

OPTIMASI TANAH NAPA SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM Cd (II)

Atina Khairat¹, Mawardi², Hary Sanjaya³

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp. 0751 7057420

¹atinakhairat@gmail.com, ²mawardianwar@yahoo.com, ³hary.sanjaya@fmipa.unp.ac.id

Abstract — The effort of handling waste which containing heavy metals examined continuesly, once of effort is adsorption method. In the research, examined about optimum condition determinating of metal ion Cd (II) adsorption by Napa soil adsorption from Solok The Aripandan's area. The napa contains silica 70,979 % and alumina 20,748 %, the amount of silica and alumina in napa almost equals its concentration with natural zeolite. The purpose of research is to determine the effect of napa maximum adsorption capacity on metal ions Cd (II), as well as the effect of initial concentration solution, pH solution, particle size of adsorbent, heating temperature adsorbent and flow rate eluent. The research was conducted in two phases, that is the preparation and conduct of the examined. The preparation stage includes the prepare of the tools, materials and samples. The implementation stage begins with a preparation of samples, then used it as the metal ion adsorbents Cd (II). Measurement of the ions Cd (II) concentration conducted with SSA at wavelength 283,3 nm. These results indicate that the optimum initial concentration is 150 mg/L, pH solution is 4, while the particle size is 850 μm , temperature of heating the adsorbent is 125 $^{\circ}\text{C}$, and the flow rate is 20 drops/minute. By using the langmuir adsorption isotherm equation obtained maximum adsorption capacity of the napa metal ions Cd (II) is equal to 0,999 mg/g. The adsorption of metal ions Cd (II) at waste water in Chemical Laboratory Mathematic and saint Faculty UNP has adsorption efficiency 68,72 %.

Keywords — Adsorption, tanah napa, metal ions Cd (II), the langmuir isotherm

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri banyak memberikan dampak terhadap kehidupan manusia, di satu sisi dapat meningkatkan kualitas hidup manusia yaitu dengan meningkatnya pendapatan masyarakat, tetapi disisi lain dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dengan dihasilkannya buangan industri yang mengandung zat-zat kimia berbahaya. Salah satu bahan kimia buangan industri yang apabila masuk kedalam lingkungan perairan adalah logam berat, diantaranya adalah kadmium (Cd), timbal (Pb), seng (Zn), merkuri (Hg), tembaga (Cu), dan besi (Fe)[6].

Hal ini disebabkan logam-logam ini bersifat toksik meskipun pada konsentrasi yang rendah (mg/L) dan umumnya sebagai polutan utama bagi lingkungan. Logam-logam berat seperti logam Cd dapat membunuh biota-biota perairan serta mempunyai sifat mudah terakumulasi, yaitu apabila logam-logam ini ada dalam tubuh makhluk hidup akan mengalami penumpukan dan pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan keracunan, nilai ambang batas logam Cd dalam air adalah 0,01 mg/L[11].

Berdasarkan sifat fisiknya, Cd merupakan logam yang

lunak, berwarna putih perak, liat dan mudah ditempa. Berdasarkan sifat kimianya, Cd didalam persenyawaan pada umumnya mempunyai bilangan oksidasi +2, sangat sedikit yang mempunyai bilangan oksidasi +1 (Palar,1994). Logam Cd larut baik dalam asam nitrat tapi lambat dalam asam klorida atau asam sulfat encer dan tidak larut dalam basa[7].

Untuk meminimalkan kandungan logam berat yang merupakan hasil samping hasil industri, maka sistem pengelolaan limbah harus selalu diupayakan agar mampu menurunkan kadar logam berat hingga batas aman. Salah satunya adalah pengelolaan limbah melalui proses adsorpsi.

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa fisik pada permukaan suatu bahan yang tergantung dari *specific affinity* (gaya gabung) antara adsorben dan zat yang diadsorpsi[10]. Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorben yang ada pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika disebabkan oleh gaya *van der waals*. Pada adsorpsi fisika, molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisika umumnya terjadi pada temperatur rendah dan dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan drastis[1].

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

Corresponding Author :

Mawardi, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padang State University, Padang, West Sumatera, Indonesia.



mawardianwar@yahoo.com

permukaan seperti gugus silanol (-SiOH), siloksan (-Si-O-Si), dan aliminol [-Al(OH)]₂[28].

Selain itu padatan anorganik tersebut memiliki luas permukaan yang besar. Padatan yang memenuhi syarat tersebut salah satunya adalah Tanah Napa. Tanah napa merupakan tanah yang dihasilkan oleh alam, dari hasil analisa komposisi kimianya, tanah napa merupakan tanah yang memiliki leburan silika alumina yang tinggi. Tanah napa merupakan tanah yang dihasilkan oleh alam. Tanah ini berada pada perbukitan yang terletak di Kabupaten Solok khususnya daerah Arian. Tanah ini berasal dari pelapukan batuan feldspatik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen kerak. Adapun warna jenis tanah napa ini adalah abu-abu kecoklatan.

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 [17]

Tabel 1. Kadar Mineral Tanah Napa

Nama mineral	Kadar (%)
Silika (SiO ₂)	70,979
Alumina (Al ₂ O ₃)	20,748
Besi (Fe ₂ O ₃)	3,575
Kalsium (CaO)	2,324

[31]

Metoda yang digunakan pada penelitian ini adalah metoda kontiniu dengan menggunakan kolom. Perlakuan yang diberikan adalah larutan sampel yang mengandung ion logam Cd(II) dikontakkan dengan adsorben tanah napa. Konsentrasi ion logam pada setiap perlakuan diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom.

II. METODOLOGI

A. Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan adalah perangkat gelas seperti gelas piala, batang pengaduk, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, pipet takar, neraca analitik, *hot plate*, kolom, standar dan klem, corong, cawan penguap, kertas saring, statif corong, ayakan, pH meter, *magnetic stirrer*, oven, desikator, termometer, Spektrofotometer Serapan Atom.

Bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain Tanah Napa, aquades, Lautan standar kadmium, HNO₃, NH₃, glass wool.

B. Mempersiapkan adsorben dan pengemasan kolom

Sampel Tanah Napa dalam bentuk butiran dicuci dengan aquades, dikeringkan dengan oven, digiling hingga halus dan diayak dengan ayakan ukuran partikel tertentu, kemudian dipacking ke dalam kolom yang di dasarnya ditempatkan glass wool. Sebelum digunakan kolom dijenuhkan dengan aquades dan siap dikontak dengan larutan Cd(II) dengan sistem kontiniu.

C. Analisis kandungan logam

Pada sistem kontiniu, penentuan konsentrasi logam dilakukan dengan SSA nyala (Analys 100), dengan bahan bakar udara-asetilen pada panjang gelombang yang sesuai. Jumlah ion yang terserap oleh adsorben adalah selisih antara konsentrasi ion saat setimbang (dalam filtrate/eluen) dengan konsentrasi ion mula-mula. Jumlah logam yang terserap dinyatakan sebagai berat (mg) logam yang terserap per berat (g) adsorben yang digunakan.

D. Perlakuan penelitian dengan sistem kontiniu

1. *Pengaruh konsentrasi awal larutan*: Disiapkan larutan Cd (II) dengan konsentrasi 50, 75, 100, 125, 150, 175 dan 200 ppm, kemudian larutan dielusikan ke dalam kolom yang telah dipacking dengan adsorben berukuran partikel 1700 µm dan telah dipanaskan pada suhu 100°C selama 3 jam. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Cd (II) sebelum dan setelah dielusikan ke dalam kolom. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan seperti pada langkah B dan C.
2. *Pengaruh pH awal larutan*: Disiapkan 25 ml larutan Cd (II) 150 ppm dengan pH 1, 2, 3, 4 dan 5. Larutan dielusikan ke dalam kolom yang telah dipacking dengan adsorben berukuran partikel 1700 µm dan telah dipanaskan pada suhu 100°C selama 3 jam. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Cd (II) sebelum dan setelah dielusikan ke dalam kolom. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan seperti pada langkah B dan C.
3. *Pengaruh ukuran partikel*: Kolom dipacking dengan adsorben tanah napa dengan ukuran partikel 833, 850, dan 1700 µm dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 3 jam, kemudian dikontak dengan 25 ml larutan Cd (II) pada pH 4 dan konsentrasi 150 mg/L. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Cd (II) sebelum dan setelah dielusikan ke dalam kolom. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan seperti pada langkah B dan C.
4. *Pengaruh pemanasan adsorben*: Disiapkan enam kolom yang masing-masing dipacking dengan adsorben tanah napa dengan ukuran partikel 850 µm dan dipanaskan (dalam oven) dengan suhu pemanasan yang bervariasi (dipanaskan selama 3 jam) masing-masing pada suhu normal (27°C), 50, 75, 100, 125, dan 150°C. Masing-masing kolom dikontak dengan 25 ml larutan Cd (II) pada pH 4 dan konsentrasi 150 ppm. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Cd (II) sebelum dan setelah dielusikan ke dalam kolom. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan seperti pada langkah B dan C.
5. *Pengaruh laju alir*: Sebanyak 25 ml larutan Cd (II) dengan pH 4 dan konsentrasi 150 ppm dialirkan melalui kolom kerja yang telah dipacking dengan adsorben berukuran partikel 850 µm dan telah

diapanaskan pada suhu 125°C selama 3 jam dengan laju alir 20, 30, 40, 50, dan 60 tetes/menit. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Cd (II) sebelum dan setelah dielusi ke dalam kolom. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan seperti pada langkah B dan C.

6. *Aplikasi Pada Sampel Limbah dan Faktor Pemekatan* ; 500 mL sampel limbah yang mengandung logam Cd dengan konsentrasi tertentu diatur pH nya pada pH 4, dilewatkan melalui kolom yang dikemas dengan adsorben tanah napa dengan ukuran partikel 850 µm dan suhu pemanasan 125°C, diukur konsentrasi krom yang tidak terserap. Kemudian kolom tersebut dielusi lima kali elusi dengan 50 mL larutan asam nitrat dengan konsentrasi optimum. Masing-masing eluen yang keluar ditampung dan ditentukan konsentrasi logamnya dengan SSA.

E. Teknik Analisis data

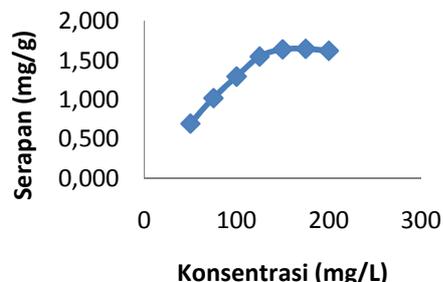
Konsentrasi masing-masing logam saat setimbang dan konsentrasi mula-mula ditentukan secara Spektrofotometri Serapan Atom. Jumlah logam yang diserap oleh adsorben adalah selisih antara konsentrasi logam saat setimbang dengan konsentrasi logam mula-mula. Jumlah serapan maksimum adsorbent ditentukan dengan persamaan Adsorpsi Isoterm Langmuir, yang dapat ditulis dalam bentuk persamaan linier [8], yaitu:

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

Dimana, x/m adalah miligram logam yang terserap per gram tanah napa kering; k adalah konstanta kesetimbangan (konstanta afinitas serapan); c adalah konsentrasi ion bebas saat seimbang (mg/L); $(x/m)_{mak}$ adalah miligram logam terserap pada keadaan jenuh (kapasitas serapan maksimum), bisa juga ditulis dengan notasi b . Apabila plot $\frac{c}{x/m}$ versus c menghasilkan garis lurus, maka konstanta afinitas serapan (k) dan kapasitas serapan maksimum $(x/m)_{max}$ dapat ditentukan dari *slope* dan *intercept* [9].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh konsentrasi awal larutan Cd (II)



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi Awal Larutan ion logam Cd (II) terhadap Serapan Tanah napa (2 g Tanah napa, 25 mL larutan Cd (II) 100 mg/L)

Dapat dilihat dari Gambar 5 di atas bahwasannya, konsentrasi ion logam terhadap kapasitas penyerapan tanah napa. Dari grafik tersebut terlihat bahwa kondisi optimum penyerapan dicapai pada konsentrasi 150 mg/L, dengan kapasitas penyerapan ion logam Cd (II) sebesar 1,643 mg/g. Ketika konsentrasi dinaikkan menjadi 200 mg/L kapasitas penyerapan tanah napa terhadap ion logam menurun menjadi 1,625 mg/g, dikarenakan kemampuan menyerap tanah napa terhadap ion logam Cd (II) sudah maksimum. Dengan kata lain kapasitas adsorpsi maksimum tanah napa telah tercapai pada konsentrasi 150 mg/L.

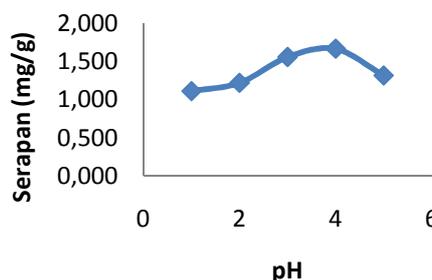
Menurut Refilda, dkk (2001) penurunan kapasitas penyerapan disebabkan karena pada konsentrasi yang lebih tinggi, jumlah ion logam dalam larutan tidak sebanding dengan jumlah partikel tanah napa yang tersedia sehingga permukaan tanah napa akan mencapai titik jenuh dan efisiensi penyerapan pun menjadi menurun. Dari pendapat diatas sesuai dengan teori Langmuir yang menjelaskan bahwa pada permukaan adsorben terdapat sisi aktif yang jumlahnya sebanding terhadap luas permukaan adsorben, sehingga bila sisi aktif pada permukaan dinding sel adsorben telah jenuh oleh ion logam, maka penambahan konsentrasi tidak lagi dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dari adsorben tersebut. Oleh sebab itu, pada konsentrasi 150 mg/L, adsorpsi ion logam Cd (II) mengalami penurunan[24].

Menurut Wijayanti (2009) bila permukaan sudah jenuh atau mendekati jenuh terhadap adsorbat, dapat terjadi dua hal :

1. Terbentuk lapisan adsorpsi kedua dan seterusnya di atas adsorbat yang telah terikat di permukaan, gejala ini disebut adsorpsi multilayer.
2. Tidak terbentuk lapisan kedua dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke arus fluida.

Dari hasil penelitian tidak terbentuk lapisan kedua dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke arus fluida.

B. Pengaruh pH awal larutan Cd(II)



Gambar 6. Pengaruh pH Larutan awal ion logam Cd (II) terhadap Daya Adsorpsi Tanah napa (2 g Tanah napa, 25 mL larutan Cd (II))

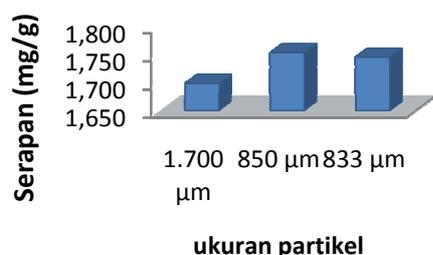
Kemampuan penyerapan suatu adsorben dapat dipengaruhi oleh pH larutan. Nilai pH juga dapat mempengaruhi kesetimbangan kimia, baik pada adsorbat maupun pada adsorben. Dalam variasi pH ini kemungkinan ikatan kimia antara adsorben dengan adsorbat dapat terjadi[22]. Dari

Gambar 6 terlihat bahwa penyerapan optimum logam Cd adalah pada pH 4 dengan kapasitas penyerapan 1,667 mg/g.

Pada pH rendah penyerapan terhadap semua ion logam rendah. Hal ini dikarenakan pada pH rendah permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H^+ (karena gugus fungsi yang terdapat pada adsorben terprotonasi). Dalam kondisi asam permukaan adsorben juga bermuatan positif, yang akan menyebabkan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam, sehingga adsorpsinya pun menjadi rendah[24]. Pada pH netral kapasitas penyerapan juga menurun. Hal ini disebabkan karena pada pH netral ion-ion logam dapat mengalami reaksi hidrolisis dalam larutan sehingga ia tidak stabil dalam bentuk ion logam semula dan menyebabkan kemampuan tanah napa untuk menyerapnya menurun. Sedangkan pada pH basa, ion-ion logam dapat membentuk endapan hidroksida sehingga kapasitas penyerapannya sukar untuk ditentukan[22].

C. Pengaruh ukuran partikel adsorben

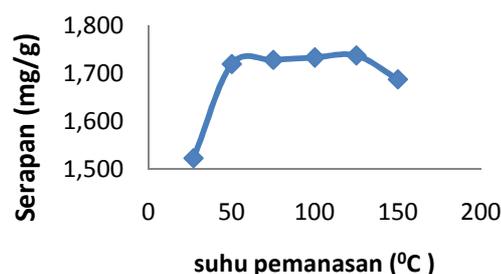
Pada pengaruh ukuran partikel tanah napa ini adalah dengan memvariasikan ukuran tanah napa yaitu pada 833, 850, dan 1700 μm . Dari gambar 7 bahwa kenaikan ukuran partikel tanah napa menyebabkan jumlah ion logam Cd (II) yang terserap menjadi berkurang yang mana kapasitas penyerapan pada ukuran 1700 μm sebesar 1,704 mg/g sedangkan pada ukuran 833 dan 850 μm kapasitas serapannya masing-masing sebesar 1,751 dan 1,759 mg/g. Adanya tendensi penurunan adsorpsivitas jika diameter tanah napa semakin besar, dikarenakan semakin kecil ukuran diameter tanah napa maka semakin luas permukaan tanah napa. Semakin besar luas permukaan tanah napa menyebabkan semakin banyak ion logam Cd (II) yang terserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Selain itu, semakin kecil ukuran partikel tanah napa maka semakin besar kecepatan adsorpsinya, dari Gambar 7 diperoleh ukuran partikel tanah napa yang paling optimum adalah 850 μm sedangkan pada ukuran partikel yang paling kecil yaitu 833 μm kapasitas serapannya lebih kecil daripada yang ukuran partikel 850 μm . Hal ini disebabkan pada sistem kontinu tanah napa dengan ukuran partikel yang lebih kecil (halus) akan memadat seperti tanah liat di dalam kolom, sehingga eluen yang dapat melewati kolom lebih sedikit dibandingkan dengan ukuran partikel tanah napa yang lebih besar, maka dari ion logam Cd (II) yang terserap oleh adsorben tanah napa juga lebih sedikit.



Gambar 7. Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben terhadap Adsorpsi ion logam Cd (2 g Tanah napa, 25 mL larutan Cd (II) 150 mg/L)

D. Pengaruh pemanasan adsorben tanah napa

Pemanasan adsorben dapat meningkatkan kemampuan penyerapan terhadap adsorbat dimana tujuannya adalah untuk mengaktifkan permukaan dari adsorben secara fisika tanpa merubah sifat kimianya. Pemanasan yang dilakukan dapat memperbesar pori-pori adsorben sehingga akan meningkatkan kapasitas penyerapan[18]. Komponen utama tanah napa adalah silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan oksida-oksida logam lainnya, selain itu juga mengandung zat-zat organik dengan kadar yang rendah. Gambar 8 menunjukkan kuantitas ion logam Cd (II) yang terserap sebagai fungsi suhu pemanasan adsorben tanah napa.



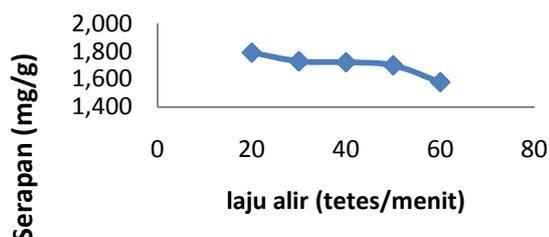
Gambar 8. Pengaruh Pemanasan Adsorben terhadap Adsorpsi ion logam Cd (2 g Tanah napa, 25 mL larutan Cd (II) 150 mg/L)

Dari Gambar 8 terlihat bahwa dengan adanya kenaikan suhu operasi mengakibatkan jumlah ion logam Cd (II) yang terserap oleh tanah napa menjadi meningkat. Hal ini dapat dilihat dari data yang dihasilkan bahwasannya penyerapan yang paling optimum pada suhu 125 $^{\circ}C$ dengan kapasitas serapan sebesar 1,744 mg/g. Hal ini dikarenakan telah berkurangnya kandungan air pada adsorben, hilangnya molekul air dari permukaan adsorben menyebabkan luas permukaan adsorben dan volume pori menjadi lebih besar sehingga proses adsorpsi fisik dan kimia menjadi lebih efektif.

Pemanasan tanah napa pada suhu 150 $^{\circ}C$ mengalami penurunan kapasitas serapan yang lumayan tajam sebesar 1,694 mg/g, hal ini dimungkinkan oleh adanya kenaikan suhu di dalam sistem menyebabkan rongga-rongga tanah napa bertambah besar sehingga ion logam Cd (II) yang telah teradsorpsi oleh tanah napa lolos kembali kedalam larutan.

E. Pengaruh laju alir eluen

Pengambilan data pada metode kolom dilakukan dengan mengatur laju alir eluen. Kapasitas maksimum kolom merupakan banyaknya adsorbat yang tertahan pada adsorben dalam kolom.



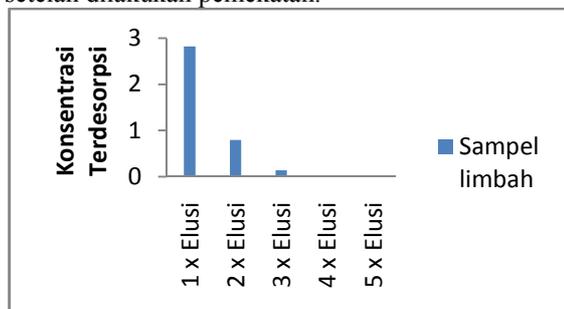
Gambar 9. Pengaruh Laju Alir Eluen terhadap Adsorpsi ion logam Cd (2 g Tanah napa, 25 mL larutan logam Cd 150 mg/L)

Dari Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin lambat laju alir maka semakin banyak ion logam Cd (II) yang terserap. Perubahan jumlah penyerapan tanah napa terhadap ion logam Cd (II) pada beberapa variasi laju alir terlihat sangat jelas. Dimana pada laju alir 20 tetes/menit jumlah penyerapannya adalah 1,791 mg/g, pada laju alir 30 tetes/menit adalah 1,728 mg/g, sedangkan pada laju alir 40, 50, dan 60 tetes/menit masing-masing adalah 1,722 mg/g, 1,699 mg/g, dan 1,578 mg/g. Pada laju alir eluen yang berlangsung cepat, ion logam Cd (II) yang terserap lebih sedikit karena interaksi antara ion logam Cd (II) dengan tanah napa berlangsung sebentar sehingga proses adsorpsi belum sempurna. Hal ini disebabkan waktu kontak ion logam Cd (II) dengan tanah napa sebagai adsorben berkurang dengan kenaikan laju alir. Semakin besar laju alir eluen, waktu kontak antara adsorben dan adsorbat berkurang sehingga penyerapan ion logam Cd (II) kurang efektif dan efisien.

F. Pengaruh Faktor Pemekatan pada Sampel Limbah

Pada penelitian ini dilakukan pemekatan sebagian atau diekstraksi kembali logam dengan pelarut asam nitrat untuk mendapatkan ekstrak logam yang lebih banyak dan murni, melalui teknik elusi 5x10 mL. Hal ini dilakukan karena logam Kadmium merupakan logam yang bersifat renik dan mempunyai konsentrasi yang rendah, sehingga sulit dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pemekatan Kadmium dengan menggunakan HNO₃ layak digunakan, karena dilihat dari data konsentrasi awal Kadmium 0.470 mg/L, setelah dilakukan pemekatan dengan HNO₃ sebanyak 5x10 mL maka diperoleh pemekatan total sebesar 0.875 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan konsentrasi setelah dilakukan pemekatan.



Gambar 10. Pemekatan sampel limbah (500 mL limbah alam dikontakkan ke dalam kolom yang berisi 2 gram adsorben dan di regenerasi dengan 5x10 mL HNO₃)

Dari Gambar 10 di atas dapat dilihat bahwa pemekatan Cd dapat dilakukan satu kali elusi dengan pelarut HNO₃ 0.3 M sebanyak 10 mL. Teknik ini memberikan kapasitas pemekatan sebesar 2,822 mg/L atau sebesar 0.02 mg/g limbah.

G. Aplikasi kondisi optimim Cd(II) pada sampel limbah

Untuk menentukan kondisi optimum ion logam Cd (II) dalam limbah cair laboratorium kimia, maka limbah tersebut diatur pH nya yaitu pH 4 untuk mendeteksi ion logam Cd (II) . Kemudian sampel limbah ini dielusikan kedalam kolom yang

telah berisi adsorben tanah napa dengan ukuran partikel 850 µm dengan suhu pemanasan adsorben 125°C.

TABEL 2
EFISIENSI PENYERAPAN ION LOGAM CD (II) DALAM LIMBAH CAIR

		Cd
[L]awal	mg/L	0.47
[L]eq	mg/L	0.147
[L]terserap	mg/L	0.323
Efisiensi penyerapan	%	68,72

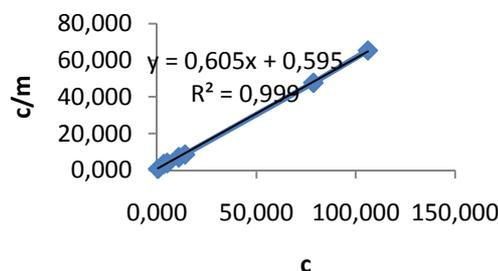
Dari Tabel 2 di atas dapat dinyatakan bahwa dari 0,470 ppm kadmium dalam limbah cair laboratorium kimia Universitas Negeri Padang, ternyata ion logam Cd (II) memberikan efisiensi penyerapan adalah 68,72 %.

H. Penentuan kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap ion Cd (II)

Dalam menentukan kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap ion logam Cd (II) yaitu dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir .

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

dimana 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) Langmuir. Bila data yang diperoleh memenuhi persamaan di atas, maka plot C/m terhadap C akan menghasilkan garis lurus dengan slope 1/b dan intersep 1/bK seperti pada Gambar 11(Lampiran 9,hal 50). Disimpulkan bahwa adsorpsi ion logam Cd (II) oleh tanah napa memenuhi persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dengan koefisien korelasi (r²) mendekati 1, yang berarti bahwa adsorpsi ion logam Cd (II) oleh tanah napa berlangsung secara kimia. Nilai K, dan b yang diperoleh untuk ion logam Cd (II) berturut-turut adalah 2,778 dan 1,653 mg/g.



Gambar 11.Kurva Linearitas Langmuir Adsorpsi Ion Logam Cd (II) oleh Tanah napa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa harga koefisien regresi (r) adalah 0,999. Hal ini membuktikan bahwa adanya kecocokan dengan adsorpsi langmuir yang ditandai kurva

adalah linier. Dari harga r juga meninformasikan bahwa adsorpsi yang terjadi pada permukaan adsorben tanah napa terhadap logam Cd adalah adsorpsi berlapis satu/monolayer[19].

Menurut Adamson (1989), harga afinitas adsorpsi (K) merupakan fungsi temperatur yang berbanding terbalik dengan kapasitas adsorpsi maksimum (b), sehingga harga K dapat dipandang sebagai kemudahan suatu proses adsorpsi untuk mencapai kesetimbangan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa afinitas adsorpsi (K) ion logam Cd adalah 0,2778 dan kapasitas adsorpsi maksimum ion logam Cd adalah 1,653 mg/g. Hal ini dapat dijelaskan melalui teori HSAB (Hard Soft Acid Base) yang dikemukakan oleh Pearson. Menurut teori ini bahwa asam lunak lebih mudah berinteraksi dengan basa lunak begitu juga dengan asam keras lebih mudah berinteraksi dengan basa keras. Teori HSAB (*Hard Soft Acid Base*) menggolongkan ion logam Cd kedalam golongan asam lunak sedangkan gugus fungsi yang terdapat pada tanah napa adalah silanol dan siloksan merupakan golongan basa keras, sehingga adsorpsi yang terjadi kurang maksimum atau kurang sempurna.

IV. KESIMPULAN

1. Kondisi optimum tanah napa sebagai adsorben terhadap ion logam Cd (II) adalah pada konsentrasi larutan optimum 150 mg/L, pH 4, ukuran partikel dan suhu pemanasan adsorben pada 850 μ m dan 125°C, serta laju alir optimum 20 tetes/menit dan penyerapan ion logam Cd (II) pada air limbah laboratorium kimia FMIPA UNP mempunyai efisiensi penyerapan 68,72 %.
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 ion logam Cd (II) 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 2,778 dan 1,653 mg/g.

REFERENSI

- [1] Adamson, A.W. 1989. *Physical Chemistry of Surface*. Wiley Interscience, New York.
- [2] Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth edition. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- [3] Alfonds Andrew Maramis, Agustinus Ignatius Kristijanto, Soenarto Notoesoedarmo, *Sebaran Logam Berat Dalam Sedimen Dan Hubungannya Dengan Parameter Fisik Dan Hidrologi Di Sungai Kreo Semarang*, Seminar Nasional MIPA 2005, FMIPA - Universitas Indonesia Depok, Nopember 2005.
- [4] Atkins, P. W., 1990. *Physical Chemistry. 4th ed.* New York: W.H. Freeman.
- [5] Calrk, G. L., 1960. *Encyclopedia Of Chemistry*. Newyork : Reinhold Publishing Corporation.
- [6] Connel D. W., dan G. J. Miller. (terjemahan oleh Yanti Koestoer). 1995. *Kimia dan Ekotoksilogi Pencemaran*. Jakarta : UI-Press.
- [7] Cotton, F.A dan Geoffrey.W.penerjemah Sahati,S. 1989.*Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta : UI Press
- [8] Hanafiah, Ali Kemas. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : Rajagrafindo Persada.

- [9] Izanloo, H and S Nasser. 2005. *Cadmium Removal from Aqueous Solutions by Ground Pine Cone*. Iranian Journal Health Sci Eng Vol 2 No.1,pp.33-42.
- [10] Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Cetakan Pertama. Jakarta : UI-Press
- [11] Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002. *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta
- [12] Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- [13] Kirk and Othmer, 1979. *Encyclopedia Of Chemical Technology*. Fifth edition, John Wiley & Sons, Newyork.
- [14] Manahan S. E. 2000. *Enviromental Chemistry Seven Edition*. Washington D. C : Lewis Publisher
- [15] Mawardi. 2008. Kajian Biosorpsi Kation Timbal (II) oleh Biomassa Alga Hijau Spirogyra subsalsa. *Jurnal Ilmiah SAINSTEK* Vol X No.2.
- [16] 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.
- [17] Mawardi, 2012. Karakteristik Tanah Napa Kabupaten Solok sebagai Adsorben Logam Krom dalam Limbah Cair.UNP.
- [18] Nurhasni, dkk. 2010. Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr Dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. *Jurnal Valensi*, 310-318.
- [19] Ocsik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Willey and Sons, Inc.
- [20] Price, WJ., 1979. *Spectrochemical Anaysis by Atomic Absorption*. London: Heyden & Son Ltd
- [21] R.A.Day, Jr and A.L. 1986. Underwood. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- [22] Refilda., Rahmania Zein., Rahmayeni.2001.*Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-logam Berat Pada Air Limbah*.Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- [23] Rini, Dian Kusuma. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehidrifikasi*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [24] Sembiring, Meilita Tryana; Tuti Sarma Sinaga.2003. *Arang Aktif, Pengenalan dan Proses Pembuatannya*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [25] Sholikati, Siti Umi dan Prayitno. 2009. *Penentuan Kecepatan Adsorpsi Boron Dalam Larutan Zirkonium Dengan Zeolit*. Seminar Nasional V, SDM Teknologi Nuklir, 5 November 2009, Yogyakarta.
- [26] Sihalo, Rianti. 2012. *Pengaruh Penggunaan Sumber Silika Alumina Terhadap Karakteristik Semen Yang Dihasilkan*. Skripsi. Padang: FMIPA Universitas Negeri Padang.
- [27] Suryatono & Husaini. 1991. Tinjauan terhadap kegiatan penelitian karektirisasi dan pemanfaatan zeolit Indonesia yang dilakukan PPTM Bandung Periode 1890-1991. Buletin PPTM. Bandung
- [28] Sutarti, M., & Rachmawati, M. 1994. Zeolit : Tinjauan literatur. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta
- [29] Svehla. 1985. *Vogel: Buku Teks Analisa Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. (Terjemahan oleh Setiono L., Pudjaatmaka A.H), Edisi Kelima. Jakarta: PT. Kalman MediaPustaka.
- [30] Triyatno. 2004. *Adsorpsi Alga chlorella sp. Yang Diimobilisasi dalam Silika Gel Terhadap Ion Logam Cu dalam Limbah Kuningan*, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- [31] Mawardi Anwar, Riri Nofrita, Desy Kurniawati. (2012). "Karakteristik Uji Blaine, Konsistensi Normal dan Waktu Pengikatan Semen yang Menggunakan Tanah Napa sebagai Bahan Aditif". *Periodik*. Vol. 1, No. 1 2012.
- [32] Wijayanti, Ria.2009. *Arang Aktif dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*.Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.