

ADSORPSI LOGAM KADMIUM (Cd) PADA KADMIUM SULFAT (CdSO₄) MENGGUNAKAN BATANG POHON PISANG SEBAGAI ADSORBEN

ADSORPTION OF METAL CADMIUM (Cd) TO CADMIUM SULPHATE (CdSO₄) USING BANANA TREES AS ADSORBENT

Diaz Galuh Purwitasari^{1*}, Rahma Tussania¹, Rif'an Fathoni¹

¹Department of Chemical Engineering, Engineering Faculty, Mulawarman University
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*email : diazgaluh@student.unmul.ac.id

(Received: 16 Juni 2022; Reviewed: 22 Juni 2022; Accepted: 22 Juni 2022)

Abstrak

Salah satu pemanfaatan limbah batang pohon pisang adalah dapat diolah menjadi adsorben yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat dalam sebuah limbah cair salah satunya menggunakan pengolahan dengan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk lapisan tipis atau *film* pada permukaan tersebut. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kandungan logam berat Cd dalam kadmium sulfat, untuk mengetahui kecepatan pengadukan terbaik dan untuk mengetahui kapasitas logam berat Cd dalam kadmium sulfat. Penelitian ini meliputi dua tahap, tahap pertama yaitu pembuatan adsorben dari batang pohon pisang. Pada tahap kedua parameter yang telah diujikan adalah kecepatan pengadukan 200 rpm, 250 rpm dan 300 rpm. Setelah tahap adsorpsi selesai, larutan disaring dan dianalisa menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) didapatkan hasil adsorbansi. Hasil penelitian ini didapatkan kandungan logam berat Cd yang terdapat dalam kadmium sulfat yaitu sebesar 8,272 mg/L, kecepatan pengadukan yang dapat menurunkan kadar Cd terbaik yaitu 300 rpm dengan kandungan logam berat Cd sebesar 8,144 mg/L dan kapasitas penyerapan pada 200 rpm sebesar 0,0006 mg/l, kapasitas penyerapan pada 250 rpm sebesar 0,00246 mg/l, kapasitas penyerapan pada 300 rpm sebesar 0,00258 mg/l.

Kata Kunci: adsorben, adsorpsi, batang pisang, Cd, NaOH

Abstract

One of the uses of banana tree trunk waste is that it can be processed into an adsorbent that can be used to reduce the heavy metal content in a liquid waste, one of which is using the adsorption method. Adsorption is a process that occurs when a fluid (liquid or gas) is bound to a solid and eventually forms a thin layer or film on the surface. The purpose of this study was to determine the content of heavy metal Cd in cadmium sulfate, to determine the best stirring speed and to determine the capacity of heavy metal Cd in cadmium sulfate. This research includes two stages, the first stage is the manufacture of adsorbent from banana tree trunks. In the second stages the parameters that have been tested are the stirring speed of 200 rpm, 250 rpm and 300 rpm. After the adsorption stage was completed, the solution was filtered and analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) to obtain the results of adsorption. The results of this study showed that the heavy

metal content of Cd contained in cadmium sulfate was 8.272 mg/L, the best stirring speed to reduce Cd levels was 300 rpm with heavy metal content of Cd 8.144 mg/L and the absorption capacity at 200 rpm was 0.0006 mg/l, absorption capacity at 250 rpm was 0.00246 mg/l, absorption capacity at 300 rpm was 0.00258 mg/l.

Keywords: *adsorbent, adsorption, banana stem, Cd, NaOH*

1. PENDAHULUAN

Adsorpsi atau penyerapan adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat terserap, adsorbat) pada permukaannya. Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya.

Sumber air alam dapat mengalami kontaminasi zat lain karena sumber air bersifat terbuka yang memungkinkan berbagai zat asing masuk ke dalamnya. Kontaminan air dapat masuk ke sumber air secara langsung maupun tidak langsung. Kemajuan di bidang industri dan semakin banyaknya pembangunan pabrik-pabrik maka semakin tinggi tingkat pencemaran. Pencemaran udara dapat menyebabkan hujan asam, dan hujan asam dapat melarutkan mineral-mineral dalam tanah termasuk mineral kadmium (Widayatno, dkk., 2017).

Salah satu logam berat yang sering terdapat dalam pencemaran air adalah kadmium (Cd) dalam bentuk senyawa toksik yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan berdampak negatif untuk lingkungan sekitar. Metode adsorpsi dapat digunakan untuk mengurangi pencemaran logam berat yang semakin meningkat karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah biaya yang relatif murah, prosesnya yang sederhana, efektifitas dan efisiensinya relatif tinggi serta tidak memberikan efek samping berupa zat beracun. Bahan baku yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung lignoselulosa (lignin dan selulosa), baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan maupun dari binatang (Kusumawardani, dkk., 2018).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan logam berat dalam sebuah limbah cair tersebut salah satunya menggunakan pengolahan dengan metode adsorpsi. Limbah cair yang mengandung logam berat ini diketahui sangat berbahaya bagi lingkungan, karena sifat logam berat yang akumulatif menyebabkan kandungannya selalu bertambah dan dapat mengurangi kebersihan air di lingkungan sekitar, dan jika air tersebut digunakan untuk keperluan sehari-hari, maka kandungan logam berat yang terakumulasi dalam air tersebut akan terakumulasi juga dalam tubuh makhluk hidup dan merusak ekosistem (Wibowo dan Prasetyaningrum, 2015).

Adsorpsi dipilih karena merupakan metode yang relatif sederhana dan dapat menggunakan adsorben bahan alam dari biomasa. Pada penelitian ini, karbon aktif dan zeolite yang digunakan. Karbon aktif dan zeolite adalah bahan yang baik sebagai adsorben karena mempunyai daya adsorpsi yang baik. Struktur dan unsur pembangunnya, adsorben dapat digolongkan menjadi dua yaitu adsorben tidak berpori (*non porous adsorbents*) dan adsorben berpori (*porous adsorbents*) (Ali, dkk., 2020). Ada 2 tipe adsorpsi, yaitu Adsorpsi fisis atau Van der Waals dan adsorpsi kimia. Adsorpsi yang terjadi dalam hal ini adalah non-spesifik dan non-selektif penyebab gaya tarik menarik karena adanya ikatan (Takarani, dkk., 2019).

Untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi dari adsorben diperlukan proses aktivasi. Adsorben tanpa dilakukan aktivasi terlebih dahulu, kadang kala tidak efektif dalam penyisihan logam berat. Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorbs. Aktivasi dapat dikelompokkan atas aktivasi secara fisik dan kimia. Contoh aktivasi secara fisik adalah pemanasan dan pendidihan dengan air. Sedangkan contoh aktivasi secara kimia adalah pencucian dengan asam, basa, alkohol atau kombinasinya (Nurohmah, dkk., 2019).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil tanaman pisang terbesar di dunia. Hal ini didukung oleh kondisi iklim tropis dan tanah yang subur. Tanaman pisang merupakan bahan alam yang murah, mudah diperoleh dan dapat diperbaharui. Bagian tanaman pisang yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah buah pisang dan daun pisang. Adapun bagian lain dari

tanaman pisang seperti batang pisang jarang digunakan masyarakat. Sebagian kecil masyarakat hanya memanfaatkan batang pisang sebagai pakan ternak, sedangkan dalam jumlah besar menjadi sampah (Tarigan 2020).

Menurut Direktorat Jenderal Hortikultura, limbah kulit pisang pada tahun 1999 di Indonesia mencapai 8,27 kg/kapita/tahun, sedangkan pada tahun 2002 meningkat menjadi 4.384.384 ton (Rosariatuti, dkk., 2018). Batang pisang memiliki komposisi kimia berupa selulosa. Kadar selulosa dari batang pisang kering sekitar 50%. Selulosa merupakan senyawa organik. Selulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap karena gugus OH yang terikat pada selulosa apabila dipanaskan pada suhu tinggi akan kehilangan atom-atom hidrogen dan oksigen sehingga tinggal atom karbonnya (Wibowo dan Prasetyaningrum, 2015).

Batang pisang merupakan limbah pertanian yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, itu dipilih karena limbah yang dihasilkan meningkat secara drastis yang dapat membahayakan manusia dan ekosistem. Sampah ini bisa jadi diubah menjadi produk yang bermanfaat melalui daur ulang yang selanjutnya meminimalkan tingkat pencemaran yang disebabkan oleh kegiatan pembakaran pertanian. Penelitian sebelumnya, limbah pertanian berpotensi menjadi adsorben yang berbiaya rendah serta merupakan sumber daya yang belum tereksplorasi, banyak tersedia, ramah lingkungan dan juga bahan alam yang tersedia dalam jumlah besar (Pandia, dkk., 2017).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat Cd dalam kadmium sulfat. Selanjutnya, untuk mengetahui lama pengadukan adsorben yang dapat menurunkan kadar Cd terbaik serta untuk mengetahui kapasitas logam berat Cd dalam kadmium sulfat.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Kimia Fakultas Teknik, Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah batang pohon pisang, akuades, kertas saring, larutan NaOH 0,1 M Merck, dan larutan CdSO₄ 0,1 M Emsure.

2.1 Pembuatan Adsorben

Proses pembuatan adsorben dengan membersihkan batang pohon pisang yang akan digunakan. Setelah itu dipotong kotak-kotak kecil. Selanjutnya dikeringkan terlebih dahulu di bawah paparan sinar matahari selama 1 hari. Setelah itu, dilakukan pengovenan pada suhu 150°C. Proses pirolisis hasil dari aktivasi kimia pada temperatur 300°C selama 30 menit. Batang pisang hasil pirolisis dari *furnace* dikeluarkan kemudian dilanjutkan dengan proses pendinginan hingga temperatur ruang dan disimpan dalam desikator. Batang pisang kering dikontakkan dengan larutan NaOH 0,1 M dengan perbandingan 1:4 setelah itu dilakukan pengadukan. Hasil dari pengadukan tersebut kemudian dipisahkan dengan kertas saring dan dicuci dengan akuades, dilanjutkan dengan penyaringan kembali dari hasil pencucian tersebut. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan 200, 250 dan 300 rpm untuk didapatkan variasi kecepatan pengadukan optimum.

2.2 Variasi Kecepatan Pengadukan

Pada proses ini adsorben yang didapatkan dari pengaktifan kimia yang dilanjutkan dengan pengaktifan fisika kemudian diayak hingga didapatkan ukuran adsorben mesh. Adsorben dicampurkan ke dalam sampel kadmium sulfat dengan perbandingan 1:5. Selanjutnya dilakukan pengadukan kembali dan disaring. Setelah itu dapat dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

2.3 Proses Penentuan Penurunan Kadar Cd

Kapasita adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut: (Mardiah dan Rif'an Fathoni 2016).

$$q_e = \frac{C_i - C_e}{m} \times V \quad (1)$$

Keterangan:

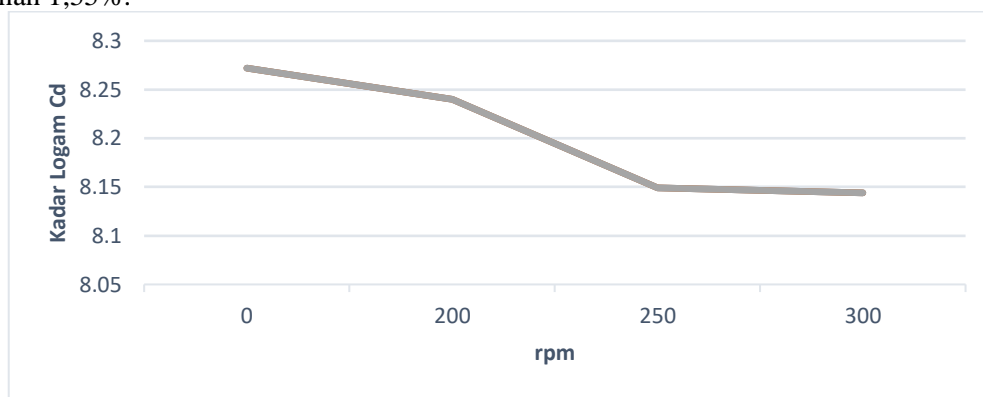
C_i : konsentrasi awal Cd (mg/l)

- Ce : konsentrasi akhir Cd (mg/l)
Q_e : Cd yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/g)
V : total volume larutan (liter)
M : dosis adsorben (g)

3. RESULT AND DISCUSSION (HASIL DAN PEMBAHASAN)

3.1 Pengaruh Pengadukan

Data kemampuan penyerapan logam Cd arang batang pohon pisang pada variasi kecepatan dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil analisa menunjukkan adanya perbedaan kapasitas adsorpsi logam pada variasi ukuran adsorben. Semakin tinggi kecepatan pengadukan larutan Cd, maka jumlah penyerapan logam akan semakin tinggi. Larutan Cd dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dapat memiliki logam Cd sebesar 8,240 mg/L dengan penurunan 0,3%. Larutan Cd dengan kecepatan pengadukan 250 rpm memiliki logam Cd sebesar 8,149 mg/L dengan penurunan 1,48%. Larutan Cd dengan kecepatan pengadukan 300 rpm memiliki logam Cd sebesar 8,144 mg/L dengan penurunan 1,55%.



Gambar 2. Grafik Hasil Analisa Spektrofotometri

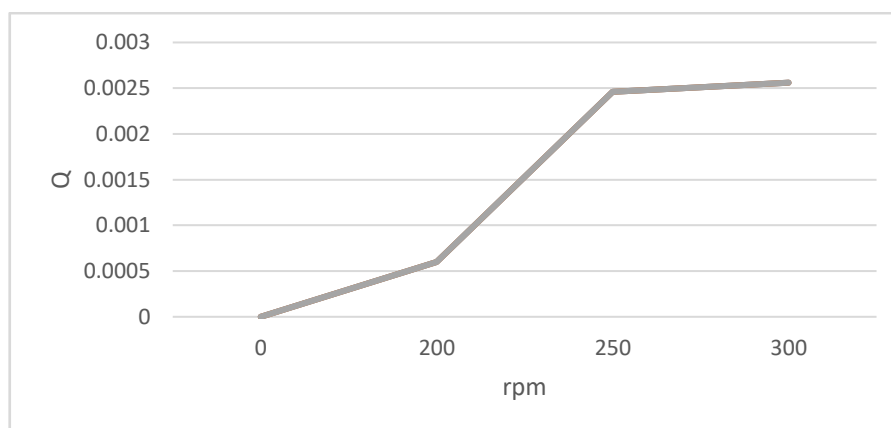
Data hasil analisa di atas menunjukkan bahwa pada kecepatan pengadukan 300 rpm memiliki kemampuan adsorpsi paling besar dibandingkan dengan kecepatan pengadukan 250 rpm dan 200 rpm.

Adsorpsi dibatasi terutama oleh proses film diffusion atau *pore diffusion*, tergantung besarnya pergolakan dalam system. Jika pergolakan yang terjadi relative kecil maka lapisan film yang mengelilingi partikel akan tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Apabila dilakukan pengadukan yang cukup maka kecepatan difusi film akan meningkat. Oleh karena itu, bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak sehingga proses adsorpsi kurang maksimal, dimana pada kecepatan di atas 600 rpm tidak akan meingkatkan kapasitas penyerapan. Berdasarkan teori di atas dapat dikatakan penelitian ini sesuai dengan teori yang menyatakan kapasitas penyerapan meningkat sering meningkatnya kecepatan pengadukan (Saputri 2020).

Hasil tersebut sesuai dengan pengaruh kecepatan pengadukan dimana semakin besar kecepatan pengadukan maka semakin besar nilai efisiensi penyisihan, hal ini disebabkan karena kecepatan pengadukan yang besar menyebabkan semakin besar kontak antara adsorben dengan adsorbat, sehingga daya serap adsorben dapat bekerja dengan optimal. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal (Wulandari dan Pertiwi, 2017).

3.2 Kapasitas Penyerapan

Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu adsorben dalam mengadsorpsi suatu adsorben. Penentuan kapasitas adsorpsi logam Cd dihitung pada waktu optimum. Pada penelitian ini waktu optimum yang diperoleh yaitu pada 60 menit. Pada gambar 3 di bawah merupakan grafik kapasitas penyerapan.



Gambar 3. Grafik Kapasitas Penyerapan Kadar Cd

Kapasitas penyerapan diperoleh menggunakan rumus persamaan 3.1, dimana kapasitas penyerapan pada 200 rpm yaitu sebesar 0,0006 mL/g. Kapasitas penyerapan pada 250 rpm sebesar 0,00246 mL/g. Kapasitas penyerapan pada 300 rpm sebesar 0,00258 mL/g.

Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari larutan activator. Higroskopis adalah kemampuan suatu zat untuk menyerap molekul air dari lingkungannya baik melalui adsorpsi. Terikatnya molekul air yang ada pada karbon aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada karbon semakin besar (Anggriawan, dkk., 2019).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dapat diambil dari penelitian yaitu kandungan logam berat Cd yang terdapat dalam CdSO_4 sebesar 8,272 mg/L. Kecepatan pengadukan yang dapat menurunkan kadar Cd terbaik yaitu 300 rpm dengan kandungan logam berat Cd sebesar 8,144 mg/L. Kapasitas penyerapan pada 200 rpm yaitu sebesar 0,0006 mg/L. Kapasitas penyerapan pada 250 rpm sebesar 0,00246 mg/L. Kapasitas penyerapan pada 300 rpm sebesar 0,00258 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Rohmat Mufti, Tri Yuni Hendrawati, and Nurul Hidayati Fithriyah. 2020. "Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Efektifitas Penurunan Kadar Timbal Limbah Cair Recycle Aki Bekas." 12(1): 87–92.
- Anggriawan, Agus, M Yanggi Atwanda, and Nurhazizah Lubis. 2019. "Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu Dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (Zea Mays) Adsorption Ability Of Cu Heavy Metal Using Corn Husk Adsorbens (Zea Mays)." 03(2): 27–30.
- Kusumawardani, Riska, Titin Anita Zaharah, and Lia Destiarti. 2018. "Adsorpsi Kadmium(II) Menggunakan Adsorben Selulosa Ampas Tebu Teraktivasi Asam Nitrat." *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 7(3): 75–83.
- Mardiah, and Rif'an Fathoni. 2016. "Adsorpsi Logam Cu (II) DAN FE (II) Menggunakan Kertas Koran Bekas." *Jurnal Integrasi Proses* 6(2): 89–94. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>.
- Nurohmah, Lutfi, Paradila Apriliani Wulandari, and Rif Fathoni. "Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu Dan Pb Dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (Zea Mays) Adsorption Ability Of Cu And Pb Heavy Metal Using Corn Skin Adsorben (Zea Mays)." 03(2): 18–22.
- Pandia, Ekariana S, Saipul, Rahmani Fitri, and Sri Sundari. 2017. "Pemanfaatan Limbah Batang Pisang Sebagai Media Tanam Di Desa Peunaron Lama Kecamatan Peunaron Kabupaten Aceh Timur." *Jurnal Jeumpa* 4(1): 30–35.
- Rosariatuti, Retno, Sumani, and Aktavia Herawati. 2018. "Pemanfaatan Batang Pisang Untuk Aneka Produk." *Journal of Community Empowering a services* 2(1): 21–29.
- Saputri, C. A. 2020. "Kapasitas Adsorpsi Serbuk Nata De Coco (Bacterial Sellulose) Terhadap Ion Pb^{2+} Menggunakan Metode Batch." *Jurnal Kimia* 14(1): 71.
- Takarani, Popy, Siska Findia Novita, and Rif'an Fathoni. 2019. "Pengaruh Massa Dan Waktu Adsorben Selulosa Dari Kulit Jagung Terhadap Konsentrasi Penyerapan." *Prosiding Seminar*

- Nasional Teknologi V 2(1): 117–21.* <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/SEMNASTEK/article/view/2816>.
- Tarigan, Krissandarta. 2020. “Kemampuan Adsorpsi Arang Batang Rambutan Yang Termodifikasi Asam Nitrat (HNO₃) Terhadap Logam Berat Ion Cuprum (Cu²⁺) Pada Shaker.”
- Wibowo, F.X Sulistiyanto, and PrasetyaningrumErna. 2015. “Pemanfaatan Ekstrak Batang Tanaman Pisang (Musa Paradisiacal) Sebagai Obat Antiacne Dalam Sediaan Gel Antiacne.” *Publikasi Fakultas Farmasi*, 12(1): 38–46. <https://media.neliti.com/media/publications/100289-ID-pemanfaatan-ekstrak-batang-tanaman-pisan.pdf>.
- Widayatno, Tri et al. 2017. “Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif.” *Jurnal Teknologi Bahan Alam* 1(1): 17–23.
- Wulandari, Septi, and Nilam Putri Pertiwi. “Pengaruh Kecepatan Pengadukan Dan Massa Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Phospat Pada Pengolahan Limbah Laundry.” 23(1): 67–76.