



Artikel Penelitian

Fitoremediasi Tumbuhan Belimbing Bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk.) dalam Menyerap Logam Berat Nikel

Risman Risman *, Wa Ndibale, Dwiprayogo Wibowo

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Jl. KH Ahmad Dahlan No.10, Kota Kendari – Sulawesi Tenggara, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 21 Agustus 2024

Revisi Akhir: 31 Mei 2025

Diterbitkan Online: 30 Juni 2025

KATA KUNCI

Belimbing bajo; Nikel (Ni);
Fitoremediasi; Tambang

KORESPONDENSI

Telepon: 0852 5710 4033

E-mail: risman3546@gmail.com

ABSTRACT

Phytoremediation offers an environmentally friendly and cost-effective approach to mitigate heavy metal pollution by utilizing plants capable of absorbing and accumulating contaminants. This study explores the phytoremediation potential of Bajo starfruit (*Sarcotheca celebica* Veldk.) to absorb Ni from contaminated post-mining soil. This research aims to assess the absorption capacity of *Sarcotheca celebica* Veldk. for Ni and evaluate its feasibility as a phytoremediator. The Ni concentration in the soil was measured before and after planting to determine the reduction level attributable to the plant. Initial measurements showed a total Ni concentration of 0.32% in the soil. After a designated growing period, during which the plant entered the vegetative growth phase, the Ni concentration decreased to 0.29%, indicating an absorption capacity of 0.03%. The potential application of *Sarcotheca celebica* Veldk. as a native phytoremediation agent in sustainable post-mining land restoration programs. Its adaptation to local environmental conditions further supports its use in ecological rehabilitation strategies aimed at restoring the functionality of degraded ecosystems.

1. PENDAHULUAN

Fitoremediasi, sebuah teknologi yang telah menarik minat besar para peneliti dan profesional industri, menjanjikan kontribusi yang berarti terhadap pelestarian dan peningkatan kualitas lingkungan (Ali et al., 2013). Dalam lingkup fitoremediasi, proses fitoakumulasi memainkan peran penting, yakni dengan menarik kontaminan dan zat berbahaya dari tanah dan air yang kemudian diakumulasi di jaringan tanaman, terutama akar dan daun (Salt et al., 1995). Proses ini juga disebut sebagai hiperakumulasi, di mana tanaman mampu menyerap logam berat dalam jumlah yang jauh lebih tinggi dibandingkan tanaman biasa.

Fitoremediasi mengacu pada proses di mana tanaman tertentu, bekerja sama dengan mikroorganisme yang ditemukan di lingkungan tanah, batuan, dan perairan, mengubah polutan menjadi bentuk yang kurang berbahaya dan bahkan berpotensi memiliki nilai ekonomis (Ashar et al., 2025). Tanaman hiperakumulator memiliki kemampuan luar biasa untuk memusatkan sejumlah besar logam dalam biomasnya. Jika sebagian besar tanaman menyerap logam pada tingkat sekitar 0,001%, maka hiperakumulator dapat mengakumulasi hingga

lebih dari 1–10% berat kering logam dalam jaringan tubuhnya (Baker & Brooks, 1989).

Logam berat, yang didefinisikan sebagai unsur dengan nomor atom antara 22 hingga 92 dan ditemukan pada periode 4 hingga 7 tabel periodik, dikenal karena toksisitasnya terhadap manusia dan organisme lain (Fardiaz, 2008). Logam berat berbahaya seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni) merupakan kontaminan utama dalam banyak kasus pencemaran lingkungan. Nikel, unsur berwarna putih keperakan yang terdapat secara alami di kerak bumi, memiliki sifat fisik dan kimia unik yang membuatnya lebih keras dibandingkan besi, bersifat feromagnetik, sangat plastis, dan tahan terhadap korosi serta karat (Alloway, 2013). Oleh karena itu, nikel banyak digunakan dalam industri baja tahan karat, baterai, pelapisan logam, dan katalis industri (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

Sektor pertambangan merupakan salah satu kontributor utama pencemaran logam berat di lingkungan. Di balik kontribusinya terhadap pertumbuhan ekonomi nasional, aktivitas pertambangan juga menghasilkan limbah logam berat yang mencemari tanah dan perairan, terutama di area pasca tambang yang tidak direklamasi secara optimal (Sitorus et al., 2021). Di

Indonesia, banyak lokasi bekas tambang terutama di wilayah timur seperti Sulawesi Tenggara, mengalami degradasi lingkungan yang signifikan akibat akumulasi logam berat seperti nikel, namun upaya remediasi yang ramah lingkungan masih sangat terbatas.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi berbagai tanaman sebagai agen fitoremediasi logam berat. Misalnya, tanaman *Pteris vittata* telah terbukti efektif dalam menyerap arsenik (Tu & Ma, 2002), sedangkan *Vetiveria zizanioides* menunjukkan kemampuan dalam mengakumulasi logam seperti Pb dan Cd (Danh et al., 2009). Di Indonesia, beberapa spesies lokal seperti *Melastoma malabathricum* dan *Cyperus rotundus* juga telah diuji efektivitasnya dalam fitoremediasi (Sari et al., 2020). Namun, penelitian terhadap potensi tanaman endemik Indonesia, khususnya belimbing Bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk.), masih sangat terbatas. *S. celebica* adalah tanaman lokal yang tumbuh di Sulawesi Tenggara dan diketahui memiliki daya adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada eksplorasi pertama terhadap kemampuan akumulasi logam berat Ni oleh *Sarcotheca celebica* Veldk. di tanah bekas tambang. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kapasitas serapan nikel oleh *S. celebica* dan mengevaluasi potensi penggunaannya sebagai agen fitoremediasi dalam program reklamasi lahan bekas tambang yang berkelanjutan.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di area lahan bekas tambang PT. St Nickel Resource, Sulawesi Tenggara, pada tahun 2024 yang terletak di Desa Amonggedo, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Pengujian Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Halu Oleo Kendari.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif dengan metode pre-test and post-test design, yakni membandingkan kandungan logam berat nikel (Ni) dalam tanah sebelum dan sesudah penanaman tumbuhan belimbing bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk.). Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengukur efektivitas penyerapan nikel oleh tanaman melalui proses fitoremediasi.

2.3. Pengambilan Sampel dan Analisis Data

Pengambilan sampel dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap 1 pengambilan sampel tanah asli (belum ditanami), untuk mengukur kandungan Ni-total awal, dan tahap 2 pengambilan sampel tanah setelah penanaman tumbuhan belimbing bajo selama periode vegetatif. Setiap sampel diambil secara komposit dari beberapa titik dalam satu petak uji guna memperoleh data yang representatif.

Bibit belimbing bajo ditanam pada media tanah bekas tambang yang telah dikondisikan dalam petak-petak tanam. Tanaman dibiarkan tumbuh dalam fase vegetatif tanpa perlakuan tambahan berupa pupuk atau amelioran agar menguji kemampuan alami tanaman dalam menyerap logam berat. Parameter utama yang diukur adalah kandungan Ni-total (%)

dalam tanah. Pengukuran dilakukan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) yang dilakukan di laboratorium.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kemampuan adsorpsi Belimbing Bajo

Pengujian sampel dilakukan sebanyak 2 kali, dimana pengujian pertama dilakukan terhadap sampel tanah asli atau belum ditanami tumbuhan belimbing bajo. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap tanah setelah dilakukan penanaman. Pemilihan tumbuhan belimbing bajo, selain tumbuhan tersebut yang merupakan tumbuhan liar yang mudah didapatkan, juga menjadi salah satu tumbuhan yang tahan terhadap kandungan logam berat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan belimbing bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk.) mampu menurunkan kandungan logam berat nikel (Ni) dalam tanah bekas tambang. Berdasarkan pengujian laboratorium, kadar Ni-total dalam tanah menurun dari 0,32% sebelum penanaman menjadi 0,29% setelah masa vegetatif tanaman. Penurunan ini menunjukkan adanya proses akumulasi logam berat oleh tanaman melalui mekanisme fitoremediasi, khususnya fitoakumulasi.

Tabel 1 Kandungan Ni-total Tanah Sebelum Penanaman

Perlakuan	Kandungan Nikel (%)	Metode Uji
Sebelum penanaman	0,32%	AAS
Setelah penanaman	0,29%	AAS
Selisih penurunan	0.03%	

(Sumber: Hasil penelitian)

Menurut Chaney & Brown, (1997), proses fitoakumulasi mengandalkan kemampuan akar tanaman untuk menyerap logam berat dari tanah, yang kemudian ditranslokasikan ke bagian atas tanaman seperti batang dan daun. Meskipun penelitian ini tidak melakukan analisis jaringan tanaman secara langsung, penurunan kadar Ni dalam tanah dapat diasumsikan sebagai indikasi kemampuan serapan akar tanaman terhadap logam berat tersebut.

Tumbuhan belimbing bajo yang digunakan dalam penelitian ini merupakan spesies lokal yang relatif belum banyak diteliti dari aspek remediasi lingkungan. Keberadaan tanaman ini di sekitar lahan tambang menunjukkan bahwa ia telah mengalami adaptasi terhadap kondisi tanah tercemar logam berat. Hal ini sejalan dengan pendapat Baker & Brooks, (1989) bahwa tumbuhan yang hidup di lingkungan tercemar berpotensi sebagai hiperakumulator karena telah membentuk mekanisme fisiologis untuk bertahan dari tekanan logam berat.

Jika dibandingkan dengan penelitian oleh Anwar & Yuliani, (2021) yang meneliti kemampuan tanaman jagung dan kangkung dalam menyerap logam berat Pb dan Cd, maka efektivitas belimbing bajo dalam menyerap nikel tergolong moderat. Kandungan Ni hanya menurun 0,03% selama masa vegetatif. Meski demikian, efektivitas ini cukup menjanjikan mengingat tidak ada intervensi tambahan berupa pupuk atau agen kelat (*chelating agents*), yang biasa digunakan untuk meningkatkan serapan logam (Salt et al., 1998).

Penelitian oleh Wahyuni & Ramli, (2020) mengenai fitoremediasi oleh *Vetiveria zizanioides* pada tanah tercemar logam berat menunjukkan penurunan kadar logam Pb dan Zn sebesar 0,05% hingga 0,07% setelah masa tanam 60 hari. Angka ini memang sedikit lebih tinggi dari yang ditemukan dalam penelitian ini, namun perlu dicatat bahwa vetiver termasuk tanaman yang telah terbukti sebagai hiperakumulator dan biasa digunakan dalam proyek reklamasi. Sementara itu, belimbing bajo masih jarang dieksplorasi dari sisi ini, menjadikan penelitian ini memiliki kebaruan dalam konteks pemanfaatan tumbuhan lokal Sulawesi Tenggara untuk reklamasi lahan tambang.

Faktor lingkungan juga sangat memengaruhi hasil fitoremediasi. Komposisi mineralogi tanah, pH, suhu, kadar bahan organik, serta kapasitas tukar kation (KTK) memainkan peran penting dalam ketersediaan dan mobilitas logam berat di tanah (Alloway, 2013). Penelitian ini tidak secara langsung mengukur parameter-parameter tersebut, namun dapat diasumsikan bahwa kondisi fisik-kimia tanah mendukung mobilisasi nikel sehingga dapat terserap oleh akar tanaman.

Hasil penelitian ini mendukung potensi penggunaan *Sarcotheca celebica* sebagai agen fitoremediasi pada tanah tercemar logam berat nikel, khususnya di lahan bekas tambang nikel di Sulawesi Tenggara. Penggunaan spesies lokal seperti belimbing bajo memberikan keuntungan tambahan dalam konteks keberlanjutan dan adaptasi lingkungan setempat.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman belimbing bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk.) memiliki potensi sebagai agen fitoremediator untuk menyerap logam berat nikel (Ni) dari tanah tercemar di wilayah pasca tambang. Hasil uji laboratorium memperlihatkan adanya penurunan kadar Ni-total dalam tanah dari 0,32% menjadi 0,29% setelah dilakukan penanaman tanaman belimbing bajo selama satu siklus pertumbuhan vegetatif. Penurunan ini mengindikasikan bahwa tanaman belimbing bajo mampu menyerap sebagian kandungan logam berat dari tanah, meskipun tidak dilakukan analisis langsung terhadap jaringan tanaman.

Belimbing bajo dipilih karena merupakan tanaman lokal yang mudah ditemukan, adaptif terhadap lingkungan marginal, dan memiliki ketahanan terhadap logam berat. Tanaman belimbing bajo menunjukkan kinerja yang kompetitif, terutama di wilayah tropis dan kondisi tanah marginal seperti lahan pasca tambang. Hasil penelitian ini menjadi referensi bahwa tanaman belimbing bajo berpotensi untuk dikembangkan sebagai salah satu alternatif alami dalam strategi rehabilitasi lingkungan lahan pasca tambang, khususnya untuk menurunkan kadar logam berat nikel secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen dan Staff Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Kendari dan juga pihak Laboratorium Pengujian Jurusan Ilmu Tanah Universitas Halu Oleo Kendari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals—Concepts and applications. *Chemosphere*, 91(7), 869–881.
- Alloway, B. J. (2013). *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability*. Springer Science & Business Media.
- Anwar, S., & Yuliani, E. (2021). Kemampuan tanaman jagung dan kangkung dalam menyerap logam berat Pb dan Cd pada tanah tercemar. *Jurnal Agroekoteknologi*, 9(1), 15–22.
- Ashar, J. R., Farhanah, A., Simatupang, D. F., Kurniawan, H. M., Syam, N., Haris, A., & Nontji, M. (2025). *Bioremediasi Lahan Tambang*. TOHAR MEDIA.
- Baker, A. J. M., & Brooks, R. R. (1989). Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements: A review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery*, 1, 81–126.
- Chaney, R. L., & Brown, S. L. (1997). Phytoremediation of contaminated soil and water. *Environmental Restoration*, 6, 279–284.
- Danh, L. T., Truong, P., Mammucari, R., Tran, T., & Foster, N. (2009). Vetiver grass, a tool for phytoremediation of heavy metal-contaminated soils. *International Journal of Phytoremediation*, 11(8), 664–689.
- Fardiaz, S. (2008). *Polusi Lingkungan: Pencemaran Air dan Udara*. Kanisius.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). *Trace Elements in Soils and Plants* (3rd ed.). CRC Press.
- Salt, D. E., Blaylock, M., Kumar, N. P. B. A., Dushenkov, V., Ensley, B. D., Chet, I., & Raskin, I. (1995). Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Biotechnology*, 13(5), 468–474.
- Salt, D. E., Smith, R. D., & Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 49, 643–668.
- Sari, N. P., Yani, A., & Aulanni'am. (2020). Potensi tanaman lokal Indonesia sebagai fitoremediator logam berat: Studi kasus di Kalimantan dan Sumatra. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1), 55–62.
- Sitorus, S. R. P., Hutaeruk, M. D., & Simarmata, R. (2021). Rehabilitasi lahan pasca tambang dan peran fitoremediasi dalam restorasi ekosistem. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 33–45.
- Tu, C., & Ma, L. Q. (2002). Effects of arsenic concentrations and forms on arsenic uptake by the hyperaccumulator ladder brake. *Environmental Pollution*, 120(1), 71–82.
- Wahyuni, S., & Ramli, M. (2020). Fitoremediasi tanah tercemar logam berat oleh *Vetiveria zizanioides*. *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*, 22(1), 43–50.