

## PENURUNAN ION LOGAM KADMIUM MENGGUNAKAN BIJI SALAK SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH INDUSTRI “X”

**Wahyu Astri Widhianingrum\*, Inawati, Khoirun Nisa Usakinah,  
Vivi Andriyati, Bekti Nugraheni**

Program Studi D3 Anafarma, Stifar “Yayasan Pharmasi Semarang”  
Jl. Letjend. Sarwo Edie Wibowo Km. 1 Pucang Gading, Semarang 50236

\*Email: wahyuastriwidhianingrum@gmail.com

### **Abstrak**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan adsorpsi dari biji salak untuk menyerap ion logam Cd dalam air limbah dan menganalisis kondisi optimum dari biji salak dalam menyerap ion logam Cd. Penentuan kondisi optimum meliputi massa adsorben, konsentrasi, dan pH adsorbat. Hasil analisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) didapatkan bahwa, penyerapan ion logam kadmium secara maksimum, terjadi pada massa adsorben biji salak 1,5 g dengan efisiensi penyerapan ion logam Cd sebesar 87,2%, kondisi optimum konsentrasi dicapai pada 1,8 ppm dengan efisiensi sebesar 67,5 %, pada variasi pH didapatkan hasil optimum yaitu pada pH 6 dengan nilai efisiensi penyerapan ion logam kadmium sebesar 81,5%, sedangkan pada hasil analisis penyerapan ion logam Cd pada limbah industri “X” dapat diperoleh nilai efisiensi penyerapan ion logam Cd sebesar 79,44%.*

**Kata kunci :** adsorben biji salak, logam Cd, SSA

### **PENDAHULUAN**

Logam berat yang berada di perairan bisa menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan jika kandungan logam berat yang terdapat di dalamnya melebihi ambang batas serta mempunyai sifat racun yang sangat berbahaya. Selain itu dapat menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi di dalam tubuh (Danarto, 2007).

Beberapa metode untuk menghilangkan logam berat dari air limbah telah dilakukan dengan proses fisika dan kimia yang meliputi presipitasi, koagulasi, dan pertukaran ion. Tetapi metode-metode tersebut di atas masih mahal terutama bagi negara-negara yang sedang berkembang. Proses adsorpsi merupakan teknik yang sering digunakan untuk mengurangi ion logam berat dalam air limbah (Setyaningtyas, 2005).

Adsorpsi merupakan terserapnya suatu zat pada permukaan adsorben (Ashraf, 2010). Penggunaan adsorben konvensional (alumina, karbon aktif, silika gel, dan zeolit) memerlukan biaya operasional dan regenerasi yang relatif lebih mahal (Witono, 2003). Dewasa ini sedang digalakkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam, karena selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik, adsorben tersebut juga bersifat lebih ekonomis diantaranya tongkol jagung, gabah padi, ampas kedelai, dan jerami (Marshall dan Mitchell, 1996). Biomaterial pada penelitian

tersebut mengandung gugus antara lain: karboksil, polisakarida, lignin, amino, sulfat dan sulfhidril memiliki kemampuan penyerapan yang baik (Volesky, 2004).

Biji salak merupakan limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan potensinya secara optimal. Secara kimiawi, komponen penyusun biji salak berupa serat selulosa. Adanya selulosa pada biji salak dapat menyerap ion logam dalam air limbah industri. Pada penelitian ini ion logam yang diteliti adalah Kadmium (Cd). .

### **METODOLOGI**

#### **Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji buah salak, CdSO<sub>4</sub>, aqua demineralisata, HNO<sub>3</sub> 0,1 N, Metanol tk.

Pembuatan adsorben biji salak ini memerlukan peralatan seperti wadah maserasi, batang pengaduk, kain kola, labu takar, pipet volume, corong kaca, kertas whatman no. 42, beker gelas, shaker, *muffle furnace*, ayakan no.120, krus, pH indikator, vial. Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom.

#### **Prosedur Penelitian**

#### **Pembuatan Adsorben dari Limbah Biji Salak**

Limbah biji salak dicuci dengan air sampai bersih dan dijemur di bawah terik matahari hingga kering. Kemudian didestruksi

dengan cara dihancurkan menjadi beberapa bagian kecil. Lalu dihaluskan hingga menjadi serbuk. Serbuk biji salak tersebut dicuci menggunakan aqua demineralisata dan metanol 99% beberapa kali hingga menghasilkan filtrat tak berwarna. Sampel tersebut dikeringkan setiap pergantian pelarut. Setelah kering, *dimuffle* dengan suhu 250°C selama 2,5 jam. Kemudian arang yang telah jadi diayak dengan ukuran partikel 125  $\mu\text{m}$  dan digunakan dalam proses adsorbsi logam berat.

#### **Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Pengaruh Massa Adsorben Biji Salak Terhadap Penyerapan Ion Logam Cd**

Adsorben ditimbang masing-masing sebanyak 0,5; 1,0 dan 1,5 gram dengan replikasi 3 kali. Lalu ditambahkan larutan ion logam sebanyak 10 mL dengan konsentrasi 0,3 ppm dan dishaker selama 30 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring menggunakan kertas whatman no 42 dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan ditepatkan volumenya 10 mL dengan aqua demineralisata, ditambah 1 tetes  $\text{HNO}_3$  0,1 N dan diukur dengan SSA.

#### **Pengaruh Konsentrasi Terhadap Penyerapan Ion Logam Cd**

Adsorben ditimbang masing-masing sebanyak 1,5 gram, lalu ditambahkan larutan ion logam sebanyak 10 mL dengan variasi konsentrasi 1,8; 2,1 dan 2,4 ppm. Kemudian dishaker selama 30 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring dengan kertas whatman no 42 dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan ditempatkan volumenya 10 mL dengan aqua demineralisata, ditambah 1 tetes  $\text{HNO}_3$  0,1 N dan diukur dengan SSA.

#### **Pengaruh pH Terhadap Penyerapan Ion Logam Cd**

Adsorben ditimbang masing-masing sebanyak 1,5 gram, lalu ditambahkan 10 mL larutan ion logam dengan konsentrasi 1,8 ppm dengan variasi pH 5, 6, dan 7. Kemudian dishaker selama 30 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring dengan kertas whatman no 42 dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan ditepatkan volumenya 10 mL dengan aqua demineralisata pH yang sama, dan ditambah 1 tetes  $\text{HNO}_3$  0,1 N dan diukur dengan SSA.

#### **Aplikasi Penggunaan Adsorben Biji Salak pada Limbah Cair Industri "X"**

Adsorben dengan ukuran partikel 125  $\mu\text{m}$  ditimbang masing-masing sebanyak 1,5 gram, kemudian ditambahkan 10 mL larutan ion logam yang berasal dari limbah industri "X" dengan pH yang telah diatur sesuai dengan kondisi optimum. Kemudian dishaker selama 30 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring dengan kertas whatman no 42 dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan ditepatkan volumenya 10 mL dengan aqua demineralisata yang kondisinya sama dengan larutan limbah yang ditambahkan. Lalu ditambahkan 1 tetes  $\text{HNO}_3$  0,1 N dan diukur dengan SSA.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Hasil Pembuatan Adsorben Biji Salak**

Adsorben biji salak dibuat melalui proses karbonisasi biji salak dalam *muffle furnace* pada suhu 250°C selama 2,5 jam. Besarnya suhu yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni (2014) bahwa penggunaan suhu proses karbonisasi di atas 250°C menyebabkan hasil adsorben yang didapat semakin kecil.

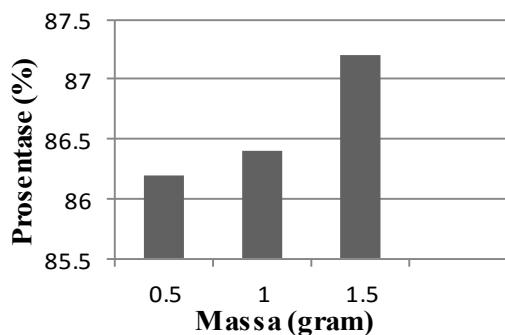
Sebelum dilakukan karbonisasi, terlebih dahulu serbuk biji salak dicuci secara bertahap menggunakan pelarut yang dapat mengikat zat pengotor bersifat polar dan non polar yaitu menggunakan aqua demineralisata dan metanol. Pada pencucian dengan pelarut aqua demineralisata, filtrat yang dihasilkan berwarna coklat muda dan terlihat keruh. Namun pada pencucian selanjutnya terlihat lebih bening. Hal ini sama saat pencucian menggunakan pelarut metanol, pencucian dengan pelarut organik ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa lemak yang dapat mengganggu proses adsorpsi.

Serbuk biji salak yang telah dicuci kemudian dikeringkan sehingga kandungan air di dalamnya berkurang. Serbuk biji salak diarangkan dan kemudian diayak menggunakan ukuran 125  $\mu\text{m}$  karena semakin besar luas permukaan adsorben semakin besar pula kapasitas suatu adsorben dalam mengadsorpsi suatu adsorbat.

#### **Hasil Optimasi Massa Adsorben Biji Salak dalam Penyerapan Ion Logam Cd**

Dari hasil analisis optimasi massa adsorben biji salak dengan variasi massa adsorben sebanyak 0,5; 1,0; dan 1,5 g menggunakan spektrofotometri serapan atom

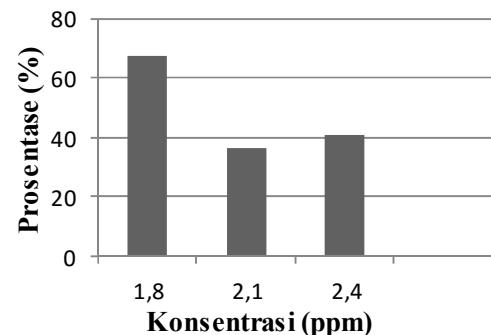
didapat hasil penyerapan ion logam kadmium secara maksimum terjadi pada massa adsorben biji salak 1,5 g dengan efisiensi penyerapan ion logam Cd sebesar 87,2%. Hal ini dikarenakan semakin besar massa adsorben biji salak yang digunakan, maka efisiensi penyerapannya terhadap ion logam semakin besar. Bertambahnya berat adsorben biji salak sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben biji salak sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam juga bertambah dan efisiensi penyerapan pun meningkat (Refilda, 2001). Hasil dapat dilihat dari Gambar 1.



**Gambar 1. Optimasi massa adsorben biji salak terhadap adsorpsi ion logam Cd.**

#### Hasil Optimasi Konsentrasi Larutan Ion Logam dalam Penyerapan Ion Logam Cd

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil analisis optimasi konsentrasi larutan ion logam yang digunakan dengan variasi konsentrasi 1,8; 2,1; dan 2,4 didapatkan hasil kondisi optimum penyerapan ion logam kadmium dicapai pada konsentrasi 1,8 ppm dengan efisiensi penyerapan ion logam Cd sebesar 67,5 %. Dengan meningkatnya konsentrasi ion logam, efisiensi penyerapan pun menjadi berkurang, dikarenakan kemampuan menyerap biji salak terhadap ion logam berat Cd sudah maksimum. Dengan kata lain kapasitas serap maksimum biji salak telah tercapai pada konsentrasi 1,8 ppm.

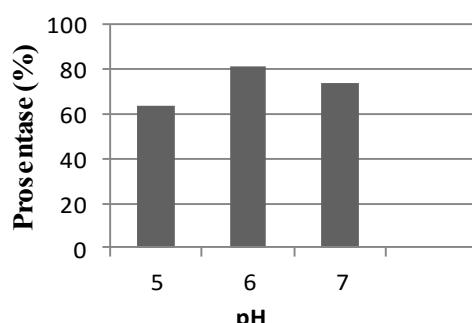


**Gambar 2. Optimasi konsentrasi larutan ion logam terhadap adsorpsi ion logam Cd.**

Menurut Refilda (2001), penurunan efisiensi penyerapan disebabkan karena pada konsentrasi yang lebih tinggi, jumlah ion logam dalam larutan tidak sebanding dengan jumlah partikel biji salak yang tersedia sehingga permukaan biji salak akan mencapai titik jenuh dan efisiensi penyerapan pun menjadi menurun.

#### Hasil Optimasi pH Larutan Ion Logam dalam Penyerapan Ion Logam Cd

Dari hasil analisis optimasi pH larutan ion logam dengan variasi pH 5, 6, dan 7 didapatkan hasil pH larutan ion logam optimum yaitu pada pH 6 dengan nilai efisiensi penyerapan ion logam kadmium sebesar 81,5% (Gambar 3). Kemampuan penyerapan suatu adsorben dapat dipengaruhi oleh pH larutan, dikarenakan pada pH rendah penyerapan terhadap semua ion logam rendah. Hal ini dikarenakan pada pH rendah permukaan adsorben dikelilingi oleh ion  $H^+$  (karena gugus fungsi yang terdapat pada adsorben terprotonasi). Dalam kondisi asam permukaan adsorben juga bermuatan positif, yang akan menyebabkan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam sehingga adsorpsinya pun menjadi rendah.



**Gambar 3. Optimasi pH larutan ion logam terhadap adsorpsi ion logam Cd.**

Pada pH netral efisiensi penyerapan juga menurun. Hal ini disebabkan karena pada pH netral ion-ion logam dapat mengalami reaksi hidrolisis dalam larutan sehingga ia tidak stabil dalam bentuk ion logam semula dan menyebabkan kemampuan biji salak untuk menyerapnya menurun. Sedangkan pada pH basa, ion-ion logam dapat membentuk endapan hidroksida sehingga efisiensi penyerapannya sukar untuk ditentukan (Refilda, 2006).

#### **Hasil Aplikasi Penggunaan Adsorben Biji Salak pada Limbah Cair Industri “X”**

Berdasarkan hasil analisis penyerapan ion logam kadmium menggunakan adsorben biji salak diperoleh kondisi optimum massa adsorben biji salak sebanyak 1,5 gram dengan efisiensi penyerapan ion logam Cd sebesar 87,2%, kondisi optimum konsentrasi larutan ion logam dicapai pada konsentrasi 1,8 ppm dengan efisiensi sebesar 67,5 %, sedangkan pada pH larutan ion logam didapatkan hasil optimum yaitu pada pH 6 dengan nilai efisiensi penyerapan ion logam kadmium sebesar 81,5%.

Dari hasil kondisi optimum tersebut digunakan untuk analisis penyerapan biji salak terhadap ion logam Cd dalam limbah cair industri “X”. Diperoleh hasil analisis rata-rata kadar Cd pada cairan limbah setelah diberi adsorben sebesar 0,0572 mg/L sedangkan kandungan logam Cd pada limbah cair industri “X” yaitu sebesar 0,072 mg/L sehingga dapat diperoleh nilai efisiensi penyerapan ion logam Cd pada limbah cair industri “X” sebesar 79,44%.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Biji salak dapat digunakan untuk menyerap ion logam Cd pada air limbah industri “X”.
2. Efisiensi penyerapan biji salak sebagai adsorben terhadap ion logam Cd pada limbah industri “X” yaitu sebesar 79,44%.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Dirjen DIKTI atas kontribusi dalam membiayai penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ashraf, MA., Maah, MJ., Yusoff, I., 2010, *Study of Banana peel (Musa sapientum) as a Cationic Biosorben*, American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci 8(1): 7-17
- Danarto, Y.C., 2007, Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr (VI) Dengan Adsorben Pasir yang Dilapisi Besi Oksida. Ekuilibrium. **6**(2). 65-70
- Marshall, W. E. and Mitchell, M. J., 1996, Agriculture by-product As Metal Adsorbent: Sorption Propeties and Resistence to Mechanical Abrasion, *Journal Chemistry Technology Biotechnol* 66: 92-128
- Setyaningtyas, 2005, Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Kadmium (II) dalam Pelarut Air, Majalah Kimia Universitas Jenderal Soedirman., 31(1): 33-41.
- Witono, J. A., 2003, Produksi Furfural dan Turunannya: Alternatif Peningkatan Nilai Tambah Ampas Tebu Indonesia. <http://www.chem-is-try.org/?sect=focus&ext=15.>, Diakses pada tanggal 18 September 2015.
- Volesky B., 2004, *Biosorption of Heavy Metal*, <http://lifebiosorption.co.uk>, Diakses pada tanggal 18 September 2015.