



## **PENGUNAAN SERBUK GERGAJI KAYU JATI (*Tectona Grandis L.f.*) SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM Cd(II) DAN ANALISISNYA MENGUNAKAN *SOLID-PHASE SPECTROPHOTOMETRY* (SPS)**

Sulistyo Saputro<sup>1</sup>, Amelia Retnaningrum<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 57126

Email Korespondensi: [sulistyo68@yahoo.com](mailto:sulistyo68@yahoo.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) kapasitas adsorpsi arang aktif serbuk gergaji kayu jati dalam mengadsorpsi ion logam kadmium; (2) massa adsorben optimum untuk mengadsorpsi ion logam kadmium menggunakan arang aktif serbuk gergaji kayu jati; (3) sensitivitas metode *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS) sebagai metode untuk menentukan penurunan kadar ion Cd(II) hasil adsorpsi adsorben serbuk dalam tingkat  $\mu\text{g/L}$ . Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan beberapa tahapan kerja, yaitu: (1) karbonisasi serbuk gergaji kayu jati menggunakan *muffle furnace* pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama 30 menit; (2) aktivasi arang serbuk gergaji kayu jati menggunakan larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10%; (3) pengontakan adsorben serbuk gergaji kayu jati dengan variasi massa adsorben 0,0 g; 0,5 g; 1,0 g; 1,5 g dan 2,0 g; (4) analisis kadar Cd(II) menggunakan *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS); (5) karakterisasi adsorben serbuk gergaji kayu jati menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) serbuk gergaji kayu jati dapat digunakan sebagai adsorben ion Cd(II) menggunakan limbah cair simulasi dengan kapasitas adsorpsi sebesar  $0,18 \mu\text{g/g}$ ; (2) adsorben arang serbuk gergaji kayu jati dapat mengadsorpsi 20 mL ion logam Cd(II) dengan massa adsorben optimum sebesar 1,5 gram dengan persentase penyerapan sebesar 27,07%; (3) metode *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS) sensitif untuk analisis penurunan kadar ion kadmium hasil adsorpsi adsorben arang serbuk gergaji kayu jati dalam tingkat  $\mu\text{g/L}$  ditandai dengan batas deteksi atau *Limit of Detection* (LOD) sebesar  $0,07 \mu\text{g/L}$ . Berdasarkan karakterisasi arang aktif dengan FTIR, adsorben memiliki pola serapan yang menunjukkan gugus-gugus aktif seperti  $-\text{OH}$ ,  $\text{C-H}$ ,  $\text{C-O}$ ,  $\text{C=O}$ , dan  $\text{C=C}$  aromatik.

**Kata Kunci :** adsorben, serbuk gergaji,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , ion Cd(II), *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS)

### **Pendahuluan**

Dunia saat ini merupakan suatu tempat dimana ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) tumbuh dan berkembang begitu cepat, begitu pesat. Berbagai lini kehidupan sosial, ekonomi dan budaya tak lepas dari pengaruh perkembangan ini. Kondisi bumi pun tak dapat dielakkan juga ikut berubah. Pertumbuhan industri yang ada sekarang ini merupakan salah satu dari implikasi perkembangan IPTEK tersebut. Pertumbuhan industri ini tentu membawa dampak positif dan dampak negatif bagi kelangsungan hidup manusia. Salah satu dampak negatif dari pertumbuhan industri ini ialah limbah. Limbah yang berupa logam berat banyak dihasilkan dari beberapa industri seperti industri penyepuhan logam yang dapat menyebabkan lingkungan perairan terkontaminasi (Low dkk, 2000). Logam-

logam berat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dan terakumulasi pada organisme yang menyebabkan berbagai macam penyakit dan kelainan (Bailey dkk, 1999).

Telah banyak diketahui beberapa logam berat berbahaya bagi kehidupan seperti kromium, tembaga, timbal, mangan, merkuri, kadmium dan lain-lain. Logam-logam tersebut bersifat racun bagi kehidupan manusia dan lingkungan (Dorris dkk, 2000).

Keberadaan logam berat di lingkungan dapat berbahaya bagi makhluk hidup. Logam kadmium (Cd) merupakan pencemar logam berat yang antara lain terdapat pada limbah cair industri cat, minuman ringan, industri peleburan, pelapisan logam, limbah padat baterai kadmium-nikel, pupuk fosfat, pertambangan, pigmentasi, dan industri *alloy*. Kadmium dapat menyebabkan penyakit akut dan berbahaya, seperti kerusakan ginjal,

*emphyseme*, hipertensi, dan lain-lain (Sembiring dkk, 2003).

Penentuan konsentrasi kadmium dalam air penting sekalipun konsentrasinya sangat kecil, karena apabila air yang tercemar kadmium tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka akan terjadi penyerapan kadmium dalam jaringan tubuh. Kadmium dalam tubuh dapat merusak sistem fisiologis tubuh antara lain sistem urinaria, sistem respirasi (paru-paru), sistem sirkulasi darah dan jantung, kerapuhan tulang dan sistem reproduksi (Widowati, 2008). Dengan demikian, untuk mengetahui cemaran Cd(II) dalam air pada konsentrasi yang sangat kecil, maka diperlukan metode analisis dengan sensitivitas yang tinggi, yaitu *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS)

SPS adalah salah satu metode analisis yang menggunakan spektrofotometer sinar tampak (UV-vis). Metode ini didasarkan pada pengukuran langsung sampel dari penyerapan cahaya oleh fase resin penukar ion yang telah menyerap spesies sampel dalam bentuk kompleks. Metode ini lebih sensitif dibandingkan dengan metode konvensional yang menggunakan instrument mahal dan dapat menentukan kadar suatu mineral sampai kadar  $\mu\text{g/L}$ . Keunggulan dari metode analisis ini dibandingkan dengan metode lain adalah operasi yang sederhana, sensitivitas dan ketelitian yang tinggi, yaitu mencapai level *part per billion* (ppb), sehingga dapat mendeteksi ion logam terlarut dalam konsentrasi yang sangat kecil. Hal ini dibuktikan oleh penelitian sebelumnya tentang penentuan Cr(VI) pada air alam dengan analisis SPS diperoleh *Limit of Detection* (LOD) yaitu sebesar  $0,014 \mu\text{g/dm}^3$  (Saputro dkk, 2009).

Secara umum, teknik-teknik untuk mengurangi limbah logam berat ada bermacam-macam, salah satu diantaranya adalah adsorpsi. Adsorben yang sering digunakan diantaranya kulit kayu, lignin, kitin, kitosan, lumut, kapas, dan katun. Limbah pertanian seperti bekas butir padi, kulit kayu dan serbuk gergaji kayu telah dipelajari untuk mengetahui efektivitasnya dalam mengikat ion logam berat. Adsorpsi logam berat oleh bahan-bahan tersebut berhubungan dengan protein, karbohidrat dan senyawa fenol yang memiliki gugus

karboksil, hidroksil, sulfat, fosfat dan amino yang dapat mengikat ion.

Industri mebel di Indonesia menggunakan bahan kayu berkualitas tinggi seperti kayu jati. Serbuk gergaji kayu jati sebagai limbah industri furnitur yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, padahal keberadaannya melimpah ruah. Komponen penyusun dari kayu jati adalah 60 %, lignin 28 % dan zat lain (termasuk zat gula) 12 % (Baharudin, 2005). Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah berupa serbuk gergaji sebesar 10,6%, sebetan 25,9% dan potongan 14,3% dengan total limbah sebesar 50,8% (Sudarja, 2012). Serbuk gergaji kayu biasa digunakan untuk bahan bakar dan bahkan dibuang karena kurang bermanfaat. Padahal serbuk gergaji kayu berpotensi sebagai bahan penyerap logam berat dalam air, sehingga bisa menjadi alternatif penyelesaian masalah pencemaran lingkungan.

Dengan demikian, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian penggunaan serbuk gergaji kayu jati (*Tectona grandis* L.f) sebagai adsorben ion logam Cd(II) dengan analisisnya menggunakan metode *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS).

## Metode Penelitian

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit spektrofotometer sinar UV-vis K-MAC Lab.Junior, spektrofotometer FTIR Shimadzu, *muffle furnace*, labu ukur, gelas beker, gelas ukur, pipet volume, *aliquotting device* yang dirangkai menggunakan *syringe*, pipet tetes, corong kaca, pengaduk kaca, kaca arloji, neraca analitik, *magnetic stirrer*, *timer*, oven, ayakan 80 mesh, kertas saring *Whatman*, eksikator, kurs porselen. Bahan-bahan yang digunakan adalah serbuk gergaji kayu jati, larutan serbuk ditizon (E.Merck), resin Muromac AG 50W-X2 H<sup>+</sup> form 100-200 mesh (Wako, Jepang), larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85% (E.Merck), kloroform (E.Merck), dan akuades (lokal).

## Prosedur Penelitian

### a. Pembuatan Adsorben dari Serbuk Gergaji Kayu Jati

Serbuk gergaji kayu jati dibersihkan dari pengotor dan dicuci dengan akuades, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C. Kemudian dipanaskan dalam *muffle furnace* dengan suhu 900°C selama 30 menit. Hasil arang diayak dengan ukuran 80 mesh.

### b. Pengaktifan Adsorben dari Serbuk Gergaji Kayu Jati

Adsorben dimasukkan ke dalam gelas beker 250 mL kemudian direndam dengan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% selama 24 jam pada suhu kamar. Saring dan bilas residu dengan akuades hingga filtrat netral, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam. Uji adsorben sebelum dan sesudah aktivasi dengan FTIR.

### c. Pembuatan Larutan Resin

Resin dilarutkan dalam sejumlah akuades dan didiamkan beberapa saat hingga resin menjadi lebih mengembang.

### d. Pembuatan Larutan Pengompleks Ditizon

Sebanyak 2 mg ditizon dilarutkan ke dalam 100 mL kloroform [9]

### e. Prosedur Penentuan Kurva Kalibrasi Cd(II)

Larutan standar Cd(II) 0 µg/L, 20 µg/L, 40 µg/L, dan 80 µg/L diambil masing-masing 20 mL, kemudian ditambahkan dengan 1 mL larutan ditizon dan 0,06 mL resin lalu *distirrer* selama 20 menit dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-vis dengan panjang gelombang 485 nm dan 615 nm. Kemudian diambil selisih absorbansi dari kedua panjang gelombang tersebut yaitu  $\Delta A = A_{485\text{nm}} - A_{615\text{nm}}$ , dimana  $\Delta A$  akan dibuat kurva standar Cd(II) ( $\Delta A$  vs konsentrasi).

### f. Prosedur Penentuan Spesi Cd(II) dalam Limbah Cair Simulasi

Sebanyak 20 mL larutan limbah cair simulasi ditambahkan dengan 1 mL larutan ditizon dan 0,06 mL resin lalu *distirrer* selama 20 menit dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-vis dengan panjang gelombang 485 nm dan 615 nm. Dimana  $\Delta A$  yang diperoleh akan disubstitusikan ke dalam persamaan kurva standar Cd(II) sehingga

spesi Cd(II) dalam limbah cair simulasi dapat diketahui.

### g. Penentuan Massa Adsorben Optimum

Larutan limbah cair simulasi dimasukkan ke dalam lima gelas beker sebanyak masing-masing 20 mL, kemudian memasukkan adsorben arang aktif masing-masing 0,0 gram; 0,5 gram; 1,0 gram; 1,5 gram dan 2,0 gram lalu *distirrer* selama 30 menit. Campuran disaring lalu filtrat yang diperoleh ditambah 1 mL larutan ditizon dan 0,06 mL resin dan *distirrer* selama 20 menit lalu dianalisis dengan spektrofotometer UV-vis dengan panjang gelombang 485 nm dan 615 nm.

### h. Penentuan *Limit of Detection* (LOD) atau Batas Deteksi

Larutan blangko (akuades) ditambahkan 1 mL larutan ditizon dan 0,06 mL resin lalu *distirrer* selama 20 menit dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-vis dengan panjang gelombang 485 nm dan 615 nm.

## Hasil dan Pembahasan

### A. Pembuatan Adsorben Serbuk Gergaji Kayu Jati

#### 1. Preparasi Bahan Baku

Sebelum digunakan, serbuk gergaji kayu jati terlebih dahulu dibersihkan dari pengotor dengan cara pencucian menggunakan akuades. Serbuk gergaji kayu jati kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam. Setelah diperoleh serbuk gergaji kayu jati yang bersih dan kering, bahan siap untuk tahap karbonisasi. Pada tahap karbonisasi, serbuk gergaji kayu dipanaskan dalam *muffle furnace* pada suhu 900°C selama 30 menit hingga serbuk gergaji berubah menjadi arang serbuk gergaji [10]. Selanjutnya arang serbuk gergaji diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Secara teoritis penyerapan akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel karena dengan bertambahnya luas permukaan adsorben, ion-ion akan lebih banyak terserap.

#### 2. Aktivasi Adsorben

Serbuk gergaji kayu jati direndam dengan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% selama 24 jam. Setelah itu disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatmann*. Residu dibilas

dengan akuades hingga pH filtrat netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam. Proses aktivasi bertujuan untuk memperbesar pori-pori adsorben, sehingga meningkatkan kemampuan adsorpsi agar lebih optimal.

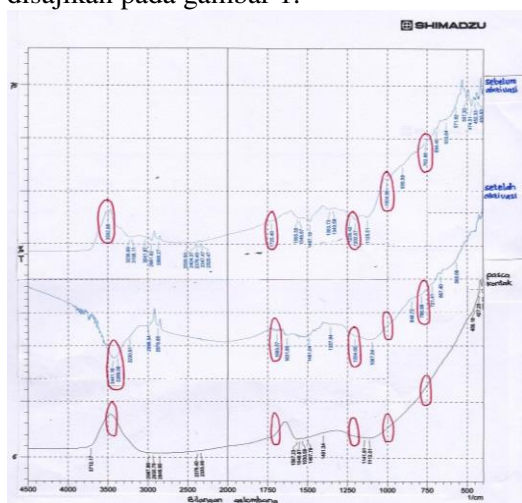
### 3. Karakterisasi Arang Aktif

#### a. Kadar Air

Kadar air berpengaruh besar dalam proses pengarangan dan sifat arang terutama pengaruhnya terhadap nilai kalor arang yang dihasilkan. Arang yang memiliki kualitas yang baik yaitu arang dengan nilai kalor atau panas pembakaran tinggi, sehingga tidak mengeluarkan asap pada saat pembakaran. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kadar air sebesar rata-rata 3%. Nilai ini telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 dimana kadar air yang tidak lebih dari 15%.

#### b. Analisis Spektra FTIR

Karakterisasi menggunakan instrumen *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) bertujuan untuk mengetahui perubahan struktur dan gugus fungsi adsorben arang serbuk gergaji kayu jati yang terjadi selama proses aktivasi. Spektra FTIR adsorben serbuk gergaji kayu jati sebelum diaktivasi, sesudah diaktivasi dengan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% dan setelah dikontakkan dengan limbah cair simulasi yang mengandung ion Cd(II) disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR Adsorben Arang Aktif Serbuk Gergaji Kayu Jati Sebelum Aktivasi, Setelah Aktivasi dan Pasca Kontak

Berdasarkan spektra adsorben serbuk gergaji kayu jati sebelum aktivasi, setelah

aktivasi dan setelah pengontakan menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi dalam sampel.

Tabel 1. Interpretasi Spektra FTIR Adsorben Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Pasca Kontak	gugus
Sebelum Aktivasi	Setelah Aktivasi		
-	3441,16	-	-OH
1725,40	1693,57	-	C = O
1236,42	1204,60	-	C - O
1004,96	-	-	C - O
762,88	786,99	-	C - H

Pada arang aktif sebelum aktivasi memiliki puncak serapan pada bilangan gelombang 3502,88 cm<sup>-1</sup> namun sangat kecil, berbeda dengan penampakan puncak serapan bilangan gelombang 3441,16 cm<sup>-1</sup> pada spektra arang setelah aktivasi dengan penampakan melebar yang menunjukkan adanya gugus -OH. Hal ini dimungkinkan disebabkan oleh faktor perlakuan yang berbeda pada saat preparasi sampel untuk pengujian FTIR. Arang sebelum aktivasi memiliki tingkat kekeringan yang lebih tinggi daripada arang setelah aktivasi, dimana sebelum diaktivasi arang mendapat perlakuan pemanasan dalam *muffle furnace* dengan suhu 900°C sedangkan untuk arang aktif setelah aktivasi pemanasan dilakukan dalam oven dengan suhu 110°C. Puncak melebar yang dimiliki oleh spektra FTIR arang aktif setelah aktivasi dikarenakan adanya -OH yang berasal dari larutan pengaktif yang pelarutnya berupa air. Keberadaan gugus yang hilang pada spektra FTIR pasca kontak dimungkinkan karena terdegradasi oleh beberapa faktor seperti faktor waktu penyimpanan yang terlalu lama dalam eksikator yang menyebabkan arang aktif menjadi kering. Selain itu, hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan suhu karbonisasi mengarah pada peningkatan aromatisasi dan dekomposisi serta memecah sejumlah struktur besar. Kemudian tidak terdeteksinya gugus logam Cd(II) pada spektra FTIR dimungkinkan karena sedikitnya jumlah Cd(II) yang teradsorpsi, sesuai hasil dari penelitian yang menyebutkan persentasenya dibawah 30% .

Arang aktif yang dihasilkan memiliki pola serapan dengan beberapa gugus fungsi

yaitu -OH, C-H, C-O, dan C=O. Adanya ikatan OH dan C-O menunjukkan bahwa terdapat gugus-gugus aktif pada arang aktif yang dapat mengadsorpsi Cd(II).

**B. Penentuan Kadar Cd(II) dalam Limbah Cair Simulasi dengan Metode Solid-Phase Spectrophotometry (SPS)**

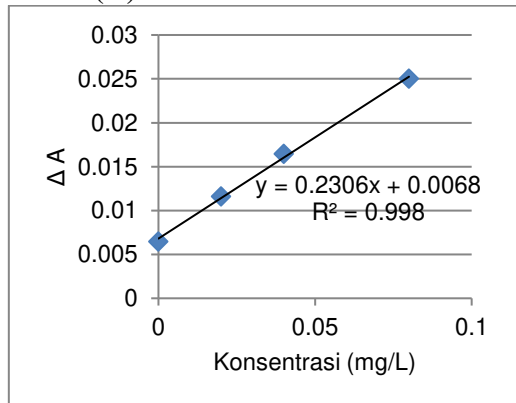
Prinsip dasar dari analisis adalah pengukuran dengan *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS) spektrum sinar yang diserap oleh larutan. Larutan yang kurang peka dapat ditingkatkan kepekaannya dengan membentuk kompleks. Pada penelitian ini menggunakan ditizon yang merupakan pengompleks yang tepat untuk kadmium.

Kadmium dalam bentuk kompleks akan diadsorb oleh resin penukar kation AG Muromac 50 W-X2 (H<sup>+</sup>) form *cation-exchange* kemudian dianalisis dengan metode *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS).

Ion logam Cd(II) dapat bereaksi dengan ditizon membentuk senyawa kompleks kadmium ditizonat berwarna hijau muda yang dapat dianalisis dengan SPS. Pengukuran dilakukan dengan dua panjang gelombang yang berbeda, untuk kadmium panjang gelombang yang digunakan adalah 485 nm dan 615 nm. Dari absorbansi masing-masing pada panjang gelombang 485 nm dan 615 nm diperoleh ΔA yaitu ΔA = A<sub>485 nm</sub> - A<sub>615nm</sub>.

Untuk mengetahui konsentrasi Cd(II) dalam limbah cair simulasi terlebih dahulu membuat kurva standar larutan Cd(II) dengan berbagai variasi konsentrasi yaitu 0 μg/L, 20 μg/L, 40 μg/L dan 80 μg/L.

**1. Hasil Penentuan Kurva Standar Cd(II)**



Gambar 2. Kurva Standar Cd(II)

Dari grafik tersebut, diperoleh persamaan  $y = 0,230x + 0,006$ , dimana y adalah ΔA dan x adalah konsentrasi. Persamaan tersebut yang digunakan untuk menentukan konsentrasi ion kadmium yang terkandung dalam limbah cair simulasi.

**2. Hasil Penentuan Kadar Cd(II) dalam Sampel**

Tabel 2. Hasil Penentuan Kadar Cd(II) dalam Sampel

Sampel	[Cd(II)] perhitungan (μg/L)	ΔA	[Cd(II)] sebenarnya (μg/L)
Cd(II)	50	0,017	48,57

Hasil konsentrasi kadmium perhitungan dan konsentrasi kadmium sebenarnya memiliki nilai yang tidak sama karena adanya faktor luar yang mempengaruhi saat pembuatan larutan seperti alat yang digunakan kurang steril, perubahan suhu lingkungan dan lain sebagainya.

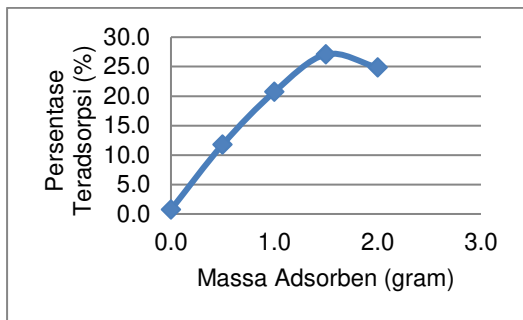
**3. Hasil Penentuan Batas Deteksi**

Dari persamaan yang telah diperoleh dari kurva standar Cd(II) diperoleh batas deteksi penelitian sebesar 0,07 μg/L.

**C. Pengaruh Massa Adsorben terhadap Penyerapan Ion Logam Cd(II)**

Untuk melihat pengaruh variasi jumlah adsorben digunakan konsentrasi untuk masing-masing larutan ion logam sebesar 50 μg/L sebanyak 20 mL dengan variasi massa adsorben yang diujikan adalah 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 gram.

Dari data percobaan diketahui bahwa persentase daya adsorpsi ion Cd(II) terbesar pada massa adsorben sebanyak 1,5 gram yaitu 27,07%. Setelah mencapai titik optimum terjadi penurunan persentase adsorpsi. Penurunan efisiensi penyerapan disebabkan karena pada massa adsorben yang lebih tinggi, jumlah ion logam dalam larutan tidak sebanding dengan jumlah partikel serbuk gergaji yang tersedia sehingga permukaan serbuk gergaji akan mencapai titik jenuh dan efisiensi penyerapan pun menjadi menurun.



Gambar 3. Grafik Hubungan Massa Adsorben terhadap Persentase Cd(II) Teradsorpsi

Sesuai dengan teori adsorpsi kimia yang menjelaskan bahwa pada permukaan adsorben terdapat situs aktif yang jumlahnya sebanding terhadap luas permukaan adsorben sehingga bila situs aktif pada permukaan dinding sel adsorben telah jenuh oleh ion logam maka penambahan konsentrasi tidak dapat lagi meningkatkan kemampuan adsorpsi dari adsorben tersebut. Sehingga pada massa adsorben 2,0 gram adsorpsi ion Cd(II) mengalami penurunan.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan konsentrasi terserap terbesar pada massa adsorben 1,5 gram sebesar 13,15  $\mu\text{g/L}$  dengan persentase penyerapan sebesar 27,07%.

Dapat disimpulkan bahwa metode *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS) merupakan metode yang sensitif untuk digunakan dalam analisis penurunan kadar ion kadmium hasil adsorpsi adsorben arang serbuk gergaji kayu dalam tingkat  $\mu\text{g/L}$ . Hal ini ditandai dengan batas deteksi atau *Limit of Detection* (LOD) hasil penelitian tercatat sebesar 0,07  $\mu\text{g/L}$ .

### Simpulan, Saran, dan Rekomendasi

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa serbuk gergaji kayu jati dapat digunakan sebagai adsorben ion logam Cd(II) menggunakan limbah cair simulasi dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,18  $\mu\text{g/g}$ .

Adsorben serbuk gergaji kayu jati dapat mengadsorpsi 20 mL ion logam Cd(II) dengan massa adsorben optimum 1,5 gram dengan persentase penyerapan sebesar 27,07%. Metode *Solid-Phase Spectrophotometry* (SPS) sensitif untuk

analisis penurunan kadar ion Cd(II) hasil adsorpsi adsorben arang serbuk gergaji kayu jati dalam tingkat  $\mu\text{g/L}$  ditandai dengan batas deteksi atau *Limit of Detection* (LOD) sebesar 0,07  $\mu\text{g/L}$ .

### Daftar Pustaka

- Baharudin, dkk. (2005). Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis* L) yang Direndam dalam Air Dingin sebagai Media Tumbuh Jamur Tiram (*Pleurotus communicipae*). *Jurnal Perrenial*, 2(1): 1-5.
- Bailey, S.E., Olin, T.J., Bricka, R.M., Adrian D.D. (1999). A Review of Potentially Low-cost Sorbents for Heavy Metals. *Water Research*, 33(11), 2469–2479.
- Dorris, K.L., Zhang, Y., Shukla, A., Yu, B. (2000). The Removal of Heavy Metal from Aqueous Solutions by Sawdust Adsorption - Removal of Copper. *Journal of Hazardous Materials*, 80(1-3), 33–42.
- Low, K.S., Lee, C.S. (2000). Sorption of Cadmium and Lead from Aqueous Solutions by Spent Grain. *Process Biochemistry*, (36), 59–64.
- Pari, G., Sofyan, K., Syafii, W., Buchari. Arang Aktif sebagai Bahan Penangkap Formaldehida pada Kayu Lapis. *Teknologi Industri Pertanian.*, 14(1)
- Saputro, S., dkk (2009). Improved Solid-phase Spectrophotometry for the Microdetermination of Chromium(VI) in Natural Water. *Analytical Sciences*. (25): 1445-1450.
- Sembiring, T., Meilita dan Sinaga, S., Tuti., (2003). Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). *Laporan Penelitian*. Fakultas Teknik Industri. Universitas Sumatera Utara: Sumatera Utara.
- Sudarja dan Caroko, N. (2012). Kaji Eksperimental Efektifitas Penyerapan Limbah Cair Industri Batik Taman Sari Yogyakarta menggunakan Arang Aktif Mesh 80 dari Limbah Gergaji Kayu Jati.

- Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*,  
14(1), 50-58.
- Vogel. (1985). *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Edisi Ke Lima (Bagian I)*. Terj. Setiono, L. & Pudjaatmaka, A.H. Jakarta: PT Kalman Media Pustaka. (Buku asli diterbitkan 1979).
- Widowati, Sastiono, Jusuf. (2008). *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Andi.

