

ADSORPTION OF Cd METAL USING ACTIVE CARBON  
FROM CACAO SHELL (*Theobroma cacao*)

Adsorpsi Logam Cd Menggunakan Arang Aktif  
dari Kulit Buah Coklat (*Theobroma Cacao*)

Serly J. Sekewael<sup>1,\*</sup>, Jolantje Latupeirissa<sup>1</sup>, Rosalina Johannes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

\*Corresponding author, e-mail: serlys@fmipa@unpatti.ac.id

Received: October 2014 Published: January 2015

ABSTRACT

The study on production of activated carbon from cacao shell (*Theobroma cacao*) was conducted by added 4 M HCl as activating agent. The results show that acidity of solid carbon active before activated with adsorption weight is  $3.2865 \times 10^{-3} \text{ mol.g}^{-1}$  and after activated is  $3.5052 \times 10^{-3} \text{ mol.g}^{-1}$ . Active carbon result is used for the application at adsorption Cd with some variation, that are optimum concentration 20 ppm and optimum time 80 min. Cd adsorption from active carbon was analyzed by AAS. The results are coefficient correlation ( $r^2$ ) 100 % followed Freundlich isotherm with  $K_F$  value was 9.994 and  $n$  was -0.982.

**Keywords:** Activation carbon, adsorption of Cd metal, Freundlich isotherm.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegiatan pembangunan, maka lingkungan menerima dampak negatif dari kegiatan-kegiatan tersebut. Suhendrayatna (2001) menyebut bahwa proses industri dan urbanisasi memegang peranan penting terhadap kontaminasi lingkungan. Salah satu dampak negatif yakni pencemaran air oleh senyawa logam berat. Senyawa logam berat yang umumnya mencemari perairan yakni persenyawaan Pb, Cd, Hg, Cr, Fe, dan Cu.

Kadmium merupakan logam berat yang berbahaya karena unsur ini memiliki kecenderungan merusak pembuluh darah dan otot polos. Logam ini memiliki tendensi untuk bioakumulasi. Keracunan disebabkan oleh logam ini dapat bersifat akut dan kronis. Logam Cd merupakan logam asin dalam tubuh dan tidak dibutuhkan dalam proses metabolisme. Jika teradsorpsi oleh tubuh, dapat menggumpal di dalam ginjal dan hati. Akibatnya dapat terjadi hipertensi, gagal jantung, kerusakan ginjal,

pelunakan, dan kerapuhan tulang punggung bahkan kematian (Darmono, 2001).

Beberapa teknik pengolahan senyawa logam berat mempertimbangkan kemudahan sistem aplikasi di lapangan dan sumber daya yang melimpah. Arang aktif memiliki ruang pori sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori-pori ini dapat menangkap partikel sangat halus terutama pada logam berat. Penyerapan menggunakan arang aktif adalah efektif untuk menghilangkan logam berat. Ion logam berat ditarik oleh arang aktif dan melekat pada permukaan dengan kombinasi dari daya fisik kompleks dan reaksi kimia.

Arang aktif merupakan suatu bahan kimia yang pada saat ini banyak digunakan dalam industri yang menggunakan proses adsorpsi dan purifikasi. Dari sumber data pasar yang dapat dikumpulkan, diperoleh bahwa kebutuhan bahan ini di Indonesia masih mengandalkan produk impor, meskipun konsumsinya sudah dapat dipenuhi oleh produk dalam negeri. Arang aktif yang diproduksi kebanyakan berasal dari bahan baku arang tempurung kelapa, sedangkan dari bahan baku yang lain seperti arang kayu dan

limbah pangan relatif masih kurang (Kurniadi dan Hasani, 1996).

Arang aktif adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon. Arang aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO<sub>2</sub>, uap air, atau bahan-bahan kimia sehingga poriporinya terbuka, dengan demikian daya adsorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Arang aktif mengandung 5 – 15 persen air, 2 – 3 persen abu, dan sisanya terdiri dari karbon.

Di Indonesia, kulit coklat (*Theobroma cacao*) merupakan hasil samping pengolahan biji coklat. Limbah pangan ini belum dimanfaatkan secara optimal. Dalam hal ini sifat dari coklat yang berasal dari buah cacao mengandung zat bioaktif berupa antioksidan yang baik dalam tubuh. Antioksidan dipercaya dapat meningkatkan kesehatan jantung yang pada akhirnya berdampak pada peredaran darah ke seluruh tubuh. Coklat mempunyai manfaat yang baik bagi tubuh. Banyak produsen coklat yang menghilangkan kandungan flavanol karena rasa pahit. Pada flavanol justru merupakan kandungan yang dapat memberikan manfaat baik bagi tubuh. Melihat kesamaan tempurung kulit buah coklat terhadap tempurung kelapa dan tempurung kemiri, maka tempurung kulit buah coklat diperkirakan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Dalam hal ini sifat kimianya menyerupai tempurung kelapa, teksturnya keras, dan diduga memiliki kandungan bahan kayu lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Berdasarkan sifat ini, kulit coklat berpotensi besar menjadi bahan dasar pembuatan arang aktif. Arang aktif sangat diperlukan karena dapat mengabsorpsi bau, warna, gas, dan logam. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih dan juga bisa dipakai dalam industri.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian pada kulit buah coklat dengan judul “Adsorpsi Logam Cd Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Buah Coklat (*Theobroma Cacao*)”.

## METODOLOGI

### Bahan

Kulit buah Coklat, Akuades, Akuabides, CdSO<sub>4</sub>.8H<sub>2</sub>O (E. Merck), HCl p.a (E. Merck), Kertas saring Whattman No. 42 dan NH<sub>3</sub> p.a (E. Merck).

### Alat

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), Desikator, Penggerus, Neraca Analitik Ohaus, Ayakan Fatonas 100 mesh, Shaker (SHA-C, Constant Temperature Oscillator), Oven (Memmert), Labu Erlenmeyer, Corong, Gelas Ukur, Labu Takar, Pipet Tetes dan Pipet Volume Indikator pH, pH meter dan Cawan Porselen.

### Prosedur Kerja

#### Pembuatan arang dari kulit coklat

Kulit buah coklat dicuci hingga bersih, dan dikeringkan di bawah sinar matahari selanjutnya kulit buah coklat yang telah bersih dan kering ditempatkan dalam tanur pada suhu 350 °C, dipanaskan selama 2 jam sehingga menjadi arang. Setelah itu didinginkan pada suhu ruang kemudian dihaluskan dan diayak.

### Uji keasaman

Metode yang digunakan untuk menentukan keasaman permukaan dari arang adalah metode gravimetri. Arang diambil sebanyak 0,2 g dimasukan ke dalam cawan dan diletakkan di dalam desikator yang di dalamnya terdapat adsorbat amonia. Desikator ditutup selama 24 jam, kemudian dikeluarkan dan dibiarkan selama 2 jam pada tempat terbuka untuk melepaskan basa yang teradsorpsi fisik. Berat arang yang telah mengadsorpsi basa diukur untuk mendapatkan mol basa yang teradsorpsi pada arang dengan rumus:

$$\text{Berat teradsorpsi} = \frac{(W_3 - W_2)}{(W_2 - W_1) \times BM} \text{ mol l}^{-1}$$

Dimana :

W<sub>1</sub> = berat cawan

W<sub>2</sub> = berat cawan dan cuplikan

W<sub>3</sub> = berat cawan dan cuplikan yang telah mengadsorpsi amonia

BM= berat molekul amonia

### Proses aktivasi arang kulit buah coklat

Sebanyak 45 g arang direndam di dalam reagen aktivator HCl 4 M selama 10 jam, selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquades. Arang aktif yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 3 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator. Untuk menentukan keasaman permukaan dari arang aktif digunakan metode gravimetri. Arang aktif diambil sebanyak 0,2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen dan diletakkan di dalam desikator yang di dalamnya terdapat adsorbat amonia. Desikator ditutup selama 24 jam, kemudian dikeluarkan dan dibiarkan selama 2 jam pada tempat terbuka untuk melepaskan basa yang teradsorpsi fisik.

#### **Proses adsorpsi logam Cd**

##### ***Pembuatan larutan standar Cd***

Larutan induk Cd dibuat dengan menimbang 0,6846 g CdSO<sub>4</sub> · 8 H<sub>2</sub>O ke dalam beaker gelas kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 1000 mL, setelah itu ditambahkan akuabides sampai tanda batas. Diperoleh larutan induk Cd dengan konsentrasi 1000 ppm, selanjutnya diambil 10 mL dan diencerkan dalam labu takar 100 mL dengan akuabides sampai tanda batas sehingga didapatkan Cd 100 ppm. Dari 100 ppm diambil masing-masing 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL diencerkan dalam labu takar sampai 100 mL dengan akuabides sehingga didapatkan sederet larutan standar 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm.

##### ***Variasi konsentrasi Cd***

Sebanyak 5 buah erlenmeyer 100 mL disiapkan dan dimasukkan arang aktif masing-masing sebanyak 0,5 g, kemudian ditambahkan masing-masing 25 mL larutan Cd dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20 ppm. Selanjutnya larutan dikocok menggunakan shaker selama 2 jam dan didiamkan selama 2 menit kemudian disaring. Filtrat kemudian dianalisis kadar Cd menggunakan SSA.

##### ***Variasi waktu optimum adsorpsi***

Arang aktif sebanyak 0,5 g dimasukkan ke dalam 5 buah erlenmeyer yang berisi larutan Cd 20 ppm selanjutnya larutan dikocok menggunakan shaker dengan variasi waktu kontak masing-masing 20, 40, 60, 80, 100 menit.

Setelah itu disaring dengan kertas saring dan filtratnya diukur absorbansinya dengan SSA.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Preparasi arang dari kulit buah coklat (*Theobroma cacao*)**

Kulit buah coklat sebelum dikarakterisasi sifat kimia dan fisiknya sebagai adsorben, terlebih dahulu dilakukan preparasi yaitu dicuci dengan air bersih untuk meminimalisasi komponen-komponen pengotor seperti tanah dan pasir yang melekat. Setelah itu kulit buah coklat dijemur di bawah sinar matahari supaya mengurangi kadar air yang masih menempel untuk digunakan pada tahap selanjutnya.

Kulit buah coklat yang telah kering diarangkan di dalam tanur pada suhu 350 °C selama 2 jam. Pada waktu pengarangan, diusahakan kulit buah coklat tidak menjadi abu. Arang kulit buah coklat yang diperoleh kemudian didinginkan pada suhu ruang supaya arang yang dihasilkan dingin secara merata.

### **Proses aktivasi arang aktif dan penentuan keasaman padatan**

Tahap aktivasi arang aktif dari kulit buah coklat ini dilakukan dengan menggunakan reagen aktivator HCl. Pemilihan aktivator HCl bertujuan untuk mempelajari efektifitas aktivator dalam proses adsorpsi arang aktif. Molekul-molekul larutan pengaktif akan teradsorpsi oleh bahan yang akan melarutkan pengotor-pengotor pori-pori arang seperti mineral anorganik. Dengan perlakuan ini didapatkan volume pori-pori arang aktif yang terbentuk menjadi lebih besar sehingga didapatkan kualitas arang aktif yang baik sebagai adsorben (Ilyas dkk., 2007).

Keasaman padatan dapat dinyatakan sebagai kekuatan asam dan situs asam. Penentuan keasaman arang aktif dilakukan dengan metode gravimetri melalui proses adsorpsi. Keasaman arang aktif sebanding dengan banyaknya uap amoniak yang teradsorpsi oleh arang aktif, di mana proses adsorpsinya dengan memanfaatkan keadaan vakum pada desikator agar tidak ada basa lain serta uap air yang teradsorpsi kecuali amoniak. Pada waktu 2 jam yang dipakai sebagai uji keasaman yaitu untuk melepaskan asam yang teradsorpsi sehingga arang aktif yang telah mengadsorpsi asam diukur untuk mendapatkan

mol asam yang teradsorpsi oleh arang aktif. Adapun penentuan keasaman padatan arang sebelum dan sesudah diaktivasi dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan keasaman padatan arang sebelum dan sesudah diaktivasi

Sampel	Cawan kosong ( $w_1$ ) g	Cawan + sampel ( $w_2$ ) g	Cawan + sampel telah teradsorpsi ( $w_3$ ) g	Berat teradsorpsi ( $10^{-3}$ mol/g)
Arang sebelum diaktivasi	8,5426	8,7538	8,7656	3,2865
Arang sesudah diaktivasi	8,2195	8,4187	8,5374	3,5052

Tabel 1, menunjukkan bahwa berat teradsorpsi arang sebelum diaktivasi lebih kecil ( $4,0539 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1}$ ) jika dibandingkan dengan arang sesudah diaktivasi ( $5,2134 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1}$ ). Hal ini membuktikan bahwa pada proses aktivasi arang akan menyebabkan kemampuan penyerapannya meningkat dibandingkan dengan arang sebelum diaktivasi. Proses aktivasi akan menyebabkan zat pengotor yang menyumbat pori-pori arang akan hilang sehingga jumlah pori-pori arang aktif semakin besar.

Penentuan keasaman permukaan adsorben bertujuan untuk mengetahui jumlah mol situs asam yang terikat pada adsorben tiap gramnya. Keasaman padatan harus ditentukan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif yang dilakukan dengan metode gravimetri.

Rusman (1999) menyatakan bahwa jumlah asam dari suatu padatan dapat diperoleh dengan cara mengukur jumlah basa yang teradsorpsi secara kimia dalam fase gas. Basa yang digunakan adalah  $\text{NH}_3$ , piridin, dan pirol yang juga terdapat situs asam dengan kekuatan adsorpsi yang proporsional dengan kekuatan asam. Yang digunakan adalah  $\text{NH}_3$  dan terlihat jelas bahwa berat  $\text{NH}_3$  semakin bertambah, hal ini disebabkan karena bertambah luasnya permukaan arang akibat proses aktivasi sehingga memungkinkan lebih banyak adsorbat amoniak yang teradsorpsi.

### Adsorpsi logam Cd oleh arang aktif

Hasil penyerapan logam Cd oleh arang aktif dengan variasi konsentrasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Penyerapan logam Cd oleh 0,5 g arang aktif dengan variasi konsentrasi

Co (ppm)	Ce (ppm)	Co-Ce (ppm)
5	1,1571	3,8429
10	2,1876	7,8124
15	2,9087	12,0913
20	3,2430	16,7570

Ket:

Co : Konsentrasi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  sebelum proses penyerapan dengan arang aktif

Ce : Konsentrasi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  setelah proses penyerapan dengan arang aktif

Co-Ce : Konsentrasi ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  yang terjerap oleh arang aktif

Pada Tabel 2 terlihat bahwa pada berat adsorben 0,5 g mampu menyerap konsentrasi logam Cd sebesar 3,8429 ppm. Berbeda dengan berat adsorben pada konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm. Makin tinggi konsentrasi maka serapan adsorpsinya makin besar, maka terlihat bahwa konsentrasi yang terserap semakin tinggi pada konsentrasi 20 ppm.

Hasil penyerapan logam Cd oleh arang aktif dengan variasi waktu 30 menit, 40 menit, 60 menit dan 80 menit pada konsentrasi 20 ppm seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Penyerapan logam Cd oleh 0,5 g arang aktif dengan variasi waktu

Waktu (menit)	Ce (ppm)	Co-Ce (ppm)
20	10,0522	9,9478
40	10,0333	9,9667
60	10,0965	9,9035
80	9,8518	10,1482

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi logam Cd pada variasi waktu optimum adsorpsi 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit dengan konsentrasi awal logam Cd 20 ppm, diperoleh hasil pada Tabel 3. Dari hasil tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu dari 20 menit, 40 menit, dan 60 menit di shaker semakin besar konsentrasi arang aktif yang teradsorpsi. Namun pada waktu 80 menit

konsentrasi arang aktif yang teradsorpsi semakin kecil. Penurunan konsentrasi yang teradsorpsi disebabkan karena telah terjadi kesetimbangan antara logam Cd dengan arang aktif. Berdasarkan data pada table 3 waktu kontak optimum penyerapan adalah pada waktu kontak 80 menit. Karena pada kisaran waktu tersebut terjadi kesetimbangan dan hasil penyerapan logam Cd pada arang aktif sangat maksimal.

Adsorpsi logam Cd dapat dijelaskan dengan dua persamaan isoterm adsorpsi yaitu persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Kedua persamaan ini sering dipakai untuk menjelaskan proses adsorpsi pada permukaan zat padat. Isoterm Langmuir hanya berlaku bagi penyerapan lapisan tunggal pada permukaan adsorben yang bersifat homogen, sedangkan pada isoterm Freundlich hanya dapat diterapkan pada permukaan adsorben yang bersifat heterogen dan biasanya berlaku untuk penyerapan cairan pada permukaan padatan. Untuk menentukan apakah adsorpsi

logam Cd mengikuti isoterm Langmuir atau mengikuti Freundlich dibuat kurva isoterm Langmuir berdasarkan hubungan  $C_e/(x/m)$  vs  $C_e$  sedangkan isoterm Freundlich berdasarkan hubungan  $\ln(x/m)$  vs  $\ln C_e$ .

Hasil adsorpsi logam Cd pada variasi konsentrasi dan waktu oleh arang aktif serta parameter-parameter untuk isoterm Langmuir dan Freundlich dapat terlihat pada Tabel 4 dan 5.

Adsorpsi logam Cd oleh arang aktif dilakukan melalui variasi konsentrasi dan waktu. Berdasarkan parameter-parameter adsorpsi pada Tabel 5 dan 6 maka dapat dilihat bahwa nilai adsorpsi terbaik pada variasi konsentrasi yaitu sebesar 83,78% pada variasi konsentrasi 20 ppm dan untuk variasi waktu nilai adsorpsi terbaik diperoleh pada variasi waktu 80 menit sebesar 50,74%.

Berdasarkan Tabel 4 dan 5, maka dapat dibuat kurva isoterm Langmuir dan kurva isoterm Freundlich dari adsorpsi logam Cd oleh arang aktif seperti pada Gambar 1, 2, 3, dan 4.

Tabel 4. Parameter isoterm Langmuir dan Freundlich pada variasi konsentrasi

$C_o$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	$C_o-C_e$ (ppm)	$Q$ (%)	$(x/m)$	$C_e/(x/m)$	$\ln C_e$	$\ln (x/m)$
5	1,1571	3,8429	76,86	0,3843	3,0109	0,1459	-0,9563
10	2,1876	7,8124	78,12	0,7812	2,8003	0,7828	-0,2469
15	2,9087	12,0913	80,61	1,2091	2,4057	1,0677	0,1899
20	3,2430	16,7570	83,78	1,6757	1,9353	1,1765	0,5162

Tabel 5. Parameter isoterm Langmuir dan Freundlich pada variasi waktu (30 menit, 40 menit, 60 menit dan 80 menit)

$C_o$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	$C_o-C_e$ (ppm)	$Q$ (%)	$(x/m)$	$C_e/(x/m)$	$\ln C_e$	$\ln (x/m)$
20	10,0522	9,9478	49,74	0,9948	10,1047	2,3078	-0,0052
20	10,0333	9,9667	49,83	0,9967	10,0665	2,3059	-0,0033
20	10,0965	9,9035	49,52	0,9906	10,1923	2,3122	-0,0094
20	9,8518	10,1482	50,74	1,0148	9,7081	2,2876	0,0147

Ket:

$C_o$  : Konsentrasi Cd sebelum adsorpsi

$C_e$  : Konsentrasi Cd setelah adsorpsi

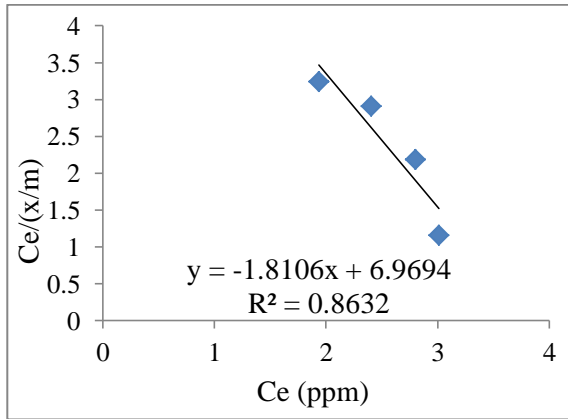
$C_o-C_e$  : Konsentrasi Cd yang teradsorpsi oleh arang aktif

$x/m$  : Jumlah mol logam Cd yang teradsorpsi oleh arang aktif

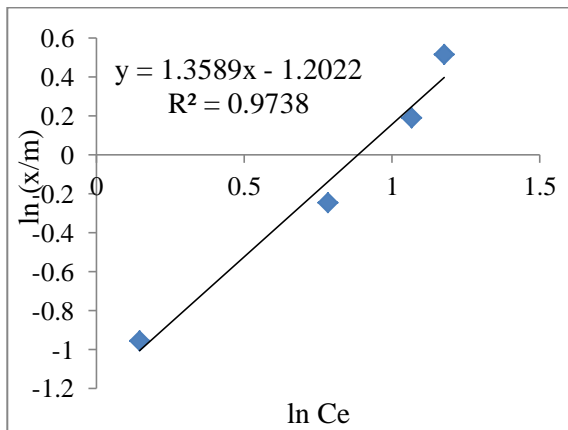
$Q$  : Persentase penyerapan arang aktif terhadap logam Cd

Dimana :  $x/m = \frac{C_o-C_e}{m} \times V$

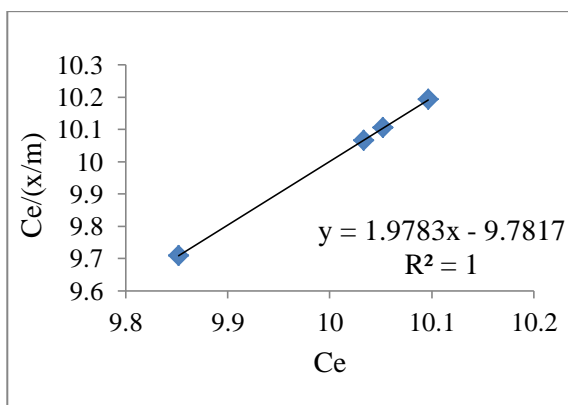
Nilai  $Q$  diperoleh berdasarkan persamaan :  $Q = \frac{C_o-C_e}{C_o} \times 100\%$



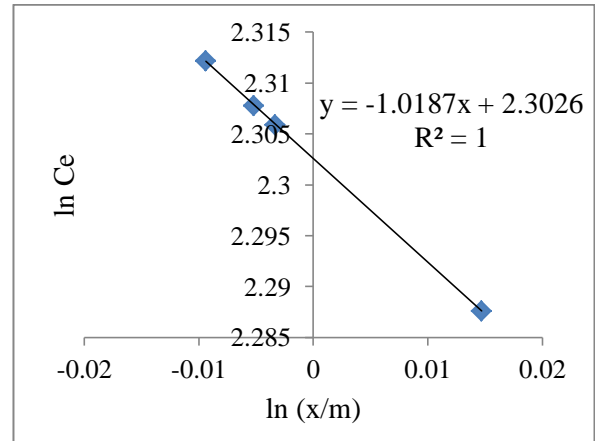
Gambar 1. Kurva isoterm Langmuir  $C_e$  vs  $C_e/(x/m)$  berdasarkan variasi konsentrasi



Gambar 2. Kurva isoterm Freundlich  $\ln C_e$  vs  $\ln x/m$  berdasarkan variasi konsentrasi



Gambar 3. Kurva isoterm Langmuir  $C_e$  vs  $C_e/(x/m)$  berdasarkan variasi waktu



Gambar 4. Kurva isoterm Freundlich  $\ln C_e$  vs  $\ln x/m$  berdasarkan variasi waktu

Dengan membandingkan koefisien korelasi ( $r^2$ ), maka kecenderungan adsorpsi arang aktif terhadap logam Cd dapat ditentukan berdasarkan linieritas yang ada. Kecenderungan adsorpsi logam Cd adalah mengikuti isoterm Freundlich karena permukaan arang aktif yang bersifat heterogen.

Berdasarkan kurva isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich bisa ditentukan isoterm adsorpsi yang sesuai untuk adsorpsi logam Cd oleh arang aktif dengan persamaan garis dan koefisien korelasi ( $r^2$ ) seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich

Parameter Variasi	Isoterm Adsorpsi	Persamaan Garis	$r^2$ (%)
Konsentrasi	Langmuir	$y = -1.810x + 6.969$	0,863
	Freundlich	$y = 1.358x - 1.202$	0,973
Waktu	Langmuir	$y = 1.978x - 9.781$	1
	Freundlich	$y = -1.018x + 2.302$	1

Dari data pada Tabel 6, pada variasi waktu untuk isoterm Langmuir dan Freundlich memiliki nilai koefisien korelasi ( $r^2$ ) sebesar 100%. Karena permukaan arang aktif yang bersifat heterogen maka cenderung mengikuti isoterm Freundlich. Jadi isoterm Freundlich yang diambil pada variasi waktu dalam adsorpsi logam Cd menggunakan arang aktif dari kulit buah coklat dengan nilai koefisien korelasi ( $r^2$ )

100% dengan persamaan garis  $y = -1.018x + 2.302$ .

Menurut Lynam, dkk., (1995) mengatakan bahwa isoterm Langmuir hanya berlaku bagi adsorpsi lapisan tunggal pada permukaan adsorben yang bersifat homogen, sedangkan isoterm Freundlich hanya dapat diterapkan pada permukaan adsorben yang bersifat heterogen. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa adsorpsi logam Cd dengan arang aktif dengan memvariasi konsentrasi dan waktu yang memiliki nilai koefisien korelasi ( $r^2$ ) terbesar adalah dengan memvariasikan waktu.

Berdasarkan Gambar 4, maka dapat diperoleh nilai  $1/n$  yang menunjukkan indikator ketergantungan konsentrasi adsorpsi sebesar -1,018 mg/g sehingga untuk nilai  $n = -0,982$ . Tetapan  $K_F$  berhubungan dengan kapasitas adsorpsi, di mana pada penelitian ini diperoleh nilai  $K_F$  sebesar 9,994 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi logam Cd oleh arang aktif sangat baik karena nilainya lebih dari 1. Menurut Lynam dkk (1995), jika  $K_F > 1$  maka reaksi akan bergeser ke kanan, sebaliknya jika  $K_F < 1$  maka reaksi akan bergeser ke kiri. Sehingga dapat diasumsikan bahwa kemampuan adsorpsi logam Cd oleh arang aktif dari kulit coklat sangat baik.

Nilai  $1/n$  menunjukkan indikator ketergantungan konsentrasi yang berhubungan dengan adsorpsi. Nilai  $n$  menunjukkan derajat nonlinieritas antara konsentrasi larutan adsorpsi, yaitu mengukur penyimpangan linieritas adsorpsi yang biasanya digunakan untuk mengetahui tingkat kebenaran suatu adsorpsi. Dengan nilai  $n < 1$  maka dipastikan bahwa proses adsorpsi ini merupakan proses kimisorpsi dan sebaliknya jika nilai  $n > 1$  dipastikan adsorpsi yang terjadi merupakan proses fisorpsi (Ozcan, dkk, 2005). Adsorpsi fisik terjadi terutama karena adanya ikatan Van Der Waals dan merupakan sebuah kejadian yang dapat balik, sedangkan adsorpsi kimia terjadi reaksi kimia antara padatan dengan larutan adsorbat, reaksi yang terjadi tidak dapat balik (Setyowati, 1998). Menurut Zor (2004), jika nilai  $n > 1$  mengidentifikasi baiknya penyerapan adsorbat oleh adsorben.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa

1. Kulit buah coklat (*Theobroma cacao*) dapat dijadikan sebagai adsorben dengan bahan kimia HCl 4 M sebagai aktivator.
2. Untuk adsorpsi logam Cd oleh arang aktif pada proses adsorpsi dengan penyerapan optimum pada konsentrasi 20 ppm dan waktu optimum 80 menit.
3. Adsorpsi logam Cd oleh arang aktif cenderung mengikuti isoterm adsorpsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, 2008, *Potensi Karbon Aktif sebagai Media Adsorpsi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)*. Diakses pada tanggal 12 Oktober 2010.
- Day, R.A. dan Underwood, A.L., 1998, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi-6, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas Indonesia-Press, Jakarta.
- Darmono, 2001. *Lingkungan hidup dan pencemaran, hubungannya dengan toksikologi senyawa logam*, Universitas Indonesia-Press, Jakarta.
- Fardiaz, S., 1995, *Polusi Air dan Udara*, Penerbit Kanasius, Yogyakarta.
- Hasanudin, M., 2008, *Karbon Aktif / Activated Carbon Charcoal, Arang Tempurung Kelapa (Karbon Aktif)*, <http://almaarif.blog.com/>. Diakses pada tanggal 23 September 2010.
- Ilyas, M., Lusiana, A. M., dan Haris, A., 2007, Pengaruh Aktivator pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Berat Pb(II), *Jurusan Kimia Universitas Diponegoro*, Semarang.
- Kurniadi, M., dan Hasani, A., 1996, *Studi Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Kayu, Bahan Olahan Kimia LIPI*, Bandung, 40135.
- Kumar, M.N.V.R., 2000, *A review of chitin dan chitosan application reactive and functional polimer*, vol 46 hal 1-27.

- Lynam, M. M., Kilduff, J. E., dan Weber, W. J. Jr., 1995, Adsorption of P-nitrophenol from Dilute Aquadeous Solution, *J. Chem Edu*, 72 : 80-84.
- Stumm, W. Dan Morgan J.J., 1996, *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*, 3<sup>rd</sup> edition, New York: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suriawiria, U., 1994, *Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*, Penerbit Alumni, Bandung.
- Widihati, G. A. I., Ratnayani, O., dan Angelina, J., 2010, Karakterisasi Keasaman dan Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*) dan Pemanfaatannya sebagai Biosorben Ion Cd<sup>2+</sup>, *Jurnal Kimia*, 4(1) : 7-14.
- Winarno, F.G., *Minyak Goreng dalam Menu Masyarakat*, PT.Balai Pustaka, Jakarta.