



UJI KEMAMPUAN DAYA SERAP HANJUANG (*Cordyline fruticosa*) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI LOGAM Pb PADA MEDIA TANAH

Absorption Capability Test of Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) as Fitoremediation Agent of Lead in Soil Medium

Nelis Hernahadini*, Luthfia Hastiani M, Noviani Arifina

Universitas Muhammadiyah Bandung; Jl Soekarno-Hatta No. 752, Cimencrang Gede Bage Kota Bandung Jawa Barat

*Email: nelis.hernahadini@gmail.com

ABSTRACT

Lead is a heavy metal waste that is dangerous for the environment and health. The use of ornamental plants is an alternative in reducing heavy metal pollution. Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) is an ornamental-plant phytoremediation agent that can absorb heavy metals especially lead (Pb) at a high concentration. This study aims to test the Pb absorption ability of Hanjuang plant. Hanjuang was planted in a medium containing Pb at the concentration of 50 mg kg⁻¹ with variable planting time of 4, 6, 8, 10, and 12 weeks. The measurement of Hanjuang's absorption of Pb was carried out on the roots, stems, and leaves by the atomic absorption spectroscopy (AAS) method. The results showed that the highest absorption capacity of 63.4% occurred at 12 days planting time. Whereas the amount of Pb accumulation in each part of the plant, from the highest to the lowest concentration, was found in the roots, leaves, and stems, consecutively. The ability of the plant's absorption of Pb was reduced with increasing metal concentrations in the media.

Keywords: Hanjuang, heavy metal, lead, phytoremediation, solid waste

ABSTRAK

Timbal menjadi salah satu limbah logam berat yang berbahaya untuk lingkungan dan kesehatan. Penggunaan tanaman hias menjadi alternatif dalam mengurangi pencemaran logam berat. Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) merupakan tanaman hias agen fitoremediasi yang memiliki kemampuan menyerap logam berat khususnya timbal (Pb) yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan melakukan uji daya serap tanaman hanjuang terhadap logam Pb. Hanjuang ditanam pada medium tanah berlogam Pb dengan kadar 50 mg kg⁻¹ dengan variabel waktu penanaman selama 4, 6, 8, 10 dan 12 minggu. Pengukuran daya serap Hanjuang terhadap Pb dilakukan pada bagian akar, batang, dan daun dengan metode spektroskopi serapan atom (AAS). Hasil menunjukkan bahwa daya serap tertinggi terjadi pada waktu tanam 12 hari dengan kadar 63,4%. Sedangkan jumlah akumulasi tiap bagian tanaman paling tinggi ke rendah terdapat pada bagian akar, daun, dan batang. Pada variasi konsentrasi, kemampuan daya serap tanaman terhadap Pb berkurang seiring meningkatnya konsentrasi logam pada media.

Kata Kunci: Fitoremediasi, hanjuang, limbah padat, logam berat, timbal

PENDAHULUAN

Logam berat pada lingkungan yang berasal dari limbah buangan industri merupakan ancaman bagi kesehatan manusia. Logam timbal (Pb) termasuk ke dalam golongan Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) yang dapat mencemari lingkungan, digolongkan sebagai logam berat yang dapat meracuni manusia. Limbah buangan Pb sebagian besar berasal dari limbah industri. Kandungan logam berat pada limbah glasir hasil pewarnaan keramik, konsentrasi Pb mencapai $1,20 \text{ mg L}^{-1}$ (Priadi et al. 2014). Limbah pada kawasan persawahan di Jelegong, Kecamatan Rancaekek Bandung, yang terdampak limbah industri tekstil dengan jumlah Pb mencapai $0,05\text{--}11,7 \text{ mg L}^{-1}$ (Komarawidjaja 2017). Tanah dikawasan Industri *pulp* dan kertas di kabupaten Bandung mengandung Pb sebesar $63,1 \text{ mg kg}^{-1}$ (Hardiani et al. 2011). Analisis logam Pb pada tanah yang tercemar Pb yang berasal dari residu pestisida yang digunakan di lahan pertanian bawang merah di kecamatan Gemuh, Kendal, menunjukkan bahwa terdapat penambahan kadar Pb sebesar 2991 mg Ha^{-1} pada tanah setelah masa tanam menggunakan pestisida tertentu (Karyadi et al. 2012). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, nilai baku karakteristik beracun untuk logam Pb menggunakan TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) pada tanah terkontaminasi limbah berbahaya dan beracun yaitu sebesar 3 mg L^{-1} (PP Nomor 101 2014).

Logam berat yang mengendap dalam tanah akan terus berulang dan berkesinambungan, hal ini menyebabkan terakumulasinya bahan polutan sehingga bisa menyebabkan perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang tidak diinginkan. Akumulasi logam berat pada tanah dapat menurunkan aktivitas mikroba tanah, kesuburan tanah, dan kualitas tanah pada umumnya yang mampu menurunkan hasil dan mengakibatkan masuknya bahan beracun pada rantai makanan (Hidayat 2015). Keberadaan Pb pada tubuh manusia dapat memberikan efek buruk, timbal dapat mempengaruhi sistem hematologis, reproduksi, saraf, endokrin, urinaria, dan jantung (Mulyadi 2015).

Fitoremediasi didefinisikan sebagai proses pencucian polutan yang menggunakan mediator berupa tumbuhan, termasuk pohon, rumput dan tumbuhan air. Proses pencucian ini bisa menggunakan cara penghancurkan, melakukan inaktivasi, ataupun imobilisasi zat polutan menjadi bentuk yang tidak berbahaya (Hidayati, 2005). Fitoremediasi merupakan salah satu teknik remediasi yang dapat digunakan sebagai solusi alternatif untuk proses remediasi logam berat. Fitoremediasi merupakan metode yang cukup murah, efisien, ramah lingkungan dalam penggunaannya untuk mengurangi akumulasi logam di lahan tercemar (Sumiahadi dan Acar 2018). Fitoremediasi dapat menjadi teknologi alternatif dalam mengendalikan pencemaran logam berat pada lahan pertanian (media tanah).

Fitoremediasi menggunakan tanaman hias menjadi pilihan dibandingkan menggunakan tanaman pangan. Panjaitan (2019) melakukan analisis kandungan logam Pb pada beberapa sayuran yang terpapar abu vulkanik Sinabung, diantaranya sayur kol (*Brassica olearacea*), wortel (*Daucus carota L.*), dan tomat (*Solanum lycopersicum L.*), dimana diperoleh kadar Pb tertinggi sebesar $0,01189 \text{ mg kg}^{-1}$ dan kadar terendah sebesar $0,00022 \text{ mg kg}^{-1}$. Hasil penelusuran Putri et al. (2019) di pasar tradisional dan modern kota Palembang juga menunjukkan sebanyak 81,75% sampe kangkung mengandung timbal di atas ambang batas. Hal ini menyebabkan penggunaan tanaman pangan sebagai agen fitoremediasi tidak dianjurkan, karena dapat memberikan efek racun jika dikonsumsi dan terakumulasi pada tubuh manusia. Penggunaan tanaman hias memberikan keuntungan, selain terhindar dari konsumsi juga dapat memberikan nilai estetika. Haryanti et al. (2013) membandingkan kemampuan daya serap Pb oleh beberapa tanaman hias, diantaranya sambang dara (*Excoecaria cochinchinensis*), lidah mertua (*Sansevieria trifasciata Prain*), sri rezeki (*Aglaonema sp.*), lipen (*Aglaonema commutatum*), aglaonema merah (*Dona carmen*), pucuk merah (*Syzigiu oleina*), pucuk merah (*Codiaeum variegatum*) dan hanjuang (*Cordyline fruticosa*). Di antara delapan tanaman hias tersebut, hanjuang memiliki kemampuan remediasi tertinggi dengan daya serap terhadap Pb yang paling besar yaitu sekitar 44,28% (Haryanti et al. 2013).

Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) dikenal juga dengan nama andong (Lim 2015), merupakan tanaman perdu yang biasa digunakan sebagai tanaman hias pembatas blok kepemilikan lahan atau tanaman pagar, berwarna merah atau hijau (Widyastuti 2018). Studi mengenai kemampuan hanjuang dalam mengakumulasi logam berat menunjukkan bahwa hanjuang mampu mengakumulasi logam Cd dengan efisiensi penyerapan mencapai 31,46% pada bagian akar dengan konsentrasi logam awal sebesar 50 mg kg⁻¹ (Sari et al. 2019), dan mampu menyerap logam Hg dengan nilai efisiensi penyerapan sebesar 29,03% (Ulimma et al. 2016). Jayanthi et al. (2017) menelusuri kemampuan hanjuang menyerap beberapa logam berat dalam tanah yang tercemar logam berat. Hasilnya tanaman mampu menyerap 63% Pb, 90% As, 78,8% Mn, 88,9% Ni dan 75% Cr dari tanah yang tercemar logam berat. Hanjuang juga direkomendasikan sebagai tanaman agen fitoremediasi untuk area peleburan baterai (Muryani et al. 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji daya serap tanaman hanjuang terhadap logam Pb dengan menggunakan variasi waktu tanam dan variasi konsentrasi logam berat Pb pada media tanah. Manfaat penelitian ini dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi waktu tanam optimal hanjuang dalam menyerap Pb dan batas toleransi tanaman hanjuang terhadap penyerapan logam Pb di media tanah.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Bandung, dan pengujian logam dilakukan di Laboratorium Central

Universitas Padjadjaran Bandung. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai September 2019.

Bahan

Tanah Lembang, pohon hanjuang merah (Gambar 1), timbal klorida (PbCl₂), akuades, asam nitrat (HNO₃), asam klorat (HClO₄), air *milli-Q*.

Metode

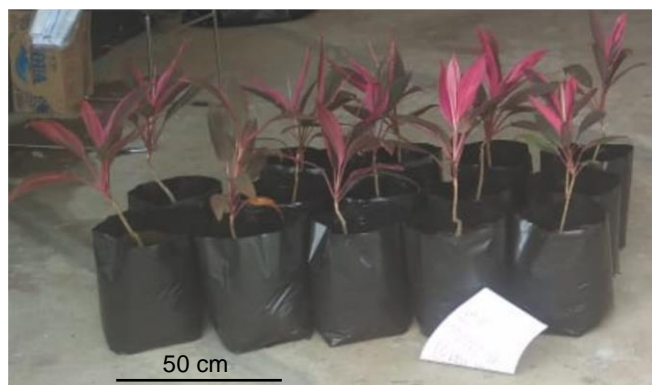
Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: penanaman hanjuang pada berbagai variasi waktu tanam dan variasi konsentrasi Pb, dilanjutkan dengan pengukuran kadar logam Pb yang diserap tanaman hanjuang. Adapun metode penanaman dan analisis kadar logam mengacu pada Haryanti et al (2013).

Penanaman tanaman hanjuang

Tanah ditimbang sebanyak 5 kg dan ditambahkan dengan PbCl₂ dan diaduk hingga homogen. Untuk variable waktu tanam, setiap media tanah ditambahkan PbCl₂ sebanyak 250 mg. Kemudian dilakukan proses penanaman selama 4, 6, 8, 10, dan 12 minggu. Untuk variabel konsentrasi PbCl₂, dilakukan penanaman pada media tanah dengan variasi konsentrasi PbCl₂ 100, 150, 200, dan 250 mg kg⁻¹ tanah. Selanjutnya tanaman dipelihara dengan cara menyiram tanaman sampai sekitar kapasitas media tanam. Setiap perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan.

Pengambilan sampel tanaman

Tanaman dipanen di lokasi penelitian (S 6° 56' 9.702", E 107° 42' 32.553") untuk dilakukan pengamatan. Contoh uji tanaman diletakkan dalam kantong kertas dan dikeringkan dengan inkubator pada suhu 40–



Gambar 1. Tanaman hanjuang yang digunakan pada perlakuan penelitian

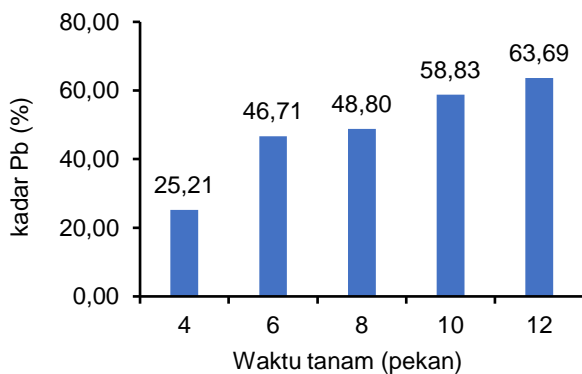
60°C selama ±48 jam. Setelah kering, tanaman kering digiling hingga diameter sekitar 0,5 mm.

Analisis Pb pada tanaman

Pengujian kadar Pb pada contoh uji tanaman dilakukan menurut SNI Nomor 06-6992.3-2004 (BSN 2004). Contoh uji tanaman ditimbang sebanyak 2 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL ditambahkan 5 mL HNO₃ 65% dan 5 mL HClO₄ 60%, lalu dipanaskan di atas kompor hingga menyusut atau jernih, kemudian didinginkan sampai suhu ruang. Larutan dipindahkan dan disaring ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan mili-Q sampai tanda batas. Filtrat sampel uji diukur dengan AAS pada panjang gelombang 283,3 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji kemampuan fitoremediasi Pb menggunakan hanjuang (*Cordyline fruticosa*) diawali dengan mencari pengaruh lama tanam terhadap jumlah logam yang terakumulasi. Dari penelitian, diperoleh data hasil analisis kandungan Pb pada tanaman hanjuang dengan variasi waktu tanam. Hasil pengukuran logam pada hanjuang dengan variasi waktu tanam ditunjukkan pada Gambar 2. Angka yang ditunjukkan merupakan rata-rata dari 3 kali pengulangan perlakuan. Pada minggu ke-4, hanjuang mampu menyerap logam Pb sebanyak 25,21%. Kemudian pada minggu ke-6 logam yang terserap lebih banyak, hampir dua kali lipat dari dua minggu sebelumnya, yaitu sekitar 46,71%. Kenaikan yang tidak begitu jauh terjadi pada minggu ke-8, ke-10 dan pada minggu ke-12, jumlah Pb yang terserap sekitar 63,69%. Dari pengukuran tersebut

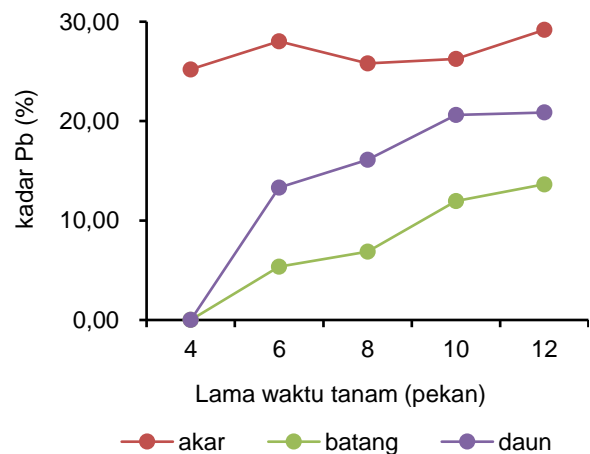


Gambar 2. Daya serap hanjuang terhadap logam Pb pada variasi waktu tanam

terlihat bahwa, logam yang terakumulasi dalam tanaman hanjuang semakin banyak sebanding dengan lamanya waktu tanam.

Proses fitoremediasi logam terjadi melalui beberapa mekanisme, diantaranya adalah fitoakumulasi, rizofiltrasi, fitostabilisasi, rizodegradasi, fitodegradasi dan fitovolatilisasi (Irhmani et al. 2017). Keberadaan logam Pb pada tanaman hanjuang terjadi karena adanya penyerapan logam pada medium tanah oleh tanaman atau disebut fitoakumulasi. Menurut Vigiyanti et al. (2017), perbedaan kemampuan tanaman dalam menyerap Pb dari tanah dapat dipengaruhi oleh lama waktu tanam. Semakin bertambahnya umur tanaman, ukuran nukleus juga lebih besar sehingga mampu membentuk fitokhelatin untuk mengikat logam lebih banyak. Umur tanaman yang lebih lama juga mempengaruhi jumlah dan ukuran RE (retikulum endoplasma) dan aparatus golgi yang dapat mempercepat fitokhelatin sampai di permukaan sel. Selain itu juga mempengaruhi ukuran membran sel mitokondria dan kloroplas yang membantu mengikat logam yang masuk ke dalam sistem tanaman (Vigiyanti et al. 2017). Hasil serupa juga diperoleh pada tanaman Kacang Kalopo (*Calopogonium mucunoides*), dimana penyerapan logam merkuri maksimum diperoleh pada waktu tanam yang lebih lama (Samar et al. 2019).

Analisis kadar Pb juga dilakukan pada tiap bagian tanaman hanjuang, antara lain pada akar, batang dan daun untuk mengetahui jumlah akumulasi logam tiap bagiannya. Hasil analisis logam pada tiap bagian tanaman terdapat pada Gambar 3.

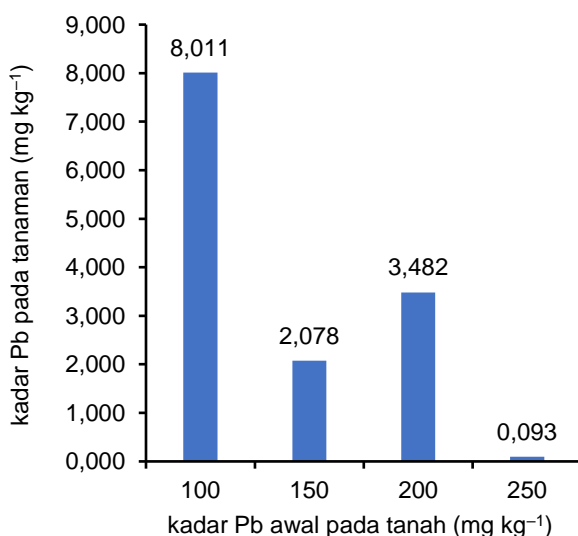


Gambar 3. Grafik daya serap hanjuang terhadap logam Pb pada tiap bagian tanaman dengan variasi waktu tanam

Akumulasi terbanyak didapat pada bagian akar, kemudian diikuti pada bagian daun dan terakhir akumulasi logam paling kecil terdapat pada bagian batang. Sebagaimana terlihat pada Gambar 3, pada pertumbuhan 4 minggu pertama, jumlah Pb hanya ditemukan di bagian akar, baru kemudian sedikit demi sedikit jumlah Pb ditemukan meningkat di bagian batang dan daun.

Rangkaian proses fisiologis yang terjadi dalam akumulasi logam, diantaranya adalah interaksi rizosferik pada zona perakaran. Pada zona ini terjadi proses pengolahan unsur-unsur dalam tanah menjadi bentuk yang mudah diserap tanaman yang melibatkan sejumlah eksudat yang diproduksi akar. Tumbuhan yang mampu mengakumulasi logam dalam jumlah tinggi memiliki kemampuan dalam merubah jenis logam pada zona perakaran menjadi bentuk yang mudah larut pada daerah rizosfer, selain itu tanaman mampu melepaskan kelat untuk logam yang spesifik ke rizosfer oleh akar (Hidayanti 2013).

Tumbuhan mengabsorpsi Pb dan mengakumulasi di dalam jaringan tanaman. Proses absorpsi dan akumulasi logam berat oleh tanaman terbagi menjadi tiga proses yaitu absorpsi logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain dan lokalisasi logam pada bagian tertentu agar tidak menghambat proses metabolisme (Isa et al. 2014). Hal ini terjadi karena Pb tidak dimetabolisme, karena akan mengganggu efek aktivitas metabolik (Malar et al. 2014).



Gambar 3. Grafik daya serap hanjuang terhadap logam Pb pada tiap bagian tanaman dengan variasi waktu tanam

Pb mengalami absorpsi dari akar tumbuhan ke daun membentuk senyawa kompleks mengikuti aliran transpirasi ke bagian tumbuhan yang lebih atas lagi melalui pembuluh xilem kemudian dibawa ke seluruh bagian tumbuhan oleh pembuluh floem, dan logam disimpan di vakuola (Herlina et al. 2018). Hal ini menunjukkan Pb diakumulasi dominan pada bagian akar dan daun, sedangkan batang berperan sebagai jalur transportasi, bukan akumulasi, sehingga kadar Pb pada batang paling rendah. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan. Tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi dalam mencegah peracunan Pb terhadap sel, yaitu dengan melokalisasi Pb pada jaringan, misalnya dengan menimbun Pb di dalam organ tertentu seperti akar dan daun. Oleh sebab itu, jumlah Pb di akar dan daun tanaman hanjuang menunjukkan jumlah yang besar, dibandingkan dengan yang ditemukan di batang (Arshad et al. 2008).

Uji kemampuan hanjuang terhadap logam Pb juga dilakukan pada variasi konsentrasi logam awal yang terkandung pada media tanam. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi logam pada kemampuan daya serap hanjuang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Haryanti et al. (2013), dilakukan uji kemampuan beberapa tanaman hias termasuk hanjuang dengan perlakuan konsentrasi awal Pb sebesar 50 mg kg⁻¹, sehingga kami mencoba memberi perlakuan dengan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mengetahui kemampuan hanjuang lebih lanjut. Uji kemampuan penyerapan logam oleh tanaman hanjuang pada variasi konsentrasi logam ditunjukkan pada Gambar 4.

Dari grafik di atas terlihat bahwa jumlah konsentrasi awal pada media tanam yang tinggi cenderung menurunkan kemampuan penyerapan logam oleh tanaman. Keberadaan Pb yang tinggi pada tanah mampu menghambat pertumbuhan akar. Hal ini terjadi karena Pb dapat menghambat pembelahan sel yang terjadi di ujung perakaran (Herlina et al. 2018). Pb mampu terikat secara kuat dengan mineral dan bahan organik lain di dalam tanah, mengakibatkan sulit bagi tanaman untuk menyerapnya melalui akar. Ketika Pb terserap oleh akar, akan mudah mengadakan ikatan kompleks dengan nutrisi dalam tanaman, sehingga

dapat membatasi kemampuan tanaman untuk mentranslokasikan nutrisi ke bagian tanaman lainnya (Hong et al. 1995). Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa Pb mampu menghambat pertumbuhan tanaman teh melalui pengurangan biomassa teh dengan mengubah kualitas komponennya (Yongsheng et al. 2011). Bahkan pada konsentrasi rendah, Pb menyebabkan ketidakstabilan pada penyerapan ion oleh tanaman, yang pada akhirnya menyebabkan perubahan metabolisme yang signifikan dalam proses fotosintesis dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Jaishankar et al. 2014).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, semakin lama waktu tanam maka semakin banyak jumlah Pb yang mampu diserap tanaman hanjuang. Bagian tanaman yang paling banyak mengakumulasi logam adalah akar, dan yang paling sedikit terdapat pada batang. Jumlah konsentrasi Pb di dalam tanah berpengaruh pada kemampuan daya serap tanaman hanjuang. Semakin tinggi konsentrasi logam di dalam tanah, maka semakin rendah daya serapnya oleh tanaman hanjuang. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada penanaman hanjuang dengan waktu tanam yang lebih lama untuk mengetahui waktu tanam maksimum tanaman hanjuang sehingga jenuh menyerap Pb.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi atas dana penelitian yang diberikan melalui skema hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2019 dengan no SK 2663/L4/PP/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Arshad M, Silvestre J, Pinelli E, Kallerhoff J, Kaemmerer M, Tarigo A, Shahid M, Guirese M, Pradere P, Dumat C (2008) A field study of lead phytoextraction by various scented *Pelargonium* cultivars. *Chemosphere* 71:2187–2192. doi: 10.1016/j.chemosphere.2008.02.013
BSN (2004) Sedimen-Bagian 3: Cara uji timbal (Pb) secara destruksi asam

dengan spektrofotometer serapan atom (SSA). SNI 06-6992.3-2004. Badan Standardisasi Nasional

- Hardiani H, Kardiansyah T, Sugesty S (2011) Bioremediasi logam timbal (Pb) dalam tanah terkontaminasi limbah sludge industri kertas proses deinking. *J Selulosa*, 1:31–41 doi: 10.25269/jsel.v1i01.18
- Haryanti D, Budianta D, Salni S (2013) Potensi beberapa jenis tanaman hias sebagai fitoremediasi logam timbal (Pb) dalam tanah. *J Penelit Sains* 16:52–58. doi: 10.36706/jps.v16i2.72
- Herlina L, Widianarko B, Sunoko HR (2018) Phytoremediation of lead contaminated soils using *Cordyline fruticosa* (L). *E3S Web of Conferences, ICENIS 2018* 73:05023. doi: 10.1051/e3sconf/20187305023
- Hidayanti N (2013) Mekanisme fisiologis tumbuhan hiperakumulator logam berat. *J Tek Ling* 14:75–82. doi: 10.29122/jtl.v14i2.1424
- Hidayat B (2015). Remediasi tanah tercemar logam berat dengan menggunakan Biochar. *J Pertan Tropik* 2:51–61. doi: 10.32734/jpt.v2i1.2878
- Hidayati N (2005) Fitoremediasi dan potensi tumbuhan hiperakumulator. *Hayati J Biosci* 12:35–40. doi: 10.1016/S1978-3019(16)30321-7
- Hong PKA, Okey RW, Lin SW, Chen TC (1995) Structure-activity relationship of heavy metals extraction from soil by chelating agents. *The Proceeding of the 10th Annual Conference on Hazardous Waste Research 1995. The Great Plains/Rocky Mountain Hazardous Substance Research Center, Kansas*
- Irhamni, Pandia S, Purba E, Hasan W (2017) Kajian akumulator beberapa tumbuhan air dalam menyerap logam berat secara fitoremediasi. *J Serambi Engineering* 1:75–84. doi: 10.32672/jse.v1i2.498
- Isa I, Jahja M, Sakakibara M (2014) Potensi tanaman genjer (*Lamncharis flava*) sebagai akumulator logam Pb dan Cu. *Laporan Penelitian Kerjasama, Universitas Negeri Gorontalo*
- Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN (2014) Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol* 7:60–72. doi: 10.2478/intox-2014-0009
- Jayanthi B, Emenike CU, Agamuthu P,

- Fauziah SH (2017) Potential of *Cordyline* sp plant for remediation of metal-leachate contaminated soil. *Int J Chem Eng Appl* 8:199–202. doi: 10.18178/ijcea.2017.8.3.656
- Karyadi K, Syafrudin S, Soterisnanto D (2011) Akumulasi logam berat timbal (pb) sebagai residu pestisida pada lahan pertanian (studi kasus pada lahan pertanian bawang merah di kecamatan Gemuh, kabupaten Kendal). *J Ilmu Lingkungan* 9:1–9. doi: 10.14710/jil.9.1.1-9
- Komarawidjaja W (2017) Paparan limbah cair industri mengandung logam berat pada lahan sawah di Desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung. *J Tek Lingkungan* 18:173–181. doi: 10.29122/jtl.v18i2.2047
- Lim TK (2015) *Cordyline fruticosa*. In: Edible medicinal and non medicinal plants. Springer, Dordrecht, pp 627–632. doi: 10.1007/978-94-017-9511-1_18
- Malar S, Vikram SS, Favas PjC, Perumal V (2014) Lead heavy metal toxicity induced changes on growth and antioxidative enzymes level in water hyacinths [*Eichhornia crassipes* (Mart.)]. *Bot Stud* 55:54. doi: 10.1186/s40529-014-0054-6
- Muliyadi, M. (2015). Paparan timbal udara terhadap timbal darah, hemoglobin, cystatin C serum pekerja pengecatan mobil. *J Kesehat Masy* 11:87–95. doi: 10.15294/kemas.v11i1.3519
- Muryani E, Mulyanto D, Hernanda RM (2020) Phytoremediation of lead (Pb) polluted soil by *Cordyline fruticosa* and *Ipomea reptans* Poir (case study: Used battery smelting industry at Cinangka Village, Bogor). *AIP Conf Proc* 2245:090011. doi: 10.1063/5.0006932
- Panjaitan BSR (2019) Analisis kandungan timbal (Pb) pada sayuran yang terpapar abu vulkanik gunung Sinabung. *Ber Kedokt Masy* 35:OP3–3. doi: 10.22146/bkm.45141
- PP Nomor 101 (2014) Pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta
- Priadi CR, Anita, Sari PN, Moersidik SS (2014) Adsorpsi logam seng dan timbal pada limbah cair industri keramik oleh limbah tanah liat. *Reaktor* 15:10–19. doi: 10.14710/reaktor.15.1.10-19
- Putri DA, Rosyada A, Arinda DF (2019) Analisis persepsi masyarakat terhadap cemaran timbal dalam kangkung di wpasar tradisional dan modern kota Palembang. *J Berkala Kesehat* 5:23–27. doi: 10.20527/jbk.v5i1.5559
- Samar YS, Mariwy A, Manuhutu JB (2019) Fitoremediasi merkuri (Hg) menggunakan tanaman kacang Kalopo (*Calopogonium mucunoides*). *Sci Map J* 1:93–98. doi: 10.30598/jmsvol1issue2pp93-98
- Sari NEP, Nurlala N, Wardoyo SE (2019) Fitoremediasi tanah tercemar logam berat Cd dengan menggunakan tanaman hanjuang (*Cordyline fruticosa*). *J Sains Natural* 9:57–65. doi: 10.31938/jsn.v9i2.230
- Sumiahadi A, Acar R (2018) A review of phytoremediation technology: Heavy metals uptake by plants. The 4th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment (4th ICSAE) 10–12 August 2017, Surakarta, Indonesia. *IOP Conf Series: Earth Environ Sci* 142:012023. doi: 10.1088/1755-1315/142/1/012023
- Ulimma R, Apriani I, Siahaan S (2016) Potensi tanaman hias dalam meremediasi tanah tercemar logam merkuri (Hg) (Studi kasus: *Tailing mandor*). *J Tek Ling Lahan Basah* 4:1–10. doi: 10.26418/jtlb.v4i1.13573
- Vigiyanti KA, Chamisijatn L, Susetyarini RE (2017) Pengaruh umur tanaman terhadap penyerapan logam Pb pada *Azolla microphylla* dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi. Pp. 304–307. *Pros Semin Nas III tahun 2017*, 29 April 2017, Universitas Muhammadiyah, Malang
- Widyastuti T (2018) Teknologi Budidaya Tanaman Hias Agribisnis. CV Mine, Yogyakarta
- Yongsheng W, Qihui L, Qian T (2011) Effect of Pb on growth, accumulation and quality component of tea plant. *Procedia Eng* 18:214–219. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.034