

PEMANFAATAN DAUN NANAS (*Ananas Comosus*) KOMBINASI BONGGOL JAGUNG (*Zea Mays L*) SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM Cu MENGGUNAKAN METODE KOLOM

Siti Dwi Indah Palupi^{1*}, Budi Utami²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36 Kentingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia 57126

* Untuk korespondensi: Indahpalupi98@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) kemampuan adsorben daun nanas kombinasi bonggol jagung sebagai adsorben ion logam Cu, (2) rasio adsorben daun nanas dan bonggol jagung teraktivasi yang efisien digunakan sebagai adsorben untuk ion logam tembaga dan besar efisiensi penjerapan berdasarkan rasio tersebut, (3) frekuensi elusi elusi adsorben daun nanas dan bonggol jagung teraktivasi yang efisien digunakan sebagai adsorben ion logam tembaga dan besar efisiensi penjerapan berdasarkan frekuensi elusi tersebut.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pembuatan adsorben dari daun nanas dan bonggol jagung yang diaktivasi dengan larutan HNO₃ 0,5 M. Elusi kombinasi adsorben daun nanas teraktivasi dan adsorben bonggol jagung teraktivasi dengan larutan limbah simulasi larutan ion logam Cu berdasarkan variasi rasio adsorben 1:1, 2:1, dan 1:2 serta variasi frekuensi elusi 1,2, dan 3 kali. Masing-masing variasi kombinasi dikontakkan dengan 12,5 mL larutan artifisial ion Cu dengan konsentrasi 8 mg/L di dalam sebuah coloumn adsorbent dengan frekuensi elusi hingga tiga kali. Karakterisasi adsorben sebelum dan setelah aktivasi dilakukan dengan uji (*Fourier Transform Infra Red*) FTIR. Analisis kadar Cu dalam larutan hasil adsorpsi dilakukan dengan uji Atomic Adsorption Spectrophotometry (AAS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) kombinasi adsorben daun nanas dan bonggol jagung teraktivasi HNO₃ 0,5 M memiliki kemampuan dalam mengadsorpsi ion logam Cu. (2) rasio kombinasi adsorben dari daun nanas dan bonggol jagung yang paling baik untuk mengadsorpsi ion logam Cu adalah pada rasio massa 2: 1 dengan efisiensi penjerapan yang optimum sebesar 92,20% . (3) frekuensi elusi adsorben daun nanas dan bonggol jagung teraktivasi yang efisien digunakan sebagai bioadsorben ion tembaga adalah 3 kali dengan efisiensi penjerapan yang optimum sebesar 92,20% pada rasio kombinasi adsorben 2: 1.

Kata Kunci: adsorpsi, ion tembaga, daun nanas, bonggol jagung, metode kolom.

ABSTRACT

This study aims to determine: (1) the ability of pineapple leaf adsorbent in combination of corncob as Cu metal ion adsorbent, (2) the ratio of pineapple leaf adsorbent and activated corn cobs which is efficiently used as an adsorbent for copper metal ions and large absorption efficiency based on this ratio, (3) the elution frequency of the adsorbent of pineapple leaves and activated corn hams which is efficiently used as copper metal ion adsorbent and the efficiency of adsorption based on the elution frequency.

This research is using experimental method. Making adsorbents from pineapple leaves and corncobs activated with 0.5 M HNO₃ solution. Elution combination of activated pineapple leaf adsorbents and activated corn hump adsorbents with simulated waste solutions of Cu metal ion solution based on variations in the adsorbent ratio 1: 1, 2: 1, and 1: 2 and variation of the elution frequency 1,2, and 3 times. Each variation of the combination was contacted with 12.5 mL of artificial Cu ion solution with a concentration of 8 mg/L in an adsorbent column with elution frequency up to three times. The adsorbent characterization before and after activation

was carried out by FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) test. Analysis of Cu levels in the adsorption solution was carried out with the *Atomic Adsorption Spectrophotometry* (AAS) test.

The results showed that: (1) the combination of pineapple leaf adsorbent and HNO₃ 0,5 M activated corn hump had the ability to adsorb Cu metal ions. (2) the best ratio of adsorbent combination from pineapple leaves and corncobs to adsorb Cu metal ions is at a mass ratio of 2: 1 with an optimum adsorption efficiency of 92.20%. (3) the elution frequency of pineapple leaf adsorbent and activated corn hams which is efficiently used as copper ion bioadsorbent is 3 times with an optimum adsorption efficiency of 92.20% at a ratio of 2: 1 adsorbent combination.

Keywords: adsorption, copper ions, pineapple leaves, corncobs, column method

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat utama bagi kehidupan manusia, oleh karena itu jika kebutuhan air belum terpenuhi baik secara kuantitas maupun kualitas, maka akan menimbulkan dampak yang besar terhadap kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat.

Permasalahan yang sering dihadapi berkaitan dengan sumber air yaitu kebutuhan akan air yang terus bertambah namun kualitas air yang semakin menurun setiap tahunnya. Semakin banyak sektor industri yang ada di Indonesia dalam berbagai bidang, hal ini menyebabkan meningkatnya jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan. Pembuangan limbah tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, misalnya pengurangan nilai estetika lingkungan yang berhubungan dengan perubahan warna, bau, dan rasa air. Lingkungan yang tercemar seringkali menimbulkan dampak yang buruk bagi makhluk hidup yang ada di sekitarnya seperti, manusia, hewan dan tumbuhan. Logam berat merupakan salah satu penyebab lingkungan tercemar [1]. Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat selain timbal (Pb), merkuri (Hg), Chrome (Cr), dan seng (Zn) yang

dapat mencemari lingkungan perairan. (Patnaik, 2003). Pencemaran logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia, tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan [2]. Untuk mengatasi pencemaran logam berat di lingkungan, sudah banyak dilakukan penelitian tentang metode yang efisien untuk mengurangi sedikit kandungan logam berat dalam limbah cair yang akan dibuang ke lingkungan perairan. Metode yang lebih efektif dan efisien, preparasi yang mudah dan pembiayaan yang relatif murah dibanding metode yang sebelumnya yaitu metode adsorpsi. Terdapat banyak biomassa yang digunakan sebagai adsorben, salah satunya adalah daun nanas dan bonggol jagung.

Kandungan selulosa dalam daun nanas (*Ananas Comosus*) sebesar 69,6-71% [3]. Sedangkan bonggol jagung sendiri memiliki kandungan selulosa sebesar 41% [4]. Karena kandungan selulosa yang tinggi tersebut maka keduanya memiliki potensi sebagai adsorben.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium. Sampel

yang digunakan pada penelitian ini adalah daun nanas dan bonggol jagung yang diperoleh dari Kecamatan Sumbang, Purwokerto, Jawa Tengah. Sedangkan ion logam Cu yang digunakan adalah larutan artifisial simulasi yang dibuat dari larutan Cu 1000 mg/L yang diperoleh dari Sub Laboratorium Kimia UNS. Proses pembuatan adsorben daun nanas dimulai dengan mencuci daun nanas yang diperoleh dengan air hingga bersih dan mengeringkannya di oven dengan suhu 105°C selama 3 jam [1]. Daun nanas yang telah kering ini lalu dihaluskan dengan mesin penggiling dan diayak dengan ayakan berukuran 80 mesh. Serbuk daun nanas yang berukuran 80 mesh tersebut kemudian direndam dengan larutan HNO₃ 0,5 M selama 24 jam. Setelah itu disaring dan dicuci dengan aquades hingga pH-nya netral. Langkah terakhir adalah mengoven adsorben daun nanas yang telah teraktivasi pada suhu 100°C selama 2 jam [1]. Proses pembuatan adsorben bonggol jagung juga dimulai dengan mencuci bonggol jagung yang diperoleh dengan air hingga bersih dan mengeringkannya dibawah sinar matahari. Selanjutnya dihaluskan dengan mesin penggiling dan diayak dengan ayakan berukuran 80 mesh. Serbuk bonggol jagung yang berukuran 80 mesh ini telah dapat dikatakan sebagai adsorben. Namun demikian, untuk meningkatkan kinerja adsorpsinya maka adsorben bonggol jagung ini perlu diaktivasi. Aktivasi ini bertujuan untuk memperbesar ukuran pori-pori pada permukaan adsorben sehingga kapasitas adsorpsi dari adsorben yang dihasilkan menjadi lebih besar.

Proses aktivasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah aktivasi kimia yakni dengan cara merendam adsorben bonggol jagung selama 24 jam dalam larutan HNO₃ 0,5 M. Langkah berikutnya adalah menyaring adsorben dan mencucinya dengan aquades hingga pH-nya netral, kemudian adsorben dikeringkan di dalam oven bersuhu 105°C selama 5 jam [5]. Adsorben yang telah diperoleh kemudian diuji FTIR untuk mengidentifikasi secara kualitatif keberadaan gugus-gugus fungsional utama yang terdapat di dalam adsorben kulit daun nanas dan bonggol jagung pada saat sebelum dan setelah proses aktivasi. Metode adsorpsi yang digunakan pada penelitian ini adalah adsorpsi kolom (column adsorbent). Pada sistem kolom, larutan selalu dikontakkan dengan adsorben sehingga adsorben dapat mengadsorpsi dengan optimal sampai kondisi jenuh. Kondisi jenuh tersebut adalah suatu kondisi saat konsentrasi effluen (larutan yang keluar) mendekati konsentrasi influen (larutan awal). Oleh karena itu, sistem kolom ini lebih menguntungkan karena pada umumnya memiliki kapasitas lebih besar dibandingkan dengan sistem batch, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi dalam skala besar [6]. Pada penelitian ini, variasi massa adsorben yang dikombinasikan adalah 1:2 , 2:1 , dan 1:1 dari massa total kombinasi sebesar 6 gr. Pada setiap kombinasi massa adsorben, dilakukan empat kali elusi. Dimana tiap elusinya mengalirkan 12,5 mL larutan artifisial Cu dengan konsentrasi 8 ppm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektra hasil karakterisasi FTIR pada adsorben kulit kacang dan bonggol jagung sebelum dan setelah aktivasi terlampir pada lampiran dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Larutan yang telah melalui kolom ditampung dengan gelas beker dan dianalisis konsentrasinya menggunakan AAS, dengan variasi konsentrasi larutan

standar Cu sebesar 0; 0,5; 1; 2; 3; dan 4 ppm. Kondisi optimum dari proses adsorpsi ini dapat dilihat dari presentase hasil penyerapan menggunakan rumus [7] :

$$\% \text{ efisiensi penyerapan} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

Keterangan:

C_o = konsentrasi awal (mg/L)

C_e = konsentrasi larutan (mg/L)

C_o - C_e = konsentrasi teradsorpsi (mg/L)

Tabel 1. Perbedaan spektra FTIR pada adsorben daun nanas sebelum dan sesudah aktivasi

Sebelum Aktivasi		Setelah Aktivasi	
Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
3397,76	Vibrasi ulur gugus -OH	3415,12	Vibrasi ulur gugus -OH
2923,25	Vibrasi ulur C-H gugus alkil	2921,32	Vibrasi ulur C-H gugus alkil
1378,2	Vibrasi tekuk C-H gugus alkil	1372,41	Vibrasi tekuk C-H gugus alkil
1621,24	Vibrasi ulur C-C gugus alkil	1642,46 dan 1430,28	Vibrasi ulur C-C gugus alkil
1324,19–1049,32	Vibrasi tekuk gugus C-O (eter)	1325,15–1050,29	Vibrasi tekuk gugus C-O (eter)

Tabel 2. Perbedaan spektra FTIR pada adsorben bonggol jagung sebelum dan sesudah aktivasi

Sebelum Aktivasi		Setelah Aktivasi	
Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
3397,76	Vibrasi ulur gugus -OH	3415,12	Vibrasi ulur gugus -OH
2923,25	Vibrasi ulur C-H gugus alkil	2921,32	Vibrasi ulur C-H gugus alkil
1378,2	Vibrasi tekuk C-H gugus alkil	1372,41	Vibrasi tekuk C-H gugus alkil
1621,24	Vibrasi ulur C-C gugus alkil	1642,46 dan 1430,28	Vibrasi ulur C-C gugus alkil
1324,19–1049,32	Vibrasi tekuk gugus C-O (eter)	1325,15–1050,29	Vibrasi tekuk gugus C-O (eter)

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan 2 diperoleh hasil bahwa gugus fungsi yang terdapat pada adsorben daun nanas dan bonggol jagung sebelum dan setelah aktivasi adalah sama. Akan tetapi, spektra

IR untuk setiap gugus fungsi pada adsorben daun nanas dan bonggol jagung teraktivasi mengalami sedikit pergeseran bilangan gelombang.

Bilangan gelombang menunjukkan serapan vibrasi dari sebuah gugus fungsi, yang hubungannya berbanding terbalik dengan massa atau kuantitas atom yang bervibrasi. Saat terjadi penurunan bilangan gelombang maka hal ini menunjukkan serapan vibrasi dari gugus tersebut berkurang. Artinya, massa atau kuantitas dari gugus tersebut semakin banyak [8].

Menurut persamaan plank, bahwa energi berbanding terbalik dengan besar bilangan gelombang, maka gugus fungsi masing-masing adsorben sebelum dan sesudah aktivasi karena terjadi penurunan

bilangan gelombang sehingga energi berubah menjadi lebih besar. Ini juga sejalan dengan semakin banyaknya kuantitas gugus fungsi adsorben yang menyebabkan struktur permukaannya semakin luas.

Penurunan dan kenaikan massa gugus fungsi dari masing-masing adsorben relatif sedikit dan tidak signifikan, hal ini dilihat dari penurunan bilangan gelombang yang tidak terlalu besar sehingga tidak mempengaruhi proses adsorpsi.

Hasil pengukuran *Spektrofotometri Serapan Atom* (SSA) terhadap sampel-sampel hasil elusi memberikan data sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan Konsentrasi Ion Cu yang Teradsorpsi Pada Variasi Rasio dan Frekuensi Elusi

Rasio Daun Nanas dan Jagung	Adsorben Tanah Bonggol	C_{Akhir} (mg/L)			$C_{\text{teradsorp}}$ (mg/L)		
		Elusi Ke-1	Elusi Ke-2	Elusi Ke-3	Elusi Ke-1	Elusi Ke-2	Elusi Ke-3
1:1		1,6061	4,9834	5,4129	6,4984	3,1211	2,6916
2:1		1,6085	1,7560	0,6314	6,496	6,3485	7,4731
1:2		0,2009	0,6208	3,5025	7,9036	7,4837	4,602

Berdasarkan data Tabel 3 yang dimasukkan pada persamaan (1), maka dapat diperoleh data sebagaimana pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Presentase Hasil Penyerapan Ion Cu yang Teradsorpsi

Rasio Adsorben Daun Nanas Tanah dan Bonggol Jagung	% efesiensi penyerapan		
	Elusi Ke-1	Elusi Ke-2	Elusi Ke-3
1:1	80,1826	38,5107	33,2111
2:1	80,1530	78,3333	92,2092
1:2	97,5211	92,3400	56,7832

Menurut hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata persentase logam yang terserap untuk rasio adsorben daun nanas dengan bonggol jagung 1:1 adalah 50,6348%, rasio adsorben daun nanas dengan bonggol jagung 2:1 adalah 83,5651% dan rasio adsorben daun nanas dengan bonggol jagung 1:2 adalah 82,2147%. Dari data tersebut dapat terlihat bahwa yang memiliki efektifitas besar sebagai bahan penyerap adalah pada perbandingan 2:1. Hal ini dapat dikatakan adsorben daun nanas lebih optimum menyerap ion logam tembaga dari pada adsorben bonggol jagung.

Peningkatan efektifitas serapan paling tinggi terjadi pada elusi ketiga dalam rasio adsorben 2:1. Pada sistem kolom larutan selalu dikontakkan dengan adsorben sehingga adsorben dapat mengadsorpsi dengan optimal sampai kondisi jenuh yaitu pada saat konsentrasi

effluen (larutan yang keluar) mendekati konsentrasi influen (larutan awal) [9]. Adsorpsi menggunakan metode ini akan memberikan hasil adsorpsi yang lebih tinggi pada frekuensi elusi pertama yang selanjutnya akan mengalami penurunan hingga kondisi adsorben jenuh yang ditandai dengan konsentrasi effluen mendekati konsentrasasi influen. Namun demikian, berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa adsorpsi yang terjadi pada elusi pertama bukanlah adsorpsi maksimum. Hal ini dapat terjadi karena proses adsorpsi yang berlangsung pada bagian permukaan adalah heterogen, dimana tidak semua permukaan adsorben mempunyai daya adsorpsi. Hal ini berkaitan dengan ciri-ciri adsorpsi secara fisika. Proses adsorpsi fisika terjadi karena adanya interaksi antara adsorben dengan adsorbat yang melibatkan gaya-gaya antar molekul seperti gaya van der waals [10].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben daun nanas memiliki efektifitas yang lebih besar dari pada adsorben bonggol jagung, hal ini dimungkinkan karena jumlah selulosa yang terkandung dalam daun nanas yang digunakan lebih besar dari pada jumlah selulosa yang terkandung pada bonggol jagung.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah kombinasi daun nanas dan bonggol jagung dapat digunakan sebagai adsorben ion logam tembaga. Rasio adsorben dan frekuensi elusi optimum terhadap adsorpsi ion logam tembaga oleh adsorben daun nanas kombinasi bonggol jagung menggunakan metode kolom adalah 2:1 pada adsorpsi ketiga. Frekuensi elusi adsorben daun nanas dan bonggol jagung teraktivasi yang efisien digunakan sebagai bioadsorben ion tembaga adalah 3 kali dengan efisiensi penjerapan yang optimum sebesar 92,20% pada rasio kombinasi adsorben 2: 1.

UCAPAN TERIMAKASIH

Semua pihak yang memberikan kontribusi pada penelitian yang dilakukan dituliskan pada bagian ini.

DAFTAR RUJUKAN

[1] Desinyata, Y.K, Indah M.Y dan Wibowo N.J. (2018). *Kemampuan Selulosa Daun Mahkota Nanas (Ananas comosus) Sebagai Bioadsorben Logam Tembaga (Cu)*. Fakultas

Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta: Yogyakarta. *Biota* Vol. 3 (2): 70-78, Juni 2018 ISSN 2527-323X

[2] Widowati dan Wahyu. (2008). *Efek Toksik Logam*. ANDI, Yogyakarta.

[3] Handayani, A.W. (2010). *Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II)*. Surakarta: Skripsi UNS

[4] Shofiyanto, M. Edy. (2008). *Hidrolisa Tongkol Jagung oleh Bakteri Selulolitik Untuk Produksi Bioetanol Dalam Kultur Campuran*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor

Abia, A.A. & Igwe, J.C. (2005). *Sorption Kinetics and Intraparticulate Diffusivities of Cd, Pb, and Zn Ions on Maize Cob*. *African Journal of Biotechnology*, 4 (6), 509-512.

[6] Setiaka, J., Ulfen, I., & Widiastuti, N. (2010/2011). *Adsorpsi Ion Logam Cu (II) dalam Larutan Pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom*. Prosiding Skripsi Semester Genap 2010/2011, FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[7] Priadi, C.R., Anita, A., Sari, P.N., & Moersidik, S.S. (2014). *Adsorpsi Logam Seng dan Timbal pada Limbah Cair Industri Keramik oleh Limbah Tanah Liat*. *J.Reaktor*, 15 (1), 10-19.

- [8] Sastrohamidjojo, H. (2001). *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta : Liberty.
- [9] Karthikeyan, G., Anbalagan, K., Andal, N.M., (2004), *Adsorption Dynamics and equilibrium Studies of Zn(II) onto Chitosan*. Indian J. Chem. Sci.,116 (2), 119-127.
- [10] Martell, A. E., & Hancock, R.D. (1996). *Metal Complexes in Aqueose Solution*. Plenum Press. New York.

TANYA JAWAB

PEMAKALAH : Siti Indah Palupi

PENANYA : Irma

PERTANYAAN :

Kenapa logam Cu yang di absorpsi?
Apakah bisa di gunakan untuk logam lain?

JAWABAN :

Alasan logam Cu yang di absorben berdasarkan literasi sebelumnya dimanfaatkan untuk absorben logam lain, sehingga didi coba untuk logam Cu, absorben ini dapat digunakan untuk logam lain karena kandungan selulosanya cukup tinggi

PENANYA : Budi Hastuti

PERTANYAAN :

kenapa di kombinasikan, tujuannya dan karakterisasinya seperti apa?

JAWABAN :

Pemanfaatan bonggol jagung dan daun nanas karena di tempat tinggal saya sering terbuang sehingga saya memiliki ide untuk memanfaatkannya, tujuannya untuk melihat efektivitas dan dapat dilihat selulosanya. Karakterisasi menggunakan FTIR dan dilihat terdapat pergeseran gelombang