

## ADSORPSI ION LOGAM TEMBAGA ( $\text{Cu}^{2+}$ ) DENGAN KARBON AKTIF DARI KAYU GELAM (*Melaleuca leucodendron* L)

### ADSORPTION OF COPPER METAL ION ( $\text{Cu}^{2+}$ ) WITH ACTIVATED CARBON FROM GELAM WOOD (*Melaleuca leucodendron* L)

Fatma<sup>1</sup>, Nova Yuliasari<sup>1</sup>, Yuni Angela Nidianti<sup>2</sup>

[Fatmakamal62@gmail.com](mailto:Fatmakamal62@gmail.com), 085279691777

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya Palembang

1) Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI, Palembang

2) Alumni Jurusan Kimia FMIPA UNSRI, Palembang

#### ABSTRACT

Research about ability activated carbon gelam wood (*Melaleuca leucodendron* L) had been done for the adsorption of copper metal ion. Parameter which investigated were variation of particle size 60, 80, 100 and 140 mesh, variation of contact time 15, 30, 60, 90 and 120 minutes, variation of concentration 50, 60, 70, 80, 90 and 100 ppm, variation of pH 4, 7 and 9. Measurement of concentration copper metal ion was conducted by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The result showed the optimum activated carbon for the adsorptions of copper metal ion obtained at particle size 80 mesh, contact time 30 minute, concentration 100 ppm and pH 9 with adsorption value 9.9742 mg/g. Adsorption using activated carbon of waste water from PT. Pertamina at addition 100 ppm of metal ion  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  dan  $\text{Cu}^{2+}$  was 2.0548 mg/g with respect to copper metal ion.

*Key word* : activated carbon, copper metal ion ( $\text{Cu}^{2+}$ ), gelam wood

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dari kayu gelam (*Melaleuca leucodendron* L) untuk adsorpsi ion logam tembaga. Perlakuan yang diberikan adalah variasi ukuran partikel 60, 80, 100 dan 140 mesh; waktu kontak 15, 30, 60, 90 dan 120 menit; konsentrasi 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 ppm; dan pH 4, 7 dan 9. Pengukuran konsentrasi ion logam tembaga dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penyerapan optimum karbon aktif terhadap ion logam tembaga diperoleh pada ukuran partikel 80 mesh, waktu kontak 30 menit, konsentrasi 100 ppm dan pH 9, dengan daya serap 9.742 mg/g. Daya serap karbon aktif terhadap limbah cair PT. Pertamina yang ditambahkan masing-masing 100 ppm larutan ion logam  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  dan  $\text{Cu}^{2+}$  adalah 2.0548 mg/g terhadap ion logam Tembaga.

Kata kunci : karbon aktif, ion logam tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ ), kayu gelam

## PENDAHULUAN

Tumbuhan gelam (*Melaleuca Leucodendron L*) merupakan tumbuhan rawa yang banyak terdapat di Sumatera Selatan dan Kalimantan. Tumbuhan ini dapat ditemukan di daerah dataran rendah pada 400 meter dari permukaan laut, dekat pantai, di tanah berawa atau membentuk hutan kecil di tanah kering maupun basah.

Penggunaan kayu gelam masih sangat terbatas sebagai penyangga pada pembuatan bangunan, kemudian kayu gelam dibuang begitu saja. Penggunaan lain dari kayu gelam hanya sebagai kayu bakar, sehingga perlu dicarikan alternatif penggunaan kayu gelam yang jumlahnya sangat melimpah di daerah Sumatera Selatan.

Kayu gelam memiliki tekstur kayu yang keras dan kuat serta pada bagian batang kayu gelam terdapat kandungan karbon yang sangat tinggi, sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan karbon aktif. Pada prinsipnya karbon aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon seperti kayu, batubara, sekam padi, ampas tebu, tempurung kelapa, tulang dan lainnya (Jankwoska, 1991)<sup>1</sup>.

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan cara mengkarbonasi bahan yang mengandung karbon pada suhu 500<sup>0</sup>C – 700<sup>0</sup>C, kemudian diaktivasi dengan cara kimia atau secara fisika sehingga menjadi karbon aktif. Karbon aktif mempunyai sisi aktif pada permukaannya dan memiliki luas permukaan yang besar, sehingga karbon aktif memiliki daya serap yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan maupun uap.

Pengolahan limbah industri dapat dilakukan dengan menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Feber (2008)<sup>2</sup> melaporkan daya serap karbon aktif dari cangkang keong mas terhadap kation Cu<sup>2+</sup> adalah 46.9447 mg/g. Sitinjak (2008)<sup>3</sup> juga menginformasikan daya serap karbon aktif dari ampas serai terhadap kation Cu<sup>2+</sup> adalah 479.00 mg/g.

Pemanfaatan karbon aktif dari kayu gelam untuk menyerap ion logam Cr<sup>6+</sup> telah dilaporkan oleh Naimah (2009)<sup>4</sup> dengan daya serap terhadap ion logam sebesar 7.7706 mg/g. Fatma dkk. (2011)<sup>5</sup> melaporkan Daya serap karbon aktif dari kayu gelam terhadap ion logam Pb<sup>2+</sup> sebesar 4.0797 mg/g. Harmilia (2009)<sup>6</sup> juga melaporkan daya serap karbon aktif dari kayu gelam untuk fenol sebesar 9.764 mg/g.

Ion tembaga (Cu<sup>2+</sup>) merupakan logam berat yang banyak terdapat dalam limbah industri. Keberadaan ion logam Cu yang tinggi dalam air limbah dapat mengganggu pemanfaatan sumber air. Batas toksisitas Cu<sup>2+</sup> dalam air 0.002 ppm (Palar 1994)<sup>7</sup>. Ion tembaga jika dikonsumsi oleh manusia dalam waktu yang lama akan menyebabkan keracunan dengan gejala muntah – muntah, sakit perut, kejang bahkan menyebabkan kematian (Darmono 1995)<sup>8</sup>.

Hasil analisa pendahuluan terhadap limbah PT. Pertamina terukur adanya logam Cu, Pb, Cd dan Zn dengan konsentrasi yang kecil. Hal ini karena limbah yang diperoleh untuk penelitian ini adalah limbah yang sudah diolah dan siap untuk dibuang ke perairan.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini dilakukan penyerapan ion Cu<sup>2+</sup> menggunakan karbon aktif dari kayu gelam. Pada penelitian ini ditentukan kondisi optimum proses adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup> dengan jalan menvarisikan ukuran . Kondisi optimum proses penyerapan ion logam Cu<sup>2+</sup> menggunakan karbon aktif dari kayu gelam akan diterapkan untuk penyerapan ion logam Cu<sup>2+</sup> dalam air limbah PT. PERTAMINA yang terlebih dahulu ditambahkan ion logam Cd, Pb, Cu dan Zn masing-masingnya 100 ppm. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengatasi masalah pengolahan limbah yang mengandung ion logam Cu<sup>2+</sup>.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Pembuatan Arang (Proses Karbonisasi)**

Sampel kayu gelam diambil di daerah Jalan Kasnariansyah Km 4.5 Palembang. Kayu gelam dibuang kulitnya, lalu dipotong-potong dan dikeringkan dengan bantuan sinar matahari, kemudian dibakar sampai menjadi arang. Arang yang dihasilkan dihaluskan dan diayak dengan ayakan ukuran 60, 80, 100 dan 140 mesh (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

### **Pembuatan Karbon Aktif**

Arang dicampur dengan larutan KOH 45 % dengan perbandingan 1:4, kemudian direndam selama 14 jam sehingga terbentuk pasta. Selanjutnya pasta dipanaskan dalam tungku pembakaran (600°C) selama 2 jam. Karbon aktif yang dihasilkan dicuci dengan akuades sampai air cucuannya netral, kemudian dikeringkan di dalam oven (110°C) selama 2 jam. selanjutnya disimpan dalam desikator (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

### **Penentuan Kadar Air**

Sebanyak 0.1 g karbon aktif ukuran 80 mesh ditempatkan dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada temperatur 110°C selama 2 jam. Karbon aktif selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Pemanasan dilakukan beberapa kali sampai diperoleh berat yang konstan. SII<sup>[9]</sup>

### **Penentuan Kadar Abu**

Sebanyak 0,1 g Karbon aktif diabukan dalam tungku pembakaran (900°C) selama 2 jam sampai menjadi abu, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Pemanasan dilakukan beberapa kali sampai diperoleh berat konstan. SII<sup>[9]</sup>

### **Penentuan Daya Serap Terhadap Iodium**

Sebanyak 0.5 g karbon aktif ukuran 80 mesh ditempatkan dalam labu Erlenmeyer, ditutup dan dipindahkan ke tempat yang gelap, kemudian ditambahkan 50 mL larutan iodium 0.1 N dan dikocok selama 15 menit, disentrifus sampai diperoleh filtrat kuning. Sebanyak 10 mL filtrat dipipet dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0.1 N sampai larutan berwarna kuning pucat, kemudian ditambahkan 3 tetes indikator amilum 1% sampai terbentuk warna biru. Titrasi dilanjutkan sampai warna biru larutan hilang. SII<sup>[9]</sup>

### **Pembuatan larutan Induk**

Sebanyak 0.3928 g larutan CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O dilarutkan dengan air suling di dalam labu ukur 100 mL sehingga diperoleh larutan induk 1000 ppm (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

### **Pembuatan Larutan Standar**

Larutan induk diencerkan dengan air suling di dalam labu ukur 100 mL menjadi larutan 10 ppm, kemudian dibuat larutan standar 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

### **Penentuan Daya Serap Karbon Aktif dengan Variasi Ukuran Partikel Adsorben**

---

Sebanyak 0.5 g karbon aktif dengan ukuran partikel 60, 80, 100, dan 140 mesh ditempatkan di dalam labu Erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 mL larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  50 ppm dan dikocok selama 30 menit. Larutan disaring dan diambil filtratnya, kemudian ditentukan nilai absorbansinya dengan menggunakan SSA (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

#### **Penentuan Daya Serap Karbon Aktif dengan Variasi Waktu Kontak**

Sebanyak 0.5 g karbon aktif dengan ukuran partikel 80 mesh ditempatkan di dalam labu Erlenmeyer yang berisi 50 mL larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  100 ppm. Campuran ini dikocok dengan variasi waktu kontak 15, 30, 60, 90 dan 120 menit. Filtrat disaring dan diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan SSA (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

#### **Penentuan Daya Serap Karbon Aktif dengan Variasi Konsentrasi Ion $\text{Cu}^{2+}$**

Sebanyak 0.5 g karbon aktif dengan ukuran partikel 80 mesh ditempatkan di dalam labu Erlenmeyer yang berisi 50 mL larutan ion logam 50 ppm, 60 ppm, 70 ppm, 80 ppm dan 90 ppm, kemudian dikocok dengan waktu kontak 30 menit. Filtrat disaring dan diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan SSA (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

#### **Penentuan Daya Serap Karbon Aktif dengan Variasi pH Larutan Ion $\text{Cu}^{2+}$**

Sebanyak 0.5 g karbon aktif ukuran 80 mesh ditempatkan di dalam 3 buah gelas piala 100 mL, kemudian ditambahkan 10 mL larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  1000 ppm, lalu ditambahkan buffer pH 4, 7 dan 9 sampai larutan menunjukkan pH tersebut, kemudian diencerkan dengan akuades. Berdasarkan pembuatan larutan tersebut, maka dapat ditentukan volume buffer pH 4, 7 dan 9 yang diperlukan untuk membuat larutan dengan menggunakan labu ukur 100 ml. Larutan tersebut ditempatkan di dalam labu Erlenmeyer, dikocok selama 30 menit. Filtrat disaring dan diukur nilai absorbansinya dengan SSA (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

#### **Pengukuran daya serap karbon aktif terhadap larutan PT.Pertamina yang ditambahkan masing – masing 100 ppm larutan Ion Logam $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ dan $\text{Zn}^{2+}$**

Sebanyak 0.5 g karbon aktif ukuran 80 mesh ditempatkan di dalam labu Erlenmeyer berisi 50 mL larutan limbah cair PT. Pertamina yang ditambahkan larutan ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  dan  $\text{Zn}^{2+}$  masing-masingnya 100 ppm, yang pHnya telah diatur pada pH 9 dan pH tanpa dikondisikan, kemudian dikocok pada waktu kontak 30 menit. Filtrat disaring dan diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan SSA (Fatma,dkk 2011)<sup>5</sup>.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Karbon Aktif**

Hasil analisa penentuan karakteristik karbon aktif meliputi kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap iodin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik karbon aktif

Parameter	Hasil analisa	Standar SII (1988) <sup>9</sup>
Kadar air (%)	3.7	< 15
Kadar abu (%)	2.1	< 10
Daya serap terhadap iodium (mg/g)	878.1757	> 750

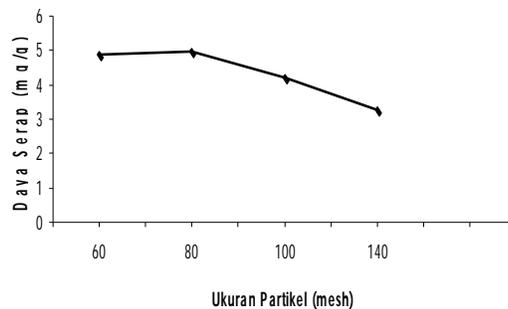
Hasil analisa diperoleh kadar air 3.7 % yang memenuhi standar SII maksimal 15 %. Kadar air yang dihasilkan rendah karena pada proses pengaktifan karbon aktif, ditambahkan KOH yang dapat menghilangkan pengotor dan mengikat air yang terperangkap, sehingga hanya sedikit air yang tersisa dalam karbon aktif.

Kadar abu yang dihasilkan 2.1% telah memenuhi standar SII (1988)<sup>9</sup> maksimal 10 %, Semakin tinggi kadar abu maka kandungan oksidanya juga semakin tinggi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan oksida dalam karbon aktif rendah, telah banyak yang hilang pada proses pengaktifan karbon aktif.

Hasil analisa daya serap terhadap Iodium diperoleh 878.1757 mg/g, yang memenuhi standar SII minimal 750 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif mempunyai kemampuan yang baik untuk menyerap molekul – molekul yang berdiameter kecil seperti ion logam.

#### **Daya Serap Karbon Aktif terhadap Ion logam $\text{Cu}^{2+}$ dengan Variasi Ukuran Partikel**

Pada analisa daya serap karbon aktif dengan variasi ukuran partikel dapat dilihat pada Gambar 1.

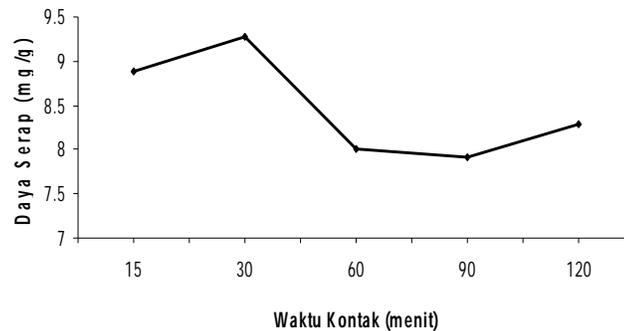


Gambar 1 Daya serap karbon aktif untuk variasi ukuran partikel

Hasil penelitian ini menunjukkan daya serap tertinggi terdapat pada ukuran partikel 80 mesh, yaitu 4.9884 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran 80 mesh merupakan kondisi optimum. Pada ukuran 100 dan 140 mesh daya serapnya semakin menurun, karena terjadi penggumpalan karbon aktif, sehingga banyaknya pori-pori karbon aktif yang tertutup menyebabkan luas permukaan semakin kecil, dan daya serap karbon aktif menjadi berkurang.

#### **Daya Serap Karbon Aktif terhadap Ion logam $\text{Cu}^{2+}$ dengan Variasi Waktu Kontak**

Daya serap karbon aktif terhadap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 2.

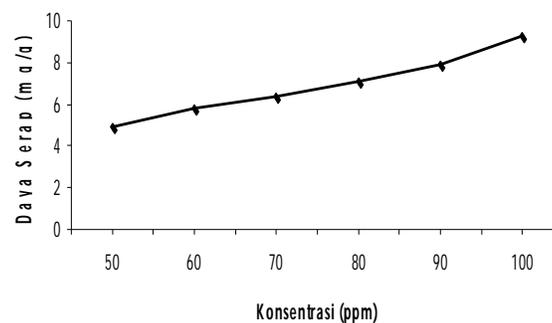


Gambar 2. Daya Serap Karbon Aktif untuk Variasi Waktu Kontak

Berdasarkan hasil yang diperoleh, daya serap yang paling baik terdapat pada kondisi waktu kontak 30 menit, yaitu 9.2818 mg/g. Daya serap karbon aktif menurun pada waktu kontak lebih dari 30 menit, karena pori-pori karbon aktif mengalami kejenuhan, sehingga pada saat dikocok adsorban yang terserap dapat terlepas kembali, menyebabkan kemampuan adsorpsi menurun (Sukardjo 1984)<sup>10</sup>.

#### Daya Serap Karbon Aktif terhadap Ion Logam $\text{Cu}^{2+}$ dengan Variasi Konsentrasi

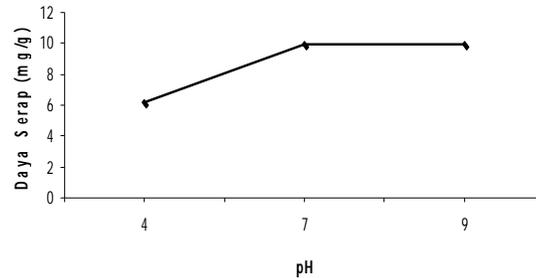
Pada analisa pengaruh konsentrasi terhadap daya serap karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi ion logam Cu. Daya serap tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100 ppm sebesar 9.2821 mg/g, sedangkan pada konsentrasi 50 ppm daya serapnya 4.9355 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa daya serap akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi.



Gambar 3 Daya serap karbon aktif untuk variasi konsentrasi

#### Daya Serap Karbon Aktif terhadap Ion Logam $\text{Cu}^{2+}$ dengan Variasi pH

Daya serap karbon aktif terhadap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan variasi pH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Daya serap karbon aktif untuk variasi pH

Hasil penelitian menunjukkan terjadi perbedaan daya serap apabila dikondisikan pada pH yang berbeda. Perbedaan daya serap ini terjadi karena kestabilan ion-ion logam pada masing-masing pH berbeda. Selanjutnya dapat dipengaruhi oleh kesetimbangan antara zat yang sedikit larut dengan ion-ionnya (Petrucci 1985)<sup>11</sup>.

Daya serap pada pH 4 yaitu 6.2046 mg/g, hal ini dapat terjadi karena pada saat penambahan buffer pH 4, larutan ion logam membentuk endapan biru yang menyerupai kristalin, sehingga sulit untuk terserap oleh karbon aktif, dengan demikian konsentrasi ion logam dalam larutan berkurang menyebabkan daya serapnya menurun. Daya serap karbon aktif terhadap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  pada pH 9 adalah 9.9742 mg/g dan daya serap karbon aktif terhadap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  pada pH 7 sebesar 9.9321 mg/g. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa daya serap yang paling baik yaitu jika larutan ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  yang dikondisikan antara pH 7 sampai pH 9.

#### **Daya Serap Karbon Aktif terhadap Limbah cair PT. Pertamina yang Masing-masing Ditambahkan 100 ppm Logam $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ dan $\text{Zn}^{2+}$**

Hasil pengukuran daya serap karbon aktif terhadap limbah cair PT.Pertamina dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Daya serap karbon aktif terhadap limbah cair PT.Pertamina

pH Limbah	Daya serap (mg/g)
2.08 (pH awal)	1.0274
9 (pH optimum)	2.0548

Daya serap karbon aktif terhadap ion logam Cu dari limbah yang dikondisikan pada pH 9 (pH optimum) yaitu 2.0548 mg/g, sedangkan pada limbah dengan pH awal daya serap karbon aktif sebesar 1.0274 mg/g.

Daya serap karbon aktif terhadap ion logam tembaga dalam limbah PT.Pertamina lebih dibandingkan dengan larutan ion logam standar, hal ini disebabkan pada limbah tersebut mengandung ion logam lain (  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  dan  $Cd^{2+}$  ), sehingga terjadi kompetisi antara ion-ion logam tersebut untuk diserap oleh karbon aktif.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Karbon aktif dari kayu gelam memiliki kadar air 3.7 %, kadar abu 2.1 % dan daya serap terhadap iodium 878.1757 mg/g
2. Kondisi terbaik untuk menyerap ion logam  $Cu^{2+}$  adalah pada ukuran partikel karbon aktif 80 mesh, dengan waktu kontak 30 menit, konsentrasi larutan ion logam  $Cu^{2+}$  100 ppm dan pH 9, dengan daya serap sebesar 9.9742 mg/g
3. Daya serap karbon dari kayu gelam yang diaplikasikan pada limbah cair PT.Pertamina yang ditambahkan masing-masing 100 ppm ion logam  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  dan  $Cd^{2+}$  pada kondisi optimum adalah sebesar 2.0548 mg/g.

### Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan karbon aktif dari kayu gelam untuk proses pengolahan limbah berupa logam-logam toksik maupun limbah organik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jankwoska H. 1991. *Active Carbon*. Ellis Harwood Series. First Edition.
- [2] Feber I. 2008. Studi Adsorpsi Kation Logam Cu(II) pada Kitosan dari Cangkang Keong Mas (*Pomacea Camaliculata* L). *Skripsi* Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- [3] Sitinjak M. 2008. Studi Penyerapan Arang Ampas Serai (*Andropogon Nardus* L) Terhadap Kation Logam Cu (II) dan Zn (II). *Skripsi* Jurusan Kimia. FMIPA Universitas Sriwijaya.
- [4] Naimah D. 2009. Studi Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kayu Gelam (*Melaleuca Leucodendron* Linn) untuk Adsorpsi Ion Logam Krom. *Skripsi* Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- [5] Fatma, Rima E, Addy Rachmat. 2011. Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kayu Gelam (*Melaleuca Leucodendron* Linn). *Prosiding* Semirata Bidang MIPA BKS-PTN. Banjar Masin.
- [6] Harmilia ED. 2009. Studi Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kayu Gelam (*Melaleuca Leucodendron* Linn) untuk Adsorpsi Fenol. *Skripsi* Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- [7] Palar H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- [8] Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. Jakarta : UI Press.
- [9] SII. 0258-88 1988. *Mutu dan Uji Arang Aktif*. Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- [10] Sukardjo.1984. *Kimia Anorganik*. Yogyakarta : Bina Aksara.
- [11] Petrucci RH. 1985. *Kimia Dasar Jilid I*. Jakarta : Erlangga..