

Penyerapan Ion Logam Pb^{2+} Menggunakan Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Dengan Metode Batch

Miftahul Husna¹, Desy Kurniawati*²

^{1,2}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 — Pb^{2+} ion is a metal that is toxic and harmful to the health of the human body and causes mental disorders and can cause environmental pollution. Biosorption is to release heavy metal ions by utilizing various natural ingredients. The purpose of this study was to determine the optimum conditions for mangosteen peel activated with NaOH using variations in particle size, agitation speed and absorption capacity of Pb^{2+} metal ions using a batch method. The results of this study resulted in optimum conditions for the absorption of Pb^{2+} ions at a particle size of 180 μm and a stirring speed of 200 rpm with an absorption capacity of 31.25 mg/g. Biosorption using mangosteen peel has been shown to be able to absorb Pb^{2+} ions using the batch method.

Keywords — Biosorption, Pb (II) ion, Mangosteen peel, Batch method.

I. PENDAHULUAN

Garcinia mangostana L. (manggis) banyak digunakan pada proses pengobatan karena termasuk tanaman tropis. Kulit manggis bisa dimanfaatkan untuk penurun panas, peluruh haid, obat disentri, pengelat (astringen), dan untuk obat sariawan [1]. Tanaman manggis adalah tanaman asli dari daerah tropis yaitu Asia Tenggara yang sering kali disebut dengan *Queen of the Tropical Fruits*. Kawasan Semenanjung Malaya dan kepulauan Sunda Besar merupakan tempat tumbuh liarnya tanaman manggis.

Kulit manggis banyak dibuang oleh masyarakat setelah dikonsumsi buahnya ternyata kulit manggis banyak mengandung senyawa aktif yaitu tanin, saponin, triterpenoid dan flavonoid. Masing-masing dari senyawa tersebut terbukti memiliki aktivitas farmakologi yaitu tanin sebagai antimikroba, saponin sebagai antifungi, triterpenoid sebagai antiinflamasi, serta flavonoid sebagai antitumor dan antioksidan [2]. Senyawa aktif kulit manggis bermanfaat dalam proses biosorpsi karena pada kulit manggis mempunyai antioksidan yang tinggi serta mampu mengikat ion karsinogenik yang bersifat beracun contohnya Pb^{2+} [3]. Pada kulit manggis mempunyai gugus fungsi, gugus COC (eter), CH (aldehida), CH (alkana), -C-NO₂ (nitro aromatik), dan -N₃> CO (asam karboksilat) [3].

Toksitas yang tinggi pada logam Pb dapat bersifat racun bagi kesehatan manusia dan dapat mengganggu kesehatan mental pada manusia, kanker, ginjal serta gangguan syaraf [4]. Selain itu dapat menyebabkan kelainan tulang pada anak dan menyerang pada sistem reproduksi pria [5]. Kadar timbal pada

darah ialah < 10 $\mu g/dL$, meski kadar timbal pada darah normal kurang dari batas maksimum yang diperbolehkan tetapi timbal bisa menyebabkan masalah kesehatan pada manusia [6]. Sedangkan menurut WHO (*World Health Organization*) baku mutu limbah Pb^{2+} dalam air sebesar 0,1 mg/L dan menurut KLH (Kementerian Lingkungan Hidup) No 02 tahun 1988 sebesar 0,05 - 1 mg/L [7].

Logam Pb pada tabel periodik terdapat pada golongan IVA serta mempunyai nomor atom 82, massa pb 207,2 dengan berbentuk padat, berat jenisnya 11,4 g/cm³ dan titik lebur 327,4°C. Pada alam timbal sangat sulit untuk ditemukan dengan keadaan bebas tetapi bisa dalam wujud senyawa dengan molekul lainnya, contohnya seperti $PbBr_2$, $PbCl_2$ [8].

Logam timbal adalah elemen yang dapat ditemukan didalam tanah, batu-batuan, hewan dan tumbuhan. 95% timbal dapat bersifat anorganik yang berupa garam anorganik serta sedikit larut dalam air. Sisanya berupa timbal organik. Timbal organik ditemukan dalam bentuk senyawa Tetra Ethyl Lead (TEL) Tetra Methyl Lead (TML). Waktu keberadaan timbal dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu curah hujan dan angin [9].

Metode untuk menghilangkan logam berat di lautan berair seperti pengendapan kimia, reduksi dan oksidasi kimia, pengolahan elektrokimia pertukaran ion, pemisahan membran, evaporasi, osmosis balik dan biosorpsi [10]. pada umumnya pemisahan ion logam dengan efektivitas yang rendah bila diterapkan pada konsentrasi rendah membutuhkan biaya yang mahal. Sehingga diperlukan metode pengolahan limbah logam

berat alternatif, ekonomis dan efisien untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan biosorpsi [11].

Biosorpsi ialah untuk melepaskan ion logam berat dengan memanfaatkan berbagai bahan alami [12]. Biosorpsi memiliki banyak manfaat sebagai proses alternatif dengan metode tradisional dan menghilangkan logam berat dari air yang telah terkontaminasi. Berbagai jenis biomaterial berinteraksi secara efektif dengan logam berat. Hidroksil, karbonil, karboksil dan amina merupakan gugus fungsi yang memiliki afinitas yang tinggi dalam biosorben untuk membentuk kompleks ion [10].

Beberapa penelitian adsorben yang telah dilakukan dengan menggunakan ion logam Pb^{2+} yaitu dari enceng gondok [9], serbuk kayu mahoni [13], tongkol jagung [14], kulit pisang kepok (*Musa Balbisiana Colla*) [15], kulit buah pinang [16]. Pada kulit buah manggis mengandung senyawa antioksidan dan aktivitas farmakologi. Senyawa tersebut ialah xanton [17].

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan kulit buah manggis seperti pada penelitian [3] tentang karakterisasi adsorben dari kulit buah manggis menggunakan ion logam Cr (IV) dan Pb (II), adapun kapasitas penyerapan yang didapat ialah 36,12 mg/g dan 36,98 mg/g. Tetapi belum ada penelitian yang memanfaatkan kulit buah manggis yang diaktivasi menggunakan natrium hidroksida (NaOH) dan variasi yang dilakukan dengan variasi pH, variasi ukuran partikel, variasi waktu kontak serta variasi kecepatan pengadukan untuk penyerapan ion logam Pb^{2+} . Tujuan penelitian ini nantinya akan ditentukan berapa kondisi optimum pada penyerapan ion logam Pb^{2+} dengan variasi ukuran partikel dan variasi kecepatan pengadukan.

II. METODA PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian kali ini adalah untuk analisis serta karakterisasi, peralatan yang digunakan untuk analisis terdiri dari gelas kimia, erlenmeyer, pipet tetes, pipet volum, pipet ukur, batang pengaduk, labu ukur, corong, lumpang dan alu, botol semprot, kaca arloji, cawan penguap, bola hisap, pH meter, shaker, neraca analitik, keras saring, magnetik stirrer, ayakan, desikator. Peralatan yang digunakan untuk karakterisasi ialah FTIR dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Bahan yang dilakukan untuk penelitian ialah kulit manggis, $Pb(NO_3)_2$, HNO_3 0,1 M, dan aquades.

B. Preparasi Sampel

Kulit manggis dibersihkan dari kotoran, dipotong, dicuci dengan air lalu dikeringkan. Sampel kulit manggis dikeringkan lalu dihaluskan menggunakan mesin, kemudian diayak dengan ukuran 180 μm , 212 μm , 250 μm , 355 μm . Sebanyak 10 gram sampel kulit manggis diaktivasi selama 2 jam dengan 50 mL NaOH. Selanjutnya dinetralkan dengan aquades, lalu dikeringkan. Karakterisasi menggunakan FTIR.

C. Adsorpsi Ion Logam Pb^{2+}

1. Pengaruh Ukuran Partikel

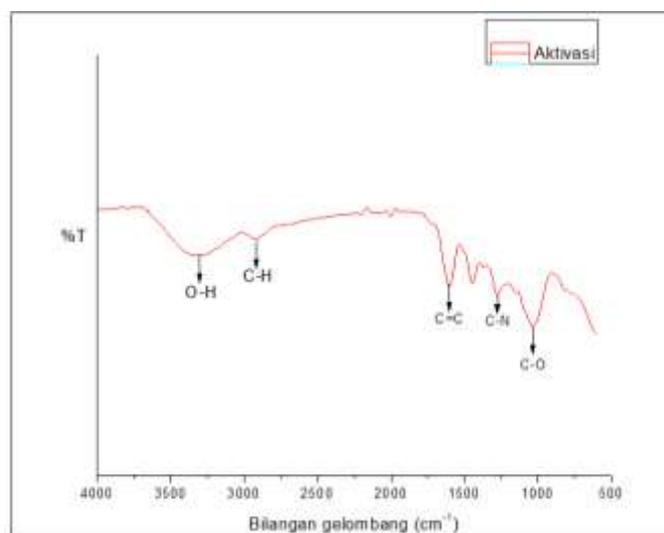
0,2 gram kulit manggis ditimbang pada variasi ukuran partikelnya 180 μm , 212 μm , 250 μm , 355 μm , lalu dikontakkan dengan 25 mL larutan Pb^{2+} . Selanjutnya larutan di shaker dengan waktu 30 menit dan kecepatan 200 rpm, saring cairan serta filtratnya di tampung. Ukur filtrat tersebut untuk mengetahui konsentrasi pada logam Pb^{2+} yang tidak diserap dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), lalu didapatkan ukuran partikel optimum.

2. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

0,2 gram kulit manggis ditimbang pada ukuran partikel optimum dan dikontakkan dengan 25 mL larutan Pb^{2+} , larutan kemudian di-shaker dengan waktu optimum denganmem variasikan kecepatan (150, 200, 250, dan 300) rpm. Larutan disaring dan filtratnya ditampung. Ukur konsentrasi filtrat logam Pb^{2+} yang tidak diserap menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), hingga diperoleh kondisi optimum kecepatan pengadukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

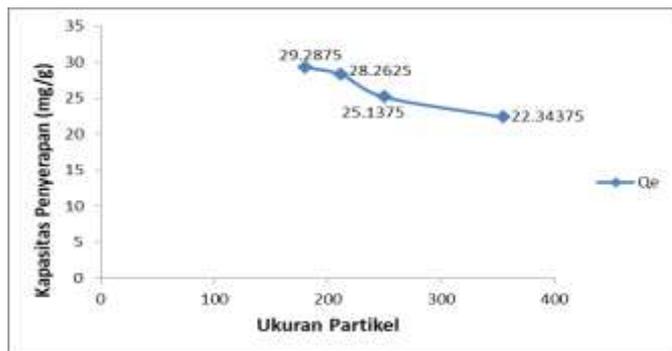
Pada preparasi sampel kulit manggis telah dilakukan aktivasi dengan menggunakan NaOH dan didapatkan gugus O-H pada bilangan gelombang 3333,87 cm^{-1} [18]. Pada bilangan gelombang 2921,12 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H, dan pada bilangan gelombang 1603,35 cm^{-1} terdapat gugus C=C dan gugus C-O terdapat pada bilangan gelombang 1033,33 cm^{-1} .



Gambar 1. Spektrum FTIR kulit manggis aktivasi

A. Pengaruh Ukuran Partikel

Salah satu yang mempengaruhi kapasitas penyerapan dalam metode biosorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan ialah ukuran partikel. Variasi ukuran partikel dimulai dari 180 μm , 212 μm , 250 μm , dan 355 μm . Pengaruh ukuran partikel dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyerapan ion logam Pb^{2+}

Pada gambar 1. dapat dilihat pada ukuran partikel 180 μm menunjukkan ukuran partikel yang optimum dengan kapasitas serapan 29,2875 mg/g. Semakin kecil ukuran partikelnya dari biosorben maka semakin besar luas permukaannya dan penyerapan akan semakin meningkat [19]. Luas permukaan biosorben mengakibatkan sisi aktif dari biosorben berinteraksi dengan ion semakin banyak. Selanjutnya penurunan dari ukuran partikel 180 - 355 μm disebabkan oleh situs aktif dari biosorben telah mencapai titik jenuh sehingga mengalami penurunan pada kapasitas serapan. Semakin besar ukuran partikel maka semakin kecil kapasitas serapannya.

B. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan menjadi salah satu parameter suatu proses biosorpsi berlangsung efektif. Kecepatan pengadukan berbanding lurus dengan proses biosorpsi, jika makin lambat pengadukan maka proses biosorpsi akan lambat juga, akan tetapi jika kecepatan pengadukan terlalu cepat maka akan menjadi rusak sehingga proses biosorpsi kurang maksimal. Kecepatan pengadukan juga dapat menentukan besar atau kecilnya kapasitas serapan terhadap biosorbat dan biosorben. Penelitian ini dilakukan dengan variasi kecepatan 150 rpm, 200 rpm, 250 rpm dan 300 rpm. Grafik pengaruh kecepatan pengadukan dilihat pada gambar 2.



Gambar 3. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap penyerapan ion logam Pb^{2+}

Berdasarkan gambar 3. bahwa optimum dari kecepatan pengadukan terjadi pada 200 rpm dengan kapasitas serapan

sebesar 31,25 mg/g. Pada kecepatan 150-200 rpm terjadi peningkatan kapasitas serapan, hal ini karena pada proses biosorpsi semakin cepat pengadukan maka molekul-molekul antara biosorbat dan biosorben akan saling bertumbukan sehingga akan mempercepat proses biosorpsi. selanjutnya pada kecepatan 200-300 rpm terjadi penurunan kapasitas serapan yang mana pada kecepatan pengadukan diatas 200 rpm akan membuat ikatan antara partikel biosorbat dan biosorben terlepas sehingga tidak dapat membentuk ikatan yang kuat dengan partikel logam [20]. Kecepatan pengadukan terlalu cepat juga bisa merusak struktur biosorben, sehingga penyerapan kurang optimal [21].

IV. KESIMPULAN

Dari kesimpulan yang didapat pada penelitian ini yaitu:

- 1) Penyerapan pada ion logam Pb^{2+} menggunakan kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) didapatkan kondisi optimum pada ukuran partikel kulit manggis 180 μm serta kecepatan pengadukan yaitu 200 rpm.
- 2) Kapasitas penyerapan ion logam Pb^{2+} dengan menggunakan kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) pada kondisi optimum didapatkan sebesar 31,25 mg/g.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si yang telah membimbing pada penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Endang Zainal Hasan, H. Nashrianto, and R. Novia Juhaeni, "OPTIMASI KONDISI UNTUK RENDEMEN HASIL EKSTRAKSI KULIT MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.) Optimization of Conditions for Yield Extraction of Mangosteen Pericarp (*Garcinia mangostana* L.)," *FITOFARMAKA J. Ilm. Farm.*, vol. 2, no. 2, pp. 153–159, 2012, doi: 10.33751/jf.v2i2.170.
- [2] W. S. Putri, N. K. Warditiani, and L. P. F. Larasanty, "Skrining fitokimia ekstrak etik asetat kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)," *J. Pharmacol.*, vol. 09, no. 4, pp. 56–59, 2013.
- [3] U. Haura, F. Razi, and D. H. Meilina, "KARAKTERISASI ADSORBEN DARI KULIT MANGGIS DAN KINERJANYA PADA ADSORPSI LOGAM $Pb(II)$ DAN $Cr(VI)$ (Adsorbent Characterization from Mangosteen Peel and Its Adsorption Performance on $Pb(II)$ and $Cr(VI)$)," *Biopropal Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 47–54, 2017.
- [4] M. Bilal, T. Rasheed, J. E. Sosa-Hernández, A. Raza, F. Nabeel, and H. M. N. Iqbal, "Biosorption: An interplay between marine algae and potentially toxic elements—A review," *Mar. Drugs*, vol. 16, no. 2, pp. 1–16, 2018, doi: 10.3390/md16020065.
- [5] P. D. Deshmukh, G. K. Khadse, V. M. Shinde, and P. Labhasetwar, "Cadmium Removal from Aqueous Solutions Using Dried Banana Peels as An Adsorbent: Kinetics and Equilibrium Modeling," *J. Bioremediation Biodegrad.*, vol. 08, no. 03, 2017, doi: 10.4172/2155-6199.1000395.
- [6] L. D. Fibrianti and R. Azizah, "Karakteristik, Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah, Dan Hipertensi Pekerja Home Industry Aki Bekas Di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan," *J. Kesehat. Lingkungan.*, vol. 8, no. 1, pp. 92–102, 2015.
- [7] L. Ifa, F. R. Pakala, R. W. Burhan, F. Jaya, and R. A. Majid, "Coconut Fiver Utilization As a Heavy Metal Bioadsorbent $Pb(II)$ on Industrial Waste Water," *J. Chem. Process Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [8] D. Gusnita, "Pencemaran logam berat timbal (pb) di udara dan upaya penghapusan bensin bertimbal," *Ber. Dirgant.*, vol. 13, no. 3, pp. 95–101, 2012.
- [9] J. S. Tangio, "Adsorpsi logam timbal (Pb) dengan menggunakan biomassa enceng gondok (*Eichhornia crassipes*)," *J. Entropi*, vol. 8, no. 1, pp. 500–506, 2013.

- [10] E. Nasra, D. Kurniawati, and Bahrizal, "Biosorption of Cadmium and Copper Ions from Aqueous Solution using Banana (*Musa paradisiaca*) Shell as Low-Cost Biosorbent," *Int. Conf. Chem. Eng. Agroindustry*, pp. 33–36, 2017.
- [11] G. A. Wardani and W. T. Wulandari, "Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*) sebagai Biosorben Ion Timbal(II)," *J. Kim. Val.*, vol. 4, no. 2, pp. 143–148, 2018, doi: 10.15408/jkv.v4i2.6918.
- [12] N. Wang *et al.*, "Comparative studies on Pb(II) biosorption with three spongy microbe-based biosorbents: High performance, selectivity and application," *J. Hazard. Mater.*, vol. 373, no. March, pp. 39–49, 2019, doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.03.056.
- [13] V. Rochmah, A. T. Prasetya, and D. T. Sulistyarningsih, "Indonesian Journal of Chemical Science Adsorpsi Ion Logam Pb 2+ Menggunakan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Mahoni," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 168–172, 2017, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- [14] D. Martina, R. Hastuti, and D. S. Widodo, "Peran Adsorben Selulosa Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan Polivinil Alkohol (PVA) untuk Penyerapan Ion Logam Timbal (Pb²⁺)," *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 19, no. 3, pp. 77–82, 2016, doi: 10.14710/jksa.19.3.77-82.
- [15] Chessia Nodifa Putri, "Optimasi pH dan Konsentrasi dengan Ion Logam Pb²⁺ dan Cd²⁺ Menggunakan Biosorben Kulit Pisang (*Musa balbisiana* Colla) dengan Metode Batch," *Residu*, vol. 3, no. 21, pp. 122–126, 2019.
- [16] E. Santoso, "The Isotherm Adsorption of Cu²⁺ Ions in Aqueous Solutions," *IPTEK, J. Technol. Sci.*, vol. 18, no. 4, 2007.
- [17] S. G. Dungir, D. G. Katja, and V. S. Kamu, "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenolik dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.)," *J. MIPA*, vol. 1, no. 1, p. 11, 2012, doi: 10.35799/jm.1.1.2012.424.
- [18] E. Rambu, M. Meha, and H. Suyanto, "Analisis Hasil FTIR Dari Buah Kedondong dan Labu , Ubi Jalar dan Wortel Sebagai Bahan Alternatif Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Dengan Metode Multivariat Spectra FTIR Analysis of Kedondong and Pumpkin Fruits , Sweet Potato and Carrot for Choosing Dye ," vol. 23, no. 2, pp. 85–91, 2022.
- [19] S. Lestari, S. Sudarmadji, S. D. Tandjung, and S. J. Santosa, "Biosorpsi Krom Total dalam Limbah Cair Batik dengan Biosorben yang Dikemas dalam Kantung Teh Celup," *Biosfera*, vol. 33, no. 2, p. 71, 2017, doi: 10.20884/1.mib.2016.33.2.428.
- [20] F. Sarah, I. Khaldun, and M. Nazar, "Uji Daya Serap Serbuk Gergaji Kayu Merbau (*Intsia* sp) Terhadap Logam Timbal (II)," *J. Ilm. Mhs. Pendidik. Kim. (JIMK)-Vol 1. No.4. Uji*, vol. 1, no. 4, pp. 105–114, 2018.
- [21] K. Zarkasi, A. Dewi Moelyaningrum, and P. Trirahayu Ningrum, "PENGUNAAN ARANG AKTIF KULIT DURIAN (*Durio zibethinus* Murr) TERHADAP TINGKAT ADSORPSI KROMIUM (Cr⁶⁺) PADA LIMBAH BATIK," vol. 5, pp. 67–73, 2018.