

**PEMBUATAN ADSORBEN DARI SEKAM PADI
SEBAGAI PENYERAP LOGAM BERAT TEMBAGA (Cu)
DAN TIMBAL (Pb) DALAM AIR LIMBAH**

**MANUFACTURING ADSORBENT FROM RICE HUSK
AS AN ABSORPTION FOR HEAVY METAL COPPER
(Cu) AND LEAD (Pb) IN WASTE WATER**

Abdul Halim¹, Jamalaily Romadon¹, Mustafa Yinal Achyar¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal,
Jl.Raya Kedoya Al-Kamal No. 02 Kebon Jeruk, Jakarta 11520, Email : halim@ista.ac.id

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal,
Jl.Raya Kedoya Al-Kamal No. 02 Kebon Jeruk, Jakarta 11520, Email : malramadan.jr@gmail.com

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal,
Jl.Raya Kedoya Al-Kamal No. 02 Kebon Jeruk, Jakarta 11520, Email : inal8708@gmail.com

ABSTRACT

Seiring dengan perkembangan industri yang semakin bertambah, maka semakin banyak pula limbah yang dihasilkan (hasil sampingan yang diproduksi sebagai limbah). Beberapa metode kimia maupun biologis telah dicoba untuk menghilangkan logam berat yang terdapat di dalam limbah, diantaranya adsorpsi. Salah satu adsorben dari alam yang menjanjikan untuk dimanfaatkan adalah sekam padi. Tahapan awal yang dilakukan adalah membuat karbon aktif dari sekam padi. Karbon yang telah teraktivasi ditimbang dengan variasi massa yaitu 0.5 g, 1 g dan 2 g kemudian dimasukkan kedalam 100 ml sampel air limbah yang telah diketahui konsentrasi Tembaga (Cu) dan Timbalnya (Pb). Kemudian campuran diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama variasi waktu pengadukan 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Adsorpsi optimum ion logam Cu dan Pb pada air limbah diperoleh pada massa adsorben 2 g waktu pengadukan 180 menit dengan efisiensi penyerapan masing-masing 98,63% dan 99,39% dan kapasitas adsorpsinya yaitu 0,3205 mg/g dan 0,1377 mg/g.

Kata kunci : Sekam padi, adsorben, pengolahan air limbah

ABSTRACT

Along with the development of the growing industry, more and more waste is produced (by-products produced as waste). Several chemical and biological methods have been tried to remove heavy metals contained in the waste, including adsorption. One of the adsorbents from nature that promises to be utilized is rice husk. The initial step is to make activated carbon from rice husks. Activated carbon was weighed with mass variations of 0.5 g, 1 g and 2 g and then added to 100 ml of wastewater samples with known concentrations of Copper (Cu) and Lead (Pb). Then the mixture was stirred using a magnetic stirrer for various stirring times of 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes. The optimum adsorption of Cu and Pb metal ions in wastewater was obtained at an adsorbent mass of 2 g with a stirring time of 180 minutes with an absorption efficiency of 98.63% and 99.39% respectively and the adsorption capacity of 0.3205 mg/g and 0.1377 mg. /g.

Keywords: rice husk, adsorbent, wastewater treatment

1. Pendahuluan

Perkembangan dalam bidang industri di Indonesia pada saat ini cukup pesat. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya industri pertambangan dan industri yang memproduksi berbagai jenis kebutuhan manusia seperti industri kertas, tekstil, penyamak kulit, dan sebagainya. Seiring dengan pertambahan industri tersebut, maka semakin banyak pula limbah (hasil sampingan yang diproduksi sebagai limbah). Salah satu limbah tersebut adalah logam berat yang dibuang sebagai limbah. Logam yang dimaksud adalah timbal (Pb), kromium (Cr), kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan sebagainya. Limbah ini akan menyebabkan pencemaran serius terhadap lingkungan jika kandungan logam berat yang terdapat di dalamnya melebihi ambang batas serta mempunyai sifat racun yang sangat berbahaya dan akan menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi di dalam tubuh (Nurhasni, *et al.*, 2014). Usaha-usaha pengendalian limbah ion logam belakangan ini semakin berkembang, yang mengarah pada upaya-upaya pencarian metode-metode baru yang murah, efektif, dan efisien (Junaedi, *et al.*, 2013).

Beberapa metode kimia maupun biologis telah dicoba untuk menghilangkan logam berat yang terdapat di dalam limbah, diantaranya adsorpsi, pertukaran ion (*ion exchange*), dan pemisahan dengan membran. Proses adsorpsi lebih banyak dipakai dalam industri karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu lebih ekonomis dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik. Adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Interaksi yang terjadi pada molekul adsorbat dengan permukaan kemungkinan diikuti lebih dari satu interaksi, tergantung pada struktur kimia masing-masing komponen (Nurhasni, *et al.*, 2014).

Penggunaan adsorben konvensional memerlukan biaya operasional dan regenerasi yang relatif lebih mahal. Adsorben konvensional yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah alumina, karbon aktif, silika gel, dan zeolit. Adsorben tersebut mempunyai kemampuan adsorpsi yang baik tetapi tidak ekonomis. Dewasa ini sedang digalakkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam, karena selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik, adsorben tersebut juga bersifat lebih ekonomis. Salah satu adsorben yang menjanjikan adalah limbah organik seperti limbah tanaman jagung, padi, pisang, dan lain-lain. Di antara beberapa limbah organik tersebut yang menarik adalah penggunaan sekam padi. Hal ini disebabkan sifat sekam padi yang rendah nilai gizinya, tahan terhadap pelapukan, memiliki kandungan abu yang tinggi, bersifat abrasif, menyerupai kandungan kayu, serta memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi (Junaedi, *et al.*, 2013).

1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses pembuatan adsorben dari sekam padi?
2. Bagaimana pengaruh massa dan waktu pengontakan sekam padi terhadap penyerapan Ion logam Cu dan Pb?
3. Bagaimana kompetisi antara dua Ion logam yaitu Cu dan Pb dalam proses adsorbsi?

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui proses pembuatan adsorben dari sekam padi
2. Untuk mengetahui pengaruh massa dan waktu pengontakan sekam padi terhadap penyerapan Ion logam Cu dan Pb
3. Untuk mengetahui kompetisi antara dua Ion logam yaitu Cu dan Pb dalam proses adsorbsi

2. Metodologi Penelitian

2.1 Cara kerja Penelitian

A. Pembuatan Karbon Dari Sekam Padi

Tahapan awal yang dilakukan adalah membuat karbon aktif dari sekam padi. Sekam padi terlebih dahulu dicuci untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel kemudian di jemur di bawah sinar matahari sampai kering. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam bahan agar mempermudah dalam melakukan proses selanjutnya. Setelah kering, sekam padi di arangkan dalam furnace pada suhu 250 °C selama 2,5 jam. Setelah itu sekam padi yang telah menjadi arang aktif dihaluskan dan diayak dengan ukuran 212 μm (Nurhasni, *et al.*, 2014).

B. Proses Aktivasi Karbon Secara Kimia

Sekam padi yang telah dihaluskan kemudian diaktivasi dengan cara direndam menggunakan 250 ml aktivator asam (HCl) 1 M selama 24 jam. Setelah itu arang disaring dengan menggunakan kertas saring untuk selanjutnya dibilas dengan aquadest sampai pH netral. Arang yang telah menjadi karbon aktif kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 3 jam pada suhu 110°C (Wardalia, 2016).

C. Pembuatan Larutan Standar Cu dan Pb

Dari standar induk 1000 ppm di buat standar Cu 50 ppm dengan cara dipipet 10 ml ke dalam labu 200 ml kemudian diencerkan hingga tanda batas dengan Matrix HCl 25%. Kemudian dari larutan standar 50 ppm dibuat deret standar Cu 5 ppm, 10 ppm dan 20 ppm. Dilakukan hal yang sama untuk pembuatan larutan standar Pb.

D. Uji Adsorpsi

Karbon yang telah teraktivasi ditimbang dengan variasi massa yaitu 0.5 g, 1 g dan 2 g kemudian dimasukkan kedalam 100 ml sampel air limbah yang telah diketahui konsentrasi Tembaga (Cu) dan Timbalnya (Pb). Kemudian campuran diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama variasi waktu pengadukan 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Selanjutnya disaring dan dipisahkan antara filtrat dengan residu. kemudian ditentukan kadar Cu dan Pb pada larutan hasil saringan (filtrat) dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA), lakukan hal yang sama dengan larutan campuran Cu dan Pb murni

E. Penentuan isoterm Langmuir dan Freundlich

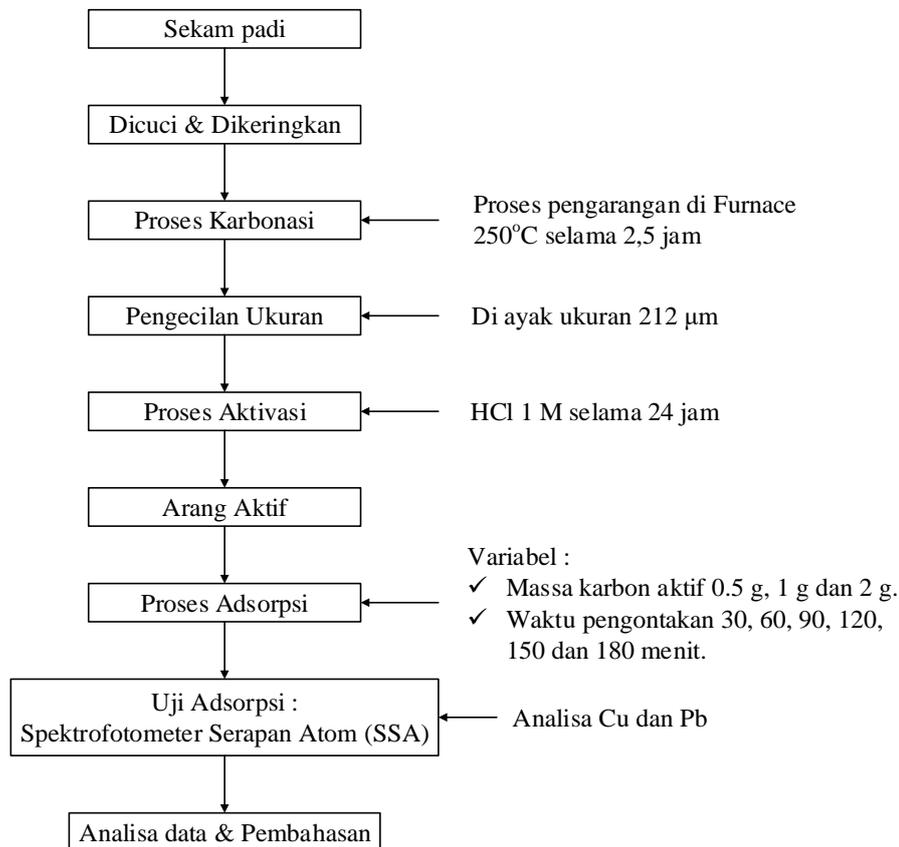
Menghubungkan antara konsentrasi akhir dan massa karbon aktif sekam padi untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dan menghubungkan C_e dan C_e/W untuk masing-masing jenis karbon sehingga didapatkan persamaan isoterm Langmuir sedangkan untuk mendapatkan persamaan isotherm Freundlich dengan cara dihubungkan $\log C_e$ dan $\log W$ untuk masing-masing jenis karbon (Putranto & Razif, 2005).

F. Variabel Penelitian

Proses penyerapan logam berat Cu dan Pb menggunakan adsorben karbon aktif dari sekam padi diamati melalui variable bebas maupun variable terikat yang telah ditentukan seperti dibawah ini :

1. Variabel bebas yaitu variabel yang memiliki variasi data untuk dibandingkan kondisinya. variable bebas yang digunakan antara lain :
 - a. Waktu pengadukan : 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit
 - b. Massa karbon aktif : 0.5 g, 1 g dan 2 g
2. Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi kondisinya oleh variabel bebas, antara lain
 - a. Konsentrasi logam Cu dan Pb
 - b. Daya serap atau Kapasitas adsorpsi

2.2 Bagan Alir Penelitian



2.3 Analisa Data

Efisiensi Penyerapan

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

E : Efisiensi Penyerapan (%)
 C₀ : Konsentrasi Awal (mg/L)
 C_e : Konsentrasi Akhir (mg/L)

Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif

$$W = \frac{C_0 - C_e}{m_{\text{karbon}}} \times V \quad (2)$$

Keterangan :

W : Kapasitas adsorpsi (mg/g)
 C₀ : Konsentrasi awal (mg/L)
 C_e : Konsentrasi akhir (mg/L)
 m_{karbon} : Massa karbon aktif (g)
 V : Volume adsorbat (L)

Isotherm Adsorpsi

Isoterm Langmuir

$$\frac{Ce}{W} = \frac{1}{b \times k} + \frac{1}{b} \times C \quad (3)$$

Keterangan :

$\frac{1}{b}$: slope

$\frac{1}{b \times k}$: intersep

Isoterm Freundlich

$$\frac{x}{m} = k \times c^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log c$$

Keterangan :

$$y = \log \frac{x}{m}$$

$$x = \log c$$

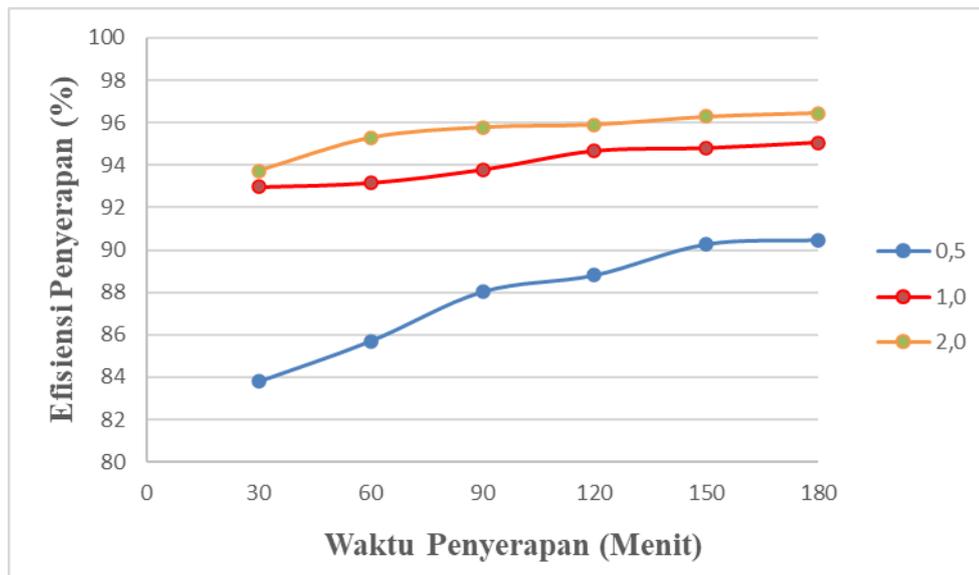
$$a = \log k \text{ (intersept)}$$

$$b = \frac{1}{n} \text{ (slope)} \quad (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

A. Kemampuan adsorpsi sekam padi terhadap ion logam Cu dan Pb dalam larutan campuran Cu dan Pb murni

Pada penentuan kadar ion logam Cu yang teradsorpsi, digunakan larutan campuran Cu dan Pb murni dengan konsentrasi ion logam Cu yaitu 11.444 ppm. Hasil pengukuran pengaruh massa arang sekam padi dan waktu pengadukan terhadap efisiensi penyerapan ion logam Cu dalam larutan campuran Cu dan Pb murni dapat



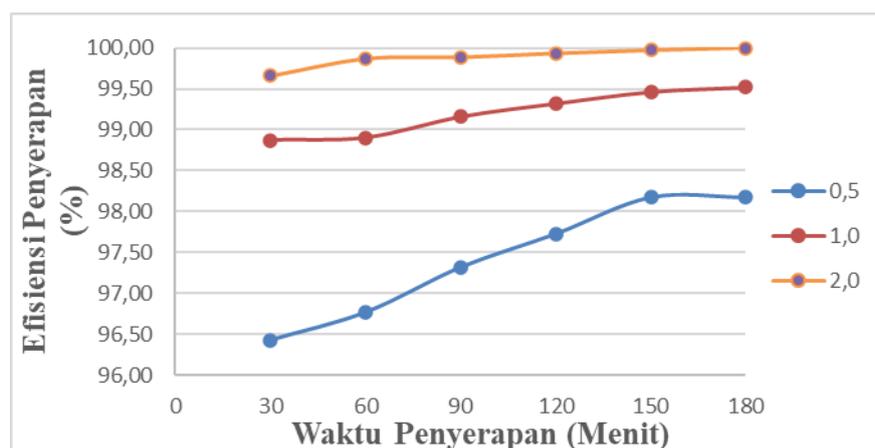
dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini :

Gambar 3.1 Grafik pengaruh massa adsorben dan waktu pengadukan terhadap Efisiensi Penyerapan ion logam Cu dalam larutan campuran Cu dan Pb murni

Dari gambar diatas terlihat bahwa pada massa arang sekam padi 0,5 g diperoleh efisiensi penyerapan untuk logam Cu paling besar dengan waktu pengadukan 180 menit yaitu 90,44 %. Ketika massa arang sekam padi dinaikkan menjadi 2 g maka diperoleh efisiensi penyerapan untuk logam Cu paling besar dengan waktu pengadukan 180 menit semakin meningkat menjadi 96,46%. Hal menunjukkan bahwa semakin banyak massa arang sekam padi yang digunakan, maka semakin besar efisiensi penyerapannya terhadap ion logam. Sedangkan semakin lama waktu pengadukan maka semakin besar pula efisiensi penyerapannya terhadap ion logam Cu dalam larutan campuran Cu dan Pb murni.

Bertambahnya massa arang sekam padi sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan arang sekam padi sehingga menyebabkan bertambahnya sisi aktif adsorpsi dan efisiensi penyerapannya pun meningkat sedangkan kapasitas penyerapannya menurun dengan bertambahnya massa adsorben. Hal ini diperkuat oleh (Barros *et al.*, 2012) yang menyatakan bahwa pada saat ada peningkatan massa adsorben, maka ada peningkatan presentase efisiensi penyerapan dan penurunan kapasitas penyerapan.

Pada penentuan kadar ion logam Pb yang teradsorpsi, digunakan larutan campuran Cu dan Pb murni dengan konsentrasi ion logam Pb yaitu 10,558 ppm. Hasil pengukuran pengaruh massa arang sekam padi dan waktu pengadukan terhadap efisiensi penyerapan ion logam Pb dalam larutan campuran Cu dan Pb murni dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini :

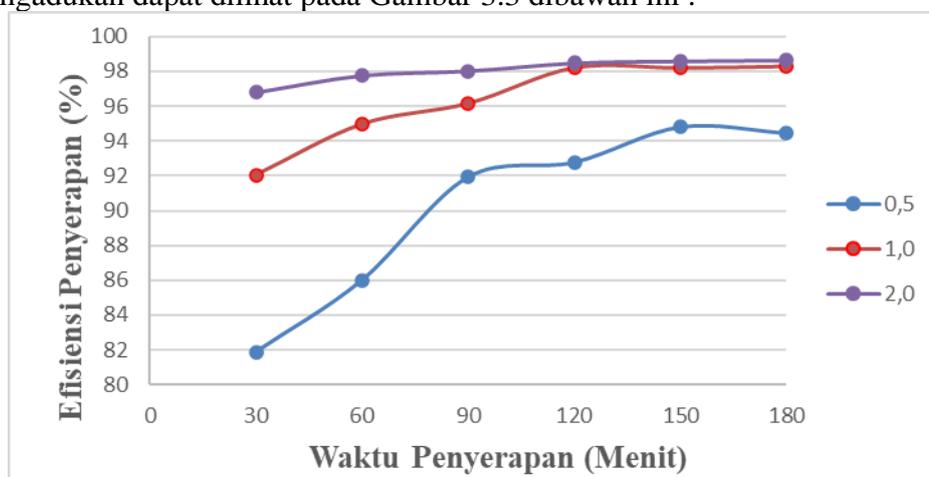


Gambar 3.2 Grafik pengaruh massa absorben dan waktu pengadukan terhadap Efisiensi Penyerapan ion logam Pb dalam larutan campuran Cu dan Pb murni

Dari gambar diatas terlihat bahwa pada massa arang sekam padi 0,5 g diperoleh efisiensi penyerapan untuk logam Pb paling besar dengan waktu pengadukan 180 menit yaitu 98,17 %. Ketika massa arang sekam padi dinaikkan menjadi 2 g maka diperoleh efisiensi penyerapan untuk logam Pb paling besar dengan waktu pengadukan 180 menit semakin meningkat menjadi 99,98%. Hal menunjukkan bahwa semakin banyak massa arang sekam padi yang digunakan, maka semakin besar efisiensi penyerapannya terhadap ion logam. Sedangkan semakin lama waktu pengadukan maka semakin besar pula efisiensi penyerapannya terhadap ion logam Pb dalam larutan campuran Cu dan Pb murni.

B. Kemampuan Adsorpsi Sekam Padi terhadap logam Cu dan Pb dalam Air Limbah

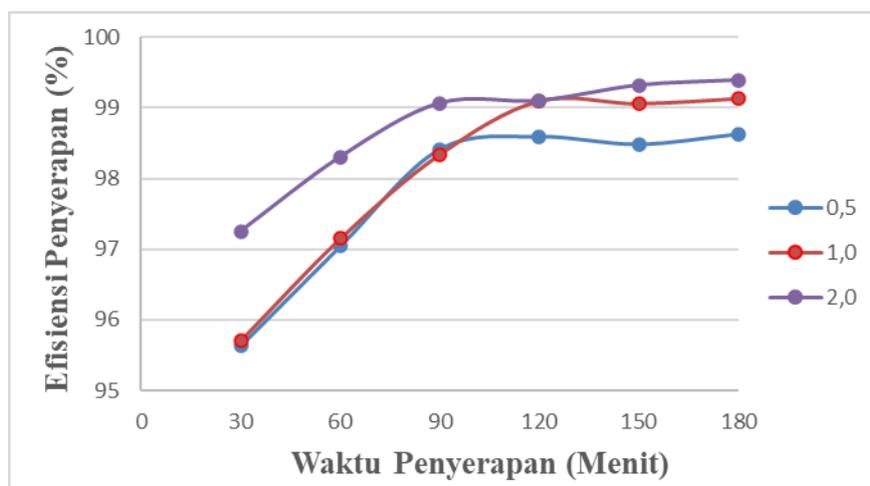
Pada penentuan kadar ion logam Cu yang teradsorpsi, digunakan Air Limbah dengan konsentrasi ion logam Cu yaitu 6,499 ppm. Dengan variabel massa dan waktu pengadukan dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini :



Gambar 3.3 Grafik pengaruh massa absorben dan waktu pengadukan terhadap Efisiensi Penyerapan ion logam Cu dalam air limbah

Dari gambar 3.3 menunjukkan bahwa semakin banyak massa arang sekam padi yang digunakan, maka semakin besar efisiensi penyerapannya terhadap ion logam sedangkan semakin lama waktu pengadukan maka efisiensi penyerapan ion logam Cu dalam air limbah juga semakin meningkat. Adapun pada waktu pengadukan 120, 150 dan 180 menit memiliki efisiensi penyerapan ion logam Cu yang relatif konstan pada massa 1 g dan 2 g. Pada massa arang sekam padi 0,5 g diperoleh efisiensi penyerapan untuk ion logam Cu sebesar 94,81% dengan waktu pengadukan 150 menit, dan pada waktu pengadukan 180 menit mengalami penurunan efisiensi penyerapan sebesar 94,46%. Hal ini di perkuat oleh (Nafi'ah, 2016) Semakin lama waktu interaksi, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan logam. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang terikat di dalam pori-pori arang aktif. Tetapi apabila adsorbennya sudah jenuh, waktu interaksi tidak lagi berpengaruh.

Pada penentuan kadar ion logam Pb yang teradsorpsi, digunakan Air Limbah dengan konsentrasi ion logam Pb yaitu 2,771 ppm, Dengan variabel massa dan waktu pengadukan dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini:



Gambar 3.4 Grafik pengaruh massa adsorben dan waktu pengadukan terhadap Efisiensi Penyerapan ion logam Pb dalam Air Limbah

Dari gambar 3.4 menunjukkan bahwa pada massa 0.5 g, 1 g dan 2 g memiliki efisiensi penyerapan ion logam Pb yang relatif konstan pada waktu pengadukan 180 menit dan diperoleh efisiensi penyerapan yang optimum sebesar 99,39% pada dosis arang sekam padi sebanyak 2 g. Hal ini ditunjukkan bahwa semakin banyak massa arang sekam padi yang digunakan, maka semakin besar efisiensi penyerapannya terhadap ion logam. Sedangkan semakin lama waktu pengadukan maka efisiensi penyerapan ion logam Pb dalam air limbah juga semakin meningkat.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan karbon aktif dari sekam padi sebagai adsorben untuk menyerap logam berat Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) dapat disimpulkan bahwa adsorpsi optimum ion logam Cu dan Pb pada air limbah diperoleh pada massa adsorben 2 g waktu pengadukan 180 menit dengan efisiensi penyerapan masing-masing 98,63% dan 99,39% dan kapasitas adsorpsinya yaitu 0,3205 mg/g dan 0,1377 mg/g. Adsorpsi arang sekam padi terhadap ion logam Cu dan Pb berlangsung pada banyak lapisan (multilayer) dengan mengikuti persamaan isoterm Freundlich.

5. Daftar Pustaka

- Alfiany, H., Bahri, S., dan Nurakhirawati. (2013) 'Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam', *Jurnal Natural Science*, 2(3), pp. 75–86.
- Arif, A. R. (2014) *Adsorpsi Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (Pangium edule) Terhadap Penurunan Fenol*. Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin.
- Apriliani, A. (2014) *Pemanfaatan arang ampas tebu sebagai adsorben ion logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam air Limbah*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Asyar, Rayandra., M. Saleh Arif., M. Rusdi., 2013, *Diversifikasi Pemanfaatan Padi Sebagai Adsorben β -karoten pada Pemurnian Minyak Sawit Mentah*. Skripsi., Jambi: Universitas Jambi.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika 2*. Jakarta : Erlangga.

- Barros, J.L.M., Maedo G.R., Duarte M.M.L., Silva E.P and Lobato. 2012. *Biosorption Cadmium Using The Fungus Asprgillus niger*. *Braz J Chem* 20:1-17.
- Baryatik, P. (2016) *Pemanfaatan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben logam Kromium (Cr) pada limbah cair Batik*. Universitas Jember.
- Handayani, M. and Sulistiyono, E. (2014) 'Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) Oleh Zeolit', *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, pp. 130–136.
- Harsono, Heru., 2012, Pembuatan Silika Amorfi dari Limbah Sekam Padi, *Jurnal Ilmu Dasar.*, 2(3): 98-103.
- Junaedi, N. F., Maricar, F. and Mary Selintung (2013) *Pemanfaatan arang sekam padi sebagai adsorben untuk menurunkan ion logam berat dalam air limbah timbal (Pb)*. Universitas Hasanuddin.
- Nafi'ah, R. (2016) 'Kinetika Adsorpsi Pb (II) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut Siwalan', *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, I(2), pp. 28–37.
- Nurhasni, Hendrawati and Saniyyah, N. (2014) 'Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah', *Valensi*, 4(1), pp. 36–44.
- Putranto, A. D. & Razif, M., 2015. Pemanfaatan Kulit Biji Mete Untuk Arang Aktif Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Parameter Phenol. *Jurnal Purifikasi*, pp. 37-42.
- Rahmi, R. and Sajidah (2017) 'Pemanfaatan adsorben alami (Biosorben) untuk mengurangi kadar Timbal (Pb) dalam limbah cair', *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017*, (978-602-60401-3-8), pp. 271–279.
- Setyaningtyas *et al.* (2013) 'Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Kadmium (II) dalam Pelarut Air', *Majalah Kimia*, pp. 33–41.
- Sunarya, Asri Ismayati., 2015, Biosorpsi Cd (II) dan Pb (II) Menggunakan Kulit Jeruk Siam (*Citrus reticulata*). Skripsi., Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Syauqiah, I., Amalia, M. and Kartini, H. A. (2011) 'Analisis variasi waktu dan kecepatan pengaduk pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang aktif', *Info Teknik*, 12(1), pp. 11–20.
- Wardalia (2016) 'Karakterisasi pembuatan adsorben dari sekam padi sebagai pengadsorp logam timbal pada limbah cair', 6(2), pp. 83–88.