerja perbandingan kondisi optimum tanah dimurnikan dengan tanah napa tanpa perlakuan (fresh)	48
Lampiran 7. Desorpsi pada kondisi optimum (recovery kolom)	49
Lampiran 8. Aplikasi Limbah dan Proses pemekatan	50
Lampiran 9. Data Hasil Pengukuran ion logam Cd ²⁺ dengan Sistem Kontinu	51
Lampiran10. Perhitungan dan pembuatan larutan Cd ²⁺ 1000 ppm	58
Lampiran11. Kurva Kalibrasi Cd ²⁺ dengan Spektrometer Serapan Atom	59
Lampiran12. Perhitungan Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir	60

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri pada saat sekarang ini semakin meningkat pesat. Selain memberikan dampak positif perkembangan perindustrian ini juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Adapun dampak negatif dari kegiatan perindustrian ini adalah dihasilkannya bahan buangan yang biasa dikenal dengan limbah. 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 *toxic* 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 yang mencemari lingkungan yaitu logam kadmium (Cd), Logam Kadmium merupakan logam yang banyak dipergunakan dalam industri baterai, pencelupan, fotografi, dan industri ringan. Ion-ion logam kadmium (II) mempunyai sifat mudah terakumulasi, yaitu apabila ion-ion ini ada dalam tubuh makhluk hidup akan mengalami penumpukan dalam waktu yang lama maka pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan keracunan. Daya racun yang dimiliki oleh Kadmium merupakan *toxic* yang sangat kuat dan dapat mengakibatkan terjadinya keracunan kronis diantaranya dapat merusak sistem *fisiologis* tubuh, sistem *urinaria* (ginjal),

sistem *respirasi* (pernapasan/paru-paru), sistem *sirkulasi* (darah) dan jantung. Keberadaan logam Cd di lingkungan tentunya perlu mendapatkan perhatian lebih, sebab kadar batas maksimal yang diperbolehkan untuk Cd hanya 0,01 ppm (Kepmenkes Republik Indonesia, 2002). 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.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam dalam limbah cair diantaranya adalah pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi dan adsorpsi. Adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis. Proses adsorpsi dalam penelitian ini dilakukan dengan sistem kontinu menggunakan kolom. Pada sistem kontinu adsorben langsung dikontakan dengan larutan segar sehingga adsorben dapat menyerap optimal sampai mencapai titik jenuhnya, (Aksu, 2003) adsorben yang digunakan yaitu tanah napa dan karbon aktif.

Tanah napa merupakan sejenis tanah yang terdapat di wilayah Sumatera Barat, yang mempunyai pori besar, berwarna putih keabu-abuan. Dari hasil karakterisasi yang telah dilakukan oleh (Rini Sundari, 2014) diketahui bahwa tanah napa dapat digolongkan sebagai zeolit karena memiliki kandungan alumina silikat yang tinggi dan mempunyai pori-pori yang besar maka tanah napa dapat digunakan salah satunya sebagai penyerap logam pada limbah. 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.

Sementara karbon aktif sangat banyak digunakan untuk penurunan kadar logam berat dalam lingkungan hal ini dikarenakan karbon aktif memiliki luas permukaan yang berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai daya serap yang bagus.

Oleh karena itu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adsorpsi ion logam Cd⁺² menggunakan adsorben tanah napa dan karbon aktif dan juga untuk melihat pengaruh karbon aktif tersebut jika ditambahkan dengan tanah napa sehingga nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penyediaan adsorben untuk menanggulangi ion-ion logam berat khususnya Cd⁺² baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala industri.

B. Identifikasi Masalah

Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi pencemaran yang disebabkan oleh logam Cd²⁺ yaitu adsorpsi oleh tanah napa dan karbon aktif. Adapun parameternya yaitu pengaruh pH awal larutan, konsentrasi awal larutan, laju alir eluen, dan ukuran partikel adsorben sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben pada limbah yang mengandung ion logam Cd²⁺ dengan adsorpsi maksimum. Kapasitas serapan maksimum ditentukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

C. Batasan Masalah

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

1. Penentuan kapasitas serapan maksimum tanah napa dan karbon aktif terhadap ion kadmium (Cd^{2+}) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
2. Penentuan pengaruh ukuran partikel, konsentrasi, pH larutan, dan laju alir pada kapasitas serapan tanah napa dan karbon aktif terhadap ion logam kadmium (Cd^{2+}).

D. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh ukuran partikel, konsentrasi, pH larutan, dan laju alir pada kapasitas serapan tanah napa dan karbon aktif terhadap ion logam kadmium (Cd^{2+}) ?
2. Bagaimana kapasitas serapan tanah napa dan karbon aktif terhadap ion logam kadmium (Cd^{2+}) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ?

E. Tujuan Penelitian

1. Menentukan kondisi optimum beberapa parameter yang mempengaruhi proses adsorpsi ion logam kadmium (Cd^{2+}) menggunakan tanah napa dan karbon aktif.

- 2 Menentukan kapasitas serapan tanah napa dan karbon aktif terhadap ion logam kadmium (Cd^{2+}) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ?

F. Manfaat Penelitian

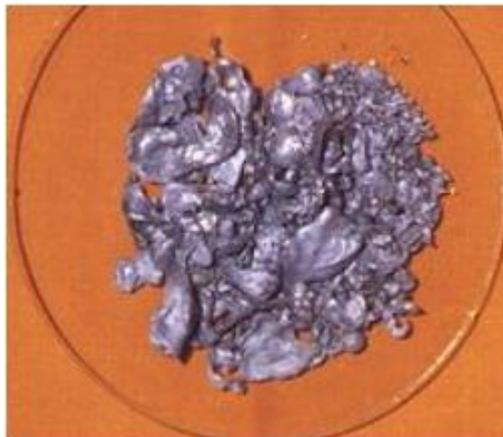
Dapat memberikan informasi tentang kapasitas serapan maksimum tanah napa dan karbon aktif dapat dijadikan sebagai sumber ide dan referensi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kadmium (Cd^{2+})

Menurut (Cotton, 1989), “Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan kadmium Oksida bila dipanaskan. Logam kadmium larut baik dalam asam nitrat tapi lambat dalam asam klorida atau asam sulfat encer”. Berdasarkan pada sifat-sifat kimianya logam Cd didalam persenyawaan yang dibentuknya pada umumnya mempunyai bilangan valensi 2+, sangat sedikit yang mempunyai bilangan valensi 1+. Kadmium mempunyai titik leleh 321°C , titik didih 767°C dan memiliki masa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ dan melebur pada 321°C (Widowati dkk, 2008).



Gambar 1. <http://id.wikipedia.org/wiki/kadmium>

Kadmium bervalensi dua (Cd^{2+}) adalah bentuk terlarut stabil dalam lingkungan perairan laut pada pH dibawah 8,0. Dalam lingkungan alami yang bersifat basa, kadmium mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik. Di perairan alami, Cd

membentuk ikatan kompleks dengan ligan baik organik maupun anorganik, yaitu Cd^{2+} , $\text{Cd}(\text{OH})^+$, CdCl^+ , CdSO_4 , CdCO_3 dan Cd organik (Sanusi, 2006).

Pada lingkungan akuatik, Cd relatif bersifat mudah berpindah. Cd memasuki lingkungan akuatik terutama dari deposisi atmosferik dan efluen pabrik yang menggunakan logam ini dalam proses kerjanya.

Di perairan umumnya Cd hadir dalam bentuk ion-ionnya yang terhidrasi, garam-garam klorida, terkomplekskan dengan ligan anorganik atau membentuk kompleks dengan ligan organik (Weiner, 2008).

Penggunaan kadmium dan persenyawaannya ditemukan dalam industri pencelupan, fotografi, dan lain-lain. Pemanfaatan kadmium dan persenyawaannya antara lain :

1. Senyawa kadmium sulfide (CdS) dan kadmium selenide (CdSe) yang banyak digunakan sebagai zat warna.
2. Senyawa Cd-Sulfat (CdSO_4) digunakan dalam industri baterai yang berfungsi untuk pembuatan sel Weston karena mempunyai potensial stabil yaitu sebesar 1,018 volt.
3. Senyawa kadmium bromida (CdBr_2) dan Kadmium ionida (CdI_2) secara terbatas digunakan dalam dunia fotografi.
4. Senyawa dietil Kadmium [$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cd}$] digunakan dalam proses pembuatan tetraetil-Pb.
5. Senyawa Cd-stearat banyak digunakan dalam perindustrian manufaktur *polyvinyl khlorida* (PVC) sebagai bahan yang berfungsi untuk stabilizer. (Palar, H, 1994)

Keracunan kadmium akut biasanya terjadi karena menghirup debu dan asap yang mengandung kadmium dan garam kadmium yang termakan akan menimbulkan mual, muntah, diare dan kejang perut. Keracunan kronis terjadi bila penumpukan kadmium dosis kecil dalam waktu lama dan gejala juga berjalan kronis.

Kadmium menyebabkan nefrotoksisitas (toksik ginjal), yaitu gejala proteinuria, glikosuria, dan aminoasiduria disertai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus ginjal. Keracunan kadmium kronis juga menyebabkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi. Hal tersebut terjadi karena tingginya afinitas jaringan ginjal terhadap kadmium (Darmono, 2001).

B. Tanah Napa

Tanah napa yang merupakan sebutan masyarakat Sumatera Barat merujuk kepada sejenis material alam yang biasa digunakan sebagai obat sakit perut dan diare. Dilaporkan (Mawardi *et al*, 2013) ternyata tanah napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral alumina silikat dengan perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ berkisar antara 1.25-3.43, terutama berupa mineral kaolin. Data hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa tanah napa mempunyai komponen utama berupa SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Fe_2O_3 dan CaO .

Tanah napa yang diperoleh dari daerah Kabupaten Solok, Sumatera Barat mempunyai kandungan rata-rata SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; TiO_2 ; CaO ; K_2O dan Na_2O masing-masing 70,43%; 20,52%; 3,67%; 0,40%; 2,70%; 1,26% dan *trace*. Sebagai pembanding, komposisi kimia *natural zeolit clinoptilolite* yang diproduksi oleh industri *Gravis Mining Co* kandungan SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; TiO_2 ;

CaO; K₂O dan Na₂O masing-masing 65-72%; 10-12%; 0,8-1,9%;-, 2,5-3,7% 2.3%-3.5% dan *trace*. Ciri fisik dari tanah napa ini yaitu mempunyai pori-pori besar dan berwarna putih keabu-abuan.

Selain tanah napa yang berasal dari Kabupaten Solok, tanah sejenis juga terdapat di beberapa daerah seperti di perbukitan Cubadak Kec. Situjuh Limo Nagari Kab. 50 Kota, yang memiliki sifat fisik yang sama dengan tanah napa kabupaten Solok, masyarakat setempat juga menyebutnya tanah napa.

(Mawardi *et al*, 2013) juga telah melakukan penelitian sejenis tanah dari perbukitan Cubadak Kec. Situjuh Limo Nagari Kab. 50 Kota, yang memiliki ciri fisik yang sama dengan tanah napa Kabupaten Solok. Masyarakat setempat juga menyebutnya tanah napa.



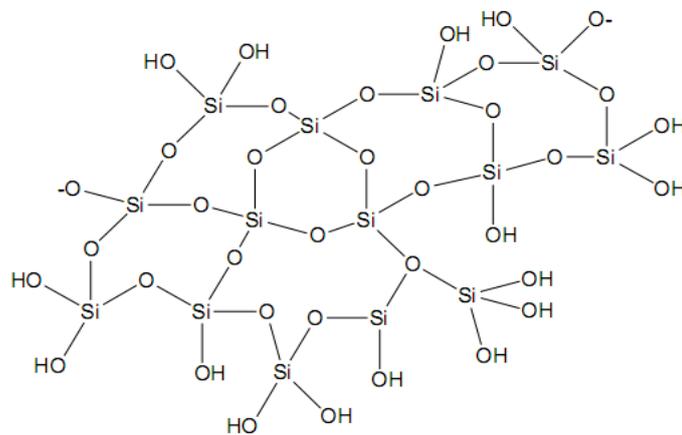
Gambar 2. Tanah Napa di Perbukitan Cubadak 50 Kota
(Sumber : Rini Sundari, 2014)

Kandungan rata-rata SiO₂; Al₂O₃; Fe₂O₃; TiO₂; CaO; K₂O dan Na₂O masing-masing 68,70%; 21,24%; 2,168%; 0,743%; trace; 6,358% dan trace. Dari hasil penelitian oleh (Mawardi *et al*, 2013) juga didapatkan komposisi tanah napa dari beberapa lokasi di Sumatera Barat dari analisis XRF pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Kandungan Tanah Napa dengan XRF

Lokasi tanah napa	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	CaO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (%)
Kec. X Kab. Solok	68.70	21.24	2.168	0.743	Trace	6.358	Trace	3.23
Kec. Sarilamak Kab. 50 kota	66.21	19.42	2.982	0.913	Trace	9.832	Trace	3.40
Kec. Lintau Kab. Tanah Datar	64.42	24.99	5.976	0.654	2.331	0.892	Trace	2.58
Kec. Batang Kapeh Kab. Pesisir Selatan	51.70	41.52	2.129	3.201	0.426	0.156	Trace	1.24

Menurut data diatas menunjukkan bahwa komponen utama tanah napa adalah silika dan alumina yang tersusun atas satuan-satuan tetrahedron. Tanah napa diketahui mengandung zat-zat organik dan oksida-oksida logam yang diduga mengganggu kemampuan adsorpsi ion logam.



Gambar 3. Struktur Silika Amorf (Iller, 1991)

Kemampuan adsorpsi dipengaruhi oleh adanya sisi aktif pada permukaan suatu adsorben yakni berupa gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si). Banyaknya gugus siloksan ini dipengaruhi oleh kadar silikat (SiO_2), sehingga semakin besar kadar silkat (SiO_2) maka gugus siloksannya juga akan semakin banyak. Sifat adsorpsi suatu adsorben ditentukan oleh orientasi dari ujung tempat gugus hidroksi yang berkombinasi (Harsono dkk., 2002).

C. Karbon Aktif

Karbon aktif atau arang aktif adalah suatu jenis karbon berupa karbon amorf yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hal ini bisa dicapai dengan mengaktifkan karbon atau arang tersebut. Hanya dengan satu gram dari karbon aktif akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan yang berkisar antara 300-3500 m^2/gram . Biasanya pengaktifan hanya bertujuan untuk memperbesar luas permukaan saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri (Idrus Rosita, 2013).



Gambar 4. Karbon aktif

Karbon aktif tersedia juga secara komersial dibuat dari bahan yang memiliki kandungan karbon yang tinggi seperti batubara, kayu, gambut, tempurung kelapa, dll. Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung (85-90)% karbon yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi.

Ada 2 tahap proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonasi dan proses aktivasi. Proses karbonisasi adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Pada proses ini terjadi dekomposisi termal dari bahan yang mengandung karbon, dan menghilangkan spesies non karbonnya. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi sehingga mempunyai daya serap yang tinggi. Proses aktivasi bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah mengalami proses karbonisasi dan meningkatkan penyerapan. Karbon aktif digunakan sebagai bahan atau adsorben untuk penyerap logam, penghilang zat warna, dan sebagainya (Rahayu,2004).

D. Teori Adsorpsi

Menurut (Kusmadi, 2001), “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”. Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorbent yang pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi

fisis (*fisisorpsi*) dan adsorpsi kimia (*chemisorpsi*). Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya *van der Waals*. Adsorpsi fisik umumnya terjadi pada permukaan dengan ikatan yang lemah dan temperatur rendah dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan jelas (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 fisis menjadi adsorpsi kimia (Triyatno, 2004).

Isoterm adsorpsi menunjukkan hubungan kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi pada permukaan padatan dengan konsentrasi adsorbat yang tetap berada dalam larutan. Kesetimbangan terjadi saat laju pengikatan adsorben terhadap adsorbat sama dengan laju pelepasannya. Terdapat beberapa isoterm yang dikembangkan untuk menggambarkan interaksi antara adsorben dengan adsorbat. Tipe isoterm yang biasa digunakan untuk menggambarkan fenomena adsorpsi padat-cair yaitu Isoterm Langmuir yang didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu:

- (a) adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (*monolayer*),
- (b) semua bagian dan permukaannya bersifat homogen, dan
- (c) sejumlah tertentu tapak aktif adsorben yang membentuk ikatan kovalen atau

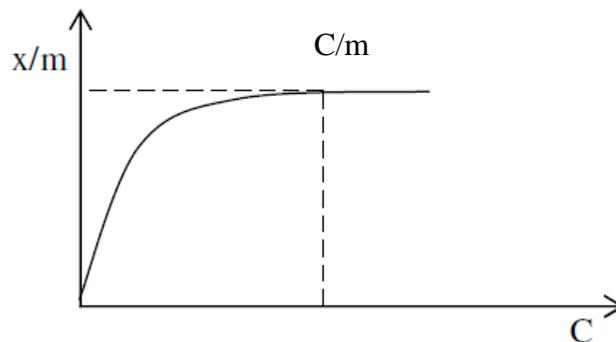
ion (Payne dan Abdel-Fattah 2004).

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut:

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

C merupakan konsentrasi adsorbat dalam larutan, x/m adalah konsentrasi adsorbat yang terserap per gram adsorben, k adalah tetapan kesetimbangan (afinitas serapan) dan $(x/m)_{max}$ adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben.

Bila data yang diperoleh memenuhi persamaan tersebut di atas, maka plot C/m terhadap C akan menghasilkan 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*).



Gambar 5. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Oscik, 1982)

E. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Menurut (Skoog et al, 2007), “Spektrometer 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 SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unturnya. Metode serapan atom hanya tergantung pada perbandingan dan tidak bergantung pada temperatur. Teknik SSA digunakan untuk penentuan logam berat karena memiliki tingkat akurasi, presisi, sensitivitas dan selektivitas yang baik, serta harga operasi yang murah (Skoog *et al.*2007). Panjang gelombang yang digunakan untuk mendeteksi logam Cd^{2+} adalah 326.1 nm.

Hubungan antara banyaknya sinar yang diserap dengan banyaknya atom yang menyerap dirumuskan dengan hukum Lambert-Beer seperti dibawah ini :

$$A = -\log \frac{I_t}{I_0} = a.b.c$$

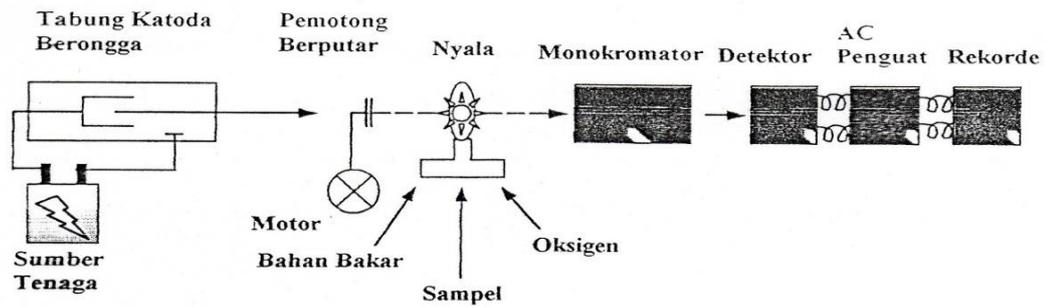
Dimana :

- A = Absorbansi
- a= Absortivitas
- b = Tebal medium
- c= Konsentrasi larutan

I_0 = Intensitas sinar mula-mula

I_t = Intensitas sinar diteruskan

Untuk membebaskan atom dari senyawanya dibutuhkan energi, energi umumnya diperoleh dari hasil nyala pembakaran.



Gambar 6. Skema Peralatan SSA (Underwood, 1986)

Pada analisa logam Cd^{2+} , kehadiran senyawa klorida akan menurunkan konsentrasi logam Cd^{2+} . Ini dapat diatasi dengan penambahan asam sulfat dan pospat. Sehingga pengukuran logam Cd^{2+} menjadi lebih kecil.

Pengukuran konsentrasi logam Cd^{2+} digunakan nyala udara-Asetilen pada panjang gelombang 228,8 nm (W.j. Price, 1979).

Hukum absorpsi sinar (*Lambert-Beer*) yang berlaku pada spektrofotometer absorpsi sinar ultra violet, sinar tampak maupun infra merah, juga berlaku pada Spektrometri Serapan Atom (SSA). Perbedaan analisis Spektrometer Serapan Atom (SSA) dengan spektrofotometer molekul adalah peralatan dan bentuk spektrum absorpsinya. Setiap alat SSA terdiri atas tiga komponen yaitu (1) Unit tomisasi (atomisasi dengan nyala dan tanpa nyala) (2) Sumber radiasi (3) Sistem pengukur fotometri.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.

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

1. Kondisi optimum tanah napa dan karbon aktif sebagai adsorben terhadap ion logam Cd^{2+} adalah pada konsentrasi 300 mg/L, pH 5, ukuran partikel 75 μm serta laju alir optimum 40 tetes/menit.
2. Penentuan kapasitas serapan ion Cd^{2+} oleh tanah napa dan karbon aktif memenuhi persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dengan koefisien relasi (R^2) 0.986 mendekati 1.
3. Pada kondisi optimum dibandingkan adsorben tanah napa pemurnian dengan tanah napa fresh (tanpa perlakuan) didapat serapan paling besar menggunakan adsorben tanah napa fresh dan karbon aktif sebesar 1.91 mg/g.
4. Desorpsi pada kondisi optimum (recovery kolom) menggunakan pelarut HNO_3 dan aquades, masing – masing memiliki persentase desorpsi sebesar 81% dan 43%
5. Pada aplikasi terhadap limbah adsorben tanah napa dan karbon aktif menyerap 97.95% ion Cd(II) dengan kapasitas penyerapan 0.159 mg/g dan untuk proses pemekatan didapatkan jumlah ion kadmium yang terpekatkan sebesar 0.105 mg/g.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan disarankan agar melakukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari gugus fungsi yang berperan dalam proses adsorpsi ion logam khususnya ion logam Cd oleh tanah napa dan karbon aktif sehingga dapat diketahui mekanisme reaksi yang terjadi serta dapat memanfaatkan tanah napa sebagai adsorben logam berat karna kandungan alumina dan silikanya yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. (1990). *Physical Chemistry of surface*. Fifth edition. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Anonim. 2015. Kadmium. [Online]. <http://id.wikipedia.org/wiki/kadmium> [15 Oktober 2015]
- Aksu, Z., Gonen, H., Demircan, (2003), *Biosorption of Chromium (VI) Ions by Mowital Resin Immobilized Activated Sludge in a Packed Bed: Comparison with Granular Activated Carbon*, *Process Biochem*, 38: 175-186.
- Benefield D.L, 1982. *Process Chemistry for water and wastewater treatment*. New Jersey: Prentice-Hall,Inc.
- Cotton, F.A dan Geoffrey.W. penerjemah Sahati,S. 1989.*Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta : UI Press.
- Darmayanti S. (2012). Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya menggunakan Arang Aktif (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok berdasarkan Variasi PH. Univerversitas Tadulako : Palu
- Darmono, 2001. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-Press
- Douglas A. Skoog. (2007). *Principles Of Instrumental Analysis*.Canada: David Harris.
- Ghazy, S. E., & El-Mosy, S. M.. (2009).Sorption of lead from aqueous solution by modifed activated carbon prepared from olive stones, *African Journal of Biotechnology*, 8(17), 4140-4148.
- Gueu,S ; Yao, B ; Audoby, K ; Ado, G, Kinetics and Thermodynamic Study of Lead Adsorption on to Activated Carbons from Coconut and Seed