

# PENURUNAN KONSENTRASI $\text{Cu}^{2+}$ OLEH KULIT KACANG KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) DARI LIMBAH PEMBUATAN TEMPE

I Nyoman Sukarta

Jurusan Analis Kimia, FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha

Email: [invomansukarta@yahoo.co.id](mailto:invomansukarta@yahoo.co.id)

**Abstrak:** Telah dilakukan penelitian bertujuan yang bertujuan untuk 1) mengetahui efisiensi adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dari limbah tempe. 2) mengetahui karakteristik adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dari limbah tempe, dan 3) mengetahui daya adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dari limbah tempe. Subjek dalam penelitian ini adalah kulit kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang diperoleh dari industri pembuatan tempe di daerah Kampung Tinggi Singaraja. Kulit kacang kedelai diperoleh pada saat pencucian kacang kedelai dalam proses pembuatan tempe. Sedangkan objek penelitian ini adalah (1) efisiensi adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai, (2) karakteristik adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai, dan (3) daya adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai. Konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  sebelum dan sesudah penjerapan, di ukur konsentrasinya dengan Spektrofotometer serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi teradsorpsi terbesar adalah pada konsentrasi awal 8,9524 ppm yaitu teradsorpsi sebanyak 8,2381 ppm (92,02%). Adapun persentase teradsorpsi terkecil ada pada konsentrasi 58,0952 ppm (76,76%). Karakteristik adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai memenuhi pola isoterm adsorpsi Langmuir, namun tidak memenuhi pola isoterm adsorpsi Freundlich. Daya adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dalam penelitian ini adalah sebesar 2,9 mg/g adsorben.

**Kata-kata kunci:** kulit kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill), ion  $\text{Cu}^{2+}$ , adsorpsi.

**Abstract:** This study aims to 1) find out the efficiency of  $\text{Cu}^{2+}$  ion adsorption by the skin of soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) from waste of tempeh. 2) know the characteristics of  $\text{Cu}^{2+}$  ion adsorption by the skin of soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) from waste of tempeh, and 3) know the power of the maximum adsorption of  $\text{Cu}^{2+}$  ions by the skin of soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill) from waste of tempeh. Subjects in this study is the skin of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) obtained from the manufacturing industry in the area of Kampung tinggi Singaraja. Soya bean skin obtained during washing soybeans in the process of making tempeh. While the object of this study were (1) the efficiency of  $\text{Cu}^{2+}$  ion adsorption by the skin of soybean powder, (2) adsorption characteristics of  $\text{Cu}^{2+}$  ions by the skin of soybean powder, and (3) the maximum adsorption of  $\text{Cu}^{2+}$  ions by the skin of soybean powder.  $\text{Cu}^{2+}$  ion concentration before and after adsorption, the measured concentration with the Atomic Adsorption Spectrophotometer. The results showed that the greatest efficiency is adsorbed on the initial concentration of 8.9524 ppm is adsorbed as much as 8.2381 ppm (92.02%). The smallest percentage adsorbed on the concentration of 58.0952 ppm (76.76%). Characteristics of  $\text{Cu}^{2+}$  ion adsorption by the skin of soybeans to meet the pattern of the Langmuir adsorption isotherm, but did not meet the pattern of Freundlich adsorption isotherms. The maximum adsorption power of  $\text{Cu}^{2+}$  ions by the skin of soybeans in this study were of 2.9 mg/g adsorbent.

**Keywords:** skin soybean (*Glycine max* (L.) Merrill),  $\text{Cu}^{2+}$  ions, adsorption.

## PENDAHULUAN

Limbah cair sebagai hasil samping dari industri sering menimbulkan permasalahan bagi lingkungan (Krim dkk. 2006). Limbah cair tersebut mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berupa logam-logam berat

yang keberadaannya dalam perairan dapat menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses-proses biologi didalamnya serta dapat mengganggu estetika badan perairan akibat munculnya bau busuk. Pencemaran air oleh logam-logam berat dapat berasal

dari proses-proses industri seperti industri metalurgi, industri penyamakan kulit, industri pembuatan fungisida, industri cat dan zat warna tekstil (Baroto, 2006). Zat pencemar berupa logam-logam berat merupakan masalah yang lebih serius dibandingkan dengan polutan organik karena ion-ion logam merupakan racun bagi organisme serta sangat sulit diuraikan secara biologis maupun kimia.

Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal/timah hitam (Pb), arsen (As), tembaga (Cu), kadmium (Cd), khrom (Cr), dan nikel (Ni). Logam-logam berat tersebut diketahui dapat terkumpul di dalam tubuh organisme, dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi (Palar, 1994).

Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang banyak dimanfaatkan dalam industri, terutama dalam industri lapis listrik (*electroplating*) dan industri logam (*alloy*). Keberadaan tembaga dalam jumlah kecil sangat berguna bagi makhluk hidup karena merupakan logam berat esensial, tetapi dalam jumlah besar (lebih dari 2,5 mg/kg berat tubuh orang dewasa dan 0,05 mg/kg berat tubuh untuk anak-anak dan bayi) (Palar, 1994), dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan karena sifatnya yang toksik. Ion logam tembaga dapat terakumulasi di otak, jaringan kulit, hati, pankreas dan miokardium. Dengan demikian penanganan limbah logam Cu harus dilakukan.

Usaha-usaha yang telah dilakukan untuk mengurangi kadar pencemar pada perairan biasanya dilakukan melalui kombinasi biologi, fisika dan kimia. Pada proses fisika, dilakukan dengan mengalirkan air yang tercemar ke dalam bak penampung yang telah diisi campuran pasir, kerikil serta ijuk. Hal ini lebih ditujukan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran-kotoran kasar

dan penyisihan lumpur. Pada proses kimia, dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan kimia untuk mengendapkan zat pencemar misalnya persenyawaan karbonat (Sutrisno, 2002). Pengurangan zat pencemar secara kimia juga sering dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan yang dapat menjerap zat-zat pencemar seperti karbon aktif, biomassa sel dan lempung. Lempung dapat digunakan sebagai adsorben untuk menjerap senyawa fosfat dari air limbah (Masduqi, 2004). Sementara itu, Kundari (2008) melaporkan bahwa zeolit digunakan untuk menjerap tembaga (Cu) dari limbah pencuci *Printed Circuit Board* (PCB). Beberapa bahan lain yang telah digunakan sebagai penjerap adalah karbon aktif, lempung dan batu cadas. Namun, bahan-bahan tersebut relatif sulit diperoleh dan karbon aktif mempunyai harga yang cukup mahal. Oleh karena itu, penelusuran terhadap material baru yang lebih murah, mudah didapat serta mempunyai adsorpsi besar sangat perlu diupayakan.

Kulit kacang kedelai dari limbah tempe berpotensi digunakan sebagai adsorben ion ( $\text{Cu}^{2+}$ ). Pemanfaatan kulit kacang kedelai dari limbah tempe ini sebagai penjerap karena tempe mengandung protein dan karbohidrat. Karbohidrat merupakan polihidroksil-aldehida atau polihidroksil-ke-ton. Karbohidrat mengandung gugus fungsi karbonil (sebagai aldehyd atau keton) serta mengandung banyak gugus hidroksil, dan protein yang terkandung dalam kedelai seperti asam amino arginin, metionin, glycin juga memiliki sisi-sisi aktif seperti gugus hidroksil, gugus karboksil, gugus amino dan sulfidril. Gugus-gugus aktif ini dapat mengikat ion-ion logam ataupun senyawa lainnya, logam-logam berbahaya seperti kadmium, timbal, merkuri, krom dan arsen yang bersifat toksik dapat diikat dengan protein sebagai metalotionein (protein yang

mengandung banyak sulfur) (Darmono, dalam Nohong 2010).

Berdasarkan uraian di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: 1) berapakah efisiensi penurunan ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari limbah tempe?, 2) bagaimanakah pola isotherm adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari limbah tempe? 3) berapa adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari limbah tempe? Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah 1) untuk mengetahui efisiensi penurunan ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari limbah tempe, 2) mengetahui karakteristik adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari limbah tempe, dan 3) untuk mengetahui daya adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari limbah tempe. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menemukan adsorben alternative yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  khususnya dan logam berat pada umumnya dari limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan. Disamping itu penelitian ini juga diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan.

## METODE

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif laboratorium mengenai daya penurunan konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang diperoleh dari hasil pencucian kedelai dalam proses pembuatan tempe. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium D3 Analis Kimia, FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha, dari bulan Maret 2011 sampai April 2011. Subjek dalam penelitian ini adalah kulit kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang diperoleh dari industri tempat pembuatan tempe di daerah Kampung Tinggi Singaraja, yang di dapat dalam proses pencucian kacang kedelai. Kulit kacang kedelai selanjutnya dijadikan serbuk berukuran 50 mesh.

Adapun objek penelitian ini adalah (1) efisiensi penurunan konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai, (2) karakteristik adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai, dan (3) daya adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai.

## Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah SSA model AA-989 Spectrometer, merek UNICAM, sentrifuge, oven, blender, dan neraca, serta beberapa peralatan tambahan yaitu tabung eppendorf, kaca arloji, spatula, pipet tetes, batang pengaduk, gelas kimia, labu ukur, botol kosong, dan ayakan ukuran 50 mesh

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tempe yang dalam hal ini berupa serbuk kulit kacang kedelai serta bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain :  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang diambil sebanyak 0,39291 gram, kertas saring dan aquades.

## Tahap Penelitian

Penelitian yang dilakukan meliputi tahap persiapan dan pelaksanaan.

### Tahap Persiapan Penelitian

#### *Pembuatan Larutan Induk $\text{Cu}^{2+}$ 100 ppm*

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ditimbang sebanyak 0,39291 gram kemudian dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 1 liter sehingga diperoleh larutan  $\text{Cu}^{2+}$  100 ppm.

#### *Pembuatan Larutan Standar dan Larutan Sampel*

Larutan standar 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm dibuat dengan cara mengencerkan larutan 100 ppm. Larutan 100 ppm sebanyak 25 mL, 50 mL, 75 mL, 100 mL, 125 mL dan 150 mL masing-masing diencerkan menjadi 250 mL.

Larutan sampel dibuat dengan mengencerkan larutan  $\text{Cu}^{2+}$  100 ppm

menjadi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm. Larutan  $\text{Cu}^{2+}$  100 ppm sebanyak 25 mL, 50 mL, 75 mL, 100 mL, 125 mL dan 150 mL masing-masing diencerkan menjadi 250 mL.

### ***Penghancuran dan pencucian Kulit Kacang Kedelai***

Untuk menjadikan serbuk, kulit kacang kedelai terlebih dahulu dihancurkan dengan cara memblender selanjutnya diayak dengan ayakan 50 mesh. Serbuk kulit kacang kedelai kemudian ditimbang sebanyak 50 gram, dimasukkan dalam gelas kimia ukuran 1 Liter, kemudian ditambahkan aquades sebanyak 500 mL. Campuran tersebut diaduk menggunakan pengocok (*shaker*) selama 1 jam. Campuran didekantasi dan serbuk kulit kacang kedelai dikeringkan dalam oven pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam sampai massa kulit kacang kedelai konstan.

### **Tahap Pelaksanaan Penelitian**

#### ***Pembuatan Kurva Kalibrasi***

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan cara larutan standar ion  $\text{Cu}^{2+}$  dengan konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm dan 60 ppm diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA model AA-989 *Spectrometer*, merek UNICAM. Data absorbansi tersebut selanjutnya digunakan untuk membuat kurva kalibrasi

#### ***Penentuan Adsorpsi Maksimum***

Sebanyak 50 mL larutan  $\text{Cu}^{2+}$  dengan variasi konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm dimasukkan ke dalam masing-masing Erlenmeyer ukuran 100 mL yang telah berisi 1 gram serbuk kulit kacang kedelai. Campuran tersebut didiamkan selama 2 hari, kemudian disaring dan filtratnya ditampung untuk diukur kadar tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ ) dengan SSA. Untuk memperkecil kesalahan maka masing-

masing larutan tersebut dibuat ulangan sebanyak 2 kali.

Dari pengukuran dengan menggunakan SSA, akan diperoleh data absorbansi dan konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$ . Efisiensi penurunan konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dapat diketahui berdasarkan perhitungan persentase  $\text{Cu}^{2+}$  teradsorpsi, yaitu dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{C_{\text{awal}} - C_{\text{setimbang}}}{C_{\text{awal}}} \times 100\% \quad \text{D}$$

ata kuantitatif tentang efisiensi jerap ion  $\text{Cu}^{2+}$  per gram serbuk kulit kacang kedelai ( $x/m$ ) yang diperoleh dari penelitian ini akan ditentukan dengan persamaan:

$$\frac{x}{m} = \frac{(C_0 - C_{st})50}{10^6} \text{ gram/gram adsorben}$$

$x/m$  adalah banyaknya ion  $\text{Cu}^{2+}$  (gram) yang terjerap per gram adsorben,  $C_0$  adalah konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  mula-mula,  $C_{st}$  adalah konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  setimbang (tidak terjerap).

Untuk mengetahui karakteristik adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai melalui uji isoterm adsorpsi Langmuir digunakan persamaan

$$\frac{C}{x/m} = \frac{1}{x/m_{\text{mak}}k} + \frac{1}{x/m_{\text{mak}}}C \quad \text{dan isoterm}$$

adsorpsi Freundlich digunakan persamaan  $\log(x/m) = \log k + 1/n \log C$ , sedangkan daya adsorpsi maksimum dari adsorben ditentukan dengan membuat kurva berdasarkan karakteristik adsorpsi yang diperoleh.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

#### ***Penentuan Efisiensi Penurunan ion $\text{Cu}^{2+}$ oleh Kulit Kacang Kedelai***

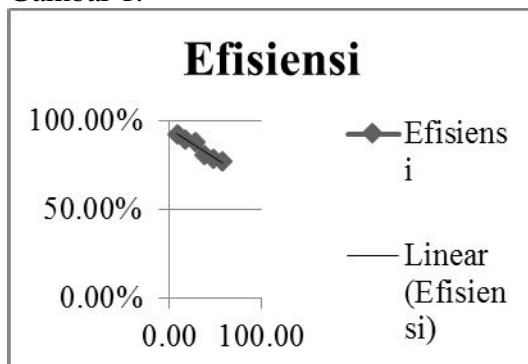
Efisiensi penurunan ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai pada berbagai konsentrasi, ditentukan dengan menggunakan persentase konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang teradsorpsi dengan konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  awal. Data konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang teradsorpsi

oleh kulit kacang kedelai pada berbagai konsentrasi disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Konsentrasi Ion  $Cu^{2+}$  Yang Teradsorpsi Oleh Kulit Kacang Kedelai Pada Berbagai Konsentrasi.**

Konsentrasi ion $Cu^{2+}$ Awal (ppm)	Konsentrasi ion $Cu^{2+}$ Setimbang (ppm)	Konsentrasi Ion $Cu^{2+}$ Teradsorpsi (ppm)	Efisiensi Adsorpsi Ion $Cu^{2+}$ oleh Kulit Kacang Kedelai (%)
8.9524	0.7143	8.2381	92.02
17.1805	1.7929	15.3876	89.56
27.8095	3.3143	24.4952	88.08
38.8095	7.4286	31.3810	80.86
47.6667	10.3571	37.3095	78.27
58.0952	13.5000	44.5952	76.76

Dari tabel 1 di atas, menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi ion  $Cu^{2+}$  oleh Kulit Kacang Kedelai adalah menunjukkan penurunan dengan bertambahnya konsentrasi awal dari ion  $Cu^{2+}$ . Kurva efisiensi adsorpsi ion  $Cu^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai disajikan pada Gambar 1.

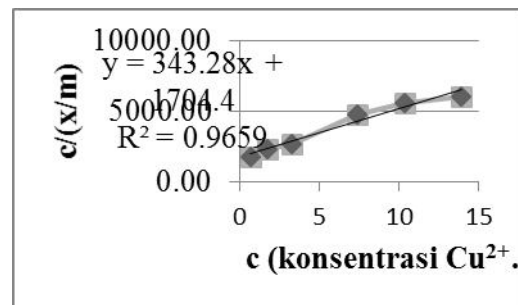


**Gambar 1. Kurva Efisiensi Adsorpsi ion  $Cu^{2+}$  oleh Kulit Kacang Kedelai**

**Karakteristik dan Daya Adsorpsi Maksimum ion  $Cu^{2+}$  oleh Kulit Kacang Kedelai**

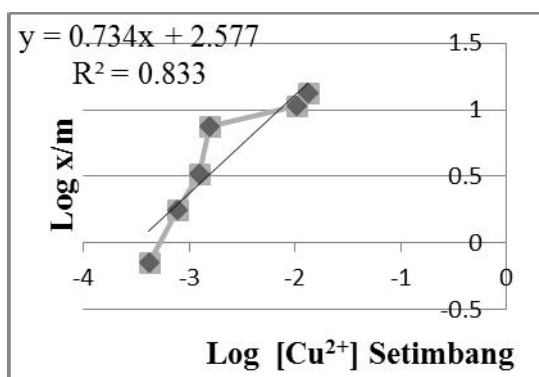
Karakteristik adsorpsi ion  $Cu^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai, dapat diketahui dengan mengamati jerapannya terhadap ion  $Cu^{2+}$  pada konsentrasi yang bervariasi. Hasil perhitungan  $[Cu^{2+}]$  awal,  $[Cu^{2+}]$  setimbang,  $[Cu^{2+}]$  teradsorpsi,  $\log x/m$ ,  $\log c$  dan  $c/(x/m)$  disajikan pada Tabel 2.

Dari hasil penjerapan tersebut, selanjutnya dianalisis menggunakan grafik hubungan pola isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm Freundlich. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Kurva Hubungan antara Konsentrasi Setimbang (c) terhadap  $c/(x/m)$**

Berdasarkan kurva pada Gambar 2, terlihat bahwa adsorpsi ion  $Cu^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai memenuhi pola isoterm adsorpsi Langmuir, dengan harga  $R^2$  sebesar 0,965. Namun, pola jerapan yang terjadi pada serbuk kulit kacang kedelai belum memenuhi isoterm adsorpsi Freundlich dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,833, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Hubungan antara Log c terhadap Log x/m

Kurva isoterm adsorpsi Langmuir, selanjutnya dapat digunakan

Tabel 2. Data konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  pada berbagai keadaan

$[\text{Cu}^{2+}]$ awal (ppm)	$[\text{Cu}^{2+}]$ setimbang (ppm) (c)	$[\text{Cu}^{2+}]$ teradsorpsi (ppm)	$[\text{Cu}^{2+}]$ teradsorpsi (g) (x)	x/m (g/g)	log x/m	log c	c/(x/m)
8,9524	0,7143	8,2381	0,00041	0,00041	-3,3852	-0,1461	1734,10
17,1805	1,7929	15,3876	0,00077	0,00077	-3,1139	0,2536	2330,32
27,8095	3,3143	24,4952	0,00122	0,00122	-2,9119	0,5204	2706,08
38,8095	7,4286	31,3810	0,00157	0,00157	-2,8044	0,8709	4734,45
47,6667	10,3571	37,3095	0,00187	0,00187	-1,9864	1,0152	5551,98
58,0952	13,5000	44,5952	0,00223	0,00223	-1,1439	1,1303	6054,46

Keterangan :

x/m = massa ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang teradsorpsi oleh setiap gram massa kulit kacang kedelai.

c = konsentrasi  $\text{Cu}^{2+}$  setimbang

## PEMBAHASAN

### Penentuan Efisiensi Adsorpsi Ion $\text{Cu}^{2+}$ oleh Kulit Kacang Kedelai

Pada Tabel 1 disajikan data teradsorpsinya ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari berbagai konsentrasi berturut-turut dari konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm. Daya adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari berbagai konsentrasi tersebut berturut-turut adalah 8,9524 ppm (92,02%); 17,1805 ppm (89,56%); 27,8095 ppm (88,08%); 38,8095 ppm (80,86%); 47,6667 ppm (78,27%); dan 58,0952 ppm (76,76%). Dari efisiensi teradsorpsinya, maka yang memiliki persentase teradsorpsi terbesar adalah pada konsentrasi 8,9524 ppm yaitu sebanyak 8,2381 ppm (92,02%). Hal ini terjadi karena adsorpsi antara ion  $\text{Cu}^{2+}$  dan serbuk kulit kacang kedelai

untuk menentukan harga kapasitas adsorpsi maksimum  $(x/m)_{\text{maks}}$  yaitu berdasarkan nilai dari *slope* (kemiringan garis) pada persamaan garis lurus ( $Y = 343,2x + 1704$ ), yang memiliki gradien  $1/(x/m)_{\text{maks}} = \frac{1}{343,2}$  sehingga diperoleh harga  $(x/m)_{\text{maks}} = 0,0029$  g/g atau 2,9 mg/g dan  $k = 0.2024$  dengan nilai  $R^2 = 0,965$ . Hal ini menunjukkan bahwa daya adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh serbuk kulit kacang kedelai diperoleh sebesar 0,0029 g/g atau 2,9 mg/g.

merupakan peristiwa kesetimbangan, sebab laju peristiwa adsorpsi disertai dengan terjadinya desorpsi. Pada awal reaksi saat pori-pori serbuk kulit kacang kedelai masih kosong, adsorpsi yang terjadi akan cepat dan banyak karena adanya daya tarik antara adsorben dan adsorbat yang kuat, dan masih banyaknya ion  $\text{Cu}^{2+}$  dalam larutan. Setelah itu akan terjadi penataan ulang. Sedangkan persentase teradsorpsi terkecil ada pada konsentrasi 58,0952 ppm (76,76%). Hal ini dikarenakan kulit kacang kedelai yang digunakan sebagai penjerap sudah mengalami kejenuhan. Gugus aktif pada permukaan dinding sel adsorben yang telah jenuh oleh ion logam, bila ditambahkan konsentrasi tidak lagi dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dari adsorben tersebut. Hal ini ditandai dengan semakin menurunnya persentase daya

adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai di setiap kenaikan konsentrasi larutan  $\text{Cu}^{2+}$  yang digunakan.

### ***Penentuan Karakteristik Adsorpsi dan Daya Adsorpsi Maksimum Ion $\text{Cu}^{2+}$ oleh Kulit Kacang Kedelai***

Berdasarkan tingkat keterandalan atau nilai  $R^2$  yang diperoleh pada isoterm adsorpsi pada Gambar 2, maka adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai mengikuti pola isoterm adsorpsi Langmuir. Hal ini kemungkinan terjadi adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai pada lapisan monolayer. Sedangkan pola jerapan yang terjadi pada serbuk kulit kacang kedelai belum memenuhi pola isoterm Freundlich dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,833. Hal ini disebabkan karena interaksi antara ion  $\text{Cu}^{2+}$  dengan serbuk kulit kacang kedelai masih didominasi oleh salah satu interaksi yaitu fisika atau interaksi kimia saja. Hal ini terjadi dimungkinkan karena interaksi antara ion  $\text{Cu}^{2+}$  dengan kulit kacang kedelai yang sebelumnya belum diaktivasi. Oleh sebab itu, aktivasi serbuk kulit kacang kedelai perlu dilakukan karena dengan aktivasi akan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$ . Aktivasi serbuk kulit kacang kedelai dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan menggantikan sisi-sisi gugus aktif yang terdapat pada protein ataupun karbohidrat dengan gugus aktif yang lebih aktif (kuat) seperti melalui reaksi sulfonasi dan dengan menghilangkan bahan yang menghalangi kontak adsorben dengan adsorbat. Adapun tujuan dari aktivasi adalah dapat menghilangkan materi seperti lemak, lilin atau pengotor lain yang menghalangi kontak gugus aktif dengan ion  $\text{Cu}^{2+}$ .

## **SIMPULAN**

### **Simpulan**

Efisiensi adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai dari limbah tempe

terbesar adalah pada konsentrasi 8,9524 ppm yaitu sebanyak 8,2381 ppm (92,02%). Persentase teradsorpsi terkecil ada pada konsentrasi 58,0952 ppm (76,76%). Karakteristik adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai mengikuti pola isoterm adsorpsi Langmuir dengan keterandalan  $R^2 = 0,965$  dan harga  $k$  adalah 0,2024. Tetapi tidak memenuhi pola isoterm adsorpsi Freundlich dengan keterandalan  $R^2 = 0,833$ . Daya adsorpsi maksimum ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai pada penelitian ini adalah 0,0029 g/g atau 2,9 mg/g.

### **Saran**

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan di industri-industri yang menggunakan zat-zat yang mengandung tembaga (Cu), sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah tembaga (Cu). Namun demikian masih perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap usaha meningkatkan kapasitas adsorpsi maksimum dari serbuk kulit kacang kedelai, sehingga memperkaya informasi dalam pemanfaatan potensi serbuk kulit kacang kedelai dalam pemanfaatannya sebagai adsorben dalam menanggulangi pencemaran lingkungan akibat limbah cair. Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut. 1) Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai, dengan menambahkan parameter seperti pH, suhu dan waktu kontak untuk meningkatkan daya adsorpsi maksimum. 2) Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh kulit kacang kedelai, dengan melakukan aktivasi untuk dapat membandingkan daya adsorpsinya dengan yang belum diaktivasi seperti yang telah dilakukan.

### **DAFTAR RUJUKAN**

Baroto, Syamsul A Siradz. 2006. "Taraf Pencemaran dan Kandungan

- Kromium (Cr) Pada Air dan Tanah Yogyakarta”. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol 6 (2) (2006) p: 82-100.
- Krim L, Sahmoune N, and Goma B. 2006. Kinetics of Chromium Sorption on Biomass Fungi from Aqueous Solution. *American Journal of Environmental Sciences* 2 (1); 31-36
- Kundari, Noor Anis, dan Slamet Wiyuniati. 2008. “Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga Dalam Limbah Pencuci PCB Dengan Zeolit”. *ISSN 1978-0176* (Halaman 489-496).
- Masduqi A. 2004. Penurunan Senyawa Fosfat Dalam Air Limbah Buatan Di Daerah Aliran Sungai Code dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Halosisit. *Majalah IPTEK-Vol. 15, No.1:hal 47-53*
- Nohong. 2010. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi Dalam Air Lindi TPA. *Jurnal Pembelajaran Sains* Vol. 6 No.2.
- Palar, H.1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sutrisno T, Eni Suciastuti. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.