

PENGARUH PENAMBAHAN PUPUK ORGANIK TERHADAP PENYERAPAN LOGAM TIMBAL (PB) OLEH TANAMAN LIDAH MERTUA (*SANSEVIERIA TRIFASCIATA*)

Lifia M. Wiyono¹, Nazudin¹, J. B. Manuhutu^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura

*julita.manuhutu@gmail.com

Received: 16 May 2022 / Accepted: 30 May 2022 / Published: 30 July 2022

ABSTRACT

Phytoremediation is the use of plants for cleaning contaminated soil, sediment, or water. The plant used was *Sansevieria trifasciata*. In this research, organic fertilizers were used to accelerate the absorption process of heavy metals into plant tissues so that the heavy metal content in the soil could be reduced. This research aims to determine the Pb concentration absorbed by *S. trifasciata*, the effect of adding organic fertilizers on the absorption of Pb by *S. trifasciata*, and the value of BCF and TF. This research was conducted by adding 60 gr and 80 gr of chicken manure on planted soil by *S. trifasciata* for one week. After which, 400 ppm lead (Pb) was poured and left for 31 days, then analyzed using atomic absorption spectroscopy (AAS). Based on the research results, the Pb levels in the roots and leaves P1 were 49.83 ppm and 3.81 ppm; in the roots and leaves P2 were 69.76 ppm and 10.69 ppm; while in the roots and leaves P3 were 206.92 ppm and 8.33 ppm. The effect of adding organic fertilizers is that it can increase the absorption of Pb from the soil to plants. The values of BCF and TF are, respectively, for P1: 0.89 and 0.08; P2: 1.56 and 0.15 and P3: 4.18 and 0.04.

Keywords: *Phytoremediation, Organic Fertilizer, Metal Lead, Sansevieria trifasciata*

ABSTRAK

Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman untuk pembersihan tanah yang terkontaminasi, sedimen, atau air. Tanaman yang digunakan adalah *Sansevieria trifasciata*. Dalam penelitian ini, digunakan pupuk organik untuk mempercepat proses penyerapan logam berat ke jaringan tanaman sehingga kandungan logam berat dalam tanah dapat berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi Pb yang diserap oleh *S. trifasciata*, pengaruh penambahan pupuk organik terhadap penyerapan Pb oleh *S. trifasciata*, dan nilai BCF dan TF. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan 60 gr dan 80 gr pupuk kandang kotoran ayam pada tanah yang telah di tanami *S. trifasciata* selama 1 minggu setelah itu disirami larutan timbal 400 ppm dan dibiarkan selama 31 hari. Kemudian dianalisis menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar Pb pada akar dan daun P1 yaitu 49,83 ppm dan 3,81 ppm; pada akar dan daun P2 yaitu 69,76 ppm dan 10,69 ppm; sedangkan pada akar dan daun P3 yaitu 206,92 ppm dan 8,33 ppm. Pengaruh dari penambahan pupuk organik yaitu dapat meningkatkan penyerapan Pb dari tanah ke tanaman. Nilai BCF dan TF berturut-turut adalah pada P1 : 0,89 dan 0,08; P2 : 1,56 dan 0,15 dan P3 : 4,18 dan 0,04.

Kata Kunci : *Fitoremediasi, Pupuk Organik, Logam Timbal, Sansevieria Trifasciata*

PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas hidup manusia untuk mendapatkan kenyamanan dan kesejahteraan hidup yang baik mengakibatkan meningkatnya aktivitas manusia dalam bidang industri dan penambangan

yang banyak menghasilkan logam berat. Suatu lingkungan dikatakan tercemar oleh logam berat apabila kandungan logam berat pada lingkungan atau ekosistem tersebut telah melebihi nilai baku mutu lingkungan yang ditetapkan untuk kandungan logam berat (Sanadi ddk., 2018). Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang bersifat toksik. Pb ditemukan di berbagai media lingkungan seperti udara, air, debu dan tanah (Asterina, 2014). Pb jarang ditemukan di alam dalam keadaan bebas melainkan dalam bentuk senyawa dengan molekul lain, misalnya dalam bentuk $PbBr_2$ dan $PbCl_2$ (Gusnita, 2012).

Logam Pb yang mencemari udara terdapat dalam dua bentuk, yaitu dalam bentuk gas dan partikel-partikel. Gas Pb terutama berasal dari pembakaran bahan aditif bensin dari kendaraan bermotor yang terdiri dari tetraetil Pb dan tetrametil Pb. Partikel-partikel Pb diudara berasal dari sumber-sumber lain seperti pabrik-pabrik alkil Pb dan Pb-Oksida, pembakaran arang dan sebagainya. Polusi Pb yang terbesar berasal dari pembakaran bensin, dimana dihasilkan berbagai komponen Pb terutama $PbBrCl$ dan $PbBrCl.2PbO$ (Fardiaz, 1992). Udara yang tercemar dengan partikel dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimianya (Suksmerri, 2008). Menurut Palar (1994), konsentrasi Pb yang tinggi diudara dapat mengganggu pembentukan sel darah merah yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan lainnya seperti anemia, kerusakan ginjal.

Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan penanganan limbah logam berat pada lahan tercemar secara fisik atau kimia. Salah satunya adalah tindakan remediasi karena mudah, murah dan efisien. Metode remediasi yang dapat digunakan adalah fitoremediasi (Ludang dkk., 2008 dalam Sopyan, 2014). Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman hijau untuk pembersihan tanah yang terkontaminasi, sedimen, atau air. Tanaman yang dapat digunakan dalam fitoremediasi dan mempunyai kemampuan tinggi dalam menyerap logam berat dinamakan tanaman hiperakumulator (Nurfitri, 2010). Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai tanaman hiperakumulator adalah tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*).

Ratnawati (2018) melaporkan bahwa, *S. trifasciata* mampu meremediasi Pb sebesar 70,50% dan tanaman jengger ayam sebesar 59,63%. Selain itu ulimma, (2015) menjelaskan juga bahwa *S. trifasciata* mampu menyerap logam merkuri (Hg) sebesar 46,72% dengan konsentrasi 0,548 mg/kg dan pada media campuran sebesar 57,36% dengan konsentrasi 0,378 mg/kg. Penelitian-penelitian diatas, menunjukkan bahwa *S. trifasciata* merupakan tanaman hiperakumulator karena mampu menyerap lebih dari satu logam berat.

Selain itu, untuk mengurangi kadar logam berat juga dapat dilakukan dengan penambahan pupuk organik. Keberadaan pupuk organik dalam tanah selain dimanfaatkan oleh organisme sebagai sumber energinya, juga dapat bereaksi dengan logam berat membentuk senyawa kompleks sehingga dapat mengurangi sifat racun logam berat (Hayati, 2010). Salah satu pupuk organik yaitu pupuk kandang.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui "Pengaruh Penambahan Pupuk Organik Terhadap Penyerapan Logam Timbal (Pb) Oleh Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan dari tanggal 4 Desember 2020 – 17 Februari 2021. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Polibag, $Pb(NO_3)_2$, Pupuk kandang kotoran ayam, Aquades, *S. trifasciata*, Asam nitrat (HNO_3) p.a, Kertas saring, Tanah, Asam perklorat ($HClO_4$) p.a. Preparasi sampel dan Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM Yogyakarta.

Prosedur Kerja

1. **Penyiapan Media Tanam**

Penyiapan media tanam yaitu sampel tanah yang diambil, dimasukan 2 kg tanah ke masing-masing wadah Polibag dan diberi nomor 1,2, dan 3. Ditambahkan pupuk kandang kotoran ayam pada polibag 2 dan 3. Setelah itu dibiarkan selama 1 minggu. Kemudian disirami dengan 100 mL larutan timbal 400 ppm. Untuk polibag nomor 1 tidak diberi pupuk kotoran ayam, sedangkan untuk polibag 2 dan 3 diberi pupuk kotoran ayam dengan variasi 60 g dan 80 g (Ratnawati, 2018).

2. **Penanaman, Pemeliharaan dan Pemanenan *S. trifasciata***

Penanaman, pemeliharaan dan pemanenan *S. trifasciata* yaitu ditanam tanaman lidah mertua yang berumur 3-5 bulan dengan tinggi 30-50 cm pada 3 polibag yang telah tersedia. Selanjutnya tanaman dipelihara dengan cara menyiram tanaman. Tanaman lidah mertua dipanen secara serempak pada umur 4 minggu setelah tanam (Ratnawati, 2018).

3. **Analisis Tanah sebelum dan sesudah ditambah Pb**

Tanah yang sudah digerus ditimbang sebanyak 3 g, dimasukkan kedalam erlenmeyer 100 mL, ditambahkan 15 ml HNO₃ dan 5 ml HClO₄, di panaskan hingga larut dan mendekati kering. Kemudian tambahkan 10 ml air suling. Disaring dilabu 25 ml, ditambahkan air suling hingga tanda. Kemudian filtrat diukur dengan SSA (LPPT UGM Yogyakarta).

4. **Analisis Sampel *S. trifasciata***

Akar dan daun tanaman lidah mertua yang sudah yang sudah digerus ditimbang sebanyak 3 g, dimasukkan kedalam erlenmeyer 100 mL, ditambahkan 15 ml HNO₃ dan 5 ml HClO₄, di panaskan hingga larut dan mendekati kering. Kemudian tambahkan 10 ml air suling. Disaring dilabu 25 ml, ditambahkan air suling hingga tanda. Kemudian filtrat diukur dengan SSA (LPPT UGM Yogyakarta).

HASIL PENELITIAN

A. **Gambaran umum penelitian**

Penelitian tentang fitoremediasi terhadap tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) dilakukan secara *ex-citu*, artinya kondisi lingkungan dalam penelitian ini dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai kondisi lingkungan yang sebenarnya. *S. trifasciata* yang digunakan dalam penelitian ini tingginya berkisar antara 30-50 cm dan Tanah yang digunakan dari daerah Lathuhalat kota Ambon. Tanah yang digunakan dianalisis kandungan awal Pb untuk mengetahui kandungan Pb pada tanah sebelum dilakukan fitoremediasi, karena mengingat secara alamiah Pb terdapat dalam tanah. Selain itu, keberadaan Pb di lingkungan juga dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia. Berdasarkan hasil analisis diketahui konsentrasi awal Pb pada tanah adalah 60,35 ppm. Konsentrasi Pb yang tinggi ini disebabkan karena tanah yang di gunakan diambil dari daerah dekat tempat sampah.

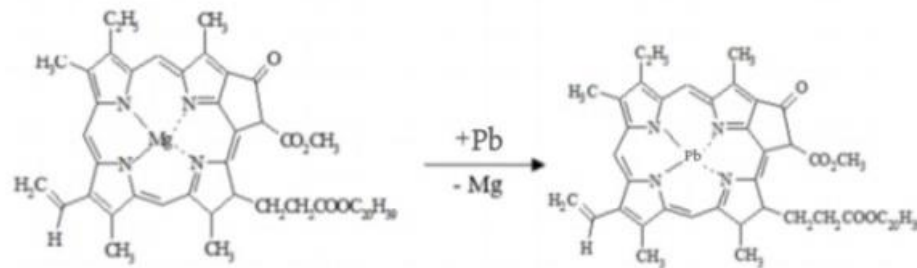
Tahap awal dari penelitian ini yaitu, tanaman lidah mertua ditanam pada 3 *polyetlyen bag* yang berbeda. Untuk *polyetlyen bag* 1 tidak diberi pupuk kandang kotoran ayam, sedangkan untuk *polyetlyen bag* 2 dan 3 diberi pupuk kandang dengan variasi berat yang berbeda. Pada minggu pertama tanaman diaklimatisasi. Menurut Ratnawati (2018) aklimatisasi bertujuan agar tanaman uji dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan media tanamnya sehingga dapat bertahan hidup sampai akhir penelitian. Setelah 1 minggu ternyata tanaman yang akan di uji tetap subur dan dapat digunakan untuk proses fitoremediasi. Selanjutnya pada minggu kedua diberikan perlakuan berupa penambahan pupuk kandang sebanyak 60 gr dan 80 gr pada *polyetlyen bag* 2 dan 3. Penambahan pupuk kandang bertujuan untuk membentuk kompleks sehingga dapat mengurangi sifat racun

logam berat. Konsentrasi Pb dalam pupuk kandang yang digunakan yaitu 2,24 ppm. Pada minggu ketiga masing-masing *polyetylen bag* disiram dengan larutan timbal 400 ppm sebanyak 100 ml. Dipanen setelah 31 hari.

B. Proses Fitoremediasi *S. trifasciata*

Fitoremediasi dilakukan di dalam media tanam selama 31 hari. Selama proses fitoremediasi berlangsung dapat diperhatikan bahwa *S. trifasciata* mengalami perubahan fisik setelah berada pada kondisi tanah tercemar timbal dengan penambahan pupuk kandang. Tanaman pada *polyetylen bag* 1,2 dan 3 dapat tumbuh dengan baik dan subur. Hal ini diamati melalui ciri-ciri fisik tanaman, diantaranya tumbuhnya tunas baru pada *polyetylen bag* 2 dan 3. Ciri-ciri fisiologis ini menunjukkan bahwa *S. trifasciata* mampu beradaptasi dengan kondisi tanah tercemar logam timbal. Pertumbuhan tanaman selama proses fitoremediasi dapat dilihat pada lampiran 1.

Perubahan lain yang dapat dilihat juga yaitu perubahan warna daun dari hijau ke kuning pada *polyetylen bag* 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena unsur Mg pada klorofil dalam daun diganti dengan unsur Pb.



Gambar 1. Reaksi klorofil dengan Pb

Menurut Widowati (2011) unsur Mg merupakan unsur hara makro dan merupakan penyusun molekul klorofil. Oleh karena itu, serapan logam berat dalam jumlah yang kecil akan menurunkan dan menggantikan Mg dalam klorofil dan selanjutnya akan merusak struktur kloroplas sebagai warna hijau pada daun.

C. Analisis Pb Pada Sampel *S. Trifasciata*

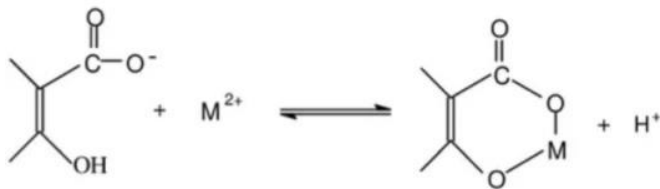
Hasil pengukuran kandungan logam berat Pb pada *S. trifasciata* dan tanah, diperoleh sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kandungan Pb pada sampel *S. trifasciata* dan tanah

Kode	Absorbansi	Pb (mg/kg)		Rata-rata ± Standar Deviasi
		Terbaca	Total	
Daun P1	1	0,00396	0,4297	3,81 ± 0,4
	2	0,00421	0,525	
Akar P1		0,00579	1,126	49,83
Tanah P1		0,02207	7,348	59,78
Daun P2		0,00658	1,428	10,69
Akar P2		0,00568	1,084	69,76
Tanah P2		0,01950	6,366	52,05
Daun P3		0,00549	1,012	8,33
Akar P3		0,00745	1,763	206,92
Tanah P3		0,01923	6,261	51,50

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bagaimana pengaruh penambahan pupuk kandang terhadap penyerapan logam Pb oleh *S. trifasciata*. Dimana pada *polyetylen bag* 1 dijadikan sebagai kontrol dan pada *polyetylen bag* 2 dan 3 diberi perlakuan berupa penambahan pupuk kandang dengan variasi 60 gr dan 80 gr.

Berdasarkan hasil diatas, terjadi penurunan kandungan Pb dalam tanah pada pot 1,2 dan 3 secara berturut-turut yaitu 59,78 ppm, 52,05 ppm dan 51,50 ppm. Dapat dilihat bahwa kandungan Pb tertinggi yaitu pada pot 1 dimana tanpa penambahan pupuk kandang. Efek positif dari penambahan pupuk kandang pada tanah yang tercemar logam berat dijelaskan oleh Prasetyono (2015) bahwa pupuk kandang dapat digunakan untuk meminimalisir logam berat dengan konsentrasi tinggi dikarenakan kandungan humus yang terdapat dalam pupuk kandang tersebut. Kandungan humus mampu mengadsorpsi dan mengikat logam berat dengan cara pembentukan ikatan kompleks atau khelat. Substansi humus terdiri atas tiga fraksi utama yaitu : asam fulvat, asam humat dan humin (Tipping, 2004). Substansi-substansi humus ini mengandung gugus fungsi diantaranya yaitu : -COOH, -OH, -COH dan C=O. Selama proses pengomposan gugus fungsi ini akan mengalami proses deprotonisasi sehingga ion H⁺ akan lepas dari persenyawaannya dan gugus fungsi bermuatan negatif. Muatan negatif akan berperan dalam mengikat logam berat (Prasetyono, 2015). Dibawah ini merupakan satu reaksi -COO⁻ dan -OH dengan ion logam membentuk khelat (Rahmawati, 2011).

**Gambar 2. Reaksi -COO⁻ dan -OH dengan Ion Logam (Rahmawati, 2011)**

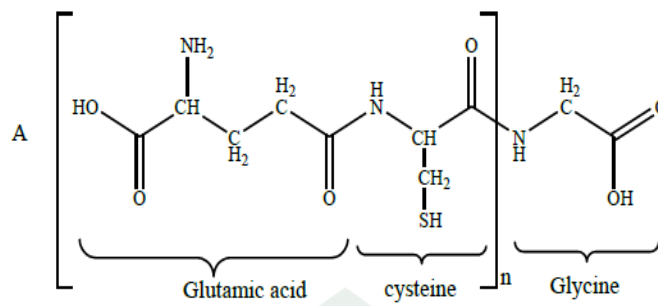
Berdasarkan reaksi, logam Pb diikat oleh -COO⁻ dan -OH sehingga membentuk senyawa kompleks dan mengakibatkan konsentrasi Pb di tanah menurun. Menurut Handayanto (2017) perlakuan penambahan pupuk kandang yang lebih banyak dapat memacu akumulasi logam dalam

tanaman karena kandungan humus yang terdapat dalam pupuk kandang dapat mengadsorpsi ion logam menjadi senyawa kompleks (khelet) sehingga logam dapat terikat dan diserap oleh tanaman.

Pada bagian akar, terjadi kenaikan kandungan Pb pada pot 1, 2 dan 3 secara berturut-turut yaitu 49,83 ppm, 69,76 ppm dan 206,92 ppm, sedangkan pada daun kandungan Pb secara berturut-turut yaitu 3,81 ppm, 10,69 ppm, 8,33 ppm. Kandungan Pb tertinggi terdapat pada akar Pot 3 dikarenakan dosis pupuk kandang yang diberikan.

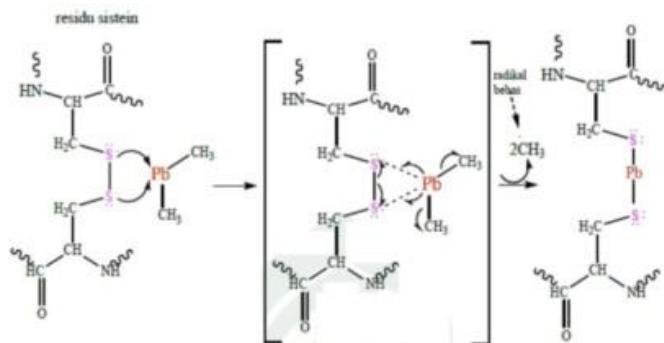
Tanaman dapat mensekresi berbagai macam ligan seperti asam organik, senyawa pengkhelet logam dan enzim reduktase. Senyawa tersebut mampu meningkatkan ketersediaan logam dalam tanah dan akumulasi yang lebih besar ke tanaman. Setelah logam dibawah masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam diangkut melalui jaringan pengangkut yaitu xilem dalam floem ke bagian tumbuhan lain. Tanaman mempunyai mekanisme detoksifikasi dengan cara menimbun logam pada bagian akar (Handayanto, 2017). logam Pb yang terserap oleh akar akan mudah membentuk ikatan kompleks dengan nutrisi dalam tanaman sehingga membatasi kemampuan tanaman untuk mentranslokasikannya ke daun Hidayati (2013). Hal ini sesuai dengan penelitian karena logam lebih banyak terakumulasi pada bagian akar dibandingkan pada bagian daun.

Menurut Caroline dkk., 2015 salah satu mekanisme penyerapan logam berat oleh tanaman pada bagian akar adalah *rhizofiltration*. *Rhizofiltration* adalah proses penyerapan zat kontaminan logam berat atau zat hara yang berlebih yang mengelilingi zona akar tanaman. fitokelatin yang terdapat pada bagian akar berfungsi untuk mengakumulasi logam berat pada lingkungan yang tercemar. Struktur fitokelatin ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Struktur fitokelatin (Akbar, 2017)

Menurut Arisusanti dan purwani (2013) fitokelatin adalah peptida yang mengandung 2-8 asam amino sistein dipusat molekul serta asam glutamat dan glisin pada ujung yang berlawanan. Fitokelatin berfungsi membentuk senyawa kompleks dengan logam berat dalam tubuh tanaman dan berfungsi sebagai detoksifikasi terhadap tumbuhan dari logam berat, jika tumbuhan tidak mensintesis fitokelatin maka akan berujung pada kematian. Saat fitokelatin berikatan dengan Pb maka fitokelatin akan membentuk ikatan sulfide di ujung belerang pada sistein dan membentuk senyawa kompleks sehingga Pb akan terbawa atau ditranslokasikan kedalam jaringan tumbuhan melalui penangkut yaitu xylem dan floem. Reaksi antara sistein dengan Pb ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Interaksi Pb dengan jembatan disulfida sistein

D. BCF Dan TF Pada *S. Trifasciata*

BCF dan TF dihitung untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam, dimana analisis BCF dihitung untuk mengetahui tingkat akumulasi Pb dari tanah ke tanaman sedangkan TF dihitung untuk mengetahui translokasi Pb dari akar ke daun. Data hasil perhitungan BCF dan TF dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai BCF dan TF

<i>Polyetylen bag</i>	<i>Bioaccumulation Concentration Factor (BCF)</i>	<i>Translocation Factor (TF)</i>
Pot 1 (Pb 400 ppm)	0,89	0,08
Pot 2 (Pb 400 ppm + 60 gr pupuk kandang kotoran ayam)	1,56	0,15
Pot 3 (Pb 400 ppm + 80 gr pupuk kandang kotoran ayam)	4,18	0,04

Hasil penghitungan *Bioaccumulation Concentration Factor (BCF)* *S. trifasciata* menunjukkan nilai BCF yang bervariasi pada setiap perlakuan penambahan pupuk kandang. Pada *polyetylen bag* 1 (tanpa penambahan pupuk kandang) nilai BCF yang diperoleh adalah sebesar 0,89. Jika nilai BCF < 1 berarti termasuk dalam kategori Excluder, yang berarti bahwa tanaman menghindari atau membatasi transport logam ke bagian tajuk (Raharja dkk., 2020). Berbeda dengan *polyetylen bag* 2 dan 3 dengan perlakuan penambahan 60 gr dan 80 gr pupuk kandang diperoleh nilai BCF yang relatif besar yaitu 1,56 dan 4,18. Menurut Handayanto, (2017) jika nilai BCF > 1 maka *S. trifasciata* dapat digunakan untuk mengakumulasi logam berat. Hal ini menunjukkan bahwa *S. trifasciata* dapat memindahkan logam dari tanah ke akar dan bagian daun dengan maksimal. Berdasarkan hasil perhitungan nilai BCF dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai BCF pada penambahan pupuk kandang.

Hasil penghitungan *Translocation Factor (TF)* *S. trifasciata* menunjukkan nilai TF lebih kecil dari 1 (<1) untuk setiap perlakuan penambahan pupuk kandang. Sehingga mekanisme atau proses yang terjadi dalam menyerap logam Pb adalah fitostabilisasi. Menurut Pivetz (2001) yang dipublikasikan

oleh EPA (Environmental Protection Agency), fitostabilisasi adalah proses penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air atau media. Proses fitostabilisasi yang terjadi dapat disebabkan oleh bagian akar tanaman yang langsung berhubungan dengan tanah yang tercemar Pb. Logam Pb dalam tanah diserap oleh *S. trifasciata*, kemudian diakumulasi pada bagian akar sebelum didistribusikan ke bagian daun.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa kadar Pb pada akar dan daun P1 yaitu 49,83 ppm dan 3,81 ppm; pada akar dan daun P2 yaitu 69,76 ppm dan 10,69 ppm; sedangkan pada akar dan daun P3 yaitu 206,92 ppm dan 8,33 ppm. Pengaruh dari penambahan pupuk organik yaitu dapat meningkatkan penyerapan Pb dari tanah ke tanaman. Nilai BCF dan TF berturut-turut adalah pada P1 : 0,89 dan 0,08; P2 : 1,56 dan 0,15 dan P3 : 4,18 dan 0,04.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar S, 2017. Fitoremediasi Tanaman Paku Paktis (*Pteris Vitata*) Dengan Penambahan Karbon Aktif Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Terhadap Limbah Merkuri (Hg). Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Arisusanti, R. J Dan Purwani, K. I. 2013. Pengaruh Mukoriza *Glomus Fasciculatum* Terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) Pada Tanaman Dahlia *Pinnata*. *Jurnal Sains Dan Semi Pomits*, Vol. 2. Hal : 2337-3520.
- Asterina, E. (2014). Pengaruh Timbal (Pb) Terhadap Kadar MDA Serum Tikus Putih Jantan. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 3(3), 531-535.
- Fardiaz, & Srihandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Gusnita, D. (2012). Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara Dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Jurnal Berita Dirgantara*, 13(3), 95-101.
- Handayanto, E., Y. Nuraini, n. Muddarisna, N. Syam, dan A. Fiqri. 2017. Fitoremediasi Dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Hayati, E. (2010). Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Kandungan Logam Berat Dalam Tanah dan Jaringan Tanaman Selada. *Jurnal Floratek*, 5, 113-123.
- Hidayanti, E. (2013). Perbandingan metode destruksi pada analisis Pb dalam rambut dengan AAS. Skripsi. Universitas negeri semarang.
- Nurfitri, A., & SS, I. R. (2010). Pengaruh Kerapatan Tanaman Kiapu (*Pistia stratiotes* L) Terhadap Serapan Logam Cu Pada Air. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 16(1), 42-51.
- Nurmalasari, D. 2016. Analisis kadar logam timbal (Pb) pada cat rambut dengan variasi zat pengoksidasi menggunakan destruksi basah secara spektroskopi serapan atom (SSA). Skripsi Fakultas Sains dan teknologi negeri malang.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Prasetyono, E. (2011). Kemampuan Kompos Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Media Budidaya Ikan. *Jurnal Akuatika*, 6(1), 21-29.
- Rahmawati, A. (2011). Pengaruh Derajat Keasaman Terhadap Adsorpsi Logam Kadmium (II) Dan Timbal (II) Pada Asam Humat. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 12(1), 1-14
- Ratnawati, R., & Fatmasari, R. D. (2018). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) menggunakan Tanaman Lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan Jengger Ayam (*Celosia plumosa*). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 62-69.

- Sanadi, T. H., Schaduw, J. N., Tilaar, S. O., Mantiri, D., Bara, R., & Pelle, W. (2018). Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Pada Akar Mangrove Di Desa Bahowo Dan Desa Talawaan Bajo Kecamatan Tongkaina. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1), 9-18.
- Sopyan, Sikanna, R., & Sumarni, N. K. (2014). Fitoakumulasi Merkuri Oleh Akar Tanaman Bayam Duri (*Amarantus Spinosa* Linn) Pada Tanah Tercemar. *Online Jurnal Of Natural Science*, 3(1), 31-39.
- Suksmerri. (2008). Dampak Pencemaran Logam Timah Hitam (Pb) Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 200-202.
- Sunarya, Y. (2007). *Kimia Dasar*. Bandung: Alkemi Grafisindo Press.
- Surakusumah, Wahyu. 2012. *Fitoremediasi dan Pembangunan Berkelanjutan*. Diakses di <http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.PEND.BIOLOGI> pada tanggal 06 Maret 2019.
- Tipping, E. (2004). *Cation binding by humic substances*. UK: Cambridge University Press.
- Ulimma, R., Apriani, I., & Siahaan, S. (2015). *Potensi Tanaman Hias Dalam Meremediasi Tanah Tercemar Logam Merkuri (Hg)*. Skripsi, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Widowati, H. (2011). Pengaruh Logam Berat Cd, Pb Terhadap Perubahan Warna Batang Dan Daun Sayuran. *El Hayah*, 1(4), 167-173.