

**Kemampuan Tanaman Hias Bunga *Impatiens balsamina* L. dan
Mirabilis jalapa L. dalam Fitoremediasi Tanah Tercemar
Logam Kadmium (Cd)**

Juhriah^{1*}, Nur Fadila La Ganirun¹, Elis Tambaru¹

¹*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin*

**E-mail: juhriah@gmail.com*

Abstract

*This study aims to determine the content of cadmium (Cd) in contaminated soil at the Tamangapa Antang Final Disposal Site (FDS), Makassar and to know the content of 2 types of ornamental plants in accumulating heavy metal cadmium (Cd). The research was conducted by analyzing the content of the cadmium (Cd) in polluted soil taken from the FDS Tamangapa Antang landfill, Makassar. The soil was used as a planting medium for 2 types of ornamental plants in a planter bag consisting of 3 plants for each type of ornamental plant. Observation of the growth of plant species was carried out for 12 weeks. The observed parameters consist of plant height, stem diameter, number of leaves, length and width of leaves, biomass, metal removal and metal absorption efficiency. The results showed that the content of the cadmium (Cd) for the initial analysis of landfill soil had exceeded the park limit value of 0.53 µg/g. After using phytoremediation using *Impatiens balsamina* L. and *Mirabilis jalapa* L., both types of plants showed very good growth. Plant harvesting was done at 12 MST. The results of the final analysis of the cadmium (Cd) content in *Impatiens balsamina* planting medium soil was 0.1841 µg/g, while in plants it was 0.1306 µg/g. In the *Mirabilis jalapa* planting medium was 0.2061 µg/g, while in plants it was 0.1694 µg/g. The result of the analysis of biomass on flowering *Impatiens balsamina* L. and *Mirabilis jalapa* L. were 13.09% and 27.84%, metal removal was 34.73% and 38.88% and cadmium absorption efficiency was 24.64% dan 31.96%. The This shows that *Impatiens balsamina* and *Mirabilis jalapa* are able to accumulate the heavy metal cadmium in polluted soil.*

Keywords: *cadmium (cd), heavy metal, phytoremediation, soil.*

PENDAHULUAN

Masalah pencemaran lingkungan pada era industrialisasi saat ini banyak mendapat perhatian serius, terutama pencemaran oleh logam berat. Limbah logam berat akibat aktivitas manusia tersebut yang dibuang pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dapat menyebabkan pencemaran tanah. Menurut Srisena & Wawan (2021), pencemaran tanah logam berat di area Tempat Pembuangan Akhir

(TPA) sampah merupakan masalah yang telah banyak dijumpai pada beberapa lokasi di belahan dunia. Pencemaran tanah oleh logam berat mempunyai karakteristik yang tidak sama dengan pencemaran oleh bahan organik di mana logam berat tidak dapat terbiodegradasi di dalam tanah dengan cepat dan bisa bertahan di dalam tanah dalam waktu yang sangat lama. Salah satu logam berat yang dapat dijumpai pada TPA ialah kandungan logam kadmium (Cd) yang sangat sulit terurai di lingkungan (Hindratmo, dkk., 2019). Keberadaan logam berat dalam tanah dapat masuk ke dalam rantai makanan melalui tumbuhan serta dapat menjadi masalah serius jika tanaman tersebut dikonsumsi oleh hewan dan manusia (Alloway, 2013). Menurut Patandungan (2014), timbunan sampah pada TPA Antang Makassar sebagian besar sulit atau tidak dapat diuraikan oleh mikroba dalam tanah. Beberapa jenis sampah yang mengandung logam Cd seperti plastik, kaleng-kaleng dan berbagai logam-logam yang tidak dapat terurai oleh mikroba tanah. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2004), nilai ambang batas logam berat kadmium (Cd) dalam tanah yaitu 0.01 µg/g. Oleh karena itu, perlu dilakukan bioremediasi yang efektif untuk menanggulangi pencemaran tersebut, salah satunya ialah dengan fitoremediasi.

Fitoremediasi merupakan upaya penggunaan tumbuhan dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan. Fitoremediasi dianggap sebagai suatu teknologi inovatif, efektif dan ramah lingkungan dalam menanggulangi pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan fitoremediasi dapat memberikan remediasi secara permanen pada daerah tercemar. Tumbuhan yang mampu mengakumulasi logam berat pada daerah tercemar disebut sebagai tumbuhan hiperakumulator (Juhriah & Mir A., 2016). Menurut Hapsari & Lestari (2017), tanaman yang digunakan sebagai agen fitoremediasi harus tumbuh secara lokal, memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap kontaminan tinggi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa tumbuhan bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L. dan bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. mampu mengakumulasi logam berat pada daerah tercemar secara efektif. Selain itu juga, tumbuhan-tumbuhan tersebut menghasilkan bunga yang sangat indah, sehingga disamping meremediasi pencemaran logam berat, juga dapat menambah estetika pada daerah tercemar.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan ialah bibit bunga pacar air *Impatiens balsamina*, bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L., berbagai bahan kimia untuk analisis logam Cd, tanah dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah di Tamangapa Antang, Makassar. *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS) alat untuk mengukur kandungan logam pada tanah dan tanaman.

Prosedur Kerja

Analisis kandungan Cd pada tanah dilakukan sebelum penelitian sebagai media tanam bagi 2 jenis tanaman hias bunga. Sampel tanah diambil dari tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Tamangapa Antang, Makassar dibersihkan terlebih dahulu dari batuan dan akar tanaman yang ada dan dihomogenkan lalu diambil sampel untuk analisis di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK). Preparasi sampel tanah dilakukan dengan cara dimasukkan ke dalam cawan petri lalu di oven untuk proses pengeringan. Sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam mortar lalu digerus kemudian disaring dan ditimbang sebanyak 10 g. Sampel tanah dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 20 mL aquades lalu ditambahkan HNO₃ kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate*. Sampel kemudian ditambahkan HClO₄ dan dipanaskan kembali lalu diencerkan menggunakan 50 mL aquades dan disaring menggunakan corong dan kertas saring kemudian pengukuran dilakukan dengan alat ICP-MS.

Pelaksanaan penelitian fitoremediasi dilakukan dengan cara tanah yang telah dianalisis kandungan logam Cd nya, dimasukkan ke dalam *planter bag* sebanyak 5 kg. Benih 2 jenis tanaman

hias yaitu bunga *Impatiens balsamina* L. dan *Mirabilis jalapa* L. disemaikan, setelah bibit bunga berumur 4 minggu (bibit memiliki 5 daun) dipilih tanaman dengan penampilan fenotip hampir sama (akar, batang dan daunnya) kemudian ditanam di dalam *planterbag* masing-masing 3 individu tanaman, dilakukan penyiraman, pemeliharaan dan pengamatan. Parameter yang diamati antara lain: tinggi tanaman, jumlah daun, panjang dan lebar daun, diameter batang. Presentase Biomassa dihitung pada akhir penelitian (pada umur tanaman 12 MST) dengan menggunakan rumus rumus yang mengacu pada metode SNI 13-6793-2002 yaitu:

$$\text{Biomassa (\%)} = \frac{\text{Berat kering (g)}}{\text{Berat basah (g)}} \times 100$$

Untuk mengetahui efisiensi penyisihan oleh tanaman ditentukan dengan persamaan menurut Hardiani (2008):

$$\text{Penyisihan Cd (\%)} = \frac{\text{Logam kadmium (Cd) akhir}}{\text{Logam Cd awal tanah}} \times 100$$

Untuk mengetahui persen efisiensi penyerapan oleh tanaman digunakan persamaan yang mengacu pada Haryati, dkk., (2013) yaitu:

$$\text{Efisiensi penyerapan Cd (\%)} = \frac{\text{Logam tanaman}}{\text{Logam Cd awal tanah}} \times 100$$

Analisis kandungan kadmium (Cd) dalam tanaman diukur pada akhir penelitian setelah tanaman berumur 12 minggu dari masa tanam dicabut kemudian dikeringkan, setelah itu dipotong-potong kecil lalu ditimbang sampel tanaman sebanyak 0.3 g dan ditambahkan HNO₃ sebanyak 10 mL lalu dipanaskan. Sampel tanaman kemudian ditambahkan 50 mL aquades dan disaring menggunakan corong dan kertas saring. Sampel tanaman kemudian dianalisis menggunakan ICP-MS. Analisis kandungan Cd dalam tanah pada akhir penelitian dilakukan dengan cara media tanam diaduk dan dihomogenkan lalu dicuplik satu sampel tanah untuk dilakukan analisis akhir dengan cara dimasukkan ke dalam mortar lalu digerus hingga halus. Sampel tanah kemudian disaring untuk memperoleh partikel yang lebih halus dan dikalibrasi timbangan lalu ditimbang sampel tanah sebanyak 0.2 g setelah itu ditambahkan HNO₃ sebanyak 10 mL pada sampel tanah lalu dipanaskan menggunakan *waterbath*. Sampel tanah kemudian ditambahkan HClO₄ dan dipanaskan kembali lalu ditambahkan 50 mL aquades, kemudian disaring menggunakan corong dan kertas saring. Sampel tanah kemudian dianalisis menggunakan ICP-MS dengan cara sampel hasil saringan disambungkan dengan selang yang menghubungkannya dengan alat ICP-MS untuk pembacaan data kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$\sum \text{hasil} = \frac{\sum \text{hasil alat} - \sum \text{balanko } (\mu\text{g/mL}) \times \text{Volume akhir sampel (mL)}}{1000 \cdot \text{g sampel}}$$

Analisis Data

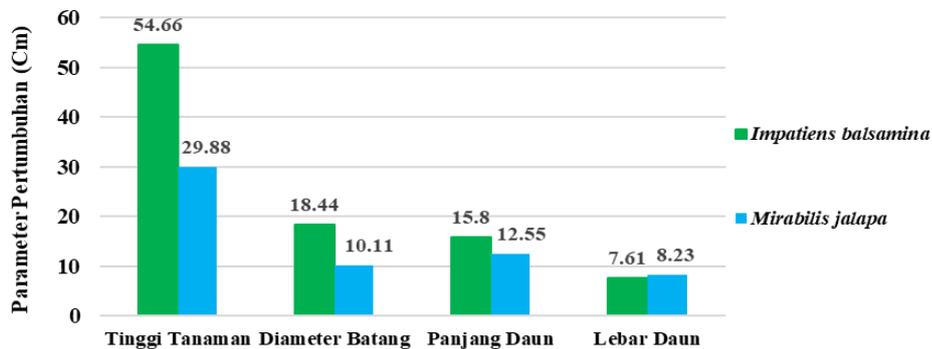
Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif, kandungan logam disajikan dalam bentuk Histogram dan tabel. Data parameter pertumbuhan setiap jenis tanaman hias bunga dalam bentuk histogram digunakan untuk menjelaskan kemampuan tanaman dalam mereduksi Cd pada tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Awal Kandungan Logam Berat dalam Tanah

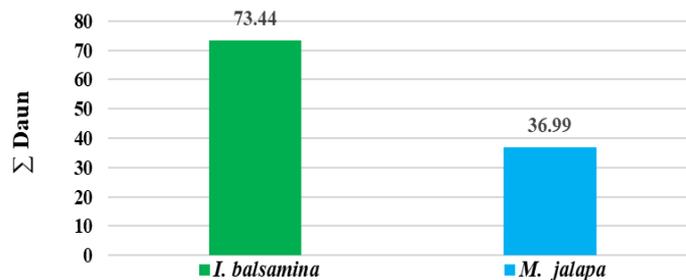
Analisis awal kandungan logam berat kadmium (Cd) dalam tanah sebesar 0.53 µg/g, hal ini menunjukkan tanah telah tercemar logam kadmium (Cd) karena telah melewati nilai ambang batas. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2004), nilai ambang batas logam berat kadmium (Cd) dalam tanah yaitu 0.01 µg/g. Sampel tanah yang diambil dari timbunan sampah pada TPA Antang Makassar sebagian besar sulit atau tidak dapat diuraikan oleh mikroba dalam tanah. Beberapa jenis sampah yang mengandung logam Cd seperti kaleng-kaleng dan berbagai logam-logam masuk ke dalam tanah sehingga tidak dapat terurai oleh mikroba tanah (Patandangan, 2014).

Pengamatan Pertumbuhan Tanaman



Gambar 1. Histogram Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Panjang Daun dan Lebar Daun.

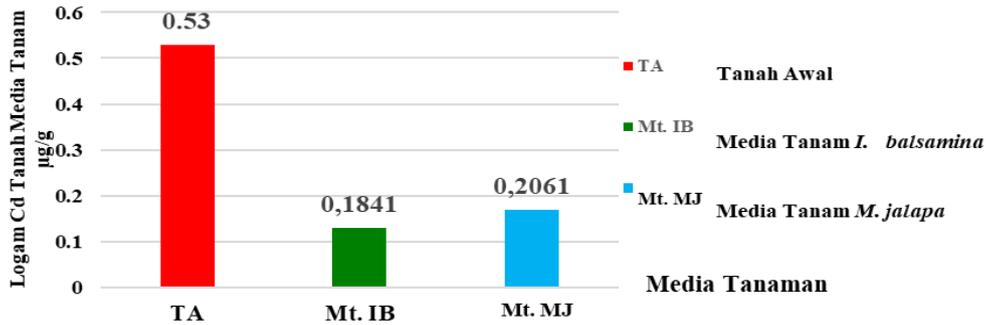
Gambar 1 menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman bunga *Impatiens balsamina* L. lebih tinggi dibandingkan dengan bunga *Mirabilis jalapa* L. walaupun demikian kedua jenis tanaman hias bunga ini mampu tumbuh dengan baik karena memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi. Menurut Hapsari & Lestari (2017), tanaman yang digunakan sebagai agen fitoremediasi harus tumbuh secara lokal, memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap kontaminan tinggi. Pertumbuhan diameter batang bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. mengalami penambahan yang cukup besar dibandingkan bunga pukul empat *Mirabilis Jalapa* L. Pengukuran panjang daun bunga *Impatiens balsamina* L. memiliki ukuran daun yang lebih panjang dibandingkan dengan tanaman bunga *Mirabilis jalapa* L., secara morfologi, tanaman bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. memiliki ukuran daun yang panjang. Pengukuran lebar daun pada masing-masing tanaman menunjukkan bahwa tanaman bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L. mengalami penambahan lebar daun yang sedikit lebih lebar dibandingkan dengan bunga pacar air *Impatiens balsamina* L karena secara morfologi tanaman bunga pukul empat memiliki ukuran daun yang lebih lebar dibandingkan dengan *Impatiens balsamina* L. Pengukuran jumlah daun disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Histogram Jumlah Daun.

Pengukuran jumlah daun bunga *Impatiens balsamina* L. lebih banyak dibandingkan dengan bunga *Mirabilis jalapa* L. Kedua jenis tanaman hias bunga ini setiap minggu mengalami pertambahan jumlah daun karena setiap minggu tanaman juga mengalami pertambahan jumlah tinggi maupun diameter batang sehingga semakin tinggi tanaman akan diikuti juga dengan pertambahan jumlah daun dengan adanya bahan organik. Hal ini karena bahan organik membantu menyediakan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan (Siahaan, dkk., 2014).

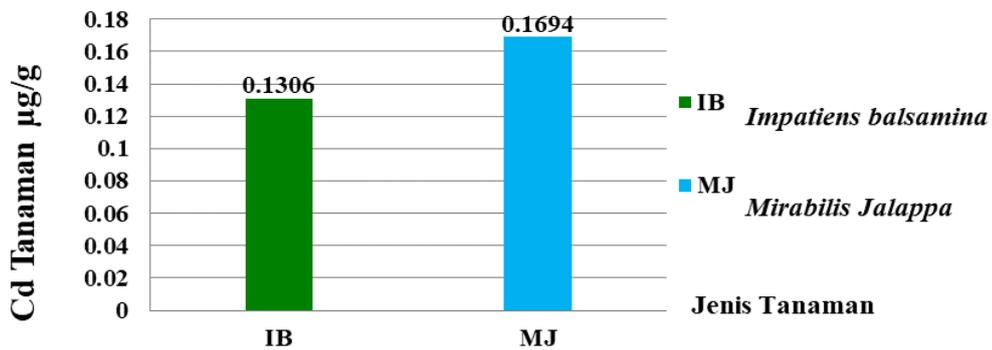
Analisis Akhir Kandungan Logam Berat dalam Tanah



Gambar 3. Histogram Kandungan Logam Kadmium(Cd) pada Tanah Media Tanam.

Gambar 3 menunjukkan hasil analisis akhir kandungan kadmium (Cd) pada tanah media tanam bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. dan bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L. mampu menurunkan kadar logam berat kadmium (Cd) pada tanah yaitu sebesar 0.1841 µg/g, dan 0.2061 µg/g. Mekanisme tanaman dalam mengakumulasi logam berat dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung jenis tanaman yaitu melalui fitoekstraksi dan fitokelatin. Fitoekstraksi adalah salah satu bentuk fitoremediasi dimana tanaman melalui akar tanaman menyerap pencemar (logam berat) dari larutan tanah dan diakumulasi di batang dan daun (bagian tanaman yang dapat dipanen) (Suharjo, dkk., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa kelima jenis tanaman hias bunga tersebut merupakan tanaman hiperakumulator yang efektif untuk fitoremediasi tanah tercemar logam kadmium (Cd).

Analisis Kandungan Logam Berat pada Tanaman



Gambar 4. Histogram Kandungan Logam Kadmium (Cd) Pada Tanaman.

Gambar 4 menunjukkan hasil kandungan logam berat kadmium (Cd) pada tanaman bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. yaitu sebesar 0.1306 µg/g, sedangkan pada tanaman bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L. sebesar 0.1694 µg/g. Tanaman yang memiliki kemampuan untuk menyerap

logam berat dalam jumlah yang lebih banyak disebut tanaman hiperakumulator. Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan meliputi penyerapan logam berat oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, serta lokalisasi logam berat pada bagian sel tertentu. Dalam menyerap logam berat, tumbuhan membentuk enzim reduktase pada membran akar yang berfungsi mereduksi logam. Dari akar kemudian logam berat diangkut melalui jaringan pengangkut (xilem dan floem) ke bagian lain tumbuhan. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh molekul khelat (molekul pengikat). Selanjutnya, logam berat diakumulasi di seluruh bagian tanaman terutama pada akar, batang, dan daun (Hapsari dan Lestari, 2017). Hasil analisis Biomassa tanaman, prosentase penyisihan logam Cd dan prosentase efisiensi penyerapan logam Cd disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Biomassa Tanaman, Penyisihan Logam Cd dan Efisiensi Penyerapan Logam Cd

% Biomassa Tanaman				
No.	Tanaman	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	(%) Biomassa
1	<i>Impatiens balsamina</i> (Ib)	168,0000	22,0000	13,0952
2	<i>Mirabilis jalappa</i> (Mj)	73,0000	20,3333	27,8539
% Penyisihan Cd				
No.	Tanaman	Cons awal tanah (µg/g)	Cons akhir (µg/g)	(%) Penyisihan logam Cd
1	<i>Impatiens balsamina</i> (Ib)	0,5300	0,1841	34,7358
2	<i>Mirabilis jalappa</i> (Mj)	0,5300	0,2061	38,8868
% Efisiensi Penyerapan logam Cd				
No	Tanaman	Logam tanaman (µg/g)	Logam tanah (µg/g)	(%)Efisiensi Penyerapan logam Cd
1	<i>Impatiens balsamina</i> (Ib)	0,1306	0,5300	24,6415
2	<i>Mirabilis jalappa</i> (Mj)	0,1694	0,5300	31,9623

Tabel 1 menunjukkan biomassa tanaman, penyisihan logam Cd dan efisiensi penyerapan logam Cd pada tanaman hias bunga. Biomassa pada tanaman bunga *Mirabilis jalapa* L. lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman bunga *Impatiens balsamina* L., secara berturut-turut sebesar 27.8539% dan 13.0952%. Menurut Juhriah & Mir (2016), batas kadar logam yang terdapat di dalam biomassa agar suatu tumbuhan dapat disebut hiperakumulator berbeda-beda bergantung pada jenis logamnya. Untuk kadmium, kadar setinggi 0.01% (100 mg/kg BK) dianggap sebagai batas hiperakumulator. Sedangkan batas bagi kobalt, tembaga dan timbal adalah 0.1% (1,000 mg/kg BK) dan untuk seng dan mangan adalah 1% (10,000 mg/kg BK).

Penyisihan logam kadmium (Cd) berdasarkan tabel 1 pada tanaman bunga *Mirabilis jalapa* L. sebesar 38.8868% dan bunga *Impatiens balsamina* L. sebesar 34.7358%. hiperakumulasi merupakan kombinasi dari aspek adsorpsi, pengangkutan dan translokasi yang membutuhkan penampung yang besar (bagian penyimpanan/jaringan) untuk menyimpan pencemar/logam berat. Akar tanaman menyerap logam berat bersamaan dengan hara yang lain, diangkut melalui jaringan xilem dan floem kemudian diakumulasi pada bagian yang dapat dipanen. Tidak semua jenis tanaman penyerap kontaminan dapat dikatakan sebagai tanaman hiperakumulator. Ciri-ciri tanaman hiperakumulator diantaranya memiliki ketahanan terhadap logam berat, siklus hidup

pendek, distribusi luas serta memiliki biomasa tunas yang besar dan faktor translokasi >1 . Beberapa jenis tanaman hias dan tanaman air berpotensi sebagai tanaman hiperakumulator yang digunakan dalam fitoremediasi. Penyerapan zat kontaminan khususnya logam berat terjadi pada tanaman hiperakumulator melalui mekanisme yang berbeda sesuai dengan jenis tanaman (Mazumdar & Das, 2015).

Efisiensi penyerapan logam kadmium pada bunga *Impatiens balsamina* L. sebesar 24.6415% dan bunga *Mirabilis jalapa* L. sebesar 31.9623%. Urutan pengambilan logam berat ke dalam symplasma akar dan pergerakan ke xylem mencakup 3 tahapan : penahanan logam berat dalam sel akar, pengangkutan symplastik ke stele dan terakhir dilepas ke xylem yang dimediasi oleh membran pengangkutan protein. Dalam pengangkutan dan translokasi logam berat, fitokelatin memainkan peran penting karena merupakan bentuk adaptasi tumbuhan terhadap cekaman logam berat di lingkungannya. Fitokelatin adalah kelompok protein yang memiliki asam amino sistein, glisin, dan asam glutamat yang menginduksi tanaman jika tanaman mengalami cekaman logam berat. Senyawa ini mengikat ion logam dan membawanya ke vakuola dimana logam berat tidak lebih lama menjadi toksik (Suharjo, dkk., 2022).

KESIMPULAN

Tanah pada lahan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Tamangapa, Antang, Makassar telah tercemar logam berat kadmium (Cd) karena telah melewati nilai ambang batas pada sedimen tanah yaitu sebesar 0.53 $\mu\text{g/g}$. Tanaman bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. dan bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L menunjukkan pertumbuhan yang sangat baik pada media tanam tanah tercemar logam berat kadmium (Cd). Kandungan kadmium (Cd) pada tanah media tanam bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. yaitu 0.1841 $\mu\text{g/g}$, sedangkan pada tanaman sebesar 0.1306 $\mu\text{g/g}$. Kandungan kadmium (Cd) pada tanah media tanam bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L. sebesar 0.2061 $\mu\text{g/g}$, sedangkan pada tanaman 0.1694 $\mu\text{g/g}$. Biomassa pada tanaman bunga *Impatiens balsamina* L. dan *Mirabilis jalapa* L. secara berturut-turut yakni sebesar 13.09% dan 27.84%, penyisihan logam sebesar 34.73% dan 38.88%, serta efisiensi penyerapan logam kadmium sebesar 24.64% dan 31.96%, hal ini menunjukkan bahwa tanaman bunga pacar air *Impatiens balsamina* L. dan bunga pukul empat *Mirabilis jalapa* L. mampu mengakumulasi logam berat kadmium pada tanah tercemar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Penelitian Dosen Penasehat Akademik Universitas Hasanuddin tahun anggaran 2022 dengan surat perjanjian kontrak nomor: 1476/UN4.22/PT.01.03/2022. Tim penulis menghaturkan terima kasih atas kerja samanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. J., 2013. *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability*. Environmental Pollution. Vol 22. 3rd Edition. Netherland Springer.
- Hardiani, H., 2008. *Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah B3 dari Proses Deinkin Industri Kertas Secara Fitoremediasi*. Jurnal Riset Industri. 2(2): 64-75.
- Haryati, M., Purnomo, T., dan Kuntjoro, S., 2013. *Kemampuan Tanaman Genjer (Limnocharis Flava) (L.Buch) Menyerap Logam Berat timbal Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan yang Berbeda*. Jurnal Lentera Bio. 1(3): 131-138.
- Hapsari, R. I., dan Lestari S. U., 2017. *Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tanah yang Tercemar dengan Tanaman Biduri Caloptropis gigaantea dan Rumput Gajah Panicum maximum*. Jurnal Hijau Cendekia. 2(1): 9-14.

- Hindratmo, B., Edy, J., Siti, M., Ridwan, F., Muhammad, Y. H., dan Ramadhanu, 2019. *Kemampuan 11 (Sebelas) Jenis Tanaman dalam Menyerap Logam Berat Timbal (Pb)*. Ecolab. 13(1): 1-60.
- Juhriah dan Mir, A., 2016. *Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) pada Tanah dengan Tanaman Celosia plumosa (Voss) Burv.* Jurnal Biologi Makassar (*Bioma*). 1(1): 1-18.
- Mazumdar, K., and Das, S., 2015. *Phytoremediation of Pb, Zn, Fe, and Mg with 25 Wetland Plant Species From A Paper Mill Contaminated Site in North East India*. Environ Sci Pollut Res. 22(4): 701-710.
- Patandungan, A., 2014. *Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi Vetiver zizanioides Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar*. Skripsi. Fakultas SAINS dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- Siahaan, B.C.S.R., Utami dan Handayanto, E., 2014. *Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg) Limbah Tailing Tambang Emas menggunakan Lindernia crustaceae, Digitaria radicata dan Cyperus rotundus serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung*. Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan. 1(2): 38-48.
- Srisena, K.E.P. dan Wawan, B., 2021. *Fitoremediasi Tanah Tercemar Pb dan Zn di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan, Yogyakarta*. KURVATEK. 6(1): 23-30.
- Suharjo, M.H., Rika, E., dan Nurkhamim, 2022. *Cekaman Logam Berat Cromium Terhadap Tanaman*. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL. 10(1): 8-16.