

Pengaruh Ukuran Partikel dan Laju Alir Terhadap Biosorpsi Ion Cu(II) Menggunakan Biosorben Kulit Langsung (*Lansium domesticum*)

Amirah Salsabila Hardianti, Desy Kurniawati*, Sri Benti Etika, Hary Sanjaya

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

*desykurniawati@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Cu²⁺ ion is a dangerous metal ion produced from various industrial wastes that need to be addressed. Excess and high concentrations of absorbed Cu²⁺ ions can disrupt health and ecosystems because they are difficult to degrade and easily accumulate in the body. This study aims to determine the optimum conditions for the absorption of Cu²⁺ ions using langsung fruit peel on the effect of particle size and flow rate by column method. Adsorption of Cu metal ions with langsung fruit peel biosorbent obtained optimum conditions at adsorbent particle size of 150 micrometers with adsorption capacity of 13,963 mg/g and flow rate of 1 mL/minute with adsorption capacity of 13,442 mg/g. This shows that langsung fruit peel is one of the best biosorbents in absorbing metals with large absorption capacity data.

Keywords — Biosorption, Cu²⁺ Ions, Langsung Fruit Peel, Column Method

I. PENDAHULUAN

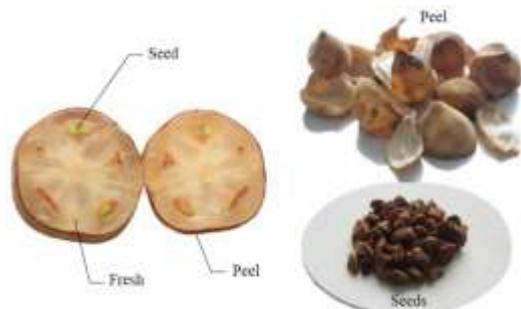
Limbah industri yang bervariasi jenisnya merupakan sumber pencemaran air yang sangat potensial. Salah satu sumber limbah berbahaya yang dihasilkan oleh industri dapat berupa limbah logam berat [1]. Logam berat berkonsentrasi tinggi pada limbah industri dapat menyebabkan perubahan fisik, kimia dan biologi pada kandungan perairan seperti kekeruhan, peningkatan kebutuhan oksigen, perubahan pH dan lain-lain. Sifatnya yang toksik, kumulatif dan tidak dapat terurai tersebut dapat menimbulkan ancaman bagi lingkungan. Salah satu efek fatal yang ditimbulkan yaitu kematian pada organisme. Polusi dari logam yang berpotensi beracun menyebabkan masalah lingkungan yang serius dan kesehatan manusia karena berlangsung terus-menerus dan memiliki efek buruk pada ekosistem dan kesehatan manusia. Logam berat berbahaya bagi makhluk hidup jika melewati batas ambang yang telah ditentukan. Toksisitas logam berat dihasilkan dari kemampuannya untuk membentuk senyawa dengan komponen seluler yang mengandung belerang, oksigen, atau nitrogen sehingga menyebabkan penghambatan enzim atau modifikasi struktur protein dan menyebabkan disfungsi seluler dalam tubuh [2].

Tembaga merupakan salah satu logam berat berbahaya. Air limbah industri yang mengandung tembaga pada umumnya berupa senyawa tembaga pentahidrat, persenyawaan Cu ini digunakan pada bidang industri seperti pewarnaan tekstil, penyepuhan, pelapisan dan pembilasan pada industri perak [3]. Keberadaan logam Cu yang melampaui nilai maksimum yang diperbolehkan akan

memberikan efek negatif bagi tubuh organisme. Ambang batas Cu(II) dalam air yaitu 0,2 ppm berdasarkan peraturan pemerintah No.82/2001 [4].

Kemajuan populasi dan industri yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan limbah semakin bertambah pula, jika tidak ditangani dengan baik maka akan semakin merusak dan mencemari lingkungan yang disebabkan oleh adanya ion logam beracun. Metode yang dianggap paling efektif saat ini adalah menggunakan metode biosorpsi karena berbagai jenis biomaterial berinteraksi secara efektif dengan logam beracun. Selain itu, metode biosorpsi menggunakan teknologi inovatif yang berbiaya rendah, membutuhkan perawatan yang rendah dan hemat energi [5].

Biosorpsi merupakan proses penyerapan yang tidak bergantung pada metabolisme, terjadi pada permukaan dinding sel dan permukaan eksternal lainnya melalui mekanisme kimia dan fisika seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks dan adsorpsi [6]. Dengan metode ini berbagai macam jenis biomaterial yang digunakan berinteraksi secara efektif dengan logam berat yang beracun, biomaterial yang digunakan memiliki berbagai gugus fungsi yang terdapat seperti hidroksil, karbonil, dan amina yang memiliki afinitas tinggi untuk membentuk suatu kompleks pada logam [7]. Beberapa biomassa telah banyak digunakan sebagai biosorben untuk logam berat termasuk kulit lengkung [8], biji lengkung [9], kulit pisang kepok [10], kulit kopi [11], jerami padi [12], kulit buah jengkol [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 biji dan 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 [16].

Penelitian sebelumnya sudah memanfaatkan kulit buah langsung (*Lansium domesticum corr*) sebagai biosorben dalam penyerapan ion logam pada perairan yaitu penyerapan pada ion logam Pb^{2+} dan Zn^{2+} dengan kapasitas serapan yang diperoleh sebesar 9,6804 mg/g dan 8,754 mg/g [17]. Sehingga peneliti tertarik melakukan penelitian untuk menentukan kapasitas penyerapan ion Cu^{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, $Cu(NO_3)_2$, HNO_3 p.a, NH_3 25%.

B. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Larutan Induk $Cu(NO_3)_2$ 1000 mg/L

1,4764 gram $Cu(NO_3)_2$ dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 500 mL hingga tanda batas.

2. Preparasi sampel

Kulit langsung yang telah bersih dipotong kecil-kecil dan dikering 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 425) μm . Kulit langsung tersebut kemudian ditimbang sebanyak 20 g 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

10 mL larutan Cu^{2+} 450 ppm dikontakkan dengan 0,3 g 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.

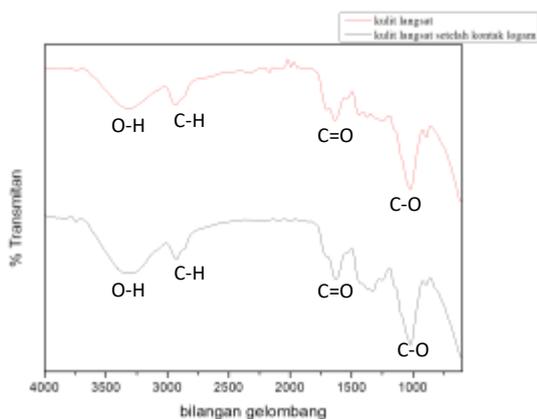
5. Penentuan Laju Alir Optimum

0,3 g biosorben dikontakkan dengan 10 mL larutan Cu^{2+} 450 ppm yang dialirkan dengan kecepatan laju alir rentang 1-4 ml/menit ke dalam kolom. Filtrat yang turun dari kolom kemudian di tampung dan diukur menggunakan AAS yang selanjutnya didapatkan kapasitas serapannya sehingga diperoleh laju alir optimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi FTIR

Fourier Transform Infrared (FTIR) merupakan suatu alat yang digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah dari suatu penyerapan atau emisi pada zat padat, cair dan gas. FTIR memiliki spektrum yang sangat kompleks sehingga dapat berfungsi untuk mengidentifikasi senyawa organik. Spektrum pada gambar 2 menggambarkan gugus fungsi yang terdapat pada kulit langsung sebelum dan setelah dikontakkan dengan logam Cu^{2+} . Gugus fungsi yang terdapat dalam biosorben kulit langsung sangat berperan penting dalam proses penyerapan ion logam Cu^{2+} .



Gambar 2. Spektrum FTIR kulit buah langsung sebelum dan setelah dikontakkan dengan logam

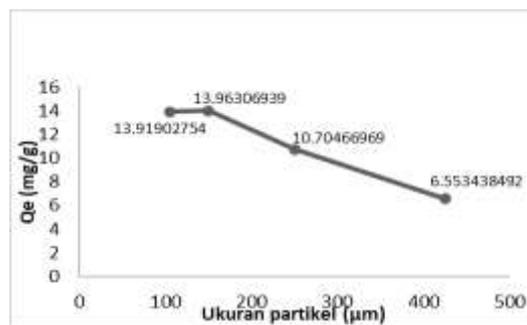
Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat adanya beberapa puncak yang terdeteksi pada kulit langsung sebelum dikontakkan dan setelah dikontakan dengan ion logam Cu^{2+} . Pada bilangan gelombang $3329,72 \text{ cm}^{-1}$ bergeser ke puncak $3336,00 \text{ cm}^{-1}$ setelah kontak logam yang mewakili gugus fungsi O-H, pada bilangan gelombang $2932,01 \text{ cm}^{-1}$ terjadi perubahan bilangan gelombang ke $2927,30 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus C-H, selanjutnya pada puncak dengan bilangan gelombang $1635,43 \text{ cm}^{-1}$ bergeser ke puncak $1627,68 \text{ cm}^{-1}$ memperlihatkan tekuk uluran C=O. Pita serapan yang terlihat pada puncak $1020,82 \text{ cm}^{-1}$ pada kulit langsung sebelum dikontakkan bergeser ke puncak $1018,58 \text{ cm}^{-1}$ merupakan puncak untuk gugus C-O.

Berdasarkan spektrum spektroskopi FTIR, komposisi penyusun biosorben kulit langsung yaitu terdapat gugus-gugus karboksilat, amina, gugus karbonil dan juga juga gugus hidroksil. 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 Cu^{2+} dilakukan pada kondisi optimum yaitu pH 3 dengan konsentrasi logamnya 450 mg/L , serta massa biosorben optimum yang digunakan $0,3 \text{ gram}$. Variasi ukuran partikel kulit langsung pada penelitian ini yaitu $106, 150, 250$ dan $425 \mu\text{m}$ dengan kapasitas daya serap yang diperoleh pada kurva dibawah

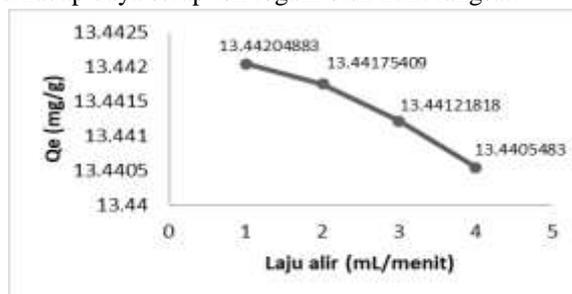


Gambar 3. Pengaruh ukuran partikel kulit langsung terhadap daya serap ion Cu^{2+}

Berdasarkan gambar diatas, ukuran partikel biosorben yang digunakan dalam biosorpsi akan mempengaruhi besarnya penyerapan logam Cu^{2+} . Pada grafik tersebut terlihat bahwa hasil yang didapatkan sedikit tidak sesuai dengan teori yang ada. Terlihat pada grafik bahwa pada ukuran $150 \mu\text{m}$ mengalami sedikit kenaikan nilai kapasitas penyerapannya dibandingkan dengan ukuran $106 \mu\text{m}$ dengan nilai daya serap dari $13,919 \text{ mg/g}$ menjadi $13,963 \text{ mg/g}$. Hal ini terjadi disebabkan karena ukuran adsorben yang terlalu kecil bahkan halus tersebut tidak terdistribusi dengan baik secara menyeluruh dalam larutan, adsorben tersebut hanya berada pada bagian permukaan larutan saja. Oleh karena itu adsorben yang hanya ada pada permukaan larutan tersebut tidak dapat berinteraksi dengan sempurna dengan larutan. Pada ukuran 250 dan $425 \mu\text{m}$ terjadi penurunan kapasitas penyerapan dari $10,7 \text{ mg/g}$ menjadi $6,5 \text{ mg/g}$. Hal tersebut sesuai dengan teori yang ada yaitu sebuah biosorben akan memiliki energi intermolekuler yang lebih besar jika ukuran partikelnya semakin kecil, sehingga biosorben dapat menyerap zat dengan lebih baik, begitu sebaliknya [8].

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 daya serap adsorben oleh adsorbat. Gambar 4 menunjukkan pengaruh laju alir terhadap daya serap ion logam oleh kulit langsung.



Gambar 4. Pengaruh laju alir terhadap penyerapan ion logam Cu^{2+} oleh kulit langsung.

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa laju alir mengalami penurunan kapasitas serapan logam Cu^{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 kapasitas penyerapannya sebesar 13,442 mg/g, kemudian mengalami penurunan serapan pada laju alir 2 ml/menit, 3 ml/menit dan 4 ml/menit dengan masing-masing nilai daya serapnya 13,4417 mg/g, 13,4412 mg/g dan 13,4405 mg/g. Rendahnya tingkat laju alir dalam proses biosorpsi ini dapat menyebabkan tekanan pada laju alir yang tinggi menjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan laju alir yang lebih rendah sehingga jumlah Cu^{2+} yang dapat terikat pada adsorben semakin besar [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 Cu.
2. Kapasitas serapan optimum ion logam Cu oleh kulit langsung pada keadaan pH 3 dengan konsentrasi 450 mg/L sebanyak 0,3 gram biosorben terjadi pada ukuran partikel 150 μm sebesar 13,963 mg/g.
3. Laju alir optimum pada biosorpsi ion logam Cu^{2+} berada pada laju alir 1 ml/menit dengan kapasitas serapan sebesar 13,442 mg/g.

REFERENSI

- [1] N. I. Said, "METODA PENGHILANGAN LOGAM BERAT (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) DI DALAM AIR LIMBAH INDUSTRI," *J. Air Indones.*, vol. 6, no. 2, pp. 136–148, 2018, doi: 10.29122/jai.v6i2.2464.
- [2] C. Liu, H. H. Ngo, W. Guo, and K. L. Tung, "Optimal conditions for preparation of banana peels, sugarcane bagasse and watermelon rind in removing copper from water," *Bioresour. Technol.*, vol. 119, pp. 349–354, 2012, doi: 10.1016/j.biortech.2012.06.004.
- [3] K. Khairuddin, M. Yamin, and K. Kusmiyati, "Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Bandeng (*Chanos chanos forsk*) yang Berasal dari Kampung Melayu Kota Bima," *J. Pijar Mipa*, vol. 16, no. 1, pp. 97–102, 2021, doi: 10.29303/jpm.v16i1.2257.
- [4] Suprihatin and E. A., "Biosorpsi Logam Cu(ii) Dan Cr (VI) Pada Limbah Elektroplating Dengan Menggunakan Bimassa *Phanerochaete Chrysosporium*," *Tek. Kim.*, vol. 4, p. 282, 2009.
- [5] 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.
- [6] J. Wang and C. Chen, "Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: A review," *Biotechnol. Adv.*, vol. 24, no. 5, pp. 427–451, 2006, doi: 10.1016/j.biotechadv.2006.03.001.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] N. E. N. S. Abdul Hakim, Sri Subekti, "Studi Penurunan Logam Berat Cu dan Cd Dengan Menggunakan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*)," *J. Biosains Pascasarj.*, vol. 18, pp. 24–36, 2016.
- [11] R. Adriansyah, E. N. Restiasih, and N. Meileza, "Biosorpsi Ion Logam Berat Cu(II) dan Cr(VI) Menggunakan Biosorben Kulit Kopi Terxantasi," *ALOTROP, J. Pendidik. Dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 2, pp. 114–121, 2018.
- [12] dan I. H. Zahroh El Baidho', Tisa Lazuardy, Sofa Rohmania, "Adsorpsi Logam Berat Pb dalam Larutan Menggunakan Senyawa Xanthate Jerami Padi," *Pros. SNST ke-4 Tahun 2013 Fak. Tek. Univ. Wahid Hasyim Semarang*, no. 2000, pp. 7–12, 2013.
- [13] Z. Chaidir, Q. Hasanah, and R. Zein, "Penyerapan Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) Dalam Larutan Menggunakan Kulit Buah Jengkol," *J. Ris. Kim.*, vol. 8, no. 2, pp. 189–199, 2015.
- [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 domestium 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] Mawardi, N. Z., and D. Kurniawati, "KAJIAN PROSES BIOSORPSI TIMBAL(II) OLEH BIOMASS ALGA SPIROGYRA SUBSALSA MELALUI MODIFIKASI GUGUS KARBOKSIL DAN KARBONIL," vol. 16, no. 2, pp. 95–102, 2014.
- [17] F. Furqoni, R. Zein, and E. Munaf, "Biosorption of Pb(II) And Zn(II) from aqueous solution using langsung (*Lansium domestium 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
- [18] 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.