

EFISIENSI PENURUNAN KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN METODE FITOREMEDIASI DENGAN MEDIA TANAMAN GONDA (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn)

Ninik Triayu Susparini¹, Fathur Rohman², Heny Hindriani¹

Received: 18 Juli 2024 | Revised: 30 Juli 2024 | Accepted: 05 Agustus 2024 | Published: 15 Agustus 2024
UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Uniska-Daltonjurnal 2024

Abstrak Limbah industri merupakan salah satu sumber pencemaran logam berat seperti timbal (Pb) yang menimbulkan dampak berbahaya bagi ekosistem dan kesehatan. Tanaman gonda (*Sphenoclea zeylanica gaertn*) merupakan komoditi lokal Kota Cilegon yang belum banyak dieksplor manfaatnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas tanaman gonda terhadap penurunan kadar logam Pb pada limbah cair industri. Metode yang digunakan adalah metode analisis deskriptif kuantitatif rancangan acak lengkap desain faktorial 2x3x3 dengan variable bebas berupa jumlah tanaman yaitu, 5,10 dan 15 tangkai dan waktu fitoremediasi yaitu, 2,4 dan 6 hari. Penurunan konsentrasi Pb diukur dengan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Hasil penelitian menunjukkan tanaman gonda dapat menyerap logam berat timbal (Pb) dengan hasil efisiensi optimum yaitu pada hari ke-6 dan jumlah tanaman sebanyak 15 tangkai dengan persentase sebesar 92,43 %. Dapat disimpulkan bahwa hubungan antara waktu dan jumlah tanaman gonda berpengaruh dalam penurunan kandungan logam berat timbal (Pb) menggunakan metode fitoremediasi.

Katakunci: Fitoremediasi • Limbah Cair • Tanaman Gonda • Timbal (Pb)



This is an open access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2024 by authors.

✉ Ninik Triayu Susparini
niniktriayu@gmail.com

¹Analisis Kimia, Departemen Kimia, Sekolah Tinggi Analisis Kimia Cilegon

²Kimia, Departemen Kimia, Sekolah Tinggi Analisis Kimia Cilegon

Abstract Industrial waste is the source of heavy metal pollution such as lead (Pb), which poses harmful impacts on ecosystems and health. Gonda plants (*Sphenoclea zeylanica gaertn*) are a local commodity in Cilegon that has not been widely explored for its benefits. This research aims to determine the effectiveness of Gonda plants in reducing Pb metal levels. The method used was a quantitative descriptive analysis using a 2x3x3 factorial design with independent variables of plant quantity (5, 10, and 15 stems) and phytoremediation duration (2, 4, and 6 days). The decrease in Pb concentration was measured using AAS. The results showed that gonda plants can absorb lead (Pb) with optimum efficiency observed on the 6th day using 15 stems of plants, achieving a percentage removal of 92.43%. It can be concluded that the relationship between time and the quantity of Gonda plants significantly influences the reduction of lead (Pb) content.

Keywords Phytoremediation • Wastewater • Gonda Plant • Lead (Pb)

PENDAHULUAN

Kota Cilegon yang berada di Provinsi Banten adalah salah satu kota industri yang turut menyumbang permasalahan terhadap aspek lingkungan. Beberapa industri yang bergerak di kota Cilegon adalah industri baja, minyak dan gas, petrokimia dan lainnya menghasilkan limbah yang mengandung banyak logam berat salah satunya adalah logam berat timbal (Pb) (Qomariyah & Hidayah, 2021). Limbah hasil industri yang tidak diolah dengan baik, Sebagian besar dibuang ke perairan. Apabila cemaran logam berat masuk ke perairan akan sulit larut



dan terdegradasi di dalam air, sehingga dapat menimbulkan terganggunya biota perairan dan kesehatan manusia salah satunya berhubungan dengan berat badan bayi yang sangat rendah saat lahir (Ravipati *et al.*, 2019).

Salah satu tindakan pemulihan yang dapat digunakan yaitu teknologi fitoremediasi dengan memanfaatkan penggunaan tumbuhan untuk menurunkan dan menghilangkan konsentrasi Pb dalam badan air. Fitoremediasi merupakan teknologi alternatif atau pelengkap yang dapat digunakan bersama dengan atau menggantikan teknologi pembersihan konvensional untuk mengurangi volume, mobilitas, atau toksisitas kontaminan dalam tanah, air, atau media terkontaminasi lainnya (Shen *et al.*, 2022). Fitoremediasi merupakan teknologi remediasi in-situ yang memanfaatkan daya absorpsi tanaman hidrofit untuk menyerap kontaminasi logam.

Mengacu pada penelitian sebelumnya tanaman hidrofit banyak digunakan untuk menyerap logam berat pada limbah cair domestik ataupun non domestik. Tanaman hidrofit juga membantu mencegah angin, hujan, dan air tanah membawa polutan (logam berat, pestisida, bahan peledak, dan minyak) dari lokasi ke area lain (Antodianis *et al.*, 2017).

Adapun, parameter penentu efisiensi proses bioremediasi antara lain jenis tanaman, waktu remediasi, jumlah tanaman dan konsentrasi limbah yang berbeda. Salah satu tanaman hidrofit yang banyak ditemui di persawahan atau tepi sungai kota Cilegon. Tanaman gonda merupakan tanaman herba aquatik yang termasuk dalam keluarga Sphenocleaceae. Tanaman gonda secara umum dikenal sebagai gulma tanaman padi sawah dan lebih banyak dimanfaatkan sebagai tanaman sayuran (Fauziyah & Rosariawati, 2020). Sejauh ini belum ada penelitian yang membahas pemanfaatan tanaman gonda (*Sphenoclea zeylanica gaertn*) sebagai agen fitoremediasi. Keberhasilan data empirik yang diperoleh dari penelitian ini dapat menjadi referensi kemajuan iptek sekaligus menambah nilai ekonomis dari tanaman gonda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Sekolah Tinggi Analisis Kimia Cilegon dan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Banten.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian kali ini sebagai berikut : Instrument AAS (Biobase tipe BK-AAN320N) alat-alat gelas, neraca analitik, penyaring dengan ukuran pori 0,45 μm dilengkapi dengan filter holder dan pompa, kertas Saring.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini sebagai berikut : akuades, larutan standar timbal, tanaman gonda, asam nitrat (HNO_3) pekat (Sigma Aldrich, USA), Hidrogen Peroksida (H_2O_2) (Sigma Aldrich, USA), gas asetilen (C_2H_2) (Merck, Jerman), gas nitrous oxide (N_2O) (Merck, Jerman).

Tahap Aklimatisasi

Proses aklimatisasi menggunakan bak plastik dimana bak berisi tanaman gonda. Tanaman yang masuk ke tahap aklimatisasi harus dalam kondisi yang baik artinya tidak layu, akar sehat, dan daun tidak menguning. Tahap aklimatisasi dilakukan dengan cara penanaman tumbuhan selama 2 hari pada akuades yang bervolume 5 liter, dengan penambahan larutan standar timbal sebanyak 50 mL pada konsentrasi 0,01 ppm setiap satu hari selama 2 hari untuk mengkondisikan tumbuhan agar stabil setelah melewati tahap aklimatisasi (Hafidin *et al.*, 2023).

Range Finding Test (RFT)

Tahapan RFT dilakukan selama 96 jam atau 4 hari pada tanaman hasil uji aklimatisasi dan dilakukan pengamatan morfologi terhadap tanaman gonda. Jika tanaman mengalami kematian atau Variasi konsentrasi yang dicobakan dalam proses RFT dalam penelitian kali ini 0,03, 0,06, 0,15 ppm (Hafidin *et al.*, 2023).

Tahap Fitoremediasi

Tahapan fitoremediasi dilakukan dengan memasukan 500 mL larutan standar timbal yang



sudah didapatkan konsentrasi yang cocok pada saat proses *Range Finding Test*. Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap desain faktorial $2 \times 3 \times 3$ dengan aplikasi minitab. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu (2, 4 dan 6 hari) dan jumlah tanaman gonda (5, 10 dan 15 tangkai), sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah penurunan konsentrasi Pb. Percobaan dilakukan secara duplo (Novita *et al.*, 2019).

Pengujian Sampel

Sampel uji disaring menggunakan media penyaring dengan ukuran pori 0,45 μm , dihomogenkan. Ambil 100 mL uji masukan kedalam gelas ukur 250 mL, tambahkan 5 mL HNO_3 , panaskan perlahan-lahan sampai volumenya berkisar 10-20 mL dan di destruksi hingga jernih. Ukur serapan dari larutan sampel pada panjang gelombang 283,3 nm menggunakan AAS (Novita *et al.*, 2019).

Analisis Data Penelitian

Analisis data menggunakan metode anova satu arah untuk membuktikan hipotesis awal. Tingkat efiseinsi pada tiap-tiap perlakuan diuji lanjut dengan metode *Respon Optimizer* untuk melihat signifikansi rata-rata perlakuan. Pada proses aklimatisasi pertumbuhan tanaman dari hari pertama aklimatisasi sampai dengan hari kedua tidak ada mengalami perubahan yang signifikan, dalam pengamatan morfologi tanaman daun, akar dan batang masih dalam keadaan segar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Aklimatisasi

Pada penelitian ini aklimatisasi bertujuan untuk menyesuaikan kondisi tanaman gonda terhadap larutan standar Pb, sebelum tahap remediasi agartanaman mampu hidup di lingkungan sebenarnya (Hafidin *et al.*, 2023).

Pada proses aklimatisasi pertumbuhan tanaman dari hari pertama aklimatisasi sampai dengan hari kedua tidak ada mengalami perubahan yang signifikan, dalam pengamatan morfologi tanaman daun, akar dan batang masih dalam keadaan segar.

Tahap Range Finding Test (RFT)

Range Finding Test (RFT) bertujuan untuk menentukan konsentrasi logam berat yang bisa diterima oleh tumbuhan, Proses Range Finding Test berlangsung selama 96 jam atau 4 hari menggunakan toples plastik dimana setiap toples plastik berisi 10 tangkai tanaman gonda yang diberikan larutan standar timbal sebanyak 500 mL dengan konsentrasi yang berbeda-beda 0,03, 0,06, dan 0,15 ppm.

Pada proses *Range Finding Test* pertumbuhan tanaman dari hari pertama sampai dengan hari keempat didapat konsentrasi yang cocok yaitu di 0,15 ppm, ditinjau dari kondisi tanaman yang masih dalam keadaan segar lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi 0,03 dan 0,06 ppm. Faktor yang mempengaruhi tanaman tidak dapat bertahan hidup adalah karena media yang digunakan hanya berisi campuran aquades dan timbal saja, tanpa adanya nutrisi makro yang dibutuhkan oleh tanaman seperti nitrogen, karbon dan fosfor (Singh *et al.*, 2023). Hal ini dapat terlihat jelas ada perlakuan konsentrasi Pb 0,03 dan 0,06 ppm dimana tanaman gonda banyak layu dan tidak dapat bertahan hidup.

Fenomena yang cukup unik ditemukan pada konsentrasi 0,15 ppm, dimana tanaman gonda justru dapat bertahan hidup dengan toksisitas logam yang cukup tinggi walaupun media yang digunakan sama (tanpa penambahan nutrisi) (Wang *et al.*, 2020). Pada kondisi dengan tekanan stress yang tinggi, seperti kekurangan unsur hara, air, mineral dan keadaan teracun dapat memicu tumbuhan untuk mengeluarkan metabolit sekunder yang berbeda untuk mempertahankan hidupnya, sehingga pada penelitian ini logam dengan toksisitas yang tinggi justru dapat mempertahankan hidup tanaman gonda (Zandalinas *et al.*, 2022).

Tahap Fitoremediasi

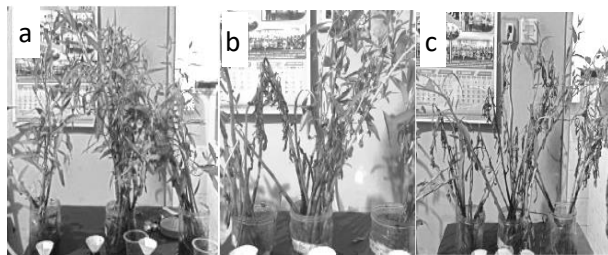
Penelitian menggunakan metode fitoremediasi mengenai penyerapan logam berat timbal menggunakan media tanaman gonda yang dipengaruhi oleh faktor waktu dan jumlah tanaman. Tanaman gonda dipilih karena termasuk tanaman hidrofit yang memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat. Struktur morfologi batangnya yang memiliki jaringan aerenkim, yakni ruang antar sel yang



cukup besar sehingga memungkinkan melakukan proses transportasi mineral yang lebih banyak (Sandoval & Rojas, 2023). Dalam aplikasinya potensi kebermanfaatan jenis tanaman ini belum banyak dieksplorasi.

Terdapat dua faktor yang dikenakan untuk mempengaruhi variabel respon yakni waktu fitoremediasi dan jumlah tanaman. Waktu perlakuan fitoremediasi 2,4, dan 6 hari. Untuk jumlah tanaman 5,10 dan 15 tangkai. Penelitian menggunakan metode fitoremediasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan atau efisiensi tanaman gonda dalam menyerap logam berat timbal (Pb).

Keadaan tanaman pada saat proses fitoremediasi dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar1.Keadaan Tanaman Saat Proses Fitoremediasi
a) Hari ke-2, b) Hari ke-4, c) Hari ke-6

Tanaman gonda mulai mengalami perubahan secara fisik yang ditandai dengan perubahan warna daun yang beberapa menjadi kuning pada hari ke-2, sudah mulai berguguran pada hari ke-4, dan sudah mengering dan berguguran pada hari ke-6. Untuk kondisi fisik dari akar dan batang tanaman gonda dilihat dari morfologinya pada hari ke-2 masih segar, akar dan batang sudah tidak segar pada hari ke-4, akar dan batang sudah layu dan membusuk pada hari ke-6. Hal tersebut menandakan bahwa semakin lama kontak tanaman gonda dengan larutan standar timbal (Pb) maka tanaman akan mengalami gejala klorosis dan sebagian akar akan mati dan daun merontok (Sandoval & Rojas, 2023). Klorosis merupakan keadaan jaringan tumbuhan pada daun yang mengalami atau gagalnya pembentukan klorofil, sehingga daun berubah dari warna hijau menjadi berwarna kuning (Novita *et al.*, 2019).

Efisiensi Fitoremediasi Tanaman Gonda

Efisiensi fitoremediasi tanaman gonda dihitung berdasarkan analisis statistik menggunakan metode anova satu arah. Data yang dianalisis adalah data yang diperoleh berdasarkan penurunan kadar pada tiap-tiap variasi rancangan percobaan desain faktorial 2x3x3. Tabel hasil dari rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rancangan Percobaan

Faktor A	Ulangan	Faktor B		
		B1	B2	B3
A1	I	0.137	0.112	0.095
	II	0.134	0.110	0.096
A2	I	0.083	0.063	0.043
	II	0.083	0.062	0.040
A3	I	0.022	0.061	0.012
	II	0.023	0.060	0.012

Faktor A : Waktu Fitoremediasi (A1: 2 Hari ; A2: 4 Hari; A3: 6 Hari)

Faktor B : Jumlah Tanaman (B1: 5 Tangkai; B2: 10 Tangkai; B3: 15 Tangkai)

Hasil dari perhitungan %Efisiensi pengujian fitoremediasi dengan media tanaman gonda pada

penelitian kali ini dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.



Tabel 2. Efisiensi Penurunan Logam

Ket	Kons. Awal	Kons. Akhir	Rerata	Std. Dev	%Efisiensi
A1B1		0.137 0.134	0.136	0.0021	14.83
A1B2		0.112 0.110	0.111	0.0014	29.97
A1B3		0.095 0.096	0.096	0.0007	39.75
A2B1		0.083 0.083	0.083	0	47.63
A2B2	0.158	0.063 0.062	0.063	0.0007	60.57
A2B3		0.043 0.040	0.042	0.0021	73.82
A3B1		0.022 0.023	0.023	0.0007	85.8
A3B2		0.061 0.060	0.061	0.0007	61.83
A3B3		0.012 0.012	0.012	0	92.43

Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai Sig.<0.05 yang menandakan bahwa tanaman gonda efisien dalam menurunkan logam berat timbal, sehingga tanaman gonda dapat di manfaatkan sebagai media fitoremediasi untuk menurunkan konsentrasi logam berat timbal. Hasil ini diperkuat dengan analisis interaksi dua arah antar faktor perlakuan, yakni waktu fitoremediasi dan jumlah tanaman yang memperoleh nilai Sig.<0.05. Nilai Sig.<0.05 menandakan kedua faktor memiliki kolerasi postif yang secara sinergis dapat berpengaruh pada respon penurunan kadar logam berat Pb (Mocek-Płóciniak *et al.*, 2023).

Uji lanjut dilakukan dengan pemodelan metode *respon optimizer* untuk mengetahui, variasi perlakuan dari kedua faktor yang paling berpengaruh terhadap respon. Berdasarkan hasil optimasi, didapatkan hasil bahwa respon

optimum diperoleh pada perlakuan fitoremediasi selama 6 hari dengan jumlah tanaman sebanyak 15 tangkai yaitu dengan presentase penurunan sebesar 92,43 % (Khalid *et al.*, 2017; Priya, A.K *et al.*, 2023). Hal tersebut diperkuat juga dengan hasil uji kolerasi yang menunjukkan nilai $R^2 = 0.9995$ yang berarti semakin lama waktu remediasi dan semakin banyak jumlah tangkai tanaman gonda, maka respon penurunan konsentrasi logam berat timbal semakin baik.

KESIMPULAN

Metode fitoremediasi menggunakan tanaman gonda dapat menurunkan kandungan atau kadar logam berat Pb. nilai efisiensi optimum yaitu pada hari ke-6 dan jumlah tanaman sebanyak 15 tangkai yaitu didapatkan persentasenya sebesar 92,43 %.

DAFTAR PUSTAKA

Antodianis, V., Levizhou, E., Shaheen, S.M., Ok, Y.S, *et al.* (2017). Trace elements in the soil-plant interface: Phytoavailability, translocation, and phytoremediation—A review. *Earth Science Reviews*. 171, 621-645.

Fauziyah, F.A & Rosariawati., F. (2020). Penyisihan Logam Terlarut Cr pada Limbah Batik secara Fitoremediasi dengan Menggunakan Tanaman

Kangkung Air. Di dalam: Mulyadi, E.1st Enviromental Science and Engineering Conference, Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Jawa Timur, 23 November 2020. Surabaya: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional Veretan, 9-17.

Hafidin, F.A., Ratnawati., Sugito, S., Sutrisno. (2023). Penerapan Teknologi Fitoremediasi Menggunakan Tanaman



- Eceng Gondok untuk Mengolah Limbah Air Industri. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 14 (2), 42-50.
- Khalid, S., Shahid, M., Niazi, N.K., Murtaza, B., Bibi, I., Dumat, C. A . 2017. Comparison of Technologies for Remediation of Heavy Metal Contaminated Soils. *Journal of Geochemical. Exploration*. 182, 247–268.
- Mocek-Plóćiniak, A., Mencil, J. Zakrzewski, W., Roszkowski, S., (2023). Phytoremediation as an Effective Remedy for Removing Trace Elements from Ecosystems. *Plants*, 12(8), 1-12.
- Novita, E., Hermawan, A.A.G., Wahyuningsih, S. (2019). Komparasi Proses Fitoremediasi Limbah Cair Pembuatan Tempe Menggunakan Tiga Jenis Tanaman Air. *Jurnal Agroteknologi*, 13 (1), 9-24.
- Qomariyah, A & Hidayah, R. (2021). Abu Limbah Sekam Padi sebagai Bioadsorben yang Efektif untuk Logam Timbal dalam Tanah. *Fullerene Journal of Chemistry*. 6(2), 81-88.
- Priya, A.K., Muruganandam, M., Ali, S.S., Karnaros, M. (2023). Clean-Up of Heavy Metals from Contaminated Soil by Phytoremediation: A Multidisciplinary and Eco-Friendly Approach. *Toxic*, 11(2) 442-455.
- Ravipati, E.S., Mahajan, N.N., Sharma, S. (2019). The toxicological effects of lead and its analytical trends: an update from 2000 to 2018. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 51 (1), 87-102.
- Sandoval & Rojas, J. (2023). *Sphenoclea zeylanica* (gooseweed). USA: CABI Digital Library.
- Shen, X., Dai M., Yang, J., Sun L, *et al.* (2022). A critical review on the phytoremediation of heavy metals from environment: Performance and challenges. *Chemosphere*. 291 (3), 1-9.
- Singh, M.B.S., Singh, D., Dhal., N.B. (2022). Enhanced phytoremediation strategy for sustainable management of heavy metals and radionuclides. *Case Studi in Chemical and Environmental Engineering*. 5 (2022), 1-8.
- Wang, S., Wei, M., Cheng, H., Wu, B., Du, D., Wang, C. (2020). Indigenous plant species and invasive alien species tend to diverge functionally under heavy metal pollution and drought stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 205, 111–160.
- Zandalinas, S.I., Balfagon, D., Gomes-Cedenas, A., Mittler, R. (2022). Plant Responses to Climate Change: Metabolic Changes Under Combined Abiotic Stresses. *Journal of Experimental Botany*. 7 (11): 3339-3354.

