

## Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) Terhadap Ion Logam Kromium VI

### Adsorption Capacity of Banana Stem Activated Charcoal (*Musa paradisiaca*) Toward Chromium VI Ions

<sup>1)</sup>Yuliono, <sup>2)</sup>Netti Herawati, <sup>3)</sup>Maryono

<sup>1, 2, 3)</sup>Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Makassar, Jl. Dg Tata Raya Makassar, Makassar 90224  
Email: eladhwaf@gmail.com

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu arang aktif batang pisang (*musa paradisiaca*) ditinjau dari kadar air dan kadar abu, waktu kontak optimum, dan kapasitas adsorpsi terhadap ion logam kromium VI. Penentuan kadar air dan kadar abu menggunakan metode gravimetri, waktu kontak optimum menggunakan metode batch dengan variasi waktu yaitu 30, 60, 90, 120, dan 150, menit., dan penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan pola isotherm Freundlich dan Langmuir dengan variasi konsentrasi ion Cr (VI) 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm. Banyaknya ion yang terserap diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian yang diperoleh berupa kadar air sebesar 12,27%, dan kadar abu sebesar 5,84%. Waktu kontak optimum tercapai pada menit ke-120. Adsorpsi arang aktif batang pisang terhadap ion logam kromium VI mengikuti pola isotherm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,2139 mg/g.

**Kata kunci:** Arang aktif, Cr (VI), Kapasitas adsorpsi, *musa paradisiaca*, kapasitas adsorpsi

#### ABSTRACT

This research aimed to know the quality of banana stem activated charcoal observed from the amount of water and amount of dust, optimum contact time, and adsorption capacity toward Cr<sup>6+</sup> ions. Determination of amount of water and amount of dust using gravimetric method, optimum contact time using batch method with 30, 60, 90, 120, and 150 minutes as the time variation, and determination of adsorption capacity using Freundlich and Langmuir isotherm with various concentration of Cr<sup>6+</sup> ions of 5, 10, 15, 20, and 25 ppm. The amount of ion adsorbed was measured by using Atomic Absorption Spectrophotometers (AAS). Result of the research obtained were 2,61% of water amount and 5,57% of dust amount. Optimum contact time achieved in 120 minutes. Adsorption of banana stem activated charcoal toward Cr<sup>6+</sup> ions followed the Langmuir isotherm with 0,2139 mg/g as the adsorption capacity.

**Keywords:** Activated charcoal, Cr<sup>6+</sup>, Quality of Activated Charcoal, *musa paradisiaca*, adsorption capacity

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di masa sekarang ini mengakibatkan banyaknya aktivitas manusia yang menyebabkan meningkatnya dampak pencemaran lingkungan di sekitarnya. Pencemaran lingkungan oleh logam berat merupakan masalah yang sangat serius saat ini. Logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup bila berada pada konsentrasi diatas nilai ambang batas. Logam – logam berat yang larut dalam perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang di timbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menyebabkan terputusnya satu mata rantai kehidupan (Darmayanti, dkk., 2012).

Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernapasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit. Absorpsi logam melalui saluran pernapasan cukup besar, baik pada biota air yang masuk melalui sistem pencernaan maupun biota darat yang masuk melalui debu di udara ke saluran pernapasan. Salah satu contoh logam berat adalah kromium (Cr), dimana Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Logam ini dapat mengakibatkan terjadinya keracunan yang menyebabkan pembengkakan pada hati (Palar, 2008).

Kromium yang merupakan salah satu unsur logam berat yang penting bagi manusia ternyata dapat berdampak negatif jika berada di atas nilai ambang batas, dimana batas

konsentrasi logam kromium dalam tubuh adalah 0,05 mg/L (Nursiah, dkk., 2009).

Bentuk yang paling umum adalah kromium (VI) dan umumnya dihasilkan dari proses industri. Jadi potensi keberadaanya dalam air limbah atau perairan sangat besar, oleh karena itu di butuhkan teknik atau metode untuk menghilangkan logam- logam tersebut di dalam air limbah dan perairan.

Beberapa metode yang dapat di gunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam dalam limbah cair diantaranya adalah adsorpsi pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi dan dengan cara penyerapan bahan pencemar oleh adsorben arang aktif (Lopes, 1997 dalam Darmayanti dkk, 2012).

Diantara metode-metode tersebut, adsorpsi dengan arang aktif merupakan metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan dapat di regenerasi serta ekonomis. Bahan yang dapat di buat menjadi arang aktif adalah semua bahan yang mengandung lignoselulosa yaitu selulosa dan hemiselulosa, dan juga memiliki kandungan lignin. Tanaman pisang yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah buah pisang dan daun pisang, adapun bagian lain dari tanaman pisang seperti batang pisang jarang di manfaatkan masyarakat. Sebagian kecil batang pisang hanya dimanfaatkan sebagai makanan ternak, sedangkan dalam jumlah besar sebagai sampah. Batang pisang merupakan salah satu bahan yang berpotensi sebagai arang aktif. Hal ini di sebabkan batang

pisang karena batang pisang banyak mengandung selulosa 40% (Mohapatra, dkk., 2010).

Batang pisang memiliki berat jenis 0,29 g/cm<sup>3</sup> dengan ukuran panjang serat 4,20–5,46 mm (Syafudin, 2004). dan kandungan lignin 12 % (Mohapatra, dkk (2010)

Daya serap arang aktif dapat ditingkatkan dengan melakukan aktivasi kimia dengan menggunakan bahan pengaktif seperti ZnCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, NaCl, NaOH, dan lain-lain. Serta aktivasi fisika dengan pemanasan pada suhu tinggi. Aktivasi kimia memiliki banyak keunggulan seperti mengdegradasi dan penghidrasi molekul organik, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik, membantu mengeluarkan hidrokarbon yang terbentuk pada saat proses karbonasi dan dapat melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksida dapat dikurangi (Meilita dan Tuti, 2003). Hartanto dan Ratnawati (2010) menguji tiga aktivator untuk mengaktifkan arang tempurung kelapa sawit, yaitu NaOH, NaCl, dan HCl. Mereka menemukan bahwa NaOH lebih baik dari segi kadar air, kadar abu, dan daya serap iodin.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas aktivasi yaitu konsentrasi aktivator, waktu perendaman, dan ukuran bahan. Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar. Sedangkan untuk konsentrasi aktivator semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi, maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut

mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin porous yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif (Kurniati, 2008).

Penelitian tentang kinetika adsorpsi arang aktif batang pisang terhadap ion logam kromium Cr (VI) telah dilakukan oleh Ida, dkk (2010), mereka menemukan bahwa kinetika adsorpsi arang aktif batang pisang terhadap ion logam kromium Cr (VI) mengikuti orde dua dengan nilai konstanta laju adsorpsi sebesar 0,0008 menit<sup>-1</sup>ppm<sup>-1</sup>. Berdasarkan uraian di atas maka peneliti merasa perlu diadakan suatu penelitian terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif batang pisang (*musa paradisiaca*) terhadap ion logam kromium Cr (VI).

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat-alat gelas yang umum digunakan, shaker, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), tanur, stopwatch, neraca digital, oven, dan ayakan - 100/+200mesh

Bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah batang pisang, larutan NaOH, HCl, aluminium foil, akuades, kertas saring biasa, dan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

### B. Prosedur Kerja

#### 1. Penyiapan Sampel dan Pembuatan Arang Aktif

##### a. Dehidrasi

Sampel batang pisang dibersihkan dari kotorannya (dicuci menggunakan air kran

sebanyak tiga kali). Batang pisang dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 1 minggu.

#### b. Karbonisasi

Batang pisang yang telah kering dimasukkan dalam cawan porselin, kemudian dikarbonisasi dalam tanur pada suhu 400<sup>0</sup>C selama 1 jam

#### c. Aktivasi

- 1) Arang yang telah dingin dihaluskan dengan cara digiling atau digerus, kemudian diayak dengan ukuran ayakan lolos saringan 100 Mesh dan tertahan di 200 Mesh.
- 2) Arang yang diperoleh direndam dengan larutan NaOH selama 2 jam hingga pH pencuci netral.
- 3) Arang hasil pencucian dikeringkan pada suhu 110<sup>0</sup>C

## 2. Karakterisasi Arang Aktif

### a. Penentuan Kadar Air Arang Aktif

Sebanyak 1 gram arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105<sup>0</sup>C selama 2 jam sampai bobotnya konstan dan didinginkan di dalam eksikator lalu di timbang, (hingga perbedaan bobot massa antar penimbangan tidak lebih dari 0,0002 gram)

Perhitungan kadar air menggunakan persamaan  $\text{Kadar air (\%)} =$

$$\frac{a-b}{a} \times 100\%$$

a = bobot sampel belum pemanasan (gram)

b = bobot sampel sesudah pemanasan (gram)

### b. Penentuan Kadar Abu

Sebanyak 1 gram arang aktif di timbang dan di masukkan kedalam kurs yang telah di ketahui beratnya. Kemudian di tempatkan kedalam tanur pada suhu 800<sup>0</sup>C selama 2 jam.

Perhitungan kadar abu menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

a = bobot awal sampel (gram)

b = bobot sisa sampel (abu) (gram)

## 3. Pembuatan Larutan Baku Cr (VI)

Pembuatan larutan baku Cr (VI) 1000 ppm dilakukan dengan menimbang 2,8269 gram K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> kemudian dilarutkan dengan penambahan sedikit demi sedikit HCl pekat hingga 10 mL dan ditambahkan sedikit air panas hingga larut ,kemudian diencerkan dengan akuades hingga tanda batas dalam labu ukur 1000 mL.

## 4. Pembuatan Larutan Standar Cr (VI)

10 mL larutan baku Cr (VI) 1000 ppm dipipet dan diencerkan sampai tanda batas dalam labu ukur 100 mL untuk membuat larutan 100 ppm. Selanjutnya membuat larutan standar Cr (VI) 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm.

## 5. Pembuatan larutan sampel Cr (VI)

25 mL larutan baku Cr (VI) 100 ppm dipipet dan diencerkan sampai tanda batas dalam labu ukur 100 mL untuk membuat larutan 25 ppm, 20 mL larutan baku Cr (VI) 100 ppm dipipet dan diencerkan hingga 100 mL untuk membuat

larutan 20 ppm, dilakukan perlakuan yang sama untuk membuat larutan Cr (VI) 15 ppm, 10 ppm, dan 5 ppm.

#### 6. Penentuan Waktu Kontak Optimum Arang Aktif batang pisang terhadap Ion Cr (VI)

Larutan Cr (VI) dengan konsentrasi 25 ppm disiapkan dalam 5 erlenmeyer yang berbeda dengan volume masing-masing 25 mL. Ke dalam 25 mL larutan Cr (VI) ditambahkan 0,5 g arang aktif yang telah dibuat. Campuran dikocok dengan shaker dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, dan 150 menit, setelah itu disaring dengan kertas saring Whatman untuk memperoleh supernatan ion Cr (VI). Absorbansi filtrat diukur dengan SSA.

#### 7. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ion Cr (VI) oleh Arang Aktif batang pisang

Sebanyak 25 mL larutan ion logam Cr (VI) dengan konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm disiapkan. Ke dalam tiap-tiap 25 mL larutan Cr (VI) tersebut ditambahkan 0,5 gram arang aktif. Tiap-tiap campuran dikocok dengan shaker selama waktu optimum, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman. Absorbansi filtrat diukur dengan SSA.

**Tabel 2.** Rata-rata Ion Cr (VI) yang Teradsorpsi dengan Menggunakan Arang Aktif Batang Pisang pada Berbagai Waktu Kontak dari Ion Cr (VI) 25 ppm

Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Sisa ( $C_e$ ) (ppm)	Konsentrasi Terserap (ppm)	Persen Daya Serap (%)	Daya Serap (mg/g)
30	24,0948	0,9052	3,6208	0,0452
60	23,8792	1,1208	4,4832	0,0560
90	21,1853	3,8147	15,2588	0,1906
120	20,7111	4,2889	17,1556	0,2143
150	23,7500	1,2500	5,000	0,0624

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Karakterisasi Arang Aktif Batang Pisang

Karakterisasi pada penelitian ini meliputi kadar air dan kadar abu.

**Tabel 1.** Hasil Karakterisasi Arang Aktif Batang Pisang

Karakterisasi	Hasil (%)	SNI (%)
Kadar air	12,27	$\leq 15$
Kadar abu	5,84	$\leq 10$

#### 2. Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang terhadap Ion Logam Cr(VI)

Waktu kontak optimum adsorpsi arang aktif batang pisang terhadap ion logam Cr (VI) diperoleh dengan melakukan variasi waktu kontak. Hasil yang diperoleh digunakan untuk menentukan waktu optimum adsorpsi ion Cr (VI) dengan cara menghitung daya serap setiap waktu yang digunakan. Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh adsorben arang aktif batang pisang dalam menyerap ion logam Cr(VI) secara maksimum.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa dari menit ke-30 sampai menit ke-120 terjadi peningkatan daya serap sedangkan pada menit ke-120 sampai menit ke-150 terjadi penurunan daya serap. Hal ini menandakan bahwa waktu kontak optimum arang aktif batang pisang dalam menyerap ion Cr (VI) dicapai pada waktu 120 menit dengan daya serap 0,2143 mg/g.

### 3. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang Terhadap Ion Cr(VI)

Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu adsorban (arang aktif batang pisang) dalam menyerap atau mengadsorpsi adsorbat (ion logam Cr(VI)).

**Tabel 3.** Rata-rata ion Cr(VI) yang Teradsorpsi dengan Menggunakan Arang Aktif Batang Pisang pada berbagai Konsentrasi dengan Waktu Kontak Optimum 120 Menit

Konsentrasi awal (C <sub>0</sub> ) (ppm)	Konsentrasi sisa (C <sub>e</sub> ) (ppm)	Konsentrasi terserap (ppm)	Daya serap (mg/g)	log w	log C <sub>e</sub>	C <sub>e</sub> /W
5	1,0065	3,9935	0,1996	- 0,6998	0,0028	5,0425
10	5,7157	4,2843	0,2141	- 0,6693	0,7570	26,6964
15	10,8049	4,1951	0,2096	- 0,6786	1,0336	51,5500
20	15,7817	4,2183	0,2168	- 0,6659	1,1981	72,7938
25	20,7554	4,2446	0,2122	- 0,6732	1,3171	97,8155

Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ion Cr(VI) maka semakin banyak ion Cr(VI) yang terserap, kecuali pada konsentrasi 25 ppm.

## B. Pembahasan

### 1. Karakterisasi arang aktif batang pisang

#### a. Kadar Air

Keberadaan air didalam arang berkaitan dengan sifat higroskopis dari arang aktif. Kadar air yang diperoleh dari hasil pengamatan adalah 12,27%, kadar air ini telah memenuhi standar arang

aktif yang ditetapkan oleh SNI No. 06-3730-95 yaitu maksimal 15%. Rendahnya kadar air ini menunjukkan bahwa arang aktif batang pisang baik digunakan sebagai adsorben. Semakin sedikit kadar air maka semakin efektif arang dalam penyerapan, hal ini disebabkan karena pori arang yang semakin banyak terbuka.

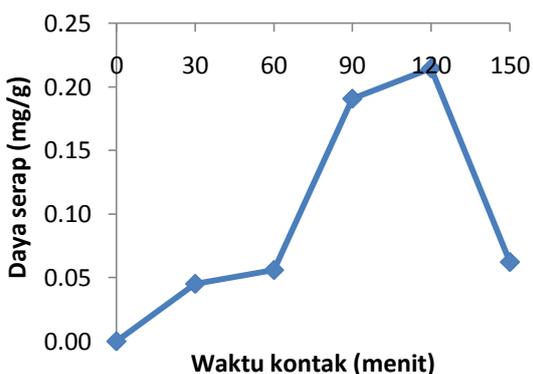
#### b. Kadar Abu

Penetapan kadar abu dimaksudkan untuk menguji banyaknya mineral yang terdapat pada arang aktif berupa oksida logam (Suryani, 2008). Dari hasil penelitian

diperoleh kadar abu arang aktif batang pisang sebesar 5,84%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar abu arang aktif batang pisang sudah memenuhi syarat mutu SNI No. 06-3730-95 yaitu kurang dari 10% yang artinya bahwa arang aktif batang pisang sudah layak digunakan sebagai adsorben.

## 2. Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang terhadap Ion Cr(VI)

Waktu kontak adsorpsi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyerapan. Dari hasil penelitian diperoleh waktu kontak optimum tercapai pada menit ke-120 artinya pada waktu ini sudah terjadi suatu kesetimbangan antara adsorben arang aktif batang pisang dan adsorbat ion Cr(VI). Untuk mengetahui hubungan antara daya serap dengan waktu kontak maka dibuat grafik berikut.

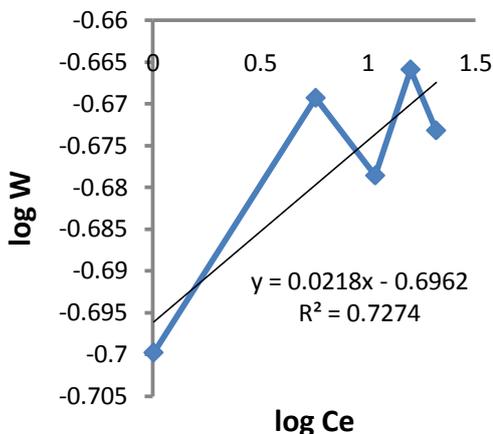


**Gambar 1.** Hubungan Antara Daya serap (mg/g) Arang Aktif Batang Pisang terhadap Ion Cr(VI) pada Berbagai Waktu Kontak

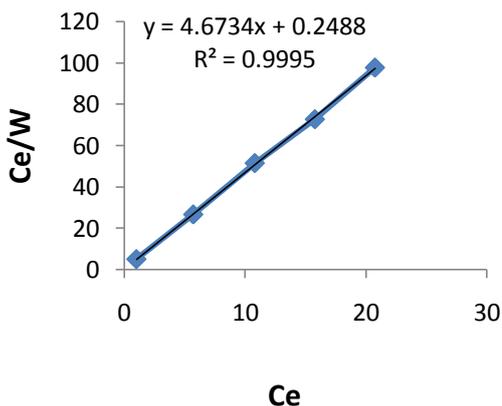
Dari grafik hubungan antara waktu kontak dengan daya serap arang batang pisang terhadap ion Cr(VI) (mg/g) terlihat bahwa semakin lama waktu kontak semakin tinggi daya serap, namun pada waktu 120 sampai 150 menit grafik terlihat menurun. Hal ini menandakan bahwa waktu kontak optimum tercapai pada 120 menit. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pada waktu optimum arang aktif sudah tidak mampu lagi mengadsorpsi ion Cr(VI) artinya jumlah zat terlarut yang diadsorpsi telah jenuh, hal ini disebabkan karena pori-pori arang aktif telah tertutup oleh adsorbat sehingga arang aktif tidak mampu lagi menyerap adsorbat artinya posisi kation-kation dalam rongga-rongga arang mengalami kejenuhan dalam mengadsorpsi ion kromium VI.

## 3. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang terhadap Ion Cr(VI)

Kapasitas adsorpsi adalah kemampuan suatu adsorban dalam menyerap atau mengadsorpsi adsorbat. Untuk mengetahui hubungan antara daya serap dengan konsentrasi larutan maka dibuat grafik hubungan antara daya serap (mg/g) dengan konsentrasi sisa (Ce). Hasil pengukuran tersebut dimasukkan kedalam grafik persamaan Freundlich dan persamaan Langmuir untuk menentukan pola isotherm yang sesuai dan besarnya kapasitas adsorpsi. Grafik isotherm Freundlich dan Langmuir dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 2.** Isoterm Freundlich Adsorpsi Ion Logam Cr(VI) oleh Arang Aktif Batang Pisang

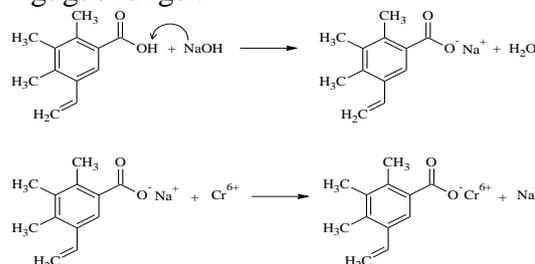


**Gambar 3.** Isoterm Langmuir Adsorpsi Ion Logam Cr(VI) oleh Arang Aktif Batang Pisang

Pola isotherm yang sesuai dapat diketahui dengan membandingkan nilai  $R^2$  dari kedua grafik. Dari kedua grafik di atas terlihat bahwa adsorpsi ion Cr(VI) oleh arang aktif batang pisang lebih cenderung mengikuti persamaan isotherm Langmuir daripada Freundlich karena nilai  $R^2$  untuk kurva langmuir mendekati 1 yaitu 0,9995 dibandingkan dengan isotherm Freundlich 0,7274. Oleh karena itu, kapasitas adsorpsi arang

aktif batang pisang terhadap ion Cr(VI) dihitung menggunakan persamaan isotherm Langmuir.

Isotherm adsorpsi Langmuir mengasumsikan bahwa adsorpsi terjadi secara kimia artinya penyerapan lebih banyak terjadi pada gugus fungsi yang terdapat pada arang aktif. Pada adsorpsi kimia adsorbat terikat kuat dengan adsorben. Adsorpsi kimia ini terjadi karena adanya ikatan kimia yaitu ikatan antara ion logam dengan gugus fungsi.



**Gambar 4.** Mekanisme Terbentuknya Ikatan antara Ion Logam dengan Gugus Fungsi

Berdasarkan grafik model isotherm Langmuir hubungan antara  $C_e/W$  dan  $C_e$  diperoleh persamaan garis lurus  $y = 4,6734x + 0,2488$  dengan nilai  $R^2 = 0,9995$  dari persamaan garis ini diperoleh kapasitas adsorpsi arang aktif batang pisang terhadap ion Cr(VI) adalah 0,2139 mg/g.

**Tabel 4.** Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang Dengan Arang Aktif Lainnya Terhadap Ion Logam Cr (VI).

Jenis Arang Aktif	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
Tempurung biji Nyamplung	0,3760
Sabut kelapa	12,6152
Kulit singkong	12,8200

<sup>1</sup>Indis dan Ulfin (2013), <sup>2</sup>Sudiarta dan Yulihastuti (2010), <sup>3</sup>Hasrianti(2012).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, mengenai arang aktif batang pisang maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Arang aktif batang pisang layak digunakan sebagai adsorben dengan kadar air 12,27% dan kadar abu 5,84%.
2. Waktu kontak optimum adsorpsi arang aktif batang pisang terhadap ion Cr(VI) adalah 120 menit.
3. Kapasitas adsorpsi arang aktif batang pisang terhadap ion Cr(VI) adalah 0,2139 mg/g yang diperoleh pada waktu kontak 120 menit.

### B. Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka penulis menyarankan:

1. Diadakan penelitian lanjut dengan arang aktif batang pisang yang diaktivasi dengan aktivator lainmaupun secara fisika.
2. Dilakukan penelitian lain yang tetap menggunakan adsorben arang aktif batang pisang dengan logam berat yang berbeda.

### DAFTAR PUSTAKA

- Darmayanti, dkk. 2012. *Adsorption Of Plumbun (Pb) and Zinc (Zn) From Its The Solution By Using Biological Charcoal (Biocharaco ) of Kepok Banana Peel by pH And Contact Time variation*. Palu, University of Tadulako.
- Hartanto, S dan Ratnawati.2010. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 12 No., 12-16*.
- Ida, dkk. 2012. *Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (Musa Paradisiaca)* .Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Kurniati, E. 2008. *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif*. Teknik Kimia FTI-UPN "Veteran" Jawa Timur.
- Meilita, T & Tuti, S. 2003. *Arang Aktif (Pengenal dan Proses Pembuatannya)*. Medan: Jurusan Teknik Industri USU.
- Mohapatra, D., Mishra, S., Sutar, N. 2010. *Banana and its by-product utilisation: an overview*. Journal of Scientific & Research Vol. 69, May 2010, pp. 323-329.
- Nursiah, dkk. 2009. *Biosorpsi Ion Logam Cr(VI) Dengan Menggunakan Biomassa Lamun Enhalus acoroides yang Terdapat Di Pulau Barrang Lompo*. Makassar: Jurusan Kimia UNHAS.
- Palar, H., 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Bina Rupa Aksara, Jokjakarta.