

## STUDY EFEKTIFITAS PENYERAPAN Pb (II) DI DALAM AIR TERCEMAR PADA BIOADSORBEN KULIT KACANG TANAH DAN AMPAS TEBU

Halim Zaini<sup>1\*</sup>, Cut Aja Rahmahwati<sup>2</sup>, Said Abu Bakar<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>3</sup> Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

\*Email: [halimzaini60@gmail.com](mailto:halimzaini60@gmail.com)

### Abstrak

Logam berat dalam air menimbulkan permasalahan yang serius bagi lingkungan. Usaha penanganannya telah banyak dilakukan dengan berbagai metoda. Metode yang relatif efektif, efisien, aman, ramah lingkungan adalah metode adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keefektifan penyerapan pada bioadsorben kulit kacang tanah dan ampas tebu terhadap logam Pb (II) di dalam air limbah dengan sistem kolom. Pada rancangan percobaan, variabel tetap terdiri dari berat bioadsorben 50 g, ukuran partikel 40 mesh dan volume adsorbat digunakan 10 liter, laju alir 4 liter/menit. Variabel bebas waktu kontak, jenis bioadsorben, dan perlakuan bioadsorben. Variasi waktu kontak (0;5;10; 15;20; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240 menit), jenis bioadsorben(kulit kacang tanah dan ampas tebu), dan perlakuan adsorben (tanpa aktivasi, aktivasi fisik dan aktivasi kimia (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N dan NaOH 1N). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga variabel bebas mempengaruhi daya serap logam Pb(II). Bioadsorben kulit kacang tanah menunjukkan lebih efektif untuk menyerap logam Pb (II) dibandingkan bioadsorben ampas tebu. Penggunaan bioadsorben kulit kacang tanah tanpa aktifasi bisa menurunkan kandungan logam Pb (II) 2,8 %, sedangkan bioadsorben dengan aktifasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mampu menurunkan kandungan logam Pb (II) sampai dengan 4,4%.

**Kata kunci:** logam berat, adsorpsi, bioadsorben, kulit kacang tanah

### 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 seperti industri kimia.

Sudah menjadi permasalahan umum tidak sedikit industri kimia menghasilkan logam berat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan antara lain industri pelapisan logam (*electroplating*), revarasi dan pengisian ulang arus listrik (*accu*), industri penyamakan kulit, industri cat, kosmetik dan industri tekstil.

Pada industri tersebut selama proses berlangsung banyak mempergunakan logam-logam berat seperti Cu, Zn, Cr, Cd,

Ni, Pb yang sangat berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup. Limbah yang dihasilkan jika tidak ditangani dengan tepat, maka dapat mengancam kehidupan makhluk disekitarnya. Bahan kimia yang masuk ke dalam air dapat berupa, zat padat terlarut, tersuspensi, terendapkan, gas maupun berupa zat cair. Sifat bahan pencemar antara lain mudah terbakar, mudah meledak, penyebab kanker (*carcinogenic*) dan bersifat racun (*toxic*).

Zaini dan Sami (2015), industri yang memiliki kepedulian lingkungan, limbah yang dihasilkan disimpan pada bak penampungan sementara, kemudian mengirimkan limbahnya ke perusahaan khusus pengolah limbah B3 seperti kepada 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 relatif besar. Dalam penelitian ini, adsorbat yang digunakan berasal dari limbah laboratorium kimia

yang mengandung logam berat Fe, Cu dan Pb. Pada sisi lain sebagai adsorben yang digunakan berasal dari limbah hasil pertanian seperti kulit kacang tanah, dan ampas tebu.

Hidayati (2012), penanganan limbah logam berat dalam air dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti adsorpsi (*adsorption*), pertukaran ion (*ion exchange*), dengan menggunakan selaput tipis (*membran*), proses pengendapan (*sidermentation*), penguapan (*presivitasi*), penggumpalan (*koagulasi*), elektrokimia, elektroforesis. 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 Pb dengan biaya yang relatif jauh lebih murah adalah dengan memanfaatkan kulit kacang tanah sebagai adsorban. Pada penelitian ini logam Pb(II) sebagai adsorbat berasal dari air sumur tercemar Blang Pulo yang ada dalam wilayah Kota 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 aktif hidroksil (-OH), karbonil (C=O), karboksil (-COOH), amina (-NH<sub>2</sub>), amida (-CONH<sub>2</sub>) dan tiol (-SH). Ada beberapa

faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi Pb<sup>2+</sup> 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.

Beberapa penelitian terdahulu Irmawati (2013), adsorpsi kromium dengan metode kolom menggunakan adsorben kulit kacang tanah yang diaktivasi dengan HNO<sub>3</sub> 0,1 M dipengaruhi oleh faktor laju alir adsorbat, tinggi kolom adsorben dan konsentrasi adsorbat. Rusmaya (2008), sorpsi limbah nikel dengan kulit kacang tanah dipengaruhi oleh variasi pH, dosis adsorban dan waktu, konsentrasi adsorbat. Draman, dkk (2015), kulit kacang tanah mempunyai kemampuan mengadsorpsi logam berat seperti Pb(II) 87,89% - 89,6% tergantung ukuran partikel. Zhuang dan Xu (2014), adsorpsi logam Cd dengan adsorben kulit kacang tanah berlangsung pada waktu 5 s/d 120 menit.

Pada penelitian terdahulu telah dilakukan pengujian daya serap adsorben terhadap limbah artifisial Fe (II), Cu(II), Pb(II) dan Cr (VI), dimana bioadsorben mempunyai kemampuan penyerapan terhadap logam berat tersebut. (Zaini dan Sami, 2015). Penelitian ini bertujuan mempelajari keefektifan bioadsorben kulit kacang tanah dan ampas tebu dalam penyerapan logam berat Pb(II) dalam air tercemar dengan sistem multi kolom.

## METODE PELAKSANAAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat untuk pengecilan ukuran menggunakan Crusher, alat pengeringan di laboratorium dengan oven, penimbangan menggunakan neraca, alat melakukan aktivasi kimia menggunakan gelas kimia 1000 ml, alat aktifasi fisik menggunakan kukusan dan alat utama berupa Unit Adsorpsi hasil rancangan. Bahan terdiri dari adsorbat yang berasal dari limbah cair laboratorium kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe antara lain mengandung logam Fe, Cu dan Pb. Bahan kimia HCl 1 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N, NaOH 1 N.



Gambar 1. Unit Adsorpsi Multi Kolom.

### **Pembuatan dan Aktivasi Adsorben**

Adsorben dibuat dari kulit kacang 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°C s/d 105°C hingga beratnya konstan dan diaktivasi secara fisika dan secara kimia.

Aktivasi secara fisika menggunakan kukusan selama 2 jam dan aktivasi kimia menggunakan NaOH 1 N dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N masing-masing selama 24 jam. Adsorben yang digunakan masing-masing sebanyak 50 gr untuk tanpa aktivasi (TA), aktivasi fisik (AF), aktivasi kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N dan aktivasi kimia NaOH 1 N.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Salah satu metode penyisihan logam berat yang efektif dan efisien adalah metode adsorpsi menggunakan sistem pengadukan secara batch dalam tanki berpengaduk dan menggunakan sistem kolom yang beroperasi secara kontinu menggunakan

### **Proses Adsorpsi**

Proses adsorpsi dalam kolom tunggal dengan diameter kolom 6,35 cm dan tinggi kolom kondisi kosong 38 cm. Masing-masing adsorben dimasukkan ke dalam kolom adsorpsi sebanyak 50 gr adsorben tanpa aktivasi (TA) dan dialirkan sampel ke dalam kolom. Selanjutnya dilakukan pengambilan data pada selang waktu yang telah divariasikan. Dengan cara yang sama dilakukan juga untuk 50 gr adsorben aktivasi fisik (AF), 50 gr adsorben aktivasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 50 gr adsorben aktivasi dengan NaOH 1 N. Penelitian dilaksanakan di laboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe dengan variabel tetap ukuran partikel (-30 mesh, + 40 mesh), laju alir 4 liter/menit, volume sampel 10 liter, suhu operasi 30 °C. Variabel bebas waktu kontak (adsorpsi) 0; 10; 20; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210 dan 240 menit. Variabel terikat konsentrasi logam Pb(II) adsorbat yang tersisa (ppm), kapasitas adsorpsi (mg/g), dan persen (%) penyisihan.

### **Analisa Logam Pb (II)**

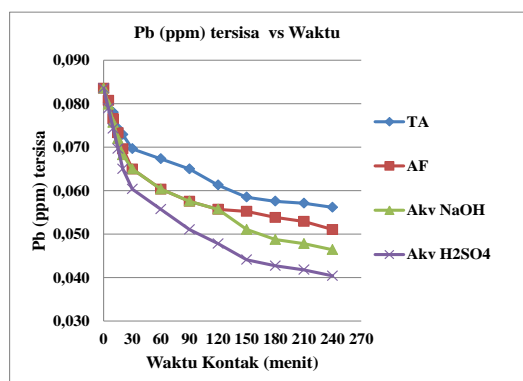
Analisis sampel dilakukan dengan menggunakan metode instrumentasi dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) berdasarkan lampu katoda Pb dengan panjang tertentu. Semua hasil pengukuran dirangkum dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

kolom tunggal, dua kolom, multi kolom. Aji dan Kurniawan (2016), jika dibandingkan sistem bejana (*batch*) dengan sistem kolom, maka sistem kolom dipandang lebih aplikatif. Perbedaannya yang mendasar terletak pada ukuran partikel adsorben yang digunakan.

**Tabel 1.** Hasil Analisa Pb (II) (ppm) vs Waktu t pada Bioadsorben Kulit Kacang Tanah.

T men	Tanpa Aktivasi (TA)	Aktivasi fisik (AF)	Aktivasi NaOH 1N	Aktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1N
0	0,084	0,084	0,084	0,084
5	0,080	0,081	0,080	0,079
10	0,078	0,077	0,076	0,074
15	0,074	0,073	0,072	0,070
20	0,073	0,070	0,068	0,065
30	0,070	0,065	0,065	0,060
60	0,067	0,060	0,060	0,056
90	0,065	0,058	0,058	0,051
120	0,061	0,056	0,056	0,048
150	0,058	0,055	0,051	0,044
180	0,058	0,054	0,049	0,043
210	0,057	0,053	0,048	0,042
240	0,056	0,051	0,046	0,040

Sumber: Hasil Analisa dengan SSA (2016)



**Gambar 2.** Grafik Konsentrasi Pb (II) Tersisa vs Waktu t (menit).

Perubahan konsentrasi logam (tabel 1 dan gambar 2) terhadap waktu kontak memperlihatkan adanya perbedaan. Perbedaan ini disebabkan bioadsorben yang tidak diaktivasi permukaan pori-porinya masih tertutup oleh bahan-bahan impuritis seperti bahan organik sehingga logam Pb(II) yang terdapat dalam adsorbat sulit untuk masuk atau berdifusi ke dalam pori-pori bioadsorben, sehingga kemampuan untuk menyerap rendah

dibandingkan bioadsorben yang mengalami aktivasi.

Bioadsorben yang mengalami aktivasi (aktivasi fisik dan kimia) juga ada perbedaan satu dengan lainnya dimana bioadsorban yang diaktivasi dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N daya serapnya lebih baik dibandingkan dengan yang diaktivasi secara fisik dan dengan NaOH 1N. Hal ini disebabkan aktivasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan efek lebih besar karena H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bersifat lebih higroskopis daripada NaOH, sehingga pori-pori bioadsorben menjadi terbuka dan tidak tertutup lagi oleh bahan-bahan yang menutupi pori-pori dengan demikian kemampuan daya serapnya menjadi lebih baik dari semula.

Pada aktivasi fisik adsorpsi hanya terhadap bahan-bahan penutup pori-pori yang mempunyai ikatan fisik seperti bahan yang terikat berdasarkan ikatan van der Waals, sedangkan yang terikat secara kimia dengan cara ini tidak dapat diaktivasi.

Bahan-bahan ini adalah bahan-bahan yang dapat mengalami penguapan karena pemanasan.

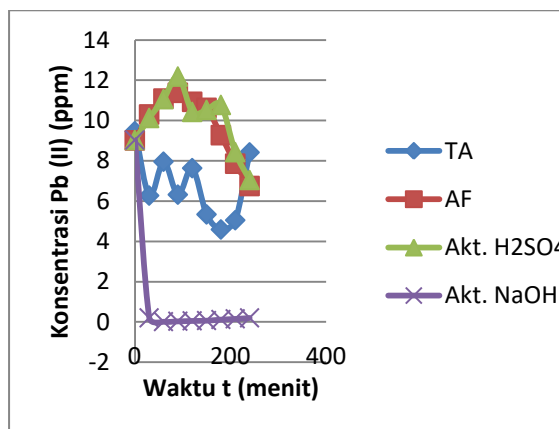
Permenkes (1990) standar mutu air minum kadar Pb(II) maksimal 0,05 ppm. Berdasarkan nilai harga ambang batas dapat dikatakan hal ini sudah terpenuhi bagi bioadsorben yang diaktivasi secara kimia dimana kadar Pb(II) yang diperoleh

dibawah nilai ambang batas tersebut. Namun berdasarkan Permenkes (2010), kadar Pb(II) pada waktu kontak hingga waktu 240 menit belum memenuhi standar mutu air minum yang nilai harga ambang batas maksimum 0,01 ppm. Standar ini dapat dipenuhi bila dilakukan perubahan kondisi penelitian seperti laju alir, perubahan waktu kontak.

**Tabel 2.** Hasil Analisa Pb (II) (ppm) vs Waktu t pada Bioadsorben Ampas Tebu.

Waktu t (menit)	Konsentrasi Pb (II) (ppm) pada waktu t menit			
	TA	AF	Akt H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Akt NaOH
0	9,4638	9,0097	9,0298	9,0299
30	6,2719	10,2985	10,1249	0,2018
60	7,9547	11,0865	11,0598	0,0148
90	6,3186	11,3737	12,1817	0,0335
120	7,6341	10,9262	10,4254	0,0549
150	5,337	10,6257	10,5256	0,0682
180	4,5891	9,2702	10,7727	0,1217
210	5,0498	7,8545	8,4288	0,155
240	8,4154	6,746	7,0465	0,2018

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium, 2017.



**Gambar 3.** Grafik Konsentrasi Pb (II)

Tersisa vs Waktu t (menit) dengan bioadsorben ampas tebu. (TA = Tanpa Aktifasi, AF = Aktifasi, Akt. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Aktifasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Akt NaOH = Aktifasi dengan NaOH).

Data penggunaan bioadsorben ampas tebu menunjukkan bahwa, adsorben yang diaktifkan dengan NaOH sangat efektif untuk menyisihkan logam Pb (II). Sementara perlakuan bioadsorben yang

lain lebih efektif jika digunakan kulit kacang tanah.

### KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian, hasil pengolahan data dan hasil pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Adsorpsi logam Pb(II) dalam air sumur tercemar menggunakan adsorben kulit kacang tanah dan ampas tebu dipengaruhi oleh aktivator dan waktu kontak antara adsorbat dan adsorben.
2. Pengaktifan dengan NaOH sangat efektif untuk penyerapan logam Pb (II) jika digunakan bioadsorben ampas tebu.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, B.,K.,Kurniawan,F.2012.Pemanfaatan Serbuk Biji Salak (Salacca zalacca) Sebagai Adsorben Cr(IV) dengan metode bath dan Kolom. Kimia MIPA ITS Jurnal Sains Pomits.Vol.1, No.1 (2012) 1-6
- [2] Ahalya, N., Ramachandra, T.V., Kanamadi, R.D.2003.Biosorption of

- Heavy Metals. *Research Journal of Chemical and Environment*.7(4),71-79.
- [3] Danarto, YC. 2007. Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr (VI) Dengan Adsorben Pasir Yang Dilapisi Besi Oksida. *Jurnal Ekuilibrium* Vol 6 No. 2, Juli 2007, halaman: 65-70.
- [4] Darmansyah, Simparmin, G., Ardiana, L., Saputra, H. 2016. Mesopori MCM-41 Sebagai Adsorben: Kajian Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Limbah Cair Tapioka. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. Vol.11,No.1,Hlm 10-16, Juni 2016 ISSN 1412-5064.
- [5] 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
- [6] Estiaty, L.,M.2013. Keseimbangan dan Kinetika Adsorpsi Ion  $Cu^{2+}$  pada Zeolit-H.*Jurnal Riset Geologi-Tambang*.Vol.22,No.2,Juni 2013 (127-141).
- [7] Hidayati,B., Sunarno, Yenti, S., R. 2012. Studi Kinetika Adsorpsi Logam  $Cu^{2+}$  Menggunakan Zeolit Alam Teraktifasi. *Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau*.
- [8] Ho, Y., S., McKay, G. 1998. Acomparison Of Chemosrption Knnetic Models Applied To Pollutan Removal On Various Sorbent. *Institution of Chemical Engineer Journal*. Vol 76, Part B, Nopember 1998.
- [9] Ho, Y., S., McKay, G. 1999. Pseudo-second Order model for sorption processes. *Departement of Chemical Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology*. Elsevier. *Process Biochemistry* 34(1999) 451-465.
- [10] Irmawati, A., Ulfin, I. 2013. Pemanfaatan Biomasa Kulit Kacang Tanah Untuk Adsorpsi Kromium Dalam Larutan Berair Dengan Metode Kolom. *Jurusan Kimia FMIPA ITS*. Surabaya
- [11] Lagergren, S. 1898. Zur theorie der sogenanntten adsorption geloster stoffe. *Kungliga Svenska Vetens kapsaka demiens. Handlingar* 1898; 24(4):1-39
- [12] Mattel, C., L. 1951. Adsorption. Edisi 2, McGraw-Hill, Company Inc., New York
- [13] Setiaka,J.,Ulfin,I.,Widiastuti,N.2011. Adsorpsi Logam Cu(II) dalam Larutan Pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom. *Prisiding Skripsi Kimia MIPA ITS*
- [14] Zaini,H., Sami, M. 2015. Adsorpsi Logam Berat Cu (II) dalam Air Limbah dengan Sistem Kolom Menggunakan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah. *Prosiding”Inovasi Teknologi Proses dan Produk Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia”*. Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR. Bandung 19 Nopember 2015 hal 16-22.
- [15] 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