

PENYISIHAN Pb(II) DALAM AIR LIMBAH LABORATORIUM KIMIA SISTEM KOLOM DENGAN BIOADSORBEN KULIT KACANG TANAH

THE SETTING ASIDE OF Pb (II) IN CHEMICAL LABORATORY WASTE WATER OF COLUMN SYSTEM WITH SKIN PEANUTS BIOADSORBEN

¹Halim Zaini, ²Muhammad Sami

^{1,2} Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe Provinsi Aceh
e-mail: ¹halimzaini60@gmail.com, ²ms_027@yahoo.com

Abstract. Reduction of heavy metals in waste water have been done by various methods. However, the method is relatively effective and efficient method of adsorption column system. The experimental design in this study variables remains adsorbent of skin peanuts 50 grams, 40 mesh particle size and the volume of wastewater adsorbent 10 liters of a chemical laboratory, a flow rate of 7 liters/minute. The independent variable adsorption time 0; 5; 10; 15; 20; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240 minutes and type of adsorbent: without activation, physical activation and chemical activation (H₂SO₄ 1N and 1N NaOH). The results showed the adsorption of Pb (II) is influenced by time and type of activation. The highest adsorption capacity for without activation of 1.947 mg / g, physical activation 1.774 mg / g, activation by H₂SO₄ 2.577 mg / g and activation with 1N NaOH 2.893 mg / g at the time of 210 minutes. The highest percent allowance for without activation of 64.98%, 59.21 physical activations, activation by H₂SO₄ 86.02 and activation with 1N NaOH 96.57% at the time of 210 minutes.

Keywords: Heavy metals, adsorption, adsorption capacity, percent removal

Abstrak. Reduksi limbah logam berat dalam air telah banyak dilakukan dengan berbagai metoda. Namun metode yang relatif efektif dan efisien menggunakan metode adsorpsi sistem kolom. Rancangan percobaan pada penelitian ini variabel tetap adsorben dari kulit kacang tanah 50 gr, ukuran partikelnya 40 mesh dan volume adsorbat air limbah laboratorium kimia 10 liter, laju alir 7 liter/menit. Variabel bebas waktu adsorpsi 0;5;10;15; 20;30;60;90;120;150;180;210;240 menit dan jenis adsorben: tanpa aktivasi, aktivasi fisik dan aktifasi kimia (H₂SO₄ 1N dan NaOH 1N). Hasil penelitian menunjukkan proses adsorpsi logam Pb(II) dipengaruhi oleh waktu dan jenis aktivasi. Kapasitas adsorpsi tertinggi untuk tanpa aktivasi 1,947 mg/g, aktivasi fisika 1,774 mg/g, aktivasi dengan H₂SO₄ 2,577 mg/g dan aktivasi dengan NaOH 1N 2,893 mg/g pada waktu 210 menit . Persen penyisihan tertinggi untuk tanpa aktivasi 64,98%, aktivasi fisik 59,21 , aktivasi dengan H₂SO₄ 86,02 dan aktivasi dengan NaOH 1N 96,57% pada waktu 210 menit.

Kata Kunci: Logam berat, adsorpsi, kapasitas adsorpsi, persen penyisihan

1. Pendahuluan

Pencemaran logam berat merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Keberadaan logam berat dalam lingkungan berasal dari dua sumber. Pertama dari proses alamiah seperti pelapukan kimiawi, kegiatan geokimiawi, tumbuhan dan hewan yang membusuk. Sumber lain berasal dari hasil aktivitas industri kimia. Banyak industri berpotensi menimbulkan pencemaran antara lain industri pelapisan logam (*electroplating*), revarasi dan pengisian ulang arus listrik (*accu*), industri penyamakan kulit, industri cat, kosmetik dan tekstil. Selama proses berlangsung banyak mempergunakan logam-logam berat seperti Cu, Zn, Cr, Cd,

Ni, Pb yang berpotensi mencemari lingkungan. Limbah yang dihasilkan jika tidak ditangani dengan tepat, maka dapat mengancam kehidupan makhluk disekitarnya. Sifat dari limbah antar lain adalah mudah terbakar, mudah meledak dan bersifat karsinogenik (penyebab kanker), toksik. Industri yang memiliki kepedulian lingkungan, limbah yang dihasilkan terlebih dahulu disimpan pada bak penampungan sementara, kemudian mengirimkan limbahnya ke perusahaan khusus pengolah limbah B3 seperti PT. PPLI (Prasadha Pemusnah Limbah Industri) di Cileungsi Bogor. Namun hal ini dirasakan cukup berat bagi sebagian besar industri karena kegiatan ini dapat memakan biaya yang besar. Dalam penelitian ini, limbah yang digunakan berasal dari laboratorium kimia yang mengandung beberapa logam berat Cu, Pb, Fe. Pada sisi lain sebagai adsorben berasal dari limbah hasil pertanian seperti kulit kacang tanah.

Hidayati (2012), proses penanganan limbah logam berat dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti adsorpsi, pertukaran ion (*ion exchange*), dengan membran dan pengendapan. Proses adsorpsi lebih banyak digunakan karena memiliki banyak keuntungan diantaranya tidak menimbulkan efek samping yang beracun, sangat efektif untuk menyerap logam berat dan serta lebih ekonomis.

Menurut Mantel (1951), sorpsi adalah proses penyerapan ion oleh partikel penyerap (sorban). Proses sorpsi dibedakan menjadi dua yaitu adsorpsi dan absorpsi. Proses adsorpsi jika ion tersebut tertahan dipermukaan partikel penyerap (adsorban), sedangkan absorpsi jika proses pengikatan ini berlangsung sampai di dalam partikel penyerap (absorben). Salah satu solusi tentang penanganan limbah logam Cu dengan biaya yang relatif jauh lebih murah adalah dengan memanfaatkan kulit kacang tanah sebagai adsorban. Pada penelitian ini logam Cu(II) sebagai adsorbat berasal dari limbah laboratorium kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Adsorpsi umumnya terjadi berdasarkan interaksi antara logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pertukaran ion atau pembentukan kompleks, biasanya terjadi pada permukaan padatan yang mengandung gugus fungsional seperti -OH, -NH, -SH dan COOH. Menurut Ahalya, dkk (2003) komponen yang berperan dalam proses adsorpsi antara logam berat dengan adsorben dari limbah pertanian adalah keberadaan gugus aktifhidroksil (-OH), karbonil (C=O), karboksil (-COOH), amina (-NH₂), amida (-CONH₂) dan tiol (-SH). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi Cu²⁺ diantaranya waktu kontak, temperatur (Hidayati, 2012), dimana waktu kontak dari 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit dan variasi suhu 30°C, 40°C dan 50°C. Irmawati (2013), adsorpsi kromium dengan metode kolom menggunakan adsorben kulit kacang tanah yang diaktifasi dengan HNO₃ 0,1 M dipengaruhi oleh faktor laju alir adsorbat, tinggi kolom adsorben dan konsentrasi adsorbat 0 ppm, 30 ppm, 50 ppm, 100 ppm. Variasi laju alir 0 liter/menit s/d 10 liter/menit, sedangkan tinggi kolom 2,5 cm s/d 10 cm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,4937 mg/g

Rusmaya (2008), sorpsi limbah nikel menggunakan kulit kacang tanah dipengaruhi oleh variasi pH, dosis adsorban dan waktu kesetimbangan, konsentrasi adsorbat. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas adsorpsi Freundlich, $k = 0,214$ mg/g dan untuk Langmuir kapasitasnya, $q_m = 0,536$ mg/g. Draman, dkk (2015), kulit kacang tanah mempunyai kemampuan mengadsorpsi logam berat seperti Pb(II) 87,89% - 89,6%. Zhuang dan Xu (2014), adsorpsi logam Cd dengan adsorben kulit kacang tanah berlangsung pada waktu 5 s/d 120 menit.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi ukuran partikel, suhu, berat, aktifator, waktu kontak, laju alir, pH. Menurut Darmansyah, dkk (2016) karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi antara lain:

- [1]. Luas permukaan adsorben yang besar
- [2]. Memiliki kapasitas terhadap adsorbat
- [3]. Memiliki daya tahan guncang yang baik.
- [4]. Tidak ada perubahan volume yang berarti selama proses adsorpsi dan desorpsi.

Pada penelitian terdahulu Zaini dan Sami (2015) telah dilakukan pengujian daya serap adsorben terhadap limbah artifisial Fe (II), Cu(II), Pb(II) dan Cr (VI), dimana adsorben mempunyai kemampuan penyerapan terhadap logam tersebut.

Pada proses adsorpsi jumlah logam yang teradsorpsi dalam adsorben untuk waktu kontak t dinyatakan dengan persamaan:

$$q_t = \frac{(C_o - C_t)V}{m} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

C_o : konsentrasi awal adsorbat (mg/l)

C_t : konsentrasi saat t (menit), (mg/l)

V : volume adsorbat (liter)

q_t : kapasitas adsorpsi (mg/g)

Persen (%) penyisihan (*removal: R*) logam ke dalam adsorben dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\% R = \frac{(C_o - C_t)}{C_o} \times 100\% \dots\dots (2)$$

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan adsorbat yang berasal dari limbah cair laboratorium kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe antara lain mengandung logam Cu,Pb, Fe. Adsorban yang digunakan masing-masing sebanyak 50 gr untuk tanpa aktivasi (TA), aktivasi fisik (AF), aktivasi kimia H_2SO_4 1N dan aktifasi kimia NaOH 1 N. Adsorban dibuat dari kulit kacang yang didatangkan dari daerah pertanian berupa limbah kulit kacang tanah yang selanjutnya dibersihkan, dikeringkan dan pengecilan ukuran menggunakan Crusher dan mengambil hasil ayakan -30 mesh/(+40 mesh), lolos pada ayakan 30 mesh dan tertahan diayakan 40 mesh. Adsorben dikeringkan dengan oven pada suhu $60^\circ C$ s/d $105^\circ C$ hingga beratnya konstan dan diaktifasi secara fisika dan secara kimia. Alat yang digunakan untuk pengecilan ukuran Crusher, oven pengering, neraca, alat melakukan aktifasi kimia menggunakan gelas kimia 1000 ml, alat aktifasi fisik menggunakan kukusan dan alat utama berupa Unit Adsorpsi hasil rancangan.

Proses adsorpsi dalam kolom tunggal 6,35 cm dan tinggi kolom kondisi kosong 38 cm. Adsorben dimasukkan ke dalam kolom adsorpsi 50 gr adsorben tanpa aktifasi (TA), adsorbat dimasukkan ke dalam bejana selanjutnya dilakukan pengambilan dan pengumpulan data. Dengan cara yang sama untuk 50 gr adsorban aktivasi fisik (AF), 50 gr adsorban aktivasi dengan H_2SO_4 dan 50 gr adsorban aktivasi dengan NaOH 1 N.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe dengan variabel tetap ukuran partikel 40 mesh, laju alir 7 liter/menit, volume adsorbat 10 liter, suhu operasi suhu kamar $30^\circ C$. Variabel bebas waktu adsorpsi (adsorpsi) 0; 10; 20; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210 dan 240 menit. Variabel terikat konsentrasi adsorbat yang tersisa dalam larutan (ppm), konsentrasi adsorbat terserap (ppm), kapasitas adsorpsi (mg/g), % penyisihan.

Hasil pengumpulan data dari proses adsorpsi tersebut selanjutnya dianalisa menggunakan metode instrumentasi dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

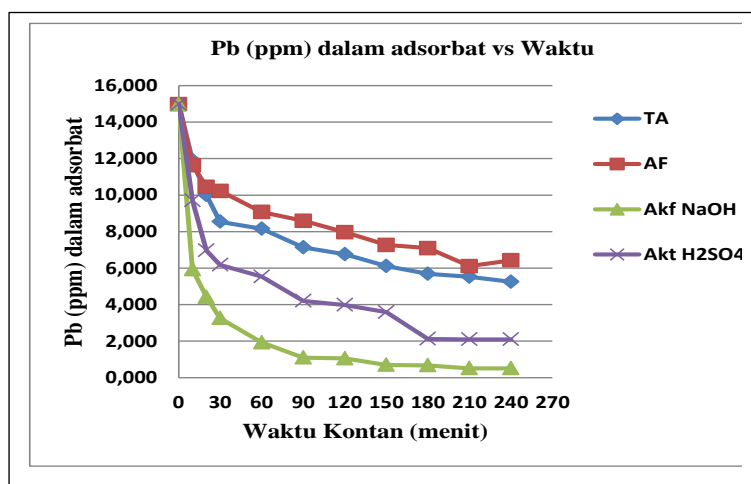
3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Konsentrasi Pb (ppm) dalam adsorbat

t menit	Tanpa Aktivasi (TA)	Aktivasi fisik (AF)	Aktivasi NaOH 1N	Aktivasi H ₂ SO ₄ 1N
0	14,978	14,978	14,978	14,978
10	11,901	11,641	5,933	9,707
20	10,004	10,451	4,427	6,965
30	8,536	10,228	3,255	6,174
60	8,155	9,075	1,926	5,533
90	7,132	8,591	1,099	4,204
120	6,760	7,969	1,052	3,981
150	6,109	7,271	0,699	3,590
180	5,682	7,095	0,671	2,121
210	5,524	6,109	0,513	2,093
240	5,245	6,425	0,513	2,093

Sumber: Hasil Analisa dengan SSA (2016)

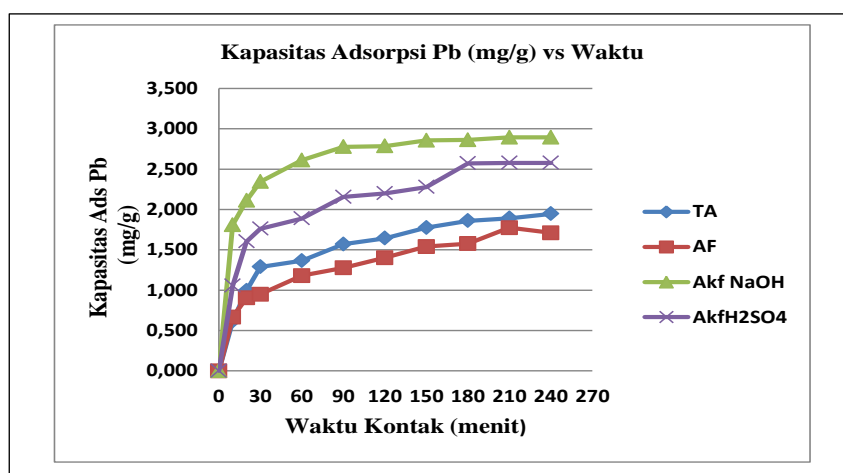
Salah satu metode yang cukup baik adalah metode adsorpsi dapat berupa adsorpsi dengan sistem pengadukan secara batch dan adsorpsi dengan sistem kolom. Sistem pengadukan menggunakan bejana, sedangkan sistem kolom menggunakan kolom yang dapat beroperasi secara kontinu menggunakan kolom tunggal, banyak, paralel maupun secara seri. Jika dibandingkan kedua metode ini, maka sistem kolom jauh lebih efektif dan lebih efisien dibandingkan dengan sistem pengadukan. Perbedaannya terletak pada ukuran partikel adsorben yang digunakan. Sistem pengadukan ukuran partikelnya kecil sedangkan sistem kolom ukuran partikel lebih besar.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Pb (ppm) dalam adsorbat

Perubahan konsentrasi logam (tabel 1 dan gambar 1) terhadap waktu kontak memperlihatkan adanya perbedaan satu dengan lainnya. Penggunaan adsorben yang diaktivasi dengan yang tidak diaktivasi memperlihatkan perbedaan signifikan terutama

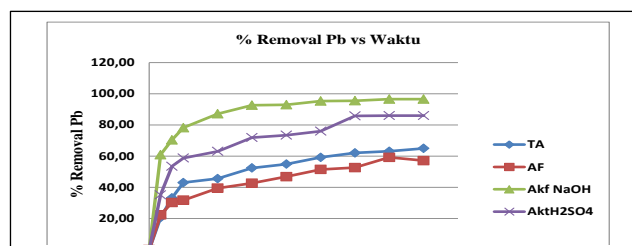
yang diaktivasi secara kimia. Perbedaan ini disebabkan adsorben yang tidak diaktivasi pori-porinya masih tertutup oleh bahan organik sehingga logam yang ada sulit untuk masuk ke dalam pori-pori adsorben. Dengan demikian kemampuan menyerapnya rendah dibandingkan dengan adsorben yang diaktivasi. Bagi adsorben yang mengalami aktivasi (aktivasi fisik dan kimia) juga ada perbedaan satu dengan lainnya dimana adsorben yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 N daya serapnya jauh lebih baik dibandingkan dengan yang diaktivasi secara fisik dan dengan asam sulfat. Hal ini disebabkan aktivasi dengan NaOH memberikan efek yang relatif besar dimana permukaan adsorben menjadi lebih terbuka dan bahkan ada yang mengalami degradasi terutama struktur lignin, hemiselulosa, sehingga pori-pori adsorben menjadi terbuka dan tidak tertutup lagi dari bahan-bahan yang menutupi pori-pori dengan demikian kemampuan daya serapnya menjadi lebih baik dari semula.



Gambar 2. Pengaruh Waktu terhadap kapasitas adsorpsi Pb (mg/g)

Berdasarkan gambar 2 jumlah logam yang terserap ke dalam adsorben menunjukkan bahwa semakin lama waktu adsorpsi (kontak), maka kapasitas adsorpsi logam semakin menuju ke arah kesetimbangan. Dalam kasus ini terlihat waktu kesetimbangan atau kapasitas adsorpsi kesetimbangan terjadi pada waktu 210 menit, terutama untuk adsorben yang diaktivasi dengan NaOH 1N dan H₂SO₄ 1N.

Pada adsorben tanpa aktivasi dan yang diaktivasi kemampuan daya serap menunjukkan kecenderungan menuju satu titik waktu adsorpsi yang relatif sama pada waktu 210 menit hingga 240 menit. Namun disini ada kejanggalan seharusnya adsorben yang diaktivasi lebih baik daya serapnya dibandingkan adsorben tanpa aktivasi. Hal ini disebabkan adanya penutupan pori-pori adsorben oleh penggumpalan adsorben atau waktu aktivasinya belum memadai.



Gambar 3. Pengaruh Waktu terhadap % Penyisihan (*removal*) Pb

Data gambar 4 presentase logam yang tersisihkan (removal) ke dalam adsorben menunjukkan bahwa semakin lama waktu adsorpsi (kontak), maka logam yang tersisihkan semakin menuju kesetimbangan yaitu pada waktu kontak 210 menit sampai dengan 240 menit. Jika penelitian ini dibandingkan dengan penelitian, maka penelitian ini jauh lebih baik kemampuan penyisihannya untuk tanpa aktivasi 64,98%, aktivasi fisik, 59,21% aktivasi dengan H₂SO₄ 1 N 86,02% dan aktivasi dengan NaOH 1N 96,57%. Irmawati (2013), adsorpsi Cr(VI) dengan metode kolom menggunakan adsorben kulit kacang tanah diaktifasi dengan HNO₃ 0,1 M kapasitas adsorpsi sebesar 0,4937 mg/g. Rusmaya (2008), sorpsi limbah nikel menggunakan kulit kacang tanah kapasitas adsorpsi Freundlich, $k = 0,214$ mg/g dan untuk Langmuir kapasitasnya, $q_m = 0,536$ mg/g. Draman, dkk (2015), kulit kacang tanah mempunyai kemampuan mengadsorpsi logam berat seperti Pb(II) 87,89%

4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian, hasil pengolahan data dan hasil pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa adsorpsi logam Pb(II) dalam limbah laboratorium kimia menggunakan adsorben kulit kacang tanah dipengaruhi oleh aktifator dan waktu kontak antara adsorbat dan adsorben. Kapasitas adsorpsi kesetimbangan (q_e) terjadi pada waktu 210 menit dengan besarnya untuk adsorban tanpa aktivasi 1,947 mg/g, aktivasi fisika 1,774 mg/g, aktivasi dengan H₂SO₄ 1N 2,577 mg/g dan aktivasi dengan NaOH 1 N 2,893 mg/g. Presentase penyisihan logam Pb(II) dalam limbah laboratorium kimia yang tertinggi untuk masing-masing adsorban tanpa aktivasi 64,98%, aktivasi fisik, 59,21% aktivasi dengan H₂SO₄ 1 N 86,02% dan aktivasi dengan NaOH 1N 96,57%.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini berdasarkan SK Direktur Politeknik PNL No.324 Tahun 2016 tanggal 22 Pebruari 2016. Kepada panitia seminar nasional SnaPP Unisba 2016, kami tidak dapat membalas atas semua kerjasama, semoga Allah SWT selalu memberkahi kita semua. Amin.

Daftar pustaka

- Ahalya, N., Ramachandra, T.V., Kanamadi, R.D.(2003). *Biosorption of Heavy Metals*. Research Journal of Chemical and Environment. 7(4),71-79.
- Darmansyah, Simparmin, G., Ardiana, L., Saputra, H. (2016). *Mesopori MCM-41 Sebagai Adsorben: Kajian Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Limbah Cair Tapioka*. Jurnal RKL. Vol.11, No.1, Hlm 10-16, Juni 2016 ISSN 1412-5064.
- Draman, S., F., S., Mohammad, N., Wahab, N., H., I., Zulkifli, N., S., I., Zulkifli, N., S., Bakar, A., A. (2015). *Adsorption of Lead (II) ions in Aqueous Solution Using Selected Agro-Waste*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol.10, No.1 Januari 2015
- Mattel, C., L. (1951). *Adsorption*. Edisi 2, McGraw-Hill, Company Inc., New York
- Hidayati, B., Sunarno, Yenti, S., R. (2012). *Studi Kinetika Adsorpsi Logam Cu²⁺ Menggunakan Zeolit Alam Teraktifasi*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau.
- Irmawati, A., Ulfin, I. 2013. *Pemanfaatan Biomasa Kulit Kacang Tanah Untuk Adsorpsi Kromium Dalam Larutan Berair Dengan Metode Kolom*. Jurusan Kimia FMIPA ITS. Surabaya

- Zaini, H., Sami, M. (2015). *Adsorpsi Logam Berat Cu(II) dalam Air Limbah dengan Sistem Kolom Menggunakan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Unpar 2016, Bandung 19 Nopember 2015.
- Zhuang, Z., Xu, L. (2014). *Removal of Cadmium ion form aqueous solution using chemically modified peanut shell*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. USA 6(6): 649-653.