

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT BUAH COKLAT (*Theobroma cacao L.*)  
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Cd (II) DALAM PELARUT AIR**

**UTILIZATION OF (*Theobroma cacao. L.*) CACAO SKIN FOR ACTIVATED  
CARBON AS ADSORBENT CADMIUM (II) IN SOLUTION**

**Yana Fuad Masitoh\* dan Maria Monica Sianita B.**

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural sciences*

*State University of Surabaya*

Jl. Ketintang Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

*Corresponding author, telp/e-mail\*: 085645256736, [yana\\_fuad@ymail.com](mailto:yana_fuad@ymail.com)*

**Abstrak.** Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik arang aktif kulit buah coklat yang digunakan sebagai adsorben Cd (II), waktu kontak optimum, dan massa adsorben maksimum yang diperlukan untuk mengadsorpsi Cd (II). Metode yang digunakan berdasarkan metode isoterm Langmuir dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Preparasi arang aktif dari kulit buah coklat dilakukan dengan cara karbonisasi pada temperatur 500°C. Pengaktifan arang dilakukan dengan menggunakan ZnCl<sub>2</sub> 9% selama 16 jam pada pemanasan 300°C dan 600°C. Adsorpsi dilakukan dengan waktu kontak 20, 40, 60, 80, dan 100 menit dan massa adsorben 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 dan 10 gr. Hasil arang aktif yang terbaik diperoleh pada suhu 600°C dengan kadar air 5,863%, kadar abu 9,863%, zat yang mudah menguap 8,356%, dan daya serap terhadap iod 816,583 mg/g. Kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap Cd (II) adalah 94,075% dengan massa adsorben 6 gram dan waktu kontak optimum 60 menit.

**Kata kunci :** *adsorpsi, arang aktif, kulit buah coklat, logam kadmium(II)*

**Abstract.** The purpose of this research was to determine the characteristics of activated carbon from cacao skin used as adsorbent of Cd (II), the optimum contact time, and the maximum mass of adsorbent required to adsorb the heavy metal Cd (II). The method used is based on the Langmuir isotherm method and using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). Preparation of activated carbon from cacao skin was conducted by carbonization at 500°C. Activation of carbon was conducted using ZnCl<sub>2</sub> 9% for 16 hours at 300°C and 600°C. The Adsorption was conducted with contact time using of 20, 40, 60, 80, and 100 minutes and adsorbent mass of 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 and 10 gr. The best result of activated carbon was obtain at 600°C with water content 5,863%, ash content 9,863%, volatile substances 8,356%, and the absorption of iodine 816.583 mg/g. The adsorption capacity of activated carbon of Cd (II) was 94,075% using 6 grams of adsorbent mass and optimum contact time of 60 minutes.

**Keywords :** *adsorption, activated carbon, (*Theobroma cacao. L.*) cacao skin , cadmium(II)*

## **PENDAHULUAN**

Perairan sering tercemar oleh berbagai jenis logam berat berbahaya yang banyak dihasilkan dari proses industri [1]. Setiap logam berat mempunyai toksisitas berbeda yang dapat menyebabkan kerusakan pada biota perairan sehingga mengakibatkan terganggunya ekosistem.

Berbagai metode telah dikembangkan sebagai upaya untuk mengurangi atau menghilangkan logam berat yang melampaui ambang batas, salah satunya adalah dengan metode adsorpsi.

Logam Cd merupakan salah satu unsur kimia yang banyak digunakan sebagai lapisan

tahan korosi pada baja atau plastik, pewarna, alat-alat elektronik, serta baterai nikel atau kadmium. Logam ini menurut Darmono [2], termasuk logam non esensial yang sangat berbahaya bila ditemukan dalam konsentrasi tinggi dalam lingkungan (tanah, air, dan udara), karena logam tersebut mempunyai sifat merusak jaringan tubuh makhluk hidup.

Adsorpsi terhadap logam Cd dapat dilakukan dengan menggunakan arang aktif. Arang aktif adalah salah satu mineral atau zat penyerap (*adsorben*) yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan ion atau gas didalamnya pada sistem adsorpsi dalam padatan.

Penyerapan menggunakan arang aktif adalah efektif untuk menghilangkan logam berat [3].

Menurut Pari [4], arang aktif mampu mengadsorpsi anion, kation, dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik sebagai larutan maupun gas, serta mempunyai sifat penyerapan yang selektif, yaitu lebih menyukai bahan-bahan non polar daripada bahan polar.

Arang aktif dapat dipreparasi dari berbagai bahan dasar, diantaranya kayu, batubara muda, tulang, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, tandan kelapa sawit, limbah pertanian seperti kulit buah kopi, kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol, pelepah jagung, dan lain-lain [5].

Kulit buah coklat adalah kulit bagian terluar yang menyelubungi biji coklat dengan tekstur kasar, tebal dan agak keras. Selama ini pemanfaatan kulit buah coklat hanya terbatas untuk pakan ternak dan bahan baku pembuatan pupuk. Menurut Misran [6], kandungan selulosa kulit coklat 23-54%. Kulit buah coklat mempunyai kandungan senyawa organik seperti protein kasar 5,69-9,69 % , lemak 0,02-0,15 % , glukosa 1,16-3,92 % , sukrosa 0,02-0,18 % , pektin 5,30-7,08 % , serat kasar 33,19-39,45 % [7]. Menurut Amanah [8], senyawa-senyawa tersebut merupakan polimer dari unsur-unsur karbon sehingga kulit buah coklat dapat dibuat arang aktif yang mempunyai porous dan permukaan dalam yang luas sehingga mempunyai daya serap yang tinggi. Limbah kulit buah coklat selalu tersedia mengingat buah coklat pada perkebunan rakyat dapat dipanen sepanjang tahun.

Penelitian ini diarahkan untuk mengembangkan bahan baku alternatif dalam pembuatan arang aktif yang digunakan sebagai adsorben logam berat Cd dalam air. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini dipelajari kemampuan adsorpsi arang aktif kulit buah coklat terhadap Cd(II).

Pada penelitian ini digunakan persamaan umum model isoterm Langmuir dapat ditulis [9]:

$$\frac{C}{x/m} = \frac{KC}{1 + KC} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$x/m$  adalah jumlah adsorbat yang diserap pelarut per berat adsorben;  $C$  adalah konsentrasi adsorbat dalam larutan pada saat kesetimbangan;  $K$  adalah konstanta Langmuir

Persamaan isoterm Freundlich dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = k C^n \quad \dots\dots\dots (2)$$

$x/m$  adalah jumlah adsorbat yang teradsorpsi per unit berat dari adsorben;  $C$  adalah konsentrasi adsorbat dalam larutan pada saat kesetimbangan;  $k, n$  adalah konstanta Freundlich. Jika persamaan diatas dilogaritmakan maka akan diperoleh persamaan:

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log C \quad \dots\dots\dots (3)$$

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif kulit buah coklat, serbuk  $ZnCl_2$ , larutan KI, larutan  $Na_2S_2O_3$  0,1 N, indikator amilum 1%, larutan iodium 0,1 N, akuades dan akuabides.

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas kimia 1000; 250; 100 ml, labu ukur 1000; 100 ml; 10 ml, pipet ukur 25 ml, stirer magnetik, spatula, eksikator, kertas saring, gelas ukur 10; 25; 100 ml, ayakan 100 mesh, neraca analitik, oven, tanur, buret 50 ml, erlenmeyer 250 ml, erlenmeyer tutup asah, pipet tetes, cawan porselin, botol film, kaca arloji, dan Spektrometri Serapan Atom (SSA).

### Cara Kerja

#### Tahap pembuatan arang aktif kulit buah coklat (adsorben)

1. Dehidrasi: menjemur kulit buah coklat dibawah sinar matahari.
2. Karbonisasi: 1 kg kulit buah coklat ditimbang dan ditempatkan dalam tanur pada suhu  $500^\circ C$  selama 1 jam. Arang yang diperoleh didinginkan, digiling dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.
3. Aktivasi: 50 gram arang direndam dalam 500 ml larutan  $ZnCl_2$  9% selama 16 jam, kemudian dipanaskan dengan variasi suhu  $300^\circ C$  dan  $600^\circ C$  selama 1 jam. Setelah itu dicuci dengan aquades atau HCl. Dipanaskan kembali dengan suhu  $105^\circ C$  selama 1 jam.

#### Tahap pengujian (Karakteristik) Arang Aktif

##### 1. Penentuan kadar Air

$\pm 1,000$  gram arang aktif ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselin. Dipanaskan dalam oven pada suhu  $105^\circ C$  selama 4 jam. Kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang (sampai berat tetap).

$$\text{kadar air} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \quad \dots\dots (4)$$

$a$  adalah massa arang mula-mula (gr),  $b$  adalah massa arang setelah dikeringkan (gr), dilakukan pengulangan 3 kali

**2. Penentuan kadar Abu**

$\pm 1,000$  gram arang aktif diabukan dalam tanur pada suhu  $750^{\circ}\text{C}$  selama 6 jam. Kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang [10].

$$\text{kadar abu} = \frac{\text{massa abu}}{\text{massa arang}} \times 100\% \dots (5)$$

dilakukan pengulangan 3 kali

**3. Penentuan zat yang mudah menguap**

$\pm 1,000$  gram arang aktif dimasukkan dalam krus dan ditutup. Kemudian dipanaskan pada suhu  $950^{\circ}\text{C}$  dalam tanur selama  $\pm 10$  menit. Setelah suhu dicapai, krus dan isinya dibiarkan dingin dalam tanur (tidak berhubungan dengan udara luar). Setelah dingin dimasukkan dalam eksikator dan ditimbang.

$$\text{zat yang mudah menguap} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots (6)$$

a adalah massa arang mula-mula; b adalah massa arang setelah pemanasan

**4. Daya serap terhadap larutan  $\text{I}_2$** 

$\pm 1,000$  gram arang aktif dimasukkan ke dalam erlenmeyer tutup asah, selanjutnya ditambahkan 25 ml larutan iodin 0,1 N. Erlenmeyer ditutup dengan tutup yang telah dibasahi larutan KI, kemudian dikocok dengan hati-hati dan disimpan ditempat yang gelap selama 15 menit, ke dalam erlenmeyer ditambahkan 10 ml larutan KI 20% dan 150 ml akuades. Kemudian dikocok dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N. Sebagai indikator digunakan amilum dan untuk perbandingan digunakan larutan blanko dengan cara yang sama.

$$\text{Iod teradsorpsi} = \frac{(N - N_0) \times V \times f_p}{\text{berat sampel}} \dots (7)$$

V adalah volume larutan natrium tiosulfat yang diperlukan; N adalah Normalitas larutan natrium tiosulfat 0,1 N; 12,69 adalah Jumlah iod sesuai dengan 1 ml larutan natrium tiosulfat 0,1 N; fp adalah faktor pengenceran Dilakukan pengulangan 3 kali.

**Tahap Adsorpsi logam Cd oleh arang aktif kulit buah coklat****1. Pembuatan larutan induk 1000 ppm**

Menimbang dengan teliti 2,744 gram  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  kemudian dilarutkan dengan akuabides dalam gelas kimia 100 ml. Larutan dipindahkan kedalam labu ukur 1000 ml dan

diencerkan dengan akuabides sampai tanda batas.

**2. Pembuatan Kurva Standar**

-Sebanyak 5 ml larutan 100 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan diencerkan dengan akuabides sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan standar 5 ppm.

-1, 2, 3, dan 7 ml larutan 5 ppm masing-masing dimasukkan labu ukur 10 ml dan diencerkan dengan akuabides sampai tanda batas diperoleh larutan standar 0,5; 1; 1,5; dan 3,5 ppm kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA.

**3. Penentuan Waktu Kontak Optimum**

Sebanyak 5 botol masing-masing 50 ml sampel ditambahkan arang aktif 100 mesh dengan massa adsorben 1 gr. Setelah itu dilakukan pengadukan selama 20, 40, 60, 80, dan 100 menit. Larutan yang diperoleh disaring, disentrifuge dan filtratnya diukur absorbansinya menggunakan SSA.

**4. Penentuan Massa Adsorben Maksimum**

Sebanyak 5 botol masing-masing 50 ml sampel ditambahkan arang aktif 100 mesh dengan massa adsorben 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 dan 10 gr. Setelah itu dilakukan pengadukan sesuai waktu kontak optimum. Larutan yang diperoleh disaring, disentrifuge dan filtratnya diukur absorbansinya menggunakan SSA.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data penelitian diperoleh dari beberapa tahap yang meliputi: pembuatan arang aktif diaktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$ , karakteristik arang aktif, penentuan kurva kalibrasi standar larutan  $\text{Cd}(\text{II})$ , kemampuan adsorpsi arang aktif terhadap larutan  $\text{Cd}(\text{II})$  untuk menentukan waktu kontak optimum dan massa adsorben optimum, dan penentuan jenis adsorpsi.

**Karakteristik Arang Aktif Kulit Buah Coklat Sesuai SNI No. 06-3730-1995**

Pada tabel 1 dapat diamati secara keseluruhan bahwa karakteristik arang aktif kulit buah yaitu kadar air, kadar abu, zat yang mudah menguap dan daya serap iod pada pemanasan  $600^{\circ}\text{C}$  lebih memenuhi standar mutu arang aktif sesuai SNI No.06-3730-1995 daripada pemanasan  $300^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dapat dijelaskan bahwa tinggi suhu aktivasi sangat berpengaruh pada daya serap arang aktif [11].

Tabel 1. Hasil Karakteristik Arang Aktif Kulit Buah Coklat dengan aktivasi  $ZnCl_2$  9%

Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Zat Yang Mudah Menguap (%)	Daya Serap Terhadap $I_2$ (mg/g)
SNI	Maks 15	Maks 10	Maks 25	Min 750
Pemanasan 300°C	10,493	16,517	11,721	541,568
Pemanasan 600°C	5,863	9,863	8,356	816,583

### 1. Kadar air

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa arang aktif kulit buah coklat pada pemanasan 600°C mempunyai kadar air yang lebih kecil yaitu 5,700% daripada pemanasan 300°C sebesar 10,493%. Hal ini disebabkan pada suhu yang lebih tinggi air dalam arang aktif lebih banyak menguap. Kadar air yang tinggi dari arang aktif akan mengurangi daya adsorpsi [12].

### 2. Kadar Abu

Tabel 1 menunjukkan bahwa arang aktif kulit buah coklat pada pemanasan 600°C memiliki kadar abu 9,863%, lebih kecil daripada pemanasan 300°C sebesar 16,517%. Abu dapat mengganggu proses adsorpsi karena kandungan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori arang aktif sehingga menurunkan kemampuan adsorpsi arang aktif.

### 3. Zat Yang Mudah Menguap

Menurut Sudrajat [5], senyawa yang terikat pada arang akan menguap atau hilang pada pemanasan tinggi. Tabel 1 menunjukkan bahwa arang aktif kulit buah coklat memiliki mutu yang baik karena memiliki jumlah zat yang menguap pada pemanasan 300°C sebesar 11,721% dan pada pemanasan 600°C sebesar 8,356 %. Jumlah ini dibawah batas yang ditentukan oleh SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimum 25%.

### 4. Daya Serap Terhadap $I_2$

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai daya serap iod arang aktif kulit buah coklat pada pemanasan 300°C yaitu 541,568 mg/g dan pada pemanasan 600°C sebesar 816,583 mg/g. Arang aktif kulit buah coklat yang memenuhi standar SNI No. 06-3730-1995 adalah pada pemanasan 600°C karena memiliki daya serap iod melebihi yang ditentukan yaitu min 750 mg/g.

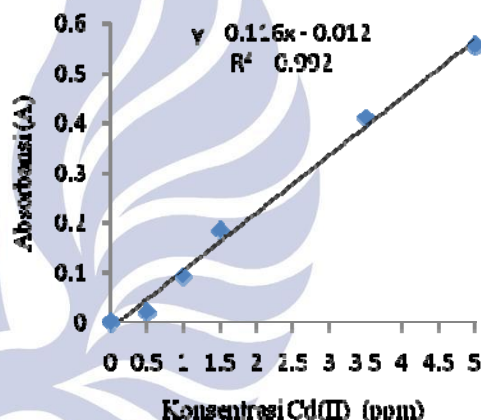
## Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Coklat Terhadap Logam Cd(II)

Larutan standar diukur absorbansinya dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 228,8 nm. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Kurva Kalibrasi Standar Larutan Cd(II)

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (A)
0,000	0,000
0,500	0,020
1,000	0,092
1,500	0,184
3,500	0,441
5,000	0,555

Dari tabel 2. dapat dibuat kurva kalibrasi standar larutan Cd(II)



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cd(II)

## Kemampuan Adsorpsi Arang Aktif Buah Coklat Terhadap Logam Cd(II)

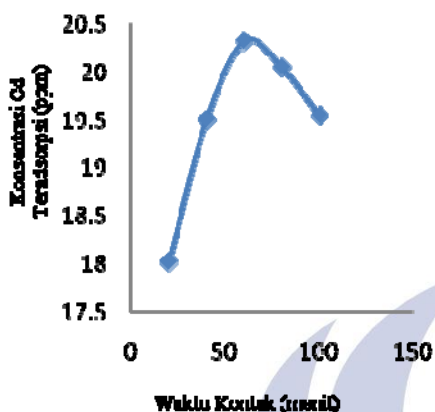
### a. Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak sangat berpengaruh dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik.

Tabel 3. Konsentrasi Cd(II) Yang Teradsorpsi Oleh Arang Aktif Kulit Coklat Dalam Berbagai Waktu Kontak

Konsentrasi Cd(II) awal (ppm)	Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Sisa (ppm)	Konsentrasi Cd (II) teradsorpsi (ppm)	% Cd(II) teradsorpsi
25,233	0	25,233	0,000	0,000
	20	7,215	18,018	71,406
	40	5,733	19,500	77,280
	60	4,915	20,318	80,522
	80	5,187	20,046	79,444
	100	5,690	19,543	77,450

Dari tabel 3 dapat digambarkan kurva hubungan antara konsentrasi Cd(II) yang teradsorpsi dengan waktu kontak seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva Hubungan Antara Konsentrasi Cd(II) Teradsorpsi Dengan Waktu Kontak

Dari gambar 2. dapat disimpulkan bahwa waktu optimum yang dicapai dalam percobaan ini adalah 60 menit dimana setelah waktu 60 menit tersebut konsentrasi larutan Cd(II) yang teradsorpsi tidak menunjukkan peningkatan yang berarti. Hal ini dikarenakan sisi aktif dari arang aktif mencapai kondisi jenuh dimana arang aktif kulit buah coklat tidak dapat mengikat Cd(II) lagi sehingga konsentrasi larutan Cd(II) yang teradsorpsi akan cenderung menurun.

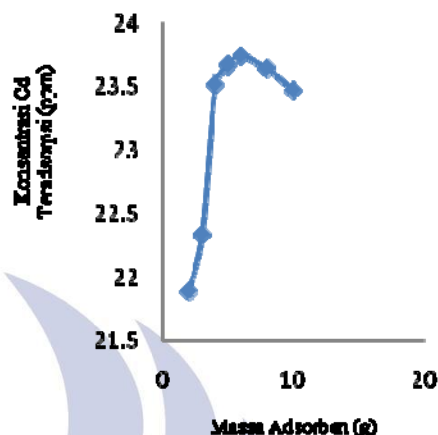
#### b. Penentuan Massa Adsorben Maksimum

Interaksi antara larutan Cd(II) dengan arang aktif dengan variasi massa adsorben dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi Cd(II) Yang Teradsorpsi Oleh Arang Aktif Kulit Coklat Dalam Berbagai Massa Adsorben

Konsentrasi Cd(II) awal (ppm)	Massa Adsorben (g)	Konsentrasi		
		Konsentrasi Sisa (ppm)	Konsentrasi Cd(II) teradsorpsi (ppm)	% Cd(II) teradsorpsi
25,233	1	4,870	20,363	80,700
	2	3,347	21,886	86,736
	3	2,902	22,331	88,499
	4	1,723	23,510	93,172
	5	1,565	23,668	93,798
	6	1,495	23,738	94,075
	8	1,537	23,714	93,980
	10	1,595	23,640	93,687

Dari tabel dapat digambarkan seperti kurva pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva Hubungan Antara Konsentrasi Cd(II) Teradsorpsi Dengan Massa Adsorben

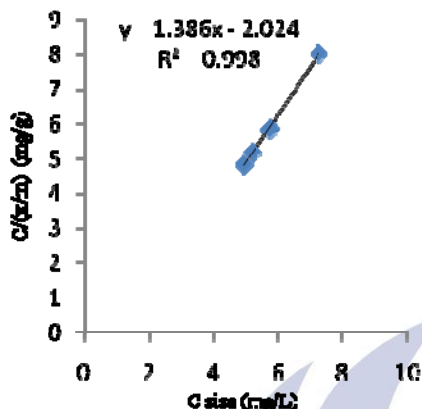
Dari gambar 3. dapat dilihat bahwa konsentrasi Cd yang teradsorpsi secara maksimum terjadi pada massa adsorben 6 gram, dimana setelah penambahan massa adsorben 6 gram kurva menunjukkan penurunan penyerapan arang aktif kulit buah coklat terhadap konsentrasi Cd(II).

#### Adsorpsi Isoterm Langmuir

Berdasarkan data yang diperoleh dari variasi waktu kontak maupun massa adsorben menunjukkan bahwa pada proses adsorpsi setelah mencapai nilai optimum, konsentrasi Cd(II) yang teradsorpsi tidak menunjukkan adanya peningkatan. Hal ini dikarenakan adsorben arang aktif kulit buah coklat mengalami kejenuhan sehingga konsentrasi Cd(II) yang teradsorpsi menurun. Oleh karena itu penentuan jenis adsorpsi kemudian diuji dengan penerapan model isoterm Langmuir yang mengacu pada asumsi: monolayer atau terdiri dari lapisan tunggal, semua situs aktif dan permukaannya bersifat homogen, dan apabila konsentrasi telah jenuh maka tidak ada peningkatan adsorpsi.

Isoterm Langmuir menunjukkan bahwa adanya ikatan yang terjadi antara logam Cd(II) dengan arang aktif kulit buah coklat yaitu ikatan *Van Der Waals* yang bersifat *reversible* terserapnya logam Cd(II) hanya ke lapisan film

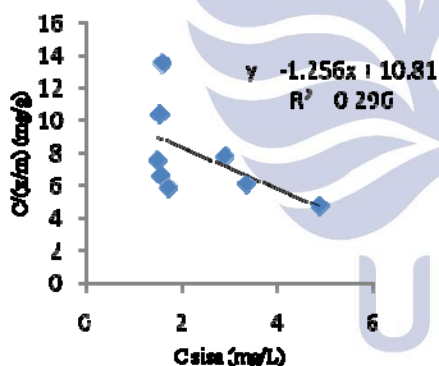
arang aktif. Persamaan isoterm Langmuir dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



a. Variasi Waktu Kontak

Gambar 4. Linearitas Arang Aktif Kulit Buah Coklat Dengan Persamaan Isoterm Langmuir Variasi Waktu Kontak

b. Variasi Massa Adsorben



Gambar 5. Linearitas Arang Aktif Kulit Buah Coklat Dengan Persamaan Isoterm Langmuir Variasi Massa Adsorben

### SIMPULAN

1. Hasil karakteristik arang aktif kulit buah coklat menunjukkan bahwa arang aktif yang memenuhi standar SNI No. 06-3730-1995 adalah arang aktif aktivasi  $ZnCl_2$  pada pemanasan  $600^\circ C$  dengan kadar air 5,863% ; kadar abu 9,863 % ; zat yang mudah menguap 8,356% dan daya serap terhadap iod 816,583 mg/g.
2. Pada proses adsorpsi arang aktif kulit buah coklat terhadap larutan Cd(II) awal 25,233 ppm (mg/L) menghasilkan kapasitas adsorpsi

94,075% dengan massa adsorben maksimum 6 gram dan waktu kontak optimum 60 menit.

3. Adsorpsi larutan Cd(II) oleh arang aktif kulit buah coklat memakai model isoterm Langmuir.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Kristanto, Philip. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
2. Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makluk Hidup*. Jakarta : UI-Press.
3. Rasjiddin, Irham. 2006. Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Biji Jambu Mede (*Anacardium occidentale*) Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. Bogor: Institut Pertanian Bogor. *Jurnal online diakses 30 juli 2012*.
4. Pari, G. 1996. Pembuatan dan Kualitas Arang Aktif dari Kayu Sengon Sebagai Bahan Adsorben. *Buletin Penelitian Hasil Hutan Vol. 14, No. 7*: 274-289.
5. Sudrajat, R., Soleh S. 1994. Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif. Bogor: Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan.
6. Misran, Erni. 2009. Pemanfaatan Kulit Coklat dan Kulit Kopi Sebagai Adsorben Ion Pb Dalam Larutan. *Jurnal SIGMA Vol. 12 No 1*:1-7.
7. Anonim. 2010. Kulit Buah kakao,Pulp&Biji Buah kakao, Komposisi Kimia Pulp juga KulitBuah.<http://www.lampungpost.com/cetak/berita.php?id=2005112901233833>. diakses pada tanggal 17 Maret 2011.
8. Amanah, Nasikhatul. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Pengaktif  $ZnCl_2$  Terhadap Kemampuan Adsorpsi Fenol Oleh Karbon Aktif Serbuk Gergaji Kayu Sengon*. Skripsi tidak dipublikasikan. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
9. Bird, Tony. 1993. *Kimia Fisika Untuk Universitas*. Jakarta : Gramedia.
10. Wijayanti, Ria. 2009. *Arang aktif dari ampas tebu sebagai adsorben Pada pemurnian minyak goreng bekas*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
11. Putranto, Ari Dwi dan M. Razif. 2005. Pemanfaatan Kulit Biji Mete Untuk Arang Aktif Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Parameter Phenol. *Jurnal Perifikasi, Vol.6, No.1, Juni 2005* : 37-42.
12. Sudrajat, R. 1985. Pengaruh Beberapa Faktor Pengolahan Terhadap Sifat Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 2, No. 2 (1985) pp. 1-4*.