

FITOREMEDIASI LAHAN YANG MENGALAMI CEKAMAN LOGAM BERAT NIKEL DENGAN MENGGUNAKAN TUMBUHAN ENDEMIK BELIMBING BAJO (*Sarcotheca celebica* Veldk)

Naima Haruna^{1*}, Tatik Wardiyati²⁾, Moch. Dawam Maghfoer², Eko Handayanto³

¹Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andi Djemma, Palopo

²Dosen Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Brawijaya, Malang

³Dosen Jurusan Tanah Universitas Brawijaya, Malang

*Email: naima_latuppa@yahoo.co.id

Abstrak

Areal bekas galian tambang Nikel di Sorowako dan sekitarnya termasuk lahan yang mengalami cekaman logam berat Nikel karena rata-rata masih mengandung Nikel lebih dari 5000 mg.kg⁻¹. Keberadaan logam berat Ni dalam tanah tidak dapat hilang secara alami sehingga diperlukan upaya remediasi dan proses remediasi banyak dipilih karena dianggap ramah lingkungan adalah fitoremediasi. Salah satu jenis tumbuhan endemik yang berpotensi untuk proses fitoremediasi adalah belimbing bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk.) karena tumbuhan liar ini toleran dan banyak tumbuh di sekitar lahan penambangan Nikel tanpa mengalami gangguan toksisitas. Kemampuan belimbing bajo untuk tumbuh normal pada lingkungan yang mengalami cekaman logam Nikel dapat disebabkan karena belimbing bajo mampu menyerap logam Nikel yang berlebihan dari lingkungannya dan mengakumulasi logam Nikel dalam organ tubuhnya. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan belimbing bajo dalam menurunkan jumlah kandungan Nikel dalam tanah yang mengalami cekaman logam berat Nikel. Metode penelitian yang digunakan adalah metode diskriptif yaitu mendeskripsikan hasil observasi terhadap pertumbuhan dan analisis kandungan Nikel pada tanah maupun jaringan tumbuhan belimbing bajo. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa kandungan Ni total tanah yang mengalami cekaman logam Ni menurun sebesar 70, 84% setelah media ditanami belimbing bajo selama 25 MST dan diberi pupuk NPK, sedang hasil analisis jaringan daun menunjukkan adanya logam Nikel yang terakumulasi pada daun sebesar 143,77% pada umur 12 MST. Disimpulkan bahwa belimbing bajo dapat menjadi salah satu tumbuhan endemik yang dapat dimanfaatkan untuk remediasi logam berat Nikel dari lahan yang mengalami cekaman karena dapat menurunkan kandungan logam berat Ni.

Kata kunci: remediasi, logam berat, tumbuhan endemik, cekaman, belimbing bajo

**PHYTOREMEDIATION OF LAND WHICH EXPERIENCES NICKEL
HEAVY METAL STRESS BY USING ENDEMIC PLANTS OF BAJO
STARFRUIT (*Sarcotheca celebica* Veldk)**

Abstract

*The ex-mining area of the Nickel mine in Sorowako and the surrounding area includes Nickel heavy metal stress because the average still contains Nickel more than 5000 mg.kg⁻¹. The presence of heavy metal Ni in the soil cannot be lost naturally so remediation efforts are needed and the remediation process is widely chosen because it is considered environmentally friendly is phytoremediation. One of the endemic plant species that has the potential for phytoremediation is Bajo starch (*Sarcotheca celebica* Veldk.) Because these wild plants are tolerant and grow a lot around Nickel mining areas without experiencing toxicity disorders. The ability of Bajo starfruit to grow normally in environments that experience Nickel metal stress can be caused because Bajo starches are able to absorb excessive Nickel metal from their environment and accumulate Nickel metal in their organs. This study was intended to determine the ability of Bajo Starfruit plants to reduce the amount of Nickel content in the soil experiencing Nickel heavy metal stress. The research method used is descriptive method that is describing the results of observations on growth and analysis of the content of Nickel on the soil and the network of Bajo star fruit plants. The results of soil analysis showed that the total Ni content of the soil which experienced Ni metal stress decreased by 70, 84% after the media was planted with Bajo starf for 25 MST and given NPK fertilizer, while the results of leaf tissue analysis showed that Nickel metal accumulated in leaves was 143.77 % at age 12 MST. It was concluded that Bajo starch can be one of the endemic plants that can be used for the remediation of Nickel heavy metals from stressed fields because it can reduce the content of Ni heavy metals.*

Keywords: remediation, heavy metals, endemic plants, stress, bajo starfruit

PENDAHULUAN

Lahan pasca penambangan Nikel di Sorowako termasuk kategori lahan yang tercemar logam berat Ni karena kandungan Ni dalam tanah melebihi ambang batas konsentrasi Ni pada tanah normal (2-750 mg.kg⁻¹). Berdasarkan hasil analisis tanah yang diambil dari beberapa lokasi lahan pasca penambangan Nikel diketahui kandungan Ni-total tanah berkisar 2000-5000 mg.kg⁻¹. Remediasi logam berat Ni sebelum pemanfaatan lahan untuk budidaya tanaman

khususnya tanaman pangan perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya penyerapan dan akumulasi Ni oleh tanaman pangan yang dapat berbahaya apabila dikonsumsi. Penggunaan tumbuhan akumulator untuk proses remediasi logam berat yang dikenal dengan istilah fitoremediasi banyak dipilih karena beberapa alasan yaitu lebih ramah lingkungan, lebih efisien dan dapat bekerja pada berbagai polutan (Cunningham dan Ow, 1996). Pemanfaatan tumbuhan untuk proses remediasi lahan di Indonesia memang sangat

potensial karena memiliki biodiversity yang sangat tinggi. Tumbuhan yang ideal untuk kegiatan fitoremediasi menurut Raskin *et al.* (1997) adalah harus memiliki produktivitas biomassa yang tinggi, harapan hidup pendek, toleransi yang tinggi dan kapasitas akumulasi konsentrasi tinggi dari kontaminan.

Pemilihan jenis tumbuhan yang akan digunakan untuk fitoremediasi lahan pasca penambangan Nikel dapat dilakukan dengan mengidentifikasi jenis, kondisi pertumbuhan dan jumlah populasi tumbuhan yang dominan tumbuh pada lahan yang tercemar logam Ni. Jenis tumbuhan yang mendominasi dengan kondisi pertumbuhan yang normal dapat menjadi salah satu indikator bahwa tumbuhan tersebut memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungannya. Salah satu penyebab tumbuhan memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan yang tercemar logam berat karena tumbuhan tersebut memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat dalam organ tubuhnya (akar, batang, daun dan buah). Belimbing bajo atau kongilu (*Sarcotheca celebica* Veldk) merupakan jenis tumbuhan liar yang banyak ditemukan tumbuh di sekitar lahan tambang maupun lahan pasca penambangan Nikel. Menurut Pitopang *et al.* (2011) belimbing bajo adalah termasuk kelompok asam dan banyak dijumpai tumbuh di daerah yang tanahnya ultrabasa (serpentine) yang kaya dengan besi dan Nikel. Pemanfaatan tumbuhan liar yang tersedia di sekitar lingkungan yang mengalami pencemaran logam berat akan lebih efektif karena lebih mudah diperoleh dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk memobilisasi tumbuhan ke lokasi sasaran

remediasi. Meskipun belimbing bajo termasuk tanaman toleran di lahan pasca penambangan Nikel namun belum diketahui tingkat kemampuannya dalam menyerap dan mengakumulasi logam Ni di dalam organ daun, batang dan akar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan belimbing bajo dalam menurunkan jumlah kandungan Nikel dalam tanah yang mengalami cekaman logam berat Nikel.

METODE PENELITIAN

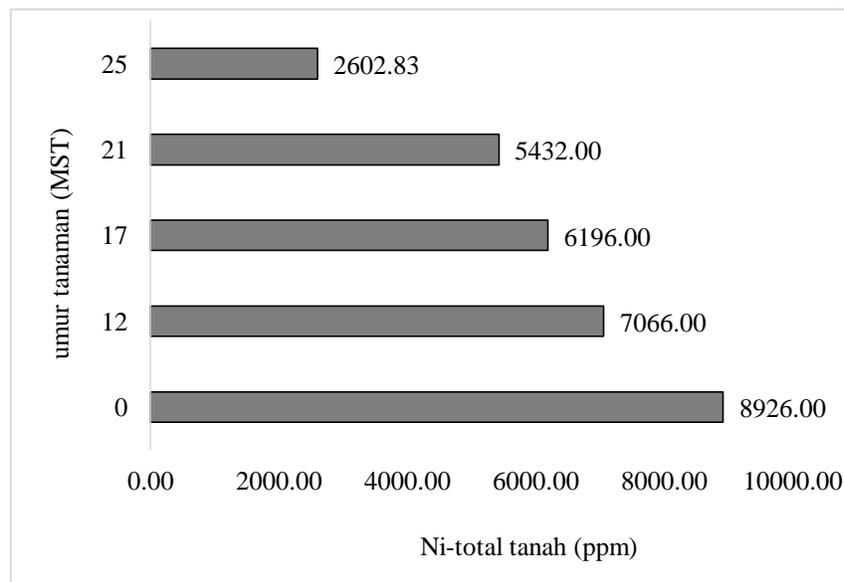
Penelitian dilakukan dalam bentuk percobaan di nursery milik PT. Vale di Sorowako Kabupaten Luwu Timur, sedang analisis tanah dan jaringan tumbuhan dilakukan di laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Hasil penelitian dipaparkan secara deskriptif dengan menjelaskan hasil observasi dan analisis dari laboratorium. Percobaan ini menggunakan wadah berupa polybag berukuran 40 x 50 cm dengan berat media per polybag sekitar 15 kg. Media yang digunakan berasal dari lahan pasca penambangan Nikel site Inalahi VI dengan kandungan Ni sekitar 8000 ppm. Belimbing bajo yang digunakan adalah bibit cabutan yang diambil dari areal sekitar tambang Nikel dengan ukuran tinggi bervariasi mulai dari 10-50 cm. Perbedaan tinggi bibit dibagi menjadi empat kelompok. Bibit dengan ukuran tinggi < 20 cm pada kelompok I, 20-30 cm pada kelompok II, 31-40 cm pada kelompok III dan > 40 cm pada kelompok IV. Pada umur 4 MST, tanaman diberi pupuk NPK BASF sebanyak 20 gram per tanaman untuk memenuhi ketersediaan hara bagi tanaman. Jumlah populasi belimbing bajo yang digunakan pada

percobaan ini sebanyak 60 sedang sampel sebanyak 20 tanaman. Jumlah sampel tanah yang digunakan sama dengan jumlah sampel tanaman. Sampel tanah untuk analisis kandungan Ni pada tanah diambil dengan menggunakan pipa paralon ukuran 1 inch yang ditancapkan ke dalam media tanam, sedang untuk analisis kandungan Ni pada daun diambil sampel daun yang terletak pada bagian pucuk (telah berwarna hijau), tengah dan bawah. Pengambilan sampel tanah dan jaringan daun dilakukan sebanyak lima kali yaitu saat tanam (t_0), umur 12 MST (t_1), 17 MST (t_2), 21 MST (t_3) dan 25 MST (t_4). Sampel tanah yang dianalisis merupakan sampel komposit yaitu sampel tanah dari 20 sampel tanah yang terkumpul dicampur secara merata kemudian dihaluskan dan diayak selanjutnya dianalisis di laboratorium. Hal yang sama juga dilakukan untuk sampel daun yaitu daun sampel dari setiap tanaman sampel dikumpulkan lalu dikeringkan dengan cara

dioven selama 2 x 24 jam pada suhu 80°C , kemudian digerus hingga halus dan sampel siap dianalisis di laboratorium. Metode yang digunakan untuk menganalisis kandungan Ni adalah metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).

HASIL DAN PEMBAHASAN

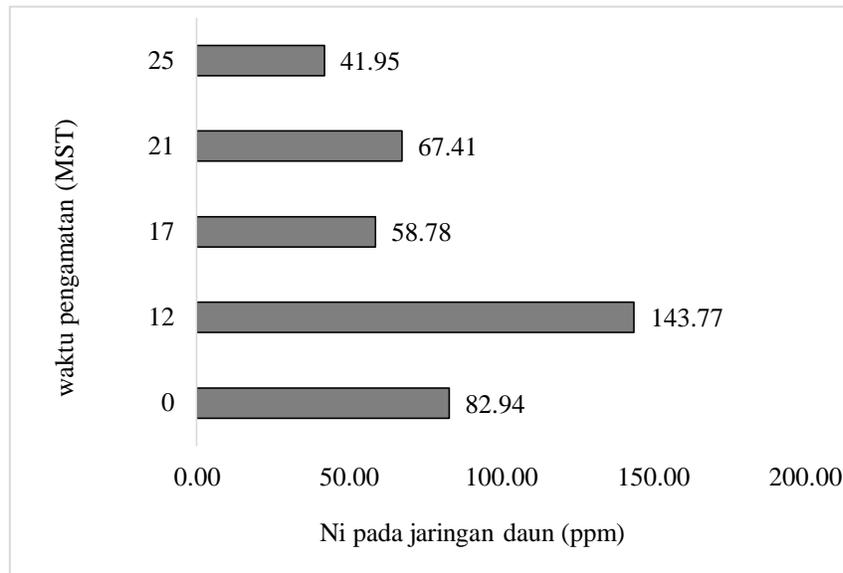
Hasil percobaan penanaman belimbing bajo pada media dari lahan pasca penambangan Nikel yang masih mengandung logam Nikel yang cukup tinggi menunjukkan adanya penurunan jumlah kandungan Ni-total pada tanah dan ditemukan adanya kandungan Ni pada jaringan daun belimbing bajo. Berdasarkan hasil analisis tanah yang dilakukan pada awal penanaman (t_0) sampai umur 25 MST (t_4) terlihat adanya penurunan kandungan Ni-total pada tanah sebesar 70,84%. Kandungan Ni-total pada tanah mulai saat tanam sampai tanaman berumur 12, 17, 21 dan 25 MST terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kandungan Ni-total tanah (ppm) saat tanam hingga umur 25 MST pada media tanam belimbing bajo yang diberi pupuk NPK

Kandungan Ni-total tanah pada Gambar 1 semakin menurun seiring dengan bertambahnya umur tanaman belimbing bajo. Pertambahan umur tanaman menyebabkan tanaman bertumbuh semakin besar yang ditandai dengan adanya pertambahan tinggi, jumlah daun dan cabang. Berkurangnya kandungan Ni total dalam tanah pada awal pertumbuhan yaitu umur 0-12 MST adalah sebanyak 1860 ppm, kemudian pada umur 12-17 MST dan 17-21 MST masing-masing adalah 870 dan 764 ppm, sedang pada umur 21-25 MST mencapai 2830 ppm. Besarnya kehilangan Ni dari dalam tanah pada umur 21-25 MST dapat disebabkan oleh pertumbuhan belimbing bajo yang semakin besar khususnya akar yang makin panjang dan bertambah banyak sehingga kemampuan dalam menyerap Nikel dari dalam tanah semakin besar. Meskipun akar (bagian tanaman di bawah permukaan tanah) tidak diamati secara langsung pada setiap bertambah umur namun pertumbuhan daun dan cabang (bagian atas permukaan tanah) yang banyak dapat menggambarkan bahwa pertumbuhan akar juga baik. Menurut Garner *et.al* (1979) bahwa pertumbuhan tanaman bagian atas dan bawah permukaan tanah berkorelasi positif, yaitu jika pertumbuhan tanaman bagian atas tanah baik maka pertumbuhan tanaman bagian bawah juga baik. Akar yang pertumbuhannya baik akan menjalankan fungsinya secara baik dan salah satu fungsinya adalah menyerap unsur hara dan air maupun logam berat dari dalam tanah.

Menurunnya kandungan Ni dalam tanah yang ditanami belimbing bajo dan adanya peningkatan kandungan Ni dalam jaringan daun tanaman menunjukkan adanya penyerapan logam Ni dari dalam tanah oleh akar tanaman dan selanjutnya ditranslokasi ke bagian daun. Berdasarkan hasil analisis jaringan daun pada Gambar 2, kandungan Ni pada jaringan daun belimbing bajo saat tanaman berumur 12 MST terlihat mengalami peningkatan sekitar 73,3 % namun pada umur 12, 17, 21 dan 25 MST terlihat jumlah Ni pada jaringan daun mengalami penurunan. Tingginya jumlah Ni yang diserap oleh akar tanaman saat awal penanaman 0-12 MST dapat disebabkan karena kandungan Ni dalam tanah cukup tinggi yaitu 8926 ppm, sedang umur 17, 21 dan 25 MST jumlah kandungan Ni dalam tanah sudah mulai mengalami penurunan sehingga jumlah penyerapan Ni oleh akar tanaman juga menjadi rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Irwan (1993) juga menunjukkan hal yang sama yaitu terdapat peningkatan konsentrasi logam berat Cd, Ni dan Pb pada daun bayam seiring dengan adanya peningkatan konsentrasi logam berat pada media tanamnya. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan penelitian lainnya didukung oleh pendapat Suharno dan Sancayaningsih (2013) yang menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor tanah yang mempengaruhi penyerapan logam berat yaitu jenis dan komposisi mineralogi, jenis logam dan interaksinya dengan koloid tanah, konsentrasi logam dan sifat-sifat kimia tanah seperti pH, temperatur dan KTK



Gambar 2. Kandungan Ni saat tanam hingga umur 25 MST pada jaringan daun belimbing bajo yang diberi pupuk NPK

Selain faktor tanah yaitu tingginya konsentrasi logam dalam tanah, faktor tanaman juga mempengaruhi tingkat penyerapan logam berat. Hal ini terlihat dari hasil pada Gambar 2 yang menunjukkan tinggi penyerapan logam Ni saat fase vegetative yaitu fase yang didominasi oleh pembentukan bagian-bagian vegetative seperti akar, batang (cabang) dan daun. Fase ini membutuhkan energi yang besar untuk pembentukan sel, jaringan dan organ-organ tanaman sehingga ketersediaan air dan unsur hara sangat penting. Sebagian besar kebutuhan air dan unsur hara tanaman berasal dari dalam tanah melalui sistem penyerapan aktif maupun pasif oleh akar. Keberadaan logam dengan jumlah banyak dalam tanah dan penyerapan unsur hara maupun air yang berlangsung secara aktif akibat aktivitas metabolisme yang tinggi di masa pertumbuhan vegetative menyebabkan logam yang terdapat dalam tanah juga ikut

terserap oleh akar. Hal ini sejalan dengan pendapat Yang *et al.* (2005), bahwa penyerapan kontaminan (logam berat) dari dalam tanah diikuti dengan penyerapan unsur hara dan air oleh akar tumbuhan ke daun. Dalam proses penyerapan unsur hara dan air dari dalam tanah, akar akan menunjukkan selektifitas terhadap unsur yang tidak dibutuhkan oleh tanaman namun terkadang akar dapat menyerap unsur yang tidak dibutuhkan seperti logam berat (Taiz and Zeiger, 2010).

Penyerapan logam berat oleh akar dan ditranslokasi ke bagian tanaman lainnya termasuk daun dapat menyebabkan tanaman mengalami keracunan logam Ni, namun menurut Ghost dan Singh (2005) tingkat keracunan Ni pada tanaman sangat bervariasi. Hal ini terlihat pada *Mimosa malabathricum* dan *Melastoma sp.* yang mengalami toksisitas yaitu klorosis maupun nekrosis setelah

ditanam pada lahan pasca penambangan Nikel (Netty *et al.*, 2013). Menurut Iyaka (2011), bahwa keracunan Ni pada daun umumnya antara 10-100 mg.kg⁻¹ berat kering tanaman sedang pada tanaman yang agak toleran berkisar antara 40-246 mg.kg⁻¹ berat kering tanaman. Dampak dari keracunan Ni adalah terjadinya penghambatan pertumbuhan yaitu menghambat pembelahan sel meristem dan menghambat ekspansi akar. Pertumbuhan belimbing bajo yang tetap tumbuh subur dan

tanpa terlihat adanya gejala keracunan meskipun tingkat akumulasi Ni pada daun mencapai 143,77 ppm mengindikasikan bahwa belimbing bajo termasuk tanaman yang toleran terhadap cekaman logam berat Ni. Pertumbuhan belimbing bajo yang ditanam pada media yang mengalami cekaman logam berat Ni namun tanpa mengalami keracunan sejak umur 0 MST hingga 25 MST terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kondisi pertumbuhan belimbing bajo (*Sarcotheca celebica* Veldk) pada berbagai umur tanam (A.0 MST; B. 12 MST; C. 17; D. 21 MST dan E. 25 MST)

Belimbing bajo yang tumbuh normal pada kondisi media tumbuh yang mengalami cekaman logam Ni menunjukkan bahwa belimbing bajo mampu melakukan adaptasi sebagai bentuk pertahanan diri. Menurut Baker (1981), ada tiga cara yang dilakukan tumbuhan untuk hidup pada tanah yang tercemar logam yaitu mencegah masuknya logam ke dalam jaringan tanaman (eksklutor), mengakumulasi logam dalam jaringan sebagai respon peningkatan logam dalam tanah (indikator), dan mengakumulasi logam pada bagian tanaman dalam jumlah yang melebihi kadar logam dalam tanah (bioakumulator).

Berdasarkan hasil analisis jaringan daun belimbing bajo yang menunjukkan adanya akumulasi logam Ni yang cukup tinggi maka cara adaptasi yang dilakukan oleh belimbing bajo yang tumbuh pada media yang mengalami cekaman logam Ni merupakan cara yang kedua yaitu indikator.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa kandungan Ni-total tanah yang mengalami cekaman logam Ni berkurang sebesar 72,05% setelah ditanami belimbing bajo selama 25 MST dan logam Ni dapat terakumulasi pada

organ tubuh belimbing bajo yaitu daun. Disarankan untuk menggunakan belimbing bajo sebagai tumbuhan endemik untuk remediasi lahan yang mengalami cekaman logam berat Nikel khususnya pada areal pasca penambangan Nikel di Sorowako Kabupaten Luwu Timur .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kemenristekdikti, yang telah memberikan bantuan pendanaan melalui skim PDD dengan SK. No.3/E/KTP/2018
2. Pimpinan PT.Vale di Sorowako yang telah memberikan ijin penelitian di nursery PT. Vale di Sorowako, Luwu Timur
3. Rektor Universitas Andi Djemma yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan S3 sehingga dapat mengusulkan skim PDD

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, A.J.M. 1981. Accumulator and excluder-strategies in the response of plant to heavy metals. *Journal of Plant Nutrition*. 3(1-4):643-654.
- Cunningham, S.D. and D.W. Ow. 1996. Promises and prospect of phytoremediation. *Plant Physiology*. 110(3):715-719.
- Gardner, F.P., R. Brent Pearce, Roger L. Mitchell. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. penerjemah, Herawati Susilo; pendamping, Subiyanto. UI Press. Jakarta.
- Irwan, A. 1993. Akumulasi Cd, Ni dan Pb pada daun bayam (*Amaranthus tricolor* L.) dan kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). Jurusan Kimia FMIPA IPB. Bogor.
- Iyaka, Y.A. 2011. Nickel in soil: A review of its distribution and impact. Scientific Research and Essay. *Academic Journals*. 6(33):6774-6777.
- Netty,S., T.Wardiyati, M.D.Maghfoer and E.Handayanto. 2013. Bioaccumulation of Nickel by five wild plant species in nickel-contaminated soil. *IOSR Journal of Engineering*. 3(5): 1-6.
- Pitopang,R., I.Lapandjang, dan I.F.Burhanuddin. 2011. Profil herbarium celebense dan deskripsi 100 jenis pohon khas Sulawesi. UNTAD Press. Palu.
- Raskin I., Smith D. R., Salt E. D. 1997. Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environmental. *Current Opinion in Biotechnology*. Vol 8. P. 221–22.
- Suharno dan Sancayaningsih, R.P. 2013. Fungi Mikoriza Arbuskula: Potensi Teknologi Mikorizoremediasi Logam Berat Dalam Rehabilitasi Lahan Tambang. *Bioteknologi*. 10(1):31–42.
- Taiz, L and E.Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. Fifth Edition. : Sinauer Associates Inc. Sunderland.
- Yang, X., Feng, Y., Zhenli, H., Stoffella, P.J. 2005. Molecular mechanisms of heavy metal hyperaccumulation and phytoremediation. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 18(4): 339-353.