

Pengaruh Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Ion Logam Pb^{2+} Menggunakan Biosorben Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)

Nur Fitri¹, Desy Kurniawati^{2*}, Mawardi³

^{1,2,3}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang
Jln Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

*desykurniawati@fmipa.unp.ac.id

Abstract — The Pb^{2+} ion is the most common and highly toxic metal ion that can be found in industrial waste. if it enters a water body, it will be difficult to degrade and easily accumulate in the body of organisms. This study aims to reduce the impact of Pb^{2+} ion pollution in the waters. The biosorption method was chosen in batches by utilizing plantation waste, namely dragon fruit peel as a biosorbent in the absorption of Pb^{2+} ions, because it is cheap, safe, and effective. Dragon fruit peel contains lignin and cellulose which contain active groups so that it is potential to be used as a biosorbent. The result showed that the dragon fruit peel adsorbent was able to absorb Pb^{2+} ions at an optimum contact time 70 minutes with a stirring speed of 200 rpm which was analyzed using an atomic absorption with the highest absorption capacity of 32,74 mg/g.

Keywords — Pb^{2+} ion, biosorption, dragon fruit shell, batches methode, atomic adsorption spectrophotometer.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang sangat pesat khususnya di Indonesia tidak hanya berdampak baik, tapi juga berdampak buruk bagi kehidupan saat ini. salah satunya adalah meningkatnya kandungan ion logam berat akibat pengolahan limbah industri yang berdampak tidak hanya pada lingkungan tetapi juga organisme di sekitarnya [1]. Ion logam berat yang masuk ke dalam air sukar terdegradasi, mudah larut dalam air, dan mudah terakumulasi dalam organisme. Jika melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka keberadaannya sangat merugikan dan sangat berbahaya bagi manusia. Bahaya yang bisa muncul, tidak hanya berujung pada penyakit, bahkan kematian [2].

Ion Pb^{2+} adalah ion logam yang paling umum dan paling beracun yang ditemukan dalam air limbah industri. Ion-ion ini dilepaskan ke lingkungan, terutama badan air, melalui proses penambangan, peleburan, pelapisan listrik, dan metalurgi industri, serta baterai, cat, keramik, amunisi, dan pipa timah [3]. Akumulasinya dalam tubuh manusia dapat menyebabkan keracunan kronis, kejang-kejang, kerusakan otak dan kematian. Bahkan toksisitas dosis rendah dan presisten, terutama pada anak-anak, dapat menyebabkan neurotoksisitas dan kelainan perilaku [4].

Mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh keberadaan ion Pb^{2+} sudah ada beberapa metode yang telah dikembangkan untuk mengatasi keberadaan logam berat dalam air limbah industri. Beberapa metode yang umum digunakan untuk mengurangi kadar ion logam berat berbahaya dalam air, antara lain pengendapan kimia, ekstraksi pelarut, filtrasi, pertukaran

ion, fitoremediasi, oksidasi, dan reduksi kimia. Namun, penggunaan metode ini sangat terbatas karena metode ini masih memiliki beberapa kelemahan termasuk penghilangan logam yang buruk, biaya tinggi, selektivitas rendah, prosesnya menggunakan banyak reagen kimia dan pembentukan lumpur atau lumpur beracun [5]. Metode yang dianggap efektif untuk menghilangkan kandungan ion logam dalam limbah industri adalah Biosorpsi [6].

Biosorpsi adalah teknik penyerapan logam yang tidak tergantung metabolisme dalam sel hidup dan mati. Teutama terjadi pada permukaan dinding sel dan permukaan luar lainnya. Biosorpsi terjadi melalui mekanisme fisika dan kimia, seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks dan adsorpsi [7] dimana biosorpsi ini memanfaatkan limbah organik sebagai biomassa atau biosorben. Biosorben ini sendiri masih berupa bahan alami tanpa adanya perlakuan lebih lanjut yang masih mengandung senyawa organik dan gugus fungsi. Bagian dari biosorben yang sangat dibutuhkan pada proses biosorpsi ion logam berat adalah bahan biologis yang memiliki gugus aktif, yang berperan untuk menarik dan mengikat ion logam. Gugus aktif yang berfungsi sebagai pengikat ion logam berat yaitu gugus hidroksil (-OH) dan karbonil (-CO). Salah satu biosorben yang banyak digunakan pada saat sekarang adalah yang berasal dari limbah pertanian. Limbah dari hasil pertanian yang sudah sering digunakan sebagai biosorben yaitu kulit kopi, kulit jeruk bali, dan daun nanas [8].

Kulit buah naga adalah limbah pertanian yang kurang pemanfaatannya dan potensial dijadikan biosorben. Kulit buah

naga mengandung gugus aktif yang dapat berperan pada proses biosorpsi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kulit buah naga merah mengandung hemiselulosa, lignin, selulosa, protein karbohidrat dan senyawa fenolik yang mengandung senyawa karbon, hidrogen sulfur, dan nitrogen. Kulit buah naga merah mengandung gugus hidroksil dan karbonil yang dapat mengikat polutan atau ion logam [9].

Penelitian ini menggunakan kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai biosorben untuk menyerap ion Pb^{2+} karena tidak banyak masyarakat saat ini yang memanfaatkan kulit buah naga, sehingga hanya menjadi limbah. Kandungan senyawa pada kulit buah naga begitu kaya akan manfaat karena adanya gugus fungsi yang terkandung di dalamnya yaitu berupa lignin, selulosa, hemiselulosa, karbohidrat dan senyawa fenolik lainnya yang memiliki gugus aktif hidroksil dan juga karbonil yang dapat mengikat ion logam [10]. Analisa kimia juga membuktikan bahwa kulit buah naga mengandung 9,25% selulosa, 37,18% lignin yang menjadikan kulit buah ini berpotensi diolah menjadi adsorben dalam menyerap ion logam sehingga memiliki manfaat besar dan bernilai ekonomis [11].

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Alat-alat yang dipakai pada penelitian ini yaitu peralatan gelas, *Shaker* (VRN-480), pH meter (HI2211) *magnetic stirrer* (MR Hei Standard), neraca analitik (ABS 220-4), kertas saring, lumpang dan alu, oven, botol semprot, ayakan (BS410). Instrument yang digunakan adalah FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

B. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan diantaranya: kulit buah naga, aquades, Larutan $Pb(NO_3)_2$ 1000 mg/L, HNO_3 p.a, NaOH 5 M dan 2 M.

C. Preparasi Sampel

Kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) dibersihkan, dicuci dengan aquades, dipotong-potong dan dijemur di bawah sinar matahari tidak langsung sampai benar-benar kering. Sampel dipotong dan dihaluskan menggunakan blender kemudian di ayak menggunakan ayakan ukuran 106 μm .

D. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Larutan Baku Pb^{2+}

Menyiapkan 1000 mg/L Pb^{2+} . Kemudian diencerkan dengan konsentrasi 350 mg/L dengan cara memipet 35 ml larutan Pb^{2+} 1000 mg/L, selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditepatkan lalu dihomogenkan. Atur pH larutan dengan penambahan sedikit HNO_3 hingga larutan mencapai pH 3.

2. Pengaruh Waktu Kontak

Sebanyak 0,2 gram kulit buah naga dengan ukuran partikel 106 μm dilakukan pengontakkan dengan 20 ml

larutan $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi 350 ppm dan pH 3. Larutan diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm dengan waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 90 menit. Larutan disaring dan filtratnya dikumpulkan kemudian diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

3. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Sebanyak 0,2 gram kulit buah naga dengan ukuran partikel 106 μm dilakukan pengontakkan dengan 20 ml larutan $Pb(NO_3)_2$ pada konsentrasi 350 mg/L pada pH 3, larutan diaduk menggunakan *shaker* pada kecepatan 50, 100, 150, 200, 250, 300, dan 350. Larutan disaring dan filtratnya ditampung kemudian diukur menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA).

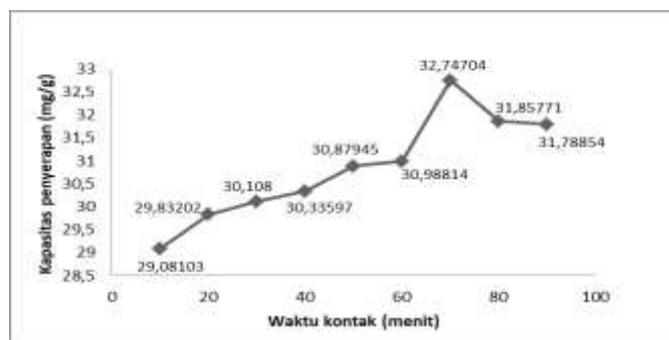
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Biosorben Buah Naga

Preparasi sampel merupakan salah satu tahap awal penelitian. Pada penelitian ini proses preparasi biosorben kulit buah naga dilakukan secara bertahap, dan tahap pertama adalah pencucian dan pengeringan sampel kulit buah naga. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel pada permukaan sampel, mengurangi kadar air dalam sampel, dan membuat sampel lebih mudah digiling tanpa menggumpal. Proses pengeringan pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengeringkan sampel tidak dibawah matahari langsung untuk mencegah hilangnya senyawa organik pada sampel. tahap kedua adalah proses menghaluskan atau penggilingan untuk memperkecil ukuran partikel dan memperluas permukaan biosorben untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi.

B. Variasi Waktu Kontak

Variasi waktu kontak dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan biosorben kulit buah naga untuk berinteraksi secara optimal dengan ion Pb^{2+} hingga tercapai keadaan setimbang.



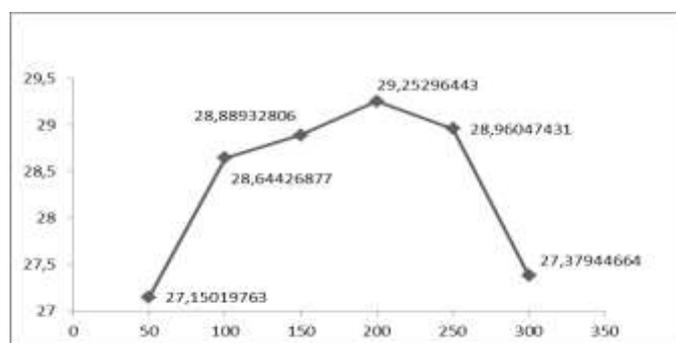
Gambar 3. kurva pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyerapan ion Pb^{2+} menggunakan kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*)

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa waktu kontak mempengaruhi kapasitas penyerapan ion Pb^{2+} pada kulit buah naga, yaitu semakin lama waktu kontak maka semakin banyak ion Pb^{2+} yang terserap, hingga tercapai waktu optimum.

Penyerapan ion Pb^{2+} optimum mencapai 32,74 mg/g dalam waktu 70 menit. Selama 60 menit pertama, terlihat bahwa jumlah ion Pb^{2+} yang terserap oleh kulit buah naga cukup besar, yang disebabkan banyak sisi aktif dari permukaan kulit buah naga masih kosong untuk menyerap ion Pb^{2+} . Waktu kontak terbaik yang didapatkan dari penelitian ini adalah 70 menit yang dapat dilihat dari turunnya konsentrasi penyerapan ion Pb^{2+} pada variasi waktu selanjutnya. Ketika proses penyerapan berjalan dalam waktu yang lama, situs aktif pada permukaan kulit buah naga sudah terisi semua oleh Pb^{2+} , sehingga biosorben berada pada titik jenuh. Pada waktu 80 dan 90 menit terjadi penurunan pada penyerapan ion Pb^{2+} , ini terjadi karena sisi aktif dari kulit buah naga sudah jenuh oleh ion Pb^{2+} sehingga menyebabkan ikatan ion Pb^{2+} terlepas kembali dari sisi aktif kulit buah naga ke larutan. Desorpsi ion Pb^{2+} dari kulit buah naga dalam keadaan jenuh menandakan bahwa sudah tercapai kesetimbangan sistem, sehingga penambahan waktu tidak akan meningkatkan penyerapan ion Pb^{2+} , bahkan akan cenderung menurunkan penyerapannya, karena ikatan antara ion Pb^{2+} dengan situs aktif dari kulit buah naga akan terlepas kembali [12].

C. Variasi Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan merupakan salah satu parameter penting pada proses adsorpsi. Pengadukan yang terlalu cepat dapat menyebabkan struktur dari adsorben rusak, sedangkan pengadukan yang terlalu lambat akan mengakibatkan proses adsorpsi juga berjalan lambat [13]. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyerapan ion Pb^{2+} dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap penyerapan ion Pb^{2+} menggunakan kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*).

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa penyerapan ion Pb^{2+} optimumnya pada kecepatan pengadukan 200 rpm dengan penyerapan 29,25 mg/g, ini disebabkan pada kecepatan tersebut penyerapan terjadi secara efektif. Pada kecepatan pengadukan 50-150 jumlah ion Pb^{2+} yang diserap masih sedikit, dikarenakan penyerapan masih kurang efektif dan larutan belum homogen, akibat dari kecepatan pengadukan yang cenderung lambat. Pada kecepatan pengadukan 250-350 mengalami penurunan penyerapan, hal ini terjadi karena pengadukan yang terlalu cepat dapat mengakibatkan ikatan yang terjadi pada sisi aktif kulit buah naga dengan ion Pb^{2+} tidak stabil sehingga ikatan yang

terbentuk akan terlepas kembali dan biosorben telah jenuh, dan kecepatan yang terlalu tinggi juga menyebabkan struktur dari biosorben telah rusak [14].

IV. KESIMPULAN

Kapasitas penyerapan optimum biosorben kulit buah naga merah didapatkan pada waktu kontak 70 menit sebesar 32,74 mg/g dan kecepatan pengadukan 200 rpm sebesar 29,25 mg/g. sehingga dapat disimpulkan bahwa biosorben kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dapat dimanfaatkan sebagai biosorben dalam proses adsorpsi terutama untuk menyerap ion logam, salah satunya ion Pb^{2+} .

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas lancarnya pelaksanaan penelitian ini, Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing atas saran, masukan dan bimbingan serta telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Terimakasih penulis juga sampaikan kepada Bapak/Ibu tenaga akademik maupun non akademik Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] C. Chen, C. Yang, and A. Chen, "Biosorption of Cu (II), Zn (II), Ni (II) and Pb (II) ions by cross-linked metal-imprinted chitosans with epichlorohydrin," *J. Environ. Manage.*, vol. 92, no. 3, pp. 796–802, 2011, doi: 10.1016/j.jenvman.2010.10.029.
- [2] Z. Jin *et al.*, "Application of *Simplicillium chinense* for Cd and Pb biosorption and enhancing heavy metal phytoremediation of soils," *Sci. Total Environ.*, vol. 697, p. 134148, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134148.
- [3] P. Phuengphai, T. Singjanusong, N. Kheangkun, and A. Wattanakornsiri, "Removal of copper(II) from aqueous solution using chemically modified fruit peels as efficient low-cost biosorbents," *Water Sci. Eng.*, no. xxx, 2021, doi: 10.1016/j.wse.2021.08.003.
- [4] V. Afraz, H. Younesi, M. Bolandi, and M. Rasoul, "Biocatalysis and Agricultural Biotechnology Optimization of lead and cadmium biosorption by *Lactobacillus acidophilus* using response surface methodology," *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, vol. 29, no. October, p. 101828, 2020, doi: 10.1016/j.cbab.2020.101828.
- [5] A. Gundogdu, D. Ozdes, C. Duran, V. Numan, M. Soylak, and H. Basri, "Biosorption of Pb (II) ions from aqueous solution by pine bark (*Pinus brutia Ten .*)," vol. 153, pp. 62–69, 2009, doi: 10.1016/j.cej.2009.06.017.
- [6] J. Zamorska and D. Antos, "Coupling Ion Exchange and Biosorption for Copper (II) Removal From Wastewaters," no. li, pp. 3494–3502, 2011.
- [7] (2014) Mawardi *et al.*, "Larutan Dengan Menggunakan Biomassa Alga," Pemisahan Ion Krom(II) Dan Krom(IV) Dalam Larutan Dengan Menggunakan Biomassa Alga Hijau *Spirogyra Subsalsia* Sebagai Biosorben, vol. 15, no. 1, pp. 27–36, 2014.
- [8] S. Ali, N. La Nafie, and P. Taba, "Biosorption Of Cu (II) Metal Ions By Dragon Fruit Skin (*Hylocereus polyrhizus*)," *J. Akta Kim. Indones. (Indonesia Chim. Acta)*, vol. 11, no. 1, p. 21, 2019, doi: 10.20956/ica.v11i1.6401.
- [9] Z. Chen, B. Zhong, C. J. Barrow, F. R. Dunshea, and H. A. R. Suleria, "Identification of phenolic compounds in Australian grown dragon fruits by LC-ESI-QTOF-MS/MS and determination of their antioxidant potential," *Arab. J. Chem.*, vol. 14, no. 6, p. 103151, 2021, doi: 10.1016/j.arabjc.2021.103151.
- [10] A. M. Tanasal, N. La Nafie, and P. Taba, "Biosorption Of Cd(II) Ion By Dragon Fruit Peel (*Hylocereus polyrhizus*)," no. li, pp. 18–

- 30, 2015.
- [11] U. J. I. Aktivitas, A. Pada, E. Kulit, and B. Naga, "50 2,6949.," vol. 4, no. 2, pp. 117–121, 2019.
- [12] F. Amelia and R. Putri, "Pemisahan Ion Besi dalam Larutan dengan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif," vol. 45, no. 283, pp. 51–55, 2021.
- [13] F. Sarah, I. Khaldun, and M. Nazar, "Uji Daya Serap Serbuk Gergaji Kayu Merbau (*Intsia sp*) Terhadap Logam Timbal (II)," *Jimk*, vol. 1, no. 4, pp. 105–114, 2016.
- [14] P. Alifaturrahma and okik C. Hendriyanto, "Untuk Menyisihkan Logam Cu," vol. 8, no. 2, pp. 105–111, 2017.