

Pengaruh Ukuran Partikel dan Laju Alir Terhadap Penyerapan Ion Zn(II) Menggunakan Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) sebagai Biosorben

Kardina Lestari, Desy Kurniawati*, Alizar, Ananda Putra

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

*desy.chem@gmail.com

Abstract — Zn^{2+} is a harmful ion generated from industrial waste that must be overcome. Zn (II) absorbed in excess conditions can interfere with body health and cause system dysfunction. Metal ion absorption is carried out using langsung fruit peel biosorption. Langsung fruit peel contains active functional groups that have the potential as a binding agent for Zn^{2+} metal ions. This study aims to determine the optimum conditions for the absorption of Zn^{2+} ions using langsung fruit peel on the effect of particle size and flow rate on the column. The results showed that the biosorbent was able to absorb Zn ions of 12.2994 mg/g at a particle size of 106 micro and 12.6275 mg/g at a flow rate of 1 ml/min. This shows that langsung fruit peel is one of the best biosorbents in absorbing metals with large absorption capacity data.

Keywords — Biosorption, Zn^{2+} Ions, Langsung Fruit Peel, Column Method

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri memberikan dampak positif terutama dalam bidang kebutuhan masyarakat maupun peningkatan devisa negara, namun pada sisi lainnya dapat berdampak negatif bagi lingkungan akibat buangan limbah organik dan anorganik tercemar. Sumber pencemaran ini berasal dari industri pulp, tekstil, pelapisan logam maupun industri pupuk pertanian yang menghasilkan limbah yang mengandung logam berat. Limbah yang mengandung unsur logam berat termasuk salah satu jenis limbah B3 karena berbahaya dan tidak dapat terurai secara alami [1].

Logam berat merupakan salah satu polutan yang beracun dan berbahaya, tidak dapat terurai serta terakumulasi secara hayati melalui rantai makanan yang mengakibatkan perubahan metabolisme makhluk hidup [2]. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengategorikan nikel, merkuri, timbal, arsenik, kromium, seng, kadmium, dan tembaga termasuk kedalam kelompok logam yang berbahaya. Sehingga perlu dipantau dan mempertahankan keberadaannya [3]. Kapasitas logam berat dalam air telah ditetapkan pada ilai ambang batasnya. Adanya konsentrasi ion logam pada air melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan dapat mengganggu siklus biologi normal lingkungan, membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Logam Zn (seng) merupakan suatu mikronutrien fundamental yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah sedikit [4]. Kelebihan logam Zn di dalam tubuh dapat mengakibatkan

pneumotris, disfungsi sistem, masalah pankreas, kepadatan tinggi kolesterol dan anemia. Berdasarkan Permenkes RI No 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum kadar Zn yang diperbolehkan maksimal 3 mg/L [5], dan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan Lingkungan Hidup, Kep-51/MENKLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah cair bagi kegiatan industri untuk logam Zn adalah 5 mg/L untuk golongan I dan 10 mg/L untuk golongan II [6].

Metode fisikokimia dan kimia konvensional yang telah digunakan untuk menghilangkan limbah logam berat memiliki banyak keterbatasan, tidak layak secara ekonomi dan tidak efisien pada konsentrasi logam yang rendah [7]. Oleh sebab itu dilakukan upaya pencegahan dengan menggunakan teknologi inovatif yang berbiaya rendah, membutuhkan perawatan yang rendah dan hemat energi [8]. Salah satu metode yang digunakan yaitu metode biosorpsi. Biosorpsi merupakan proses adsorpsi diaman terjadi penghilangan unsur logam yang terkandung dalam larutan dengan menggunakan padatan adsorben dari limbah biomaterial yang disebut dengan biosorben.

Biosorpsi terjadi dengan melibatkan interaksi ionik, polar atau kovalen, interaksi gabungan dan mineralisasi antara logam dengan biopolimer, diantaranya protein dan polisakarida sebagai sumber gugus fungsional yang berperan penting dalam mengikat ion logam [9]. Beberapa biomassa telah banyak digunakan sebagai biosorben untuk logam berat termasuk kulit lengkung [10], biji lengkung [11], mikroalga *cahetoceros calcitrans* [12], *Aspergillus niver* van Tieghem [4],

kulit singkong [5], batang pohon kedelai [2], kulit pisang [13]. Salah satu limbah biomassa yang berpotensi untuk digunakan sebagai biosorben penyerap logam berat adalah limbah kulit langsung.



Gambar 1. Buah Langsung

Lansium domesticum yang dikenal dengan nama langsung merupakan buah populer khususnya di daerah Asia Tenggara. Daging buah langsung bisa digunakan sebagai buah pencuci mulut sementara pada kulitnya biasanya dibuang sebagai limbah [14]. Kulit buah langsung mengandung berbagai senyawa organik seperti triterpenoid, flavanoid, alkaloid dan juga senyawa saponin [15]. Senyawa-senyawa tersebut mengandung gugus fungsi yang dapat menjadi tempat pengikatan yang berguna untuk logam berat.

Penelitian sebelumnya sudah memanfaatkan kulit buah langsung (*Lansium domesticum* corr) sebagai biosorben dalam penyerapan ion logam pada perairan yaitu penyerapan ion, logam Pb^{2+} menggunakan kulit buah langsung dengan kapasitas serapan yang diperoleh sebesar 9,6804 mg/g [16]. Sehingga peneliti tertarik melakukan penelitian untuk menentukan kapasitas penyerapan ion Zn^{2+} melalui variasi ukuran partikel dan juga laju alir menggunakan biosorben kulit buah langsung secara kolom.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu peralatan gelas, blender, kolom, pH meter, neraca analitik (ABS 220-4N), kertas saring (Whatman no 42), ayakan (106, 150, 250, 425) μm , desikator, kapas, dan botol semprot. Instrumen yang digunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan Spektrofotometer Serapan atom (AAS). Bahan yang digunakan yaitu kulit langsung, aquades, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, HNO_3 p.a, NH_3 25%.

B. Prosedur Kerja

1. *Pembuatan Larutan Induk $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 1000 mg/L*
2,275 gram $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 500 mL hingga tanda batas.
2. *Preparasi sampel*
Kulit langsung hasil buangan dikumpulkan dibersihkan dari kotoran menggunakan air mengalir. Kemudian

dipotong kecil-kecil dan dikeringkan anginkan di udara terbuka hingga kulit langsung kering. Pengeringan dilakukan hingga kulit langsung memiliki berat yang konstan. Selanjutnya, kulit langsung dihaluskan dengan blender dan diayak menggunakan ayakan (106, 150, 250, dan 250) μm . Kulit langsung tersebut kemudian ditimbang sebanyak 20 gram yang kemudian direndam dalam 80 mL HNO_3 0,1 M selama 2 jam lalu dinetralkan dengan aquades, kemudian dikering anginkan. Perendaman dengan HNO_3 dilakukan dengan tujuan agar kulit langsung bersih dari kotoran-kotoran dan juga agar pori-pori kulit langsung terbuka sehingga dalam menyerap logam dengan maksimal. Pada saat aktivasi ini tidak menutup kemungkinan ada sebagian senyawa yang terurai sehingga menyebabkan perubahan bilangan gelombang.

3. Karakterisasi menggunakan FTIR

Gugus fungsi pada kulit langsung dilihat menggunakan FTIR Nicolet 5700, USA

4. Penentuan Ukuran Partikel Optimum Biosorben

Larutan Zn^{2+} sebanyak 10 mL pada konsentrasi 400 ppm di pH 5 dikontakkan dengan 0,3 gram biosorben menggunakan kolom pada masing-masing variasi ukuran 106, 150, 250 dan 425 μm . Filtrat yang turun dari kolom kemudian ditampung dan diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS), diperoleh ukuran partikel biosorben optimum dari hasil kapasitas serapannya.

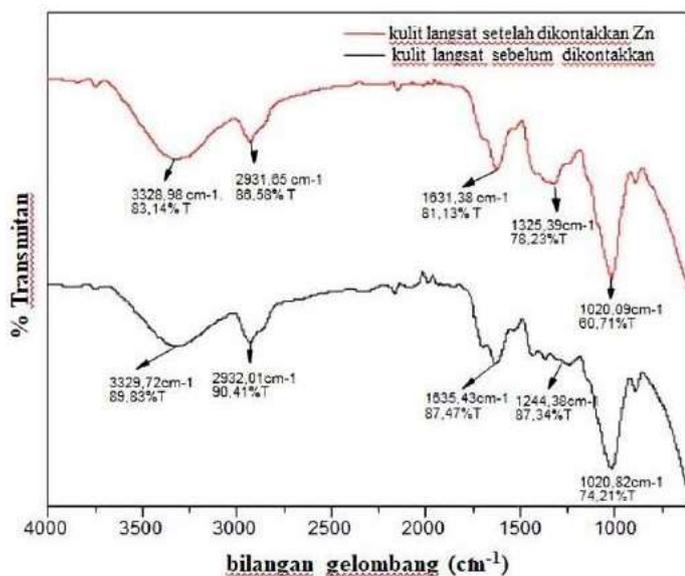
5. Penentuan Laju Alir Optimum

Biosorben kulit langsung ditimbang sebanyak 0,3 gram dikontakkan dengan 10 mL larutan Zn^{2+} pada konsentrasi 400 ppm, pH 5 yang dialirkan dengan kecepatan laju alir 1 ml/menit, 2 ml/menit, 3 ml/menit, dan 4 ml/menit ke dalam kolom. Filtrat yang turun dari kolom kemudian ditampung dan diukur menggunakan AAS yang selanjutnya didapatkan kapasitas serapannya sehingga diperoleh laju alir optimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi FTIR

Spektroskopi FT-IR merupakan spektroskopi infrared yang telah dilengkapi dengan transformasi Fourier dalam mendeteksi dan menganalisa hasil spektrumnya [17]. FTIR ini berguna untuk mengidentifikasi senyawa organik karena spektrumnya sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak yang menggambarkan gugus fungsi suatu senyawa. Pada gambar 2 menggambarkan gugus fungsi yang ada pada kulit langsung sebelum dan setelah dikontakkan dengan logam Zn^{2+} . Gugus fungsi yang terdapat dalam biosorben kulit langsung sangat berperan penting dalam proses penyerapan ion logam Zn^{2+} yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah gugus fungsi, jenis gugus fungsi, interaksi kimia fisika dan afinitasnya.



Gambar 2. Spektra FTIR kulit buah langsung sebelum dan setelah dikontakkan

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat terjadinya pergeseran bilangan gelombang pada kulit langsung sebelum dikontakkan dan setelah dikontakkan ion logam. Pada titik puncak 3329,72 cm⁻¹ bergeser ke puncak 3328,98 cm⁻¹ setelah kontak logam yang mewakili gugus fungsi O-H, pada 2932,01 cm⁻¹ terjadi perubahan bilangan gelombang ke 2931,65 cm⁻¹ mewakili gugus C-H, puncak 1635,43 cm⁻¹ bergeser ke puncak 1631,38 cm⁻¹ memperlihatkan tekuk uluran C=O (keton, amida primer, karboksilat). Pita serapan yang teramati pada puncak 1244,38 cm⁻¹ pada kulit langsung sebelum dikontakkan bergeser ke puncak 1325,28 cm⁻¹ merupakan puncak untuk gugus C-O pada asam karboksilat dan pada puncak 1020,82 cm⁻¹ bergeser ke bilangan gelombang 1020,09 cm⁻¹ memperlihatkan adanya uluran C-N, uluran C-O pada alkohol primer.

Berdasarkan spektra spektroskopi FTIR, komposisi penyusun biosorben kulit langsung yaitu terdapat gugus-gugus karboksilat, amina, gugus karbonil dan juga juga gugus hidroksil sebagai gugus penyerap logam. Pergeseran bilangan gelombang pada puncak sebelum dan sesudah kontak logam menjelaskan bahwa terjadi pengikatan logam oleh gugus-gugus fungsi tersebut.

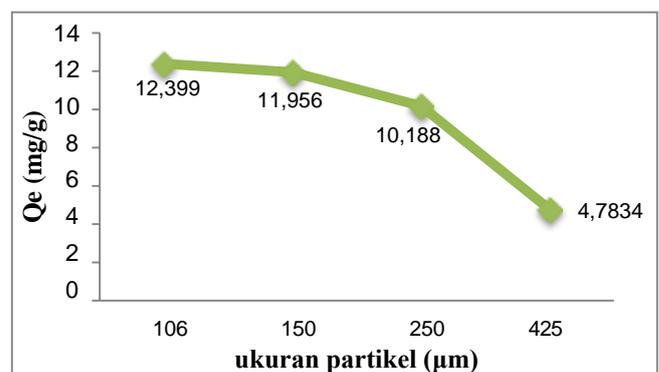
B. Penentuan Ukuran Partikel Optimum

Proses penyerapan oleh suatu biomassa dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu jenis adsorben atau biomassa, jenis zat yang diserap, luas permukaan/ukuran partikel biosorben, pH, dan juga konsentrasi zat yang teradsorpsi. Secara teori luas permukaan dari suatu adsorben sangat mempengaruhi daya adsorpsinya. Berkurangnya ukuran partikel (diameter) adsorben akan memperluas sisi aktif dari adsorben tersebut sehingga penyerapannya semakin besar dan juga sebaliknya jika luas adsorben diperbesar diameternya akan memperkecil daya serapnya terhadap logam karena sisi pengikatnya lebih sedikit [18].

Pengaruh ukuran partikel dari biosorben kulit langsung yang digunakan terhadap kapasitas serapan logam Zn²⁺ dilakukan pada kondisi optimum yaitu pH 5 dengan konsentrasi logamnya 400 mg/L, serta massa biosorben optimum yang digunakan 0,3 gram. Variasi ukuran partikel kulit langsung pada penelitian ini yaitu 106, 150, 250 dan 425 μm dengan kapasitas serapan yang diperoleh pada tabel 1 dan gambar 3 dibawah

TABEL 1
DATA PENGARUH UKURAN PARTIKEL TERHADAP DAYA SERAP DAN EFESIENSI PENYERAPAN ION LOGAM Zn²⁺

ukuran partikel (μm)	[Zn] awal (ppm)	[Zn] akhir (ppm)	Qe (mg/g)	% Qe
106	377,7	5,729	12,39	98,48
150	377,7	19,027	11,95	94,96
250	377,7	72,050	10,19	80,92
425	377,7	234,207	4,78	37,99



Gambar 3. Pengaruh ukuran partikel kulit langsung terhadap penyerapan ion Zn²⁺

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, ukuran partikel biosorben yang digunakan dalam biosorpsi akan mempengaruhi besarnya penyerapan logam Zn²⁺. Pada grafik tersebut terlihat bahwa hasil yang didapatkan sesuai dengan teori yang ada, terjadi penurunan kapasitas serapan oleh kulit langsung terhadap logam Zn²⁺ seiring dengan bertambahnya ukuran biosorben yang digunakan. Kapasitas serapan paling besar terjadi pada ukuran partikel kulit langsung 106 μm sebesar 12,2994 mg/g dengan efisiensi penyerapan yang terjadi sebesar 98,48%. Kemudian terjadi penurunan serapan pada ukuran partikel 150, 250 dan 425 μm dengan serapan masing-masingnya sebesar 11,956 mg/g, 10,18867 mg/g dan 4,783 mg/g dan juga terjadi penurunan pada efisiensi penyerapannya. Penurunan serapan ini terjadi karena semakin halus ukuran partikel biosorben, efisiensi penyisihan semakin meningkat. Luas permukaan biosorben berbanding lurus dengan jumlah sisi aktif biosorben, semakin kecil ukuran biosorben, semakin luas permukaannya, sehingga meningkatkan kemungkinan biosorben bersentuhan dengan biosorbat. Sebuah biosorben akan memiliki energi intermolekuler yang lebih besar jika ukuran partikelnya

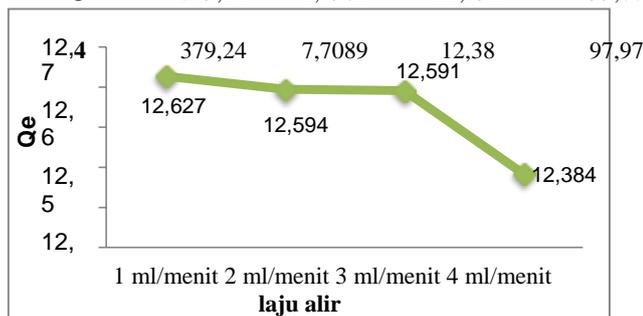
semakin kecil, sehingga biosorben dapat menyerap zat dengan lebih baik [10]

C. Penentuan Laju Alir Optimum

Lamanya waktu kontak larutan ion logam dengan biosorben dalam metode kolom ditentukan oleh laju alir larutan yang dialirkan ke dalam kolom. Semakin besarnya laju alir yang digunakan maka waktu kontak biosorben dengan ion logam akan semakin kecil dan begitu juga sebaliknya. Hal ini akan sangat berpengaruh pada kapasitas penyerapan ion logam oleh biosorben. Tabel 2 dan gambar 4 menunjukkan pengaruh laju alir terhadap penyerapan ion logam oleh kulit langsung.

TABEL 2
DATA PENGARUH LAJU ALIR TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI PENYERAPAN ION LOGAM Zn^{2+}

Laju alir (ml/menit)	[Zn] awal (ppm)	[Zn] akhir (ppm)	Qe (mg/g)	% Qe
1	379,24	0,4161	12,63	99,89
2	379,24	1,4046	12,594	99,63
3	379,24	1,4982	12,591	99,60



Gambar 4. Pengaruh laju alir terhadap penyerapan ion logam oleh kulit langsung.

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa laju alir mengalami penurunan kapasitas serapan logam Zn^{2+} seiring dengan makin besarnya laju alir yang digunakan walaupun tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Kapasitas serapan paling besar terjadi pada laju alir 1 ml/menit dengan nilai Q_e nya sebesar 12,6275 mg/g dan juga pada keadaan ini juga terjadi efisiensi penyerapan tertinggi dengan nilai sebesar 99,89%, kemudian mengalami penurunan serapan pada laju alir 2 ml/menit, 3 ml/menit dan 4 ml/menit dengan masing-masing Q_e nya 12,5945 mg/g, 12,5914 mg/g dan 12,384 mg/g. Rendahnya tingkat laju alir dalam proses biosorpsi ini dapat menyebabkan ion logam berkontak dengan biosorben dalam waktu yang lama, sehingga peluang untuk terjadinya

pengikatan partikel pada permukaan biosorben akan semakin meningkat [19].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil pembahasan yang telah dijabarkan, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut.

1. Biosorben kulit langsung dapat dimanfaatkan sebagai penyerap limbah logam berat salah satunya logam Zn.
2. Kapasitas serapan optimum ion logam Zn oleh kulit langsung pada keadaan pH 5 dengan konsentrasi 400 mg/Lsebanyak 0,3 gram biosorben terjadi pada ukuran partikel 106 μm .
3. Laju alir optimum pada biosorpsi ion logam Zn^{2+} berada pada laju alir 1 ml/menit dengan kapasitas serapan sebesar 12,6275 mg/g .

REFERENSI

- [1] A. Setiawan, F. Basyiruddin, and D. Dermawan, "Biosorpsi Logam Berat Cu(II) Menggunakan Limbah Saccharomyces Cerevisiae," *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 16, no. 1, p. 29, 2019, doi: 10.14710/presipitasi.v16i1.29-35.
- [2] Harmiwati *et al.*, "Biosorption of Pb(II) and Zn(II) metal ions from aqueous solutions by stem tree of soybean using continuous flow method," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 18, pp. 5258–5262, 2017.
- [3] N. Jayan, M. Laxmi Deepak Bhatlu, and S. T. Akbar, "Central Composite Design for Adsorption of Pb(II) and Zn(II) Metals on PKM-2 Moringa oleifera Leaves," *ACS Omega*, vol. 6, no. 39, pp. 25277–25298, 2021, doi: 10.1021/acsomega.1c03069.
- [4] P. Trisna and dan Kusnadi, "Pengaruh pH dan Waktu Kontak terhadap Biosorpsi Logam Zn oleh Biomassa Aspergillus niger van Tieghem pada Larutan Limbah Pertambangan Nikel," pp. 1–13, 2001, [Online]. Available: www.pdfactory.com
- [5] P. Widayanti, "PENYISIHAN KADAR SENG (Zn) DENGAN BIOADSORBEN KULIT SINGKONG MENGGUNAKAN SISTEM KONTINYU Peryyaratan Kualitas Air Minum .," vol. 14, no. September 2021, pp. 65–77, 2022.
- [6] M. Dewi, "Pencangkakan Akrilamida pada Matriks Zeolit Termodifikasi Silan dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Cr^{3+} dan Zn^{2+} ," *Univ. Islam Negeri Syarif Hidayatullah*, p. 65, 2019.
- [7] N. Jayan and M. Laxmi Deepak Bhatlu, "Isolation and studies on zinc removal using microorganism from contaminated soil," *Mater. Today Proc.*, vol. 44, pp. 1892–1897, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.071.
- [8] V. C. Renge, S. V. Khedkar, and S. V. Pande, "Heavy Metals Removal from Wastewater using Low-Cost Adsorbents-A Review," *Int. J. Mech. Eng.*, vol. 6, no. 0001, pp. 580–584, 2021, doi: 10.56452/2021sp-8-044.
- [9] N. Mawardi and Kurniawati, "kajian proses biosorpsi biosorpsi timbal (II) OLEH BIOMASS ALGA SPIROGYRA SUBSALSAL MELALUI MODIFIKASI GUGUS KARBOKSIL DAN KARBONIL," vol. 16, no. 2, pp. 95–102, 2014.
- [10] S. Prinandito, D. Kurniawati, A. Alizar, and E. Nasra, "Pengaruh Ukuran Partikel dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Fenol Menggunakan Biosorben Kulit Kelengkeng (Dimocarpus

- longan Lour),” *J. Period. Jur. Kim. UNP*, vol. 11, no. 1, p. 29, 2022, doi: 10.24036/p.v11i1.113417.
- [11] D. Kurniawati *et al.*, “Removal of Cu(II) from aqueous solutions using shell and seed of Kelengkengfruits (Euphoria longan Lour),” *Der Pharma Chem.*, vol. 8, no. 14, pp. 149–154, 2016.
- [12] Y. Hala, E. Suryati, and P. Taba, “BIOSORPSI CAMPURAN LOGAM Pb 2 + DAN Zn 2 + OLEH *Chaetoceros calcitrans*,” *Chem. Prog.*, vol. 5, no. 2, pp. 86–92, 2012.
- [13] 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.
- [14] Y. F. Lam, L. Y. Lee, S. J. Chua, S. S. Lim, and S. Gan, “Insights into the equilibrium, kinetic and thermodynamics of nickel removal by environmental friendly *Lansium domesticum* peel biosorbent,” *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 127, pp. 61–70, 2016, doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.01.003.
- [15] F. Mahulette, Z. Rupilu, and M. Pattipeilohy, “PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN BAHAN PENGAWET TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA NIRA AREN (*Arenga pinnata* Merr),” *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 8, no. 4, pp. 219–225, 2020, doi: 10.21776/ub.jpa.2020.008.04.5.
- [16] F. Furqoni, R. Zein, and E. Munaf, “Biosorption of Pb(II) And Zn(II) from aqueous solution using langsung (*Lansium domesticum* Corr) fruit peel,” Available online www.jocpr.com *J. Chem. Pharm. Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 546–555, 2015, [Online]. Available: www.jocpr.com
- [17] N. Fitriani and D. Kurniawati, “Adsorpsi Ion Logam Cd²⁺ dengan Menggunakan Cangkang Telur Ayam Ras,” *J. Period. Jur. Kim. UNP*, vol. 11, no. 3, p. 31, 2022, doi: 10.24036/p.v11i3.116127.
- [18] J. Kimia, F. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, and M. Firdaus, “Optimasi Tanah Napa Sebagai Adsorben ion Cu(II),” *Chem. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 46–50, 2013, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia>
- [19] K. Nisak, R. R. Diah, N. Setyowati, and D. Suprayogi, “Perbedaan Laju Alir Dan Volume Adsorben Kulit Pisang Kepok Terhadap Penurunan Logam Timbal Dalam Reaktor Kontinyu,” *J. Reka Lingkungan. ISSN*, vol. ISSN, no. 3, pp. 232–241, 2022, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.26760/rekalingkungan.v10i3.232-241>