

Pengaruh Laju Alir Terhadap Penyerapan Ion Logam Cd^{2+} Menggunakan Biomassa Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) dengan Metode Kolom

Flami Luthfianisa Ideal, Desy Kurniawati*, Mawardi, Hardeli

Departemen Kimia, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Indonesia

*desykurniawati@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Increasing industrial activities have a negative impact on the ecosystem. One of them is environmental pollution. Heavy metals can be found in industrial waste whose presence can endanger living things around the industrial environment. Overcoming the presence of heavy metal ions in industrial waste can be done by biosorption methods. Biosorption is one of the strategies that can be utilized to adsorb heavy metal levels contained in wastewater. Langsat shell was used as biomass to adsorb Cd^{2+} metal ions using column method. This study was conducted to determine the effect of flow rate on the absorption of Cd^{2+} metal ions. The results showed that the optimal absorption of Cd^{2+} metal ions by langsat shell occurred at a flow rate of 1 mL / min with an absorption capacity of 16.5425 mg/gram.

Keywords — Biosorption, Cd^{2+} , Langsat shell (*Lansium domesticum*)

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia yang semakin berkembang, tidak dapat terlepas dari dampak buruk yang ditimbulkan pada ekosistem. Pencemaran yang disebabkan oleh limbah yang mengandung logam berat merupakan masalah kritis yang dialami seluruh dunia. Limbah yang berasal dari industri dapat berupa partikel logam berat yang mampu merusak kerangka ekologi dan lebih jauh lagi, menyebabkan masalah kesehatan bagi makhluk hidup setempat di sekitar industri[1].

Unsur alam dengan nomor atom lebih besar dari 20, kepadatan yang relatif tinggi (setidaknya 5 g/cm³), dan toksisitas bahkan pada konsentrasi rendah dikenal sebagai logam berat. Efluen industri mengandung logam berat, pelapisan logam, manufaktur baterai, pertambangan, pertanian (pestisida dan pupuk), tekstil, obat-obatan, dan sebagainya semuanya menghasilkan air limbah dengan konsentrasi logam berat yang bervariasi[2]. Ketika konsentrasi logam berat dalam perairan melebihi ambang batas yang ditentukan, mereka dapat mengganggu siklus biologis normal lingkungan, mengancam kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya[3].

Salah satu logam berat yang berbahaya adalah logam kadmium. Kadmium (Cd) adalah logam berat yang berbahaya setelah logam merkuri (Hg). Logam kadmium (Cd^{2+}) berwarna putih keperakan yang memiliki sifat tahan terhadap panas dan korosi. Kadmium dapat dimanfaatkan sebagai elektrolisis pigmen pada industri enamel, cat dan plastik[4].

Badan perlindungan Amerika Serikat mengelompokkan sejumlah logam berat dalam daftar "20 Zat Berbahaya Terbaik yang Perlu Diwaspadai" dan memasukkan logam Cadmium (Cd^{2+}) ke dalam daftar tersebut di nomor tujuh. Bahaya yang ditimbulkan oleh logam kadmium jika terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan kanker pada manusia. Selain itu juga dapat merusak organ ginjal, kanker paru-paru dan menurunnya sistem pernafasan maupun peredaran darah[5].

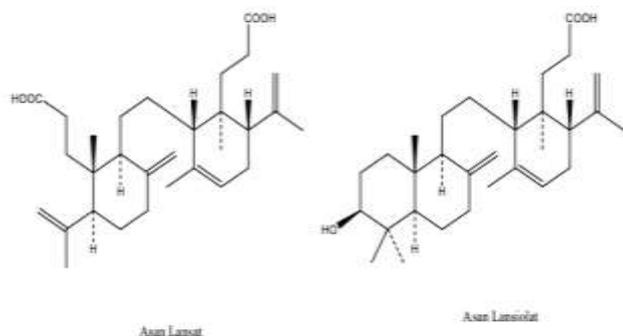
Berbagai macam metode untuk memisahkan logam-logam berat dari limbah sudah dilakukan, salah satunya adalah metode pengendapan. Metode ini dapat memisahkan logam berat dalam kapasitas yang cukup besar, namun metode ini diyakini belum efektif serta tidak ramah lingkungan. Sehingga dibutuhkanlah metode yang tidak menimbulkan efek samping pada lingkungan serta efektif dalam mengikat ion logam berat, yaitu metode biosorpsi. Metode ini banyak digunakan karena memiliki keuntungan yaitu mudah dilakukan karena reaksinya cepat, dapat memanfaatkan limbah pertanian sehingga adsorben mudah didapatkan, selain itu metode ini bersifat ramah lingkungan karena logam yang terikat dapat diambil kembali sehingga tidak menghasilkan limbah beracun yang baru[6].

Metode pemisahan yang memanfaatkan mikroorganisme dan biomaterial untuk menyerap zat, misalnya ion logam berat dalam limbah disebut biosorpsi. Biosorpsi adalah proses penyerapan ion logam berat yang terjadi secara *metabolism independent* (tidak bergantung pada metabolisme) oleh biosorben (biomaterial) yang terjadi pada dinding sel melalui mekanisme kimia fisika seperti pembentukan senyawa kompleks, pertukaran ion dan adsorpsi[7].

Proses biosorpsi mencakup interaksi polar, interaksi gabungan, interaksi ionik, dan mineralisasi yang terjadi antara biopolimer atau makromolekul dan logam. Pada makromolekul mempunyai gugus fungsi yang berguna sebagai mengikat ion logam berat. Gugus fungsi yang terdapat dalam makromolekul seperti gugus karboksil, amina, karbonil, hidroksil, serta imidazol. Melalui pasangan elektron bebaslah gugus fungsi tersebut berkoordinasi bersama dengan atom pusat logam[8].

Penelitian yang dilakukan dengan biosorpsi sudah banyak diterapkan dalam penggunaan biomaterial. Penggunaan limbah pertanian yang telah dimanfaatkan sebagai biosorben seperti kulit buah pinang[1], kulit singkong[9], dan kulit buah pisang [10].

Pada penelitian ini memanfaatkan kulit buah langsung sebagai biosorben. Pada kulit buah langsung terdapat beberapa senyawa kimia, seperti flavonoid, saponin dan terpenoid yang berupa asam lansat dan asam lansiolat[11]. Sedangkan gugus fungsional yang terdapat pada kulit langsung berupa gugus O-H, C-H, C=O, C-O. Gugus-gugus fungsi inilah yang akan berperan dalam menyerap ion logam berat. Pada kulit langsung diketahui memiliki beberapa khasiat dalam berbagai bidang. Pada bidang kesehatan, buah langsung dapat dimanfaatkan sebagai obat penyakit cacang, diare dan demam, sedangkan pada bidang pertanian banyak digunakan sebagai insektisida untuk membasmi hama pada tanaman padi[12].



Gambar 1. Struktur asam lansat dan asam lansiolat.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu peralatan gelas, *shaker* (model : VRN-480), pH meter (HI2211), timbangan analitik (ABS 220-4), ayakan (BS410), magnetic stirrer (MR Hei Standard), kertas saring, blender, kolom, desikator dan botol semprot. Instrumen yang digunakan untuk karakterisasi yaitu *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Perkin Elmer AA-100). Sedangkan untuk bahan yang digunakan yaitu kulit langsung, aquades, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 p.a, NH_3 25%.

B. Prosedur Kerja

1. *Pembuatan Larutan Induk $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1000 mg/L*
Menimbang 1,377 gram garam $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ kemudian dilarutkan didalam labu ukur berukuran 500 mL menggunakan aquades hingga tanda batas.

2. *Preparasi Sampel*

Limbah kulit buah langsung dikumpulkan lalu dibersihkan menggunakan air mengalir. Selanjutnya dipotong kecil-kecil dan dikering anginkan. Kemudian dihaluskan dengan blender lalu diayak hingga diperoleh ukuran 150 μm . Sebanyak 20 gram kulit langsung yang sudah halus ditimbang lalu direndam dalam 80 mL HNO_3 0,1 M selama 2 jam lalu dinetralkan dengan aquades, kemudian dikering anginkan.

3. *Pengaruh Laju Alir*

Sebanyak 0,3 gram biosorben dimasukkan ke dalam kolom. Lalu tambahkan 10 mL larutan ion Cd^{2+} dialirkan lewat kolom dengan laju alir 1,2,3,4, mL/menit pada pH 4 dan 550 mg/L. Kemudian biarkan filtrat mengalir keluar kolom dan ditampung. Filtrat yang ditampung dianalisis dengan SSA sehingga diperoleh penyerapan optimum pada laju alir.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Preparasi Sampel Kulit Langsung*

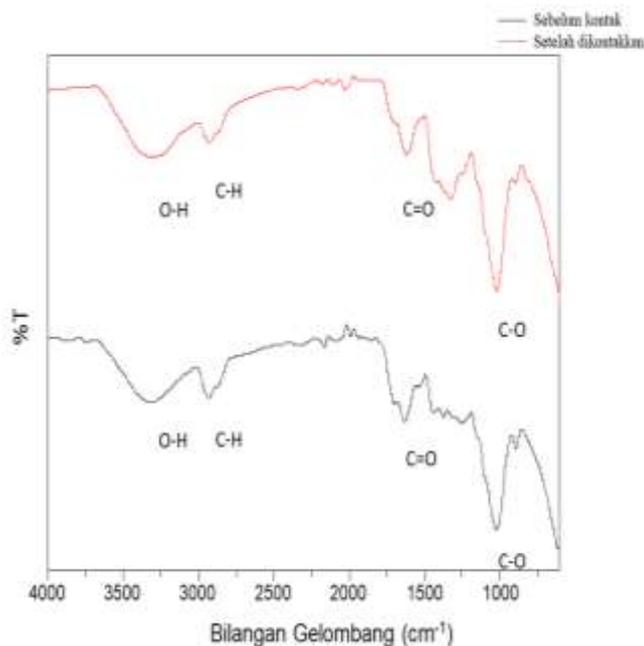
Pada preparasi sampel kulit langsung terdapat beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu melakukan pembersihan kulit langsung. Limbah kulit langsung terlebih dahulu dicuci bersih menggunakan air mengalir yang bertujuan untuk membersihkan sampel dari debu dan pengotor lain yang dapat menyebabkan berkurangnya kinerja biosorben. Tahapan kedua yaitu melakukan pengeringan sampel kulit langsung. Pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang masih ada pada kulit langsung sehingga dapat mempermudah untuk dihaluskan berdasarkan ukuran partikel yang sudah ditentukan. Pengeringan ini dilakukan pada suhu ruang tanpa bantuan sinar matahari, hal ini dilakukan untuk menghindari hilangnya senyawa organik pada sampel.

Tahapan ketiga adalah yaitu aktivasi. Proses ini dilakukan berdasarkan aktivasi secara kimia, dengan menggunakan reagem asam yaitu larutan HNO_3 0,01 M. Tahapan ini bertujuan untuk melarutkan pengotor-pengotor yang terdapat dalam sampel sehingga pori-pori pada sampel lebih terbuka serta bertujuan memperbesar luas permukaan dan mengaktifkan sisi aktif pada biosorben sehingga diharapkan dapat memperbesar kapasitas penyerapan[13].

B. *Karakterisasi FTIR*

Karakterisasi menggunakan FTIR dilakukan untuk menganalisa gugus fungsi yang terdapat pada kulit langsung baik kulit langsung sebelum dikontakkan dan setelah pengontakkan terhadap logam Cd^{2+} .Gugus fungsi yang terdapat pada pada biosorben kulit langsung ini nantinya akan

berperan dalam proses penyerapan ion logam Cd²⁺.Berikut spektrum kulit langsung sebelum dan setelah dikontakkan.



Gambar 2. Spektra FTIR biomassa kulit langsung (Lansium domesticum) sebelum kontak dan setelah dikontakkan dengan ion logam Cd²⁺.

Pada spektrum hasil dari sampel kulit langsung yang belum berkontak dengan logam Cd²⁺ menunjukkan makromolekul penyusun biomassa kulit langsung mengandung gugus-gugus fungsi yang berperan dalam mengikat ion berat. Adanya serapan disekitar bilangan gelombang 3329,72 cm⁻¹ yang merupakan gugus O-H dengan persen 2932,01 cm⁻¹ 90,41%T, gugus C=O pada bilangan gelombang yaitu 1635,43 cm⁻¹ dengan 87,47%T dan bilangan gelombang gugus C-O adalah 1020,82 cm⁻¹ dengan 74,21%T.

Pada spektra kulit langsung yang telah dikontakkan dengan logam Cd²⁺ menunjukkan pergeseran bilangan gelombang pada setiap gugus fungsi. Perlakuan ini bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang berinteraksi dengan ion logam Cd²⁺[11]. Dilihat pada tabel, menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang dan nilai transmittan (%T) yang menandakan terjadinya interaksi antara gugus fungsi dan logam Cd²⁺. Terlihat pergeseran pita serapan pada bilangan gelombang 3284,0 cm⁻¹ menunjukkan adanya O-H dengan nilai transmittan 86,47%, gugus C-H dengan bilangan gelombang 2928,29 cm⁻¹ dengan nilai transmittan 88,24%. Gugus C=O dan C-O juga terdeteksi pada bilangan gelombang 1619,09 cm⁻¹ dengan persen transmittan 86,80% dan 1019,22 cm⁻¹ dengan persen transmittan 69,10%. Gugus fungsi yang berperan dalam penyerapan ion logam Cd²⁺ adalah gugus O-H.

Berdasarkan dari hasil diatas, diketahui gugus penyusun biosorben pada kulit langsung yaitu gugus karboksilat dan gugus karbonil. Pergeseran puncak pada masing-masing pita serapan menunjukkan adanya interaksi antara logam Cd²⁺ dengan sisi aktif pada kulit langsung. Pergeseran puncak pada setiap masing-masing pita serapan diasumsikan bahwa gugus-gugus fungsi tersebut berperan dalam proses adsorpsi.

Hasil karakterisasi spektrum FTIR dari biosorben sebelum dan sesudah dikontakkan dengan logam Cd²⁺ pada kulit langsung secara ringkas dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL I
HASIL KARAKTERISASI KULIT LANGSAT

Gugus Fungsi	Sebelum dikontakkan	%T	Setelah dikontakkan	%T
O-H	3329,72 cm ⁻¹	89,83%	3284,03 cm ⁻¹	86,47%
C-H	2932,01 cm ⁻¹	90,41%	2928,29 cm ⁻¹	88,24%
C=O	1635,43 cm ⁻¹	87,47%	1619,09 cm ⁻¹	86,80%
C-O	1020,82 cm ⁻¹	74,21%	1019,22 cm ⁻¹	69,10%

C. Pengaruh Laju Alir

Laju alir pada metode kolom ini dapat mempengaruhi lamanya waktu kontak adsorben dengan adsorbat. Pengaruh laju alir terhadap penyerapan ion logam Cd²⁺ oleh kulit langsung dilakukan dengan memvariasikan laju alir 1-4 mL/menit. Pengaruh laju alir dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Pengaruh laju alir terhadap penyerapan ion logam Cd²⁺ pada kulit langsung.

Berdasarkan data yang diperoleh, seiring meningkatnya laju alir maka daya serap kulit langsung menurun. Laju alir optimum terjadi pada 1 ml/menit dengan kapasitas penyerapan sebesar 16,5425 mg/g. Laju alir menunjukkan berapa lama adsorben berkontak dengan adsorbat. Semakin cepat laju alir maka semakin cepat/sebentar adsorben dapat berikatan dengan adsorbat. Pada laju alir yang tinggi, larutan logam Cd²⁺ mengalir lebih cepat sehingga menyebabkan ikatan dengan adsorben mudah lepas sehingga menyebabkan daya serap rendah. Pada laju alir yang rendah menghasilkan waktu kontak antara logam ion Cd²⁺ dengan kulit langsung berlangsung lebih lama sehingga pertukaran ion sering terjadi dibandingkan pada laju alir yang lebih tinggi [14].

Berdasarkan data, maka dapat disimpulkan bahwa semakin cepat laju alir makan ion logam Cd^{2+} yang terserap semakin sedikit, karena kurangnya waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben sehingga penyerapan ion logam tidak besar. Oleh karena itu, penyerapan optimum yang diperoleh adalah pada laju alir 1 mL/menit.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan terdapat makromolekul penyusun biosorben kulit langsung (*Lansium domesticum*) mengandung gugus karboksil dan karbonil yang berperan penting dalam menyerap ion logam Cd^{2+} . Penyerapan optimum ion logam Cd^{2+} oleh biomassa kulit langsung (*Lansium domesticum*) diperoleh pada laju alir 1 mL/menit dengan kapasitas penyerapan sebesar 16,5425 mg/gram.

REFERENSI

- [1] Lazulva, L., & Utami, L. (2018). Biosorpsi Ion Logam Cd (Ii) Dari Larutan Menggunakan Kulit Buah Pinang. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(1), 85.
- [2] Smith, A. (2009). Penjerapan Ni(II) pada Abu Sekam Padi Termodifikasi. *Bimafika*, 1, 27–32.
- [3] Yuniati, U. (2015). Biosorpsi Kadmium (Cd) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*) teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH). *Skripsi, Cd*.
- [4] Sylvia, M., Vianne, A., D, Y. H., & D, H. L. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Kadmium (Cd) Dalam Ikan Bandeng Di Kawasan Tambak Lorok Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 5(5), 724–732.
- [5] Wijaya, V. C., & Ulfan, I. (2015). Pengaruh pH pada Adsorpsi Ion Cd 2 + dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Trembesi (*Samanea saman*). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2), 4–7. ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/download/12802/2402
- [6] Sanjaya, A. S., & Agustine, R. P. (2015). Studi Kinetika Adsorpsi Pb Menggunakan Arang Aktif Dari Kulit Pisang. *Konversi*, 4(1), 17.
- [7] Mawardi, Nazulis, Z., & Kurniawati, D. (2015). Kajian Proses Biosorpsi Timbal (II) Oleh Biomassa Alga Spirogyra. *Researchgate*, 16(December), 114–118.
- [8] Mao, J., Won, S. W., Choi, S. B., Lee, M. W., & Yun, Y. S. (2009). Surface modification of the *Corynebacterium glutamicum* biomass to increase carboxyl binding site for basic dye molecules. *Biochemical Engineering Journal*, 46(1), 1–6.
- [9] Hasrianti. (2013). Adsorpsi Ion Cd²⁺ Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. *Jurnal Dinamika*, Vol. 04.(No.2).
- [10] Arifiyana, D., & Devianti, V. A. (2020). Biosorpsi Logam Besi (Fe) Dalam Media Limbah Cair Artifisial Menggunakan Adsorben Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*). *Jurnal Kimia Riset*, 5(1), 1.
- [11] Furqoni, F., Zein, R., & Munaf, E. (2015). Biosorption of Pb(II) And Zn(II) from aqueous solution using langsung (*Lansium domesticum* Corr) fruit peel. *Available Online Wwww.Jocpr.Com Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(1), 546–555. www.jocpr.com
- [12] Konda, J. P., Siampa, J. P., Tallei, T. E., Kepel, B. J., & Fatimawali, F. (2020). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Biji Langsung (*Lansium domesticum* var. *pubescens*) dan Duku (*Lansium domesticum* var. *domesticum*) dengan Metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Sains*, 20(2), 113.
- [13] Danarto, Y. C., & Samun, D. (2021). Pengaruh Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI). *Ekulibrium*, 7(1), 13–16. <https://jurnal.uns.ac.id/ekulibrium/article/view/49499>
- [14] Kurniawati, D., Bahrizal, Sari, T. K., Adella, F., & Sy, S. (2021). Effect of Contact Time Adsorption of Rhodamine B, Methyl Orange and Methylene Blue Colours on Langsung Shell with Batch Methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1788(1).