

# Pengaruh Ion Logam Cd (II) Terhadap Adsorpsi Ion Logam Pb (II) dengan Adsorben Tanah Napa

Mawardi<sup>1</sup>, Hary Sanjaya<sup>2</sup> Azhar Maliki<sup>3</sup>,

*Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia*

<sup>1</sup>) Pembimbing 1, <sup>2</sup>) Pembimbing 2, <sup>3</sup>) Mahasiswa S1 Kimia FMIPA UNP

<sup>1</sup>mawardianwar@yahoo.com, <sup>2</sup>hary.s@fmipa.unp.ac.id, <sup>3</sup>azhar.maliki69@gmail.com

**Abstract** – Research has been done about influence of the presence of metal ions Cd (II) on the adsorption of metal ions Pb (II) by using adsorbents napa land from areas Aripian, South Solok. Napa soil contains 63.20% of silica and alumina 16:55%, it was almost same as the content of silica and alumina in zeolite nature so that it can be used as an adsorbent. In this research studied the influence of presence of metal ions Cd (II) metal ions on the absorption of Pb (II) with some parameters, such as the initial concentration of the solution, the addition of metal ions Cd (II), pH and temperature of heating the adsorbent. Then also studied the regeneration of both metals by using a solution of 1% HNO<sub>3</sub>. These results indicate that the presence of metal ions Cd (II) decrease the absorption of the metal ions Pb (II). The optimum concentration of metal ion uptake of Pb (II) was 150 mg / L, the optimum concentration of the addition of metal ions Cd (II) is ½ times of concentration of metal ions Pb (II). The optimum pH for metal ions Pb (II) was 5 and 6 for the metal ions Cd (II). While the optimum adsorbent heating temperature is 125 ° C, and the percentage of regenerating metal ions Pb (II) was 64.326% and Cd (II) was 38.675%.

**Keywords** – Adsorption, Napa Soil, Pb (II), Cd (II), AAS, regeneration

## I. PENDAHULUAN

Taraf hidup masyarakat Indonesia harus terus ditingkatkan dengan cara pembangunan. Salah satunya adalah pembangunan dalam bidang industri yang dalam dua puluh tahun terakhir meningkat pesat. Puluhan ribu industri berkembang di Indonesia yang menghasilkan dampak lanjutan, yaitu pencemaran lingkungan.

Pencemaran akan mempengaruhi sumber daya air dan merusak ekosistem disekitarnya dan populasi manusia. Hal ini dikarenakan air yang menjadi kebutuhan terbesar makhluk hidup tercemar oleh logam berbahaya. Banyak jenis penyakit yang ditimbulkan oleh keracunan logam berbahaya karena tercemarnya air (Chiang, Yi Wai, 2012).

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 proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk lapisan pada permukaan padatan tersebut. Proses adsorpsi dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan karbon aktif, elektrodialisis, osmosis balik, dan padatan anorganik. Padatan anorganik yang digunakan secara umum adalah arang aktif dan zeolit. Zeolit memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas

permukaan zeolit sangat besar sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben (sutarti dan Rachmawati, 1994). Tanah napa memiliki kandungan SiO<sub>2</sub> 63.20% dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 16.55%, hampir sama dengan kandungan silika dan alumina zeolit alam sehingga bisa digunakan sebagai adsorben (Mawardi, 2012).

Limbah yang merupakan hasil samping industri memiliki kation yang lebih dari satu. Keberadaan kation lain dalam suatu larutan akan menyebabkan terjadinya kompetisi untuk memperebutkan sisi aktif adsorben (Nurhasni, 2008). Keberadaan kation lain cenderung akan menurunkan kapasitas penyerapan suatu logam. Tujuan penelitian ini adalah melihat pengaruh keberadaan ion logam Cd (II) terhadap penyerapan ion logam Pb (II) dengan menggunakan adsorben tanah napa.

## I. METODA PENELITIAN

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA UNP dari bulan Januari 2013 sampai bulan April 2013.

### B. Tahapan Penelitian Secara Umum

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan : 1) Mempersiapkan adsorben dan pengemasan kolom; 2) Menjelajahi faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yaitu konsentrasi ion cadmium dantimbal dalam larutan, pH larutan, dan pengaruh pemanasan adsorben.

### C. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

Peralatan yang digunakan adalah perangkat gelas, seperti kolom kerja dan gelas piala, neraca analitik, pH universal, labu ukur, pipet tetes, pipet takar, stopwatch, corong, alu dan lumpang, batang pengaduk, spatula, ayakan standar 850-833  $\mu\text{m}$ , oven dan AAS

## 2. Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain : Tanah Napa, aquades, gelas wool, larutan standar  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , larutan standar  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{HNO}_3$  1% (v/v).

## D. Prosedur Penelitian

### 1. Mempersiapkan Adsorben dan Pengemasan Kolom

Tanah napa dalam bentuk butiran dicuci dengan aquades, dikeringkan dengan oven, digiling dan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran partikel tertentu. Disiapkan peralatan – peralatan gelas yang diperlukan diantaranya kolom kerja dengan perangkatnya. Pada kolom di *packing* adsorben tanah napa yang dasarnya ditempatkan gelas wool sebagai penyangga. Sebelum digunakan kolom dijenuhkan dengan aquades dan siap dikontak dengan larutan logam dengan sistem kontinue.

### 2. Perlakuan Penelitian Pada Sistem Kontinu

Disiapkan peralatan-peralatan gelas yang diperlukan diantaranya kolom kerja dengan perangkatnya. Pada kolom di *packing* adsorben tanah napa yang siap dikontak dengan larutan logam dengan sistem kontak berupa sistem *kontinu*. Data yang diharapkan antara lain data kapasitas adsorpsi maksimum hasil optimasi parameter yang diteliti seperti suhu pemanasan adsorben, pH dan konsentrasi larutan logam.

### 3. Analisis Kandungan Logam

Pada sistim kontinu, penentuan konsentrasi logam dilakukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) nyala (Analys 100), dengan bahan bakar udara-asetilen pada panjang gelombang yang sesuai untuk masing-masing logam.

### 4. Perlakuan Penelitian Secara Rinci Dengan Sistem Kontinu

#### a. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan

Disiapkan larutan ion logam Pb (II) dengan variasi konsentrasi 50, 75, 100, 125, 150 dan 175 ppm. Diambil 25 mL larutan dan dielusikan kedalam kolom. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap untuk masing-masing larutan seperti pada langkah 3.

#### b. Pengaruh Penambahan Larutan ion Logam Cd (II)

Disiapkan larutan logam dengan konsentrasi optimum  $\text{Pb}^{2+}$ , kemudian larutan Cd ditambahkan 0,  $\frac{1}{2}$ , 1 dan  $1\frac{1}{2}$  kali  $\text{Pb}^{2+}$  dan campuran larutan logam sebanyak 25 mL di elusikan ke dalam

kolom. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap untuk masing-masing larutan seperti pada langkah 3.

#### c. Pengaruh pH Awal Larutan

Disiapkan 25 ml larutan logam masing – masing dengan pH 2, 3, 4, 5 dan 6. Kemudian kedua larutan logam dicampur dan 25 mL larutan logam dielusikan kedalam kolom dengan konsentrasi optimum. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang terserap untuk masing-masing larutan seperti pada langkah 3.

#### c. Regenerasi Kolom

Kolom yang telah diadsorpsi dengan konsentrasi dan pH optimum, diregenerasi dengan menggunakan  $\text{HNO}_3$  1%. Perlakuan dan penentuan jumlah logam yang dapat didesorpsi untuk masing-masing larutan logam seperti langkah 3.

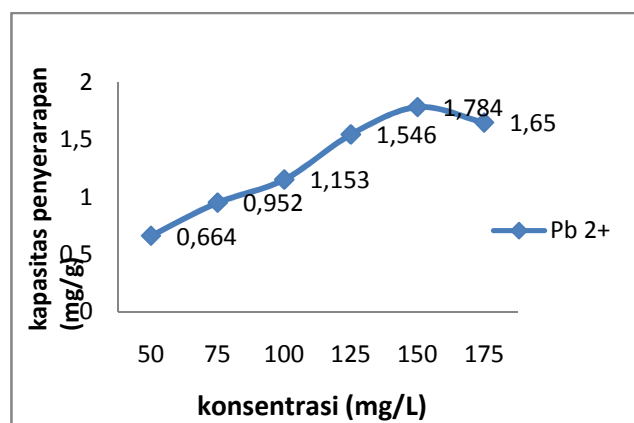
#### b. Pengaruh Pemanasan Adsorben

Disiapkan enam kolom yang masing-masing di *packing* dengan adsorben tanah napa dengan ukuran partikel optimum dan telah dipanaskan (dalam oven) dengan suhu pemanasan bervariasi (dipanaskan selama 6 jam masing-masing pada suhu normal ( $27^\circ\text{C}$ ), 50, 75, 100, 125,  $150^\circ\text{C}$ ). Masing-masing kolom dikontak dengan 25 ml campuran larutan logam dengan pH dan konsentrasi optimum. Perlakuan dan penentuan logam yang terserap untuk masing-masing larutan seperti pada langkah 3.

## II. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan

Adsorpsi terhadap larutan ion logam Pb (II) telah dilakukan dengan menggunakan tanah napa sebagai adsorben. Hasil ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 1 .Grafik Pengaruh konsentrasi larutan ion logam Pb (II) terhadap adsorpsi pada adsorben tanah napa

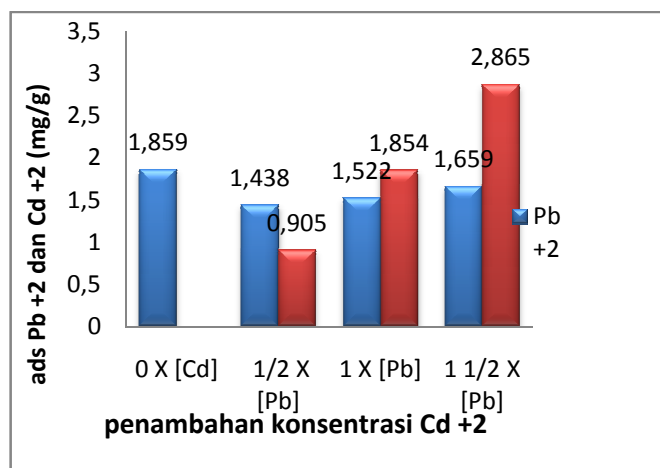
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi awal larutan ion logam Pb (II) yang terukur dengan

menggunakan AAS dalah 55,021 ppm, 78,435 ppm, 103,345 ppm, 129,352 ppm, 155,724 ppm dan 178,200 ppm. Adsorpsi terhadap logam dilakukan dengan menggunakan adsorben tanah napa, dan konsentrasi larutan ion logam Pb (II) setelah elusi juga diukur dengan AAS dengan hasil yang terukur secara berturut-turut adalah 1,364 ppm, 2,253 ppm, 3,987 ppm, 6,147 ppm, 9,068 ppm dan 36,354 ppm.

Penyerapan terhadap adsorbat bisa terjadi karena adsorben memiliki pori-pori yang dapat mengasorpsi adsorbat. Apabila jumlah pori-pori adsorben belum jenuh oleh adsorbat, kenaikan konsentrasi akan menaikkan kapasitas penyerapan. Ketika semua pori-pori telah jenuh oleh adsorbat, kenaikan konsentrasi cenderung tidak meningkatkan penyerapan. Hal ini dikarenakan semua pori telah diisi oleh ion atau molekul adsorbat.

### B. Pengaruh Penambahan Larutan Ion Logam Cd (II) terhadap Adsorpsi Larutan Ion Logam Pb (II)

Penambahan larutan ion logam Cd (II) ke dalam larutan ion Pb (II) bertujuan untuk mengetahui adanya kompetisi ion logam yang terserap pada permukaan adsorben tanah napa.



Gambar 2. Grafik kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) dengan pengaruh ion logam Cd (II)

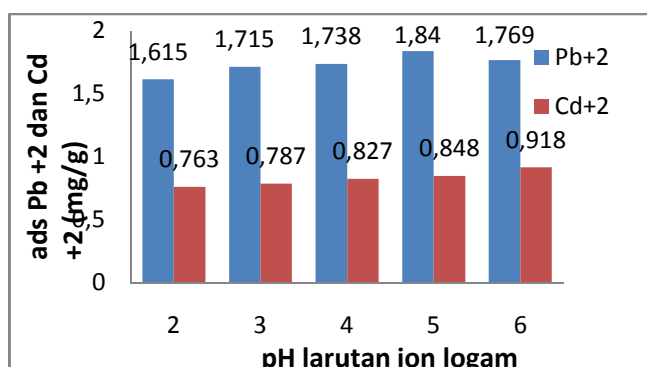
Adanya ion logam Cd (II) dalam larutan ternyata menurunkan penyerapan ion Pb (II) pada adsorben tanah napa. Dari grafik terlihat bahwa kapasitas penyerapan larutan ion logam tanpa adanya ion logam Cd (II) pada konsentrasi 150 ppm adalah 1,859 mg/g. Tetapi dengan adanya penambahan larutan ion logam Cd (II) dengan berbagai konsentrasi, kapasitas penyerapan larutan ion Cd (II) mengalami penurunan.

Menurut Mahdian (2008), salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi suatu logam adalah ukuran jari-jari ion. Untuk zeolit yang memiliki kemiripan dengan tanah napa, memiliki pori dengan ukuran garis tengah yang selektif terhadap penyerapan suatu logam atau molekul dengan ukuran jari-jari ion tertentu. Ion logam Cd (II) memiliki jari-jari ion

yang lebih kecil (0,97 Å) dibandingkan dengan Pb (II) yang memiliki jari-jari ion sebesar (1,20 Å). Hal ini akan menyebabkan ion Cd(II) akan lebih mudah diserap oleh adsorben tanah napa dengan diameter pori tertentu, dibandingkan Pb (II) yang memiliki ukuran jari-jari ion yang lebih besar.

Berdasarkan grafik penyerapan ion logam Pb (II) dengan pengaruh ion logam Cd (II) dapat dilihat bahwa adanya larutan ion logam Cd (II) dalam larutan akan menurunkan kapasitas penyerapan ion logam Pb (II). Hal ini disebabkan karena terjadinya kompetisi diantara kedua ion logam untuk menempati pori-pori adsorben. Sehingga hal tersebut akan menurunkan kapasitas penyerapan suatu ion logam.

### C. Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Ion Logam Pb (II) dan Cd (II) oleh Adsorben Tanah Napa

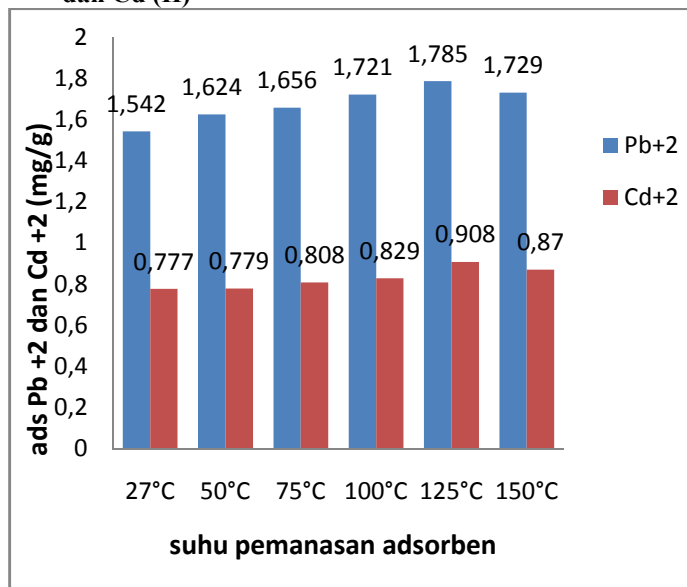


Gambar 3. Grafik kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) dan Cd (II) dengan pengaruh pH larutan ion logam

Berdasarkan grafik pengaruh pH di atas, terlihat bahwa pH mempengaruhi kapasitas adsorpsi ion Pb (II) dan Cd (II). Pada pH 2, kapasitas adsorpsi untuk ion logam Pb (II) sebesar 1,615 mg/g dan Cd (II) sebesar 0,763 mg/g. Kemudian pH dinaikkan menjadi 3, kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) menjadi 1,715 mg/g dan Cd (II) sebesar 0,787 mg/g. Pada pH 4, kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) menjadi 1,738 mg/g dan Cd (II) sebesar 0,827 mg/g. Untuk pH 5, kapasitas penyerapan Pb (II) terus naik menjadi 1,84 mg/g dan Cd (II) sebesar 0,848 mg/g. Tetapi pada pH 6, kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) mengalami penurunan menjadi 1,769 mg/g, sementara untuk ion logam Cd (II) terus naik menjadi 0,918 mg/g.

Menurut Paul yang dikutip oleh Mahdian (2008), derajat keasaman (pH) merupakan variabel tolak ukur untuk menentukan jumlah adsorpsi. Makin tinggi pH (konsentrasi  $H^+$  makin kecil) penyerapan akan meningkat hingga pada pH tertentu. Kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) terus meningkat dengan meningkatnya pH larutan ion logam. Penyerapan optimum terjadi pada pH larutan 5 untuk ion logam Pb (II) yaitu sebesar 1,84 mg/g, dan mengalami penurunan kapasitas penyerapan pada pH 6 yaitu menjadi 1,769 mg/g. Sementara kapasitas penyerapan terus meningkat untuk ion logam Cd (II) apabila pH terus dinaikkan hingga 6.

**D. Pengaruh Pemanasan Adsorben Tanah Napa terhadap Kapasitas Penyerapan Ion Logam Pb (II) dan Cd (II)**



Gambar 4. Grafik kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) dan Cd (II) dengan pengaruh pemanasan adsorben

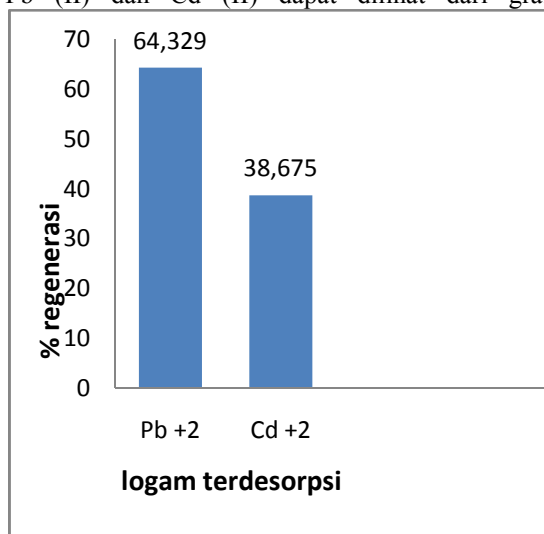
Pada suhu kamar (27°C), kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) sebesar 1,542 mg/g dan ion logam Cd (II) adalah 0,777 mg/g. Apabila suhu pemanasan adsorben dinaikkan menjadi 50°C, kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) naik menjadi 1,624 mg/g dan Cd (II) sebesar 0,779 mg/g. Pada suhu 75°C, kapasitas penyerapan menjadi 1,656 mg/g untuk ion logam Pb (II) dan 0,808 mg/g untuk ion logam Cd (II). Kapasitas penyerapan terus meningkat menjadi 1,721 mg/g untuk ion logam Pb (II) dan 0,829 untuk Cd (II) pada suhu 100°C. Sementara pada suhu 125°C, kapasitas penyerapan untuk ion logam menjadi maksimum, yaitu 1,785 mg/g dan 0,908 untuk Cd (II). Kapasitas penyerapan untuk ion logam Pb (II) dan Cd (II) menjadi turun ketika suhu dinaikkan menjadi 150°C, yaitu 1,729 mg/g untuk ion logam Pb (II) dan 0,870 mg/g untuk ion logam Cd(II).

Menurut Nurhasni (2002), pemanasan adsorben dapat meningkatkan kemampuan penyerapan terhadap adsorbat. Pemanasan yang dilakukan dapat memperbesar pori-pori adsorben sehingga akan meningkatkan efisiensi penyerapan. Tetapi, pemakaian panas yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya pelepasan aluminium dari struktur kerangka tetrahedral zeolit sehingga penyerapan akan berkurang.

**E. Regenerasi Tanah Napa dengan Larutan Asam Nitrat**

Regenerasi merupakan proses penarikan kembali ion logam yang teradsorpsi oleh tanah napa dengan menggunakan larutan pendesorpsi. Larutan pendesorpsi yang digunakan adalah asam nitrat 1%. Persentase regenerasi untuk ion logam

Pb (II) dan Cd (II) dapat dilihat dari grafik berikut.



Gambar 7. Grafik regenerasi ion logam Pb (II) dan Cd (II) dengan adsorben tanah napa

Dari Gambar 7, terlihat bahwa ion logam Pb (II) memberikan % regenerasi yang lebih besar yaitu 64,326%. Artinya sebanyak 64,326% dari konsentrasi ion logam Pb (II) yang awalnya terikat pada adsorben tanah napa, dapat dikeluarkan kembali dengan asam nitrat. Sementara untuk ion logam Cd (II) memiliki % regenerasi yang lebih rendah yaitu 38,675%.

Pada regenerasi dengan menggunakan larutan asam, akan terjadi pergantian kation H<sup>+</sup> dengan kation logam yang terikat pada adsorben. Pada kasus variasi konsentrasi larutan asam untuk mendesorpsi logam, konsentrasi larutan pendesorpsi di bawah konsentrasi optimum pendesorpsi akan memberikan % regenerasi yang rendah karena kation H<sup>+</sup> yang akan menggantikan kation logam sedikit. Sementara apabila konsentrasi di atas konsentrasi optimum, % regenerasi akan memperlihatkan grafik konstan, karena pergantian kation H<sup>+</sup> dengan kation logam telah mencapai titik optimum. Sehingga kation H<sup>+</sup> tidak bisa lagi menggantikan kation logam yang terikat oleh tanah napa (Yefrida, 2010).

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

Dari data dan hasil penelitian penyerapan ion logam Pb (II) dan Cd (II) menggunakan adsorben tanah napa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Kapasitas penyerapan ion logam Pb (II) meningkat dengan bertambahnya konsentrasi hingga pada konsentrasi 150 ppm.
2. Adanya ion logam Cd (II) dengan variasi konsentrasi dalam larutan akan menurunkan kapasitas penyerapan ion logam Pb (II).
3. Kapasitas penyerapan ion logam meningkat dengan naiknya pH.
4. Pemanasan adsorben akan menaikkan kapasitas penyerapan untuk kedua logam hingga suhu tertentu.

5. Regenerasi dengan menggunakan asam nitrat 1% cukup efektif digunakan untuk ion logam Pb (II), namun kurang efektif untuk ion logam Cd (II).

#### B. Saran-saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk lebih dari dua logam dalam campuran dan mencari asam yang lebih efektif untuk regenerasi masing-masing logam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chiang, Yi Wai, dkk. 2012. Adsorption of multi-heavy metals onto water treatment residuals: sorption capacities and Applications. *Chemical Engineering Journal*.
- [2] Mahdian, Parham Saadi. 2008. Pengaruh Konsentrasi dan pH larutan terhadap adsorpsi Timbal (II) dan Kadmium (II) pada Adsorben Biomassa Apu-apu dengan Metoda Statis. Laporan Penelitian. Banjarmasin : FKIP Unilam.
- [3] Mawardi. 2012. Karakteristik Tanah Napa Kabupaten Solok sebagai Adsorben Logam Krom dalam Limbah Cair. Usulan Penelitian Dosen Madya, Padang : UNP.
- [4] Nurhasni, dkk. 2008. Penyerapan ion Logam Cd dan Cr dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. Laporan Penelitian. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah
- [5] Sutarti, M., & Rachmawati, M. 1994. Zeolit : Tinjauan literatur. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- [6] Yefrida. 2010. Regenerasi Serbuk Gegaji yang telah digunakan sebagai Penyerap Ion Logam. Laporan Akhir Penelitian BBI. *Jurnal Kimia*