

Analisis Potensi Tumbuhan Lokal Untuk Meremediasi Limbah Logam Berat Timbal (Pb) Sekitar Lahan Bekas Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Di Desa Moenti Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi

Zuli Rodhiyah^{1*}, Andika Rizki Mulia², Freddy Ilfan³, dan Mahya Ihsan⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi Jalan Jambi – Muara Bulian No. KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kab. Muaro Jambi, Jambi Slamet Riyadi, Kota Jambi

⁴Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi Jalan Jambi – Muara Bulian No. KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kab. Muaro Jambi, Jambi Slamet Riyadi, Kota Jambi
e-mail: zuli.rodhiyah@unja.ac.id

Abstrak. Penambangan Emas Ilegal adalah kegiatan penambangan emas yang dilakukan oleh para penambang emas yang tidak memiliki izin penambangan. Proses Penambangan Emas Ilegal yang dilakukan oleh masyarakat menggunakan mesin sedot berbahan bakar solar yang dapat menyebabkan udara tercemar oleh timbal sehingga mencemari tanah melalui proses sedimentasi dan pengendapan serta harus diberikan perlakuan untuk mengurangi kadar beratnya. logam di dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis tumbuhan lokal yang mampu menyerap logam berat timbal (Pb) dalam tanah. Hasil analisis dalam penelitian ini mengidentifikasi 14 jenis tumbuhan lokal yang ditemukan di lokasi penelitian. Tiga tanaman dengan nilai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi dari 14 spesies berturut-turut adalah Phragmites sp. dengan INP 37,35%, Melastoma sp. dengan INP 30,64% dan Eleocharis interstincta dengan INP 25,41%. Konsentrasi Pb tanah tertinggi 0,533 mg / kg dan terendah 0,452 mg / kg. Konsentrasi Pb pada pucuk Eleocharis interstincta 0,156 mg / kg, pucuk Phragmites sp. 0,106 mg / kg, dan pucuk Melastoma sp. 0,074mg / kg. Konsentrasi Pb pada akar Eleocharis interstincta 0,258 mg / kg, pada akar Phragmites sp. 0,309 mg / kg, dan akar Melastoma sp. 0,162 mg / kg. Nilai BAC, BCF, dan TF dari ketiga tumbuhan tersebut <1 yang menunjukkan bahwa ketiga tumbuhan tersebut tidak termasuk dalam kategori tumbuhan phyto-ekstraktor tetapi termasuk dalam kategori fitostabilisasi.

Kata kunci: fitoremediasi; penambangan emas tanpa izin; timbal

Abstract. Illegal gold mining is gold mining activity carried out by gold miners who do not have legal mining permits. The process of illegal gold mining is carried out by the community using a diesel-fueled suction machine, which can cause the air to be polluted by lead so that it pollutes the soil through sedimentation and precipitation processes and must be given treatment to reduce the levels of heavy metals in the soil. The purpose of this study was to analyze local plants that are able to absorb the heavy metal lead (Pb) in the soil. The results of the analysis in this study identified 14 local plant species found in the research location. The three plants with the highest Important Value Indeks (INP) were Phragmites sp. with an INP value of 37.35%, Melastoma sp. with an INP value of 30.64%, and Eleocharis interstincta with an INP value of 25.41%. The highest Pb concentration in the soil was 0.533 mg/kg and the lowest was 0.452 mg/kg. The Pb concentration in the shoots of Eleocharis interstincta was 0.156 mg/kg, in the shoots of Phragmites sp. was 0.106 mg/kg, and in the shoots of Melastoma sp. was 0.074 mg/kg. The Pb concentration in the roots of Eleocharis interstincta was 0.258 mg/kg, the roots of Phragmites sp. 0.309 mg/kg, and the roots of Melastoma sp. 0.162 mg/kg. The BAC, BCF, and TF values of these three plants were 1, which indicated that these three plants were not in the phyto-extractor plant category but were included in the phytostabilization category.

Keywords: Illegal gold mining; lead; phytoremediation

1. Pendahuluan

Penambangan emas tanpa izin (PETI) adalah kegiatan penambangan emas yang dilakukan oleh para penambang emas atau yang secara lokal biasa disebut dengan gurandil atau penambang emas tradisional yang tidak memiliki izin penambangan. Penambangan emas

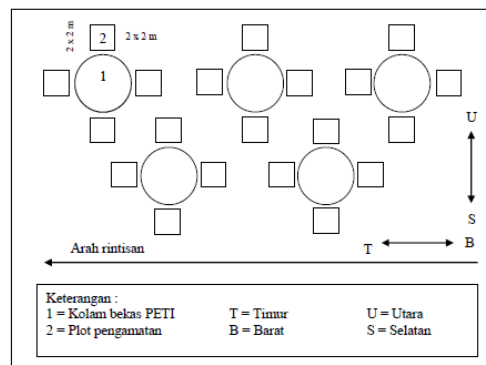
tradisional ini salah satunya terjadi di wilayah Kabupaten Sarolangun dengan 112 titik lokasi penambangan tanpa izin bahan galian emas yang tersebar pada 7 kecamatan yaitu Cermin Nan Gedang, Limun, Pauh, Mandiangin, Pelawan, Sarolangun dan Bathin VIII. Sebanyak 24% atau mayoritas penambangan nonlegal tersebut berada di Kecamatan Limun.

Proses penambangan emas tanpa izin (PETI) yang dilakukan oleh masyarakat kebanyakan menggunakan mesin sedot berbahan bakar solar. Secara ekologi, penambangan emas menggunakan mesin sedot sangat membahayakan karena dapat menimbulkan kerusakan lingkungan seperti pendangkalan sungai karena tanah, pasir, dan batu dari sedotan dibuang ke sungai. Penggunaan bahan bakar pada kegiatan industri yang mengandung timbal dapat menyebabkan udara tercemar oleh timbal, sehingga secara tidak langsung dapat mencemari tanah melalui proses sedimentasi dan presipitasi. Timbal memiliki wujud dalam bentuk senyawa, baik organik maupun anorganik yang bersifat racun bagi tubuh manusia. Kadar logam berat pada tanah dapat dikurangi dan dinetralkan dengan metode yang murah dikenal dengan fitoremediasi. Fitoremediasi yaitu pemanfaatan tumbuhan hijau ataupun mikroorganisme yang berasosiasi untuk menyerap, memindahkan, menurunkan aktivitas unsur toksik, serta mengurangi kandungan senyawa toksik dalam tanah. Fitoremediasi memiliki keuntungan yang lebih dibandingkan dengan sistem remediasi lainnya. Keuntungan tersebut adalah hasil buangan atau limbah dari fitoremediasi relatif kecil sifat beracunnya dan lebih ramah lingkungan serta ekonomis.

2. Metode

2.1 Pengambilan Sampel Tumbuhan dan Tanah

Pengambilan sampel tumbuhan dan tanah dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Pembuatan plot bertujuan untuk pengukuran sampling tumbuhan bawah dengan ukuran masing-masing plot 2 x 2 meter yang ditempatkan secara *purposive*. Setiap wilayah dengan tumbuhan bawah yang dominan dibuatkan 4 plot berukuran 2 x 2 meter (Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi Pembuatan Plot Pengambilan Sampel Penelitian

2.2 Pengambilan Sampel Tumbuhan

Sampel tumbuhan diambil secara utuh mulai dari akar, batang dan daun yang kemudian akan dicuci menggunakan air keran dan air deionisasi untuk menghilangkan partikel tanah yang menempel pada permukaan tumbuhan. Sampel tumbuhan yang telah diambil akan dimasukkan ke dalam wadah dan dilabelkan sesuai plot pengambilan dan kemudian dipreparasi di Laboratorium Teknik Universitas Jambi.

2.3 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil menggunakan sekop *stainless*. Tanah yang diambil adalah tanah tepat bagian bawah tumbuhan dengan kedalaman 10 – 20 cm. Pada saat pengambilan sampel dilakukan pengukuran pH, kelembaban serta suhu tanah menggunakan *soil tester* dan termometer tanah. Sampel yang diambil dimasukkan ke dalam wadah dan dilabelkan sesuai lokasi pengambilan yang kemudian akan dipreparasi di Laboratorium Teknik Universitas Jambi.

2.4 Prosedur Percobaan

2.4.1 Preparasi Sampel

a. Preparasi Sampel Tanah

Sampel tanah yang didapat dari lapangan dikering anginkan selama 3 hari. Tanah yang sudah kering kemudian diayak dengan ayakan 40 *mesh*. Selanjutnya sampel tanah dipanaskan selama 2 jam menggunakan oven dengan suhu 105°C.

b. Preparasi Sampel Tumbuhan

Tumbuhan yang secara utuh mulai dari akar, batang, dan daun dipisahkan dan dikeringkan dengan oven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Sampel tumbuhan yang sudah

kering ditumbuk dan disaring dengan saringan 40 mesh.

2.4.2 Analisis Data Identifikasi Sampel

Identifikasi jenis tumbuhan dilakukan dengan mengamati morfologi tumbuhan dan mengacu pada organ-organ vegetatif dan generatif (akar, daun, batang, bunga, dan buah). Identifikasi juga mengacu pada pengetahuan nama lokal tumbuhan dan buku identifikasi tumbuhan yaitu *Malesian Seeds Plants Volume 1: Spot Characters An Aid for Identification of Families and Genera* (Balgooy, 1998), *Malesian Seeds Plants Volume 2: Portraits Of Tree Families* (Balgooy, 1998), *Malesian Seeds Plants Volume 3: Portraits Of Non-Tree Families* (Balgooy, 2001), menggunakan web Asianplant, web Plantamor, dan web natureloveyou.

Karakterisasi Vegetasi

Data yang didapat dari lapangan akan dianalisis secara tabulasi dan grafis yang bertujuan untuk mengetahui Indeks Nilai Penting (INP). Menurut Fachrul, (2012) Indeks Nilai Penting (INP) diperoleh dari penjumlahan antara kerapatan relatif (KR) dengan frekuensi relatif (FR) yang disajikan dalam persamaan 3. Untuk KR dan FR disajikan dalam persamaan 1 dan 2.

$$KR = \frac{\text{Kerapatan Suatu Jenis (K)}}{\text{Kerapatan Total}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$FR = \frac{\text{Frekuensi Suatu Jenis (F)}}{\text{Frekuensi Total}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$$INP = KR + FR \dots\dots\dots (3)$$

Analisis Data Timbal (Pb)

Data yang didapat dari analisis *Inductively Coupled Plasma* (ICP) berupa konsentrasi logam timbal (Pb) dalam satuan mg/kg. Data tersebut akan digunakan untuk menghitung BAC, BCF, dan TF. *Biological Accumulation Coefficient* (BAC) didapatkan dengan cara membagi konsentrasi logam pada tunas dengan konsentrasi logam pada tanah yang disajikan dalam persamaan 4 (Sanubari, 2016). *Biological Concentration Factor* (BCF) didapatkan dengan cara membagi konsentrasi logam pada akar dengan konsentrasi logam pada tanah yang disajikan dalam persamaan 5 dan *Translocation Factor* (TF) didapatkan dengan cara membagi

konsentrasi logam pada tunas dengan konsentasi logam pada akar yang disajikan dalam persamaan 6 (Takarina, 2015).

$$BAC = \frac{[\text{Logam}]_{\text{tunas}}}{[\text{Logam}]_{\text{tanah}}} \dots\dots\dots (4)$$

$$BCF = \frac{[\text{Logam}]_{\text{akar}}}{[\text{Logam}]_{\text{tanah}}} \dots\dots\dots (5)$$

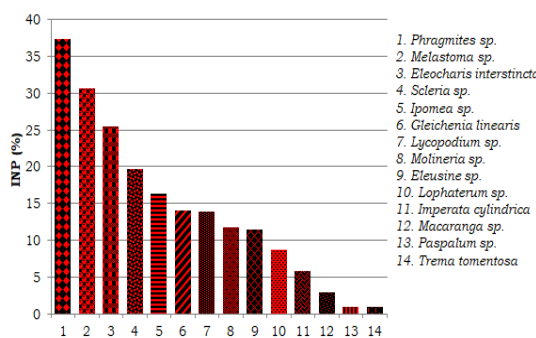
$$TF = \frac{[\text{Logam}]_{\text{tunas}}}{[\text{Logam}]_{\text{akar}}} \dots\dots\dots (6)$$

Data ini berupa data kandungan timbal pada sampel tumbuhan lokal (*Native*) dan sampel tanah yang telah diambil pada kawasan bekas tambang emas ilegal Desa Moenti, Limun, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Tumbuhan yang memiliki nilai BAC > 1 dapat digunakan untuk fitoekstraksi (Li et al., 2007) sedangkan tumbuhan yang memiliki nilai BCF > 1 dan TF < 1 berpotensi digunakan untuk fitostabilisasi (Yoon, 2006).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Sampel

Identifikasi tumbuhan dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jambi dengan membawa sampel tumbuhan dari lokasi penelitian secara utuh mulai dari akar hingga pucuk tumbuhan. Hasil identifikasi yang dilakukan diperoleh 14 spesies tumbuhan sebagai berikut : *Phragmites* sp., *Melastoma* sp., *Eleocharis interstincta*, *Scleria* sp., *Ipomea* sp., *Gleichenia linearis*, *Lycopodium* sp., *Molineria* sp., *Eleusine* sp., *Lophatherum* sp., *Imperata cylndrica*, *Macaranga* sp., *Trema tomentosa*, *Paspalum* sp. Berdasarkan hasil identifikasi dari lokasi penelitian diolah datanya untuk mencari Indeks Nilai Penting dari 14 spesies tersebut dengan persamaan rumus KR, FR dan INP didapatkan bahwa tumbuhan yang banyak ditemui pada lokasi penelitian adalah *Melastoma* sp dengan nilai KR sebesar 14,43%, FR sebesar 16,22%, sehingga nilai INP *Melastoma* sp adalah 30,64% (Gambar 2).



Gambar 2. Nilai Indeks Penting (INP)

Hasil menunjukkan bahwa terdapat tiga tumbuhan yang INP-nya memiliki persentase lebih dari 20%. Tiga spesies dengan INP tertinggi adalah *Phragmites* sp. dengan nilai INP 37,35 %, *Melastoma* sp. dengan nilai INP 30,64 % dan *Eleocharis interstincta* dengan nilai INP 25,41 %. Hasil dari nilai INP ini akan digunakan untuk menentukan jenis tumbuhan yang akan diuji konsentrasi logam berat Pb.

3.2 Parameter Lingkungan

Menurut Gardner et al., 1991 terdapat faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan

tumbuhan yaitu faktor genetik dan lingkungan. Faktor lingkungan dibagi atas faktor biotik (hama, penyakit, gulma dan mikroorganisme tanah) dan faktor abiotik (cahaya matahari, kecepatan angin, kelembapan udara, curah hujan dan kesuburan tanah). Pengukuran parameter lingkungan pada penelitian ini yaitu pengukuran suhu udara, suhu tanah, kelembapan udara, kelembapan tanah dan pH tanah. Pengukuran ini dilakukan langsung pada saat pengambilan sampel tumbuhan di lokasi penelitian. Kondisi lingkungan pada saat pengambilan sampel tumbuhan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Lingkungan di Lahan Bekas Penambangan Emas Tanpa Izin di Desa Moenti Kabupaten Sarolangun

No	Nama Tumbuhan	pH Tanah	Parameter Lingkungan			
			Suhu Tanah (°C)	Kelembaban Tanah (%)	Suhu Udara (°C)	Kelembapan udara (%)
1.	<i>Melastoma</i> sp.	7	30	10		
2.	<i>Ipomea</i> sp.	6,8	37	25		
3.	<i>Scleria</i> sp.	6,8	30	40		
4.	<i>Phragmites</i> sp.	7	31,5	10		
5.	<i>Molineria</i> sp.	6,8	30	15		
6.	<i>Eleusine</i> sp.	6,8	30	20		
7.	<i>Eleocharis interstincta</i>	6,6	32,5		30/34	64
8.	<i>Gelichenia linearis</i>	6,5	29,5	20		
9.	<i>Lycopodium</i> sp.	7	30	25		
10.	<i>Imperata cylindrica</i>	6,8	30	35		
11.	<i>Lophatherum</i> sp.	7	32	10		
12.	<i>Macaranga</i> sp.	7	33	10		
13.	<i>Paspalum</i> sp.	6,8	30	20		
14.	<i>Trema tomentosa</i>	7	32	15		

3.3 Suhu Udara

Kondisi suhu udara di lokasi penelitian menunjukkan rentang suhu 30 hingga 40 °C. Menurut Wiraatmaja, 2017 suhu cukup berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan. Suhu berperan dalam kegiatan enzimatik, absorpsi air, respirasi tumbuhan, fotosintesis dan metabolisme tumbuhan. Pertumbuhan tumbuhan akan semakin baik jika ditunjang dengan suhu optimum. Menurut Rosmarkam, 2002 tumbuhan memiliki suhu optimum antara 10-38°C. Tumbuhan tidak akan bertahan pada suhu di bawah 0°C dan di atas 40°C. Berdasarkan penjelasan di atas, suhu udara yang diukur dalam penelitian ini masih dalam batas normal untuk pertumbuhan tumbuhan.

3.4 Suhu Tanah

Suhu tanah di lokasi penelitian berkisar antara 29,5-37°C. Fungsi dari suhu pada tanah

menurut Hanafiah, 2012 adalah istilah untuk menyatakan intensitas atau tingkat panas sebagai indikator tingkat aktivitas molekuler pada tanah. Ardhana dan Gede, 2012 menjelaskan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi suhu tanah yaitu faktor luar seperti curah hujan, radiasi matahari, kelembapan udara dan kecepatan angin. Faktor dalam yang mempengaruhi suhu tanah adalah struktur tanah, kadar air tanah, kandungan bahan organik, pH tanah dan warna tanah.

Pathan dan Colmer, 2002 mengungkapkan suhu yang baik sebagai tempat tumbuhnya tumbuhan adalah pada kisaran suhu 18-30 °C. Berdasarkan penjelasan di atas, suhu tanah yang diukur dalam penelitian ini masih dalam batas normal untuk pertumbuhan tumbuhan tetapi terdapat beberapa lokasi sampel yang suhu tanahnya di atas 30°C. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh permukaan dan jenis tanah yang berbeda-beda

3.5 Kelembaban Udara

Kelembaban udara di lokasi penelitian adalah 64%. Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena air di udara berbentuk uap air (Sapriansyah, 2017). Kelembaban udara dapat menjaga kondisi tumbuhan agar tumbuhan tidak cepat kering karena penguapan. Kelembaban udara berpengaruh terhadap penguapan pada permukaan tanah dan penguapan pada daun. Hamim, 2007 mengatakan jika kelembaban rendah, maka laju transpirasi meningkat dan penyerapan air dan zat-zat mineral juga meningkat. Sebaliknya, jika kelembaban tinggi, maka laju transpirasi rendah dan penyerapan zat-zat nutrisi juga rendah. Hal ini akan mengurangi ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan tumbuhan sehingga pertumbuhannya juga akan terhambat (Adrian, 2018). Berdasarkan penjelasan di atas, kelembaban udara yang diukur dalam penelitian ini masih dalam batas normal untuk pertumbuhan tumbuhan.

3.6 Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah di lokasi penelitian berkisar antara 10-40 %. Kelembaban tanah yang bervariasi disebabkan oleh kondisi kolam yang ketinggiannya berbeda dan posisi plot pengambilan sampel tanah yang berbeda-beda. Posisi plot tepat berada di pinggir kolam rendah nilai kelembaban nya mencapai 40%. Posisi plot yang berada di pinggir kolam yang ketinggiannya cukup tinggi nilai kelembaban nya mencapai 10%. Kelembaban tanah merupakan faktor penting bagi peningkatan penyerapan unsur hara. Daniel et al., 1987 menyatakan jika kelembaban tanah rendah, berarti gerakan air melalui tanah ke dalam akar akan menjadi lebih lambat sehingga meningkatkan kekurangan air pada daun yang menyebabkan stomata hampir tertutup dan ini sangat menurunkan laju transpirasi. Proses penyediaan hara melalui proses dekomposisi bahan organik akan berjalan optimal dengan pemberian volume air dan komposisi bahan yang sesuai tentunya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan (Hanafiah, 2012).

3.7 pH Tanah

pH tanah berkisar antara 6,5-7 yang menunjukkan bahwa pH tanah tergolong netral.

Menurut Hardjowigeno (2007) pH tanah mempunyai peran dalam menentukan kemampuan unsur hara untuk diserap oleh tumbuhan serta sebagai indikator yang menunjukkan adanya unsur-unsur beracun dalam tanah. Nilai pH tanah mencerminkan kelarutan ion hidrogen dalam tanah serta menggambarkan tingkat kemasaman tanah. Semakin rendah nilai pH, maka kemasaman tanah makin tinggi. pH tanah sangat berpengaruh terhadap aktivitas penyebaran logam dalam tanah (Mirdat et al., 2013).

Logam berat pada tanah umumnya berbentuk muatan atau ion. Salam, 2017 mengatakan bahwa pH tanah berpengaruh pada aktivitas pengikatan ion logam berat. Semakin tinggi pH tanah maka kapasitas pengikatan tanah terhadap muatan logam berat akan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin rendah pH tanah maka aktivitas pengikatan ion logam berat oleh tanah akan semakin rendah. Menurut Darmono, 1995 menyatakan bahwa tanah yang asam akan menaikkan pembebasan logam dalam tanah termasuk logam yang toksik. Keasaman tanah sangat berperan dalam mengontrol sifat kimia logam. Kondisi dimana kandungan pH tanah rendah akan mengakibatkan ketersediaan logam berat meningkat dalam keadaan bebas atau larut dalam tanah (Taberima, 2004).

3.8 Akumulasi Logam Pb pada Tumbuhan

Tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam berat dari tanah melalui akar (Irwan et al., 2008). Tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam tetapi memiliki perbedaan dalam jumlah yang diserap. Penyerapan logam berat oleh tumbuhan ditentukan dari jenis jaringan dan perlakuan yang diberikan (Knox, et al., 2000). Beberapa tumbuhan terbukti mempunyai sifat hiperakumulatif, yaitu mampu mengakumulasi logam berat tertentu dengan konsentrasi yang cukup tinggi pada akar dan tajuknya.

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat tiga tumbuhan yang INP-nya memiliki persentase lebih dari 20%. Pengujian konsentrasi logam berat Pb dilakukan pada tiga bagian masing-masing tumbuhan yaitu pada bagian akar, tanah, dan tajuk. Hasil uji dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Logam Timbal (Pb) pada Tanah, Akar dan Pucuk.

No	Nama Tumbuhan	Konsentrasi Logam Timbal (Pb) (mg/kg)		
		Tanah	Akar	Pucuk
1	<i>Phragmites</i> sp	0,533	0,309	0,106
2	<i>Melastoma</i> sp	0,452	0,162	0,074
3	<i>Eleocharis interstincta</i>	0,510	0,258	0,156

Menurut PP No. 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Bahaya dan Beracun mengenai baku mutu timbal pada tanah adalah 3 mg/L. Hasil pengujian konsentrasi logam Pb di lahan tumbuhnya tumbuhan *Phragmites* sp., *Melastoma* sp., dan *Eleocharis interstincta* menunjukkan bahwa masih dalam batas wajar yang tidak melewati baku mutu yang telah ditetapkan.

Konsentrasi logam timbal pada masing – masing bagian tumbuhan *Phragmites* sp.,

Melastoma sp., dan *Eleocharis interstincta* selanjutnya digunakan untuk perhitungan *Biological Accumulation Coefficient* (BAC), *Biological Concentration Factor* (BCF) dan *Translocation Factor* (TF). Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui potensi dari spesies tumbuhan untuk meremediasi lahan yang terpapar timbal pada lahan bekas penambangan emas tanpa izin di Desa Moenti. Adapun hasil nilai BAC, BCF dan TF dari 3 tumbuhan dengan INP tertinggi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai *Biological Accumulation Coefficient* (BAC), *Biological Concentration Factor* (BCF), serta *Translocation Factor* (TF).

No	Nama Tumbuhan	Nilai		
		BAC	BCF	TF
1	<i>Phragmites</i> sp.	0,198	0,579	0,343
2	<i>Melastoma</i> sp.	0,163	0,358	0,456
3	<i>Eleocharis interstincta</i>	0,305	0,505	0,604

3.9 Biological Accumulation Coefficient (BAC)

BAC merupakan rasio kandungan logam berat dalam pucuk dengan kandungan logam berat pada sedimen (Yoon et al., 2006). Berdasarkan hasil perhitungan nilai BAC tertinggi terdapat pada tumbuhan *Eleocharis interstincta* yaitu 0,305 sedangkan nilai BAC terendah terdapat pada tumbuhan *Melastoma* sp yaitu 0,163. Hasil yang didapatkan dari pengujian menunjukkan ketiga tumbuhan ini memiliki nilai BAC<1 yang menandakan bahwa ketiga tumbuhan ini merupakan jenis tumbuhan akumulator sedang sesuai dengan pengkategorian nilai BAC.

Tabel 4. Kategori Nilai *Biological Accumulation Coefficient* (BAC)

No	Nilai BAC	Kategori
1	<0,01	Bukan akumulator
2	0,01-0,1	Akumulator rendah
3	0,1-1	Akumulator sedang
4	1-10	Akumulator tinggi

Sumber : Behrouz et al., 2008

Menurut Behrouz et al., 2008 nilai BAC dapat dikategorikan menjadi empat kategori

yaitu nilai BAC dengan rentang nilai 1-10 merupakan tumbuhan akumulator tinggi, BAC dengan rentang nilai 0,1-1 merupakan tumbuhan akumulator sedang, BAC dengan rentang nilai 0,01-0,1 merupakan tumbuhan akumulator rendah dan BAC dengan nilai <0,01 tidak termasuk tumbuhan akumulator. Salam, 2017 mengatakan bahwa bioakumulator merupakan tumbuhan yang mudah tumbuh dan menyerap logam berat serta digunakan untuk mengekstraksi logam berat dari tanah, air, dan lumpur yang tercemar.

3.10 Biological Concentration Factor (BCF)

BCF merupakan rasio konsentrasi logam berat pada akar dengan kandungan logam berat pada tanah (Yoon et al., 2006). Berdasarkan hasil perhitungan nilai BCF mulai dari yang tertinggi hingga terendah adalah *Phragmites* sp. yaitu 0,579, *Eleocharis interstincta* yaitu 0,505 dan *Melastoma* sp. yaitu 0,358. Pada penelitian ini nilai BCF dari ketiga tumbuhan tersebut <1.

Nilai BCF menunjukkan seberapa besar kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam yang berada di tanah menuju ke dalam akar tumbuhan. Semakin besar nilai BCF maka semakin besar konsentrasi

logam berat yang diakumulasikan di dalam akar, sebaliknya semakin kecil nilai BCF maka sedikit konsentrasi logam berat yang diakumulasikan dalam akar (Schuaida et al., 2015). Menurut Marques et al., 2009 nilai BCF >1 disebut sebagai tumbuhan hiperakumulator. Hiperakumulator pada umumnya digunakan untuk mendefinisikan kemampuan tumbuhan mengakumulasi logam berat dalam jumlah yang sangat besar di bagian jaringan tubuhnya (Yoon et al., 2006).

3.11 Translocation Factor (TF)

TF merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan akar memindahkan senyawa dari akar tumbuhan ke organ lain (Mellem et al., 2012). Berdasarkan hasil perhitungan nilai TF mulai dari yang tertinggi hingga terendah adalah *Eleocharis interstincta* yaitu 0,604, *Melastoma* sp. yaitu 0,456 dan *Phragmites* sp. yaitu 0,343. Kapasitas transfer logam dari akar ke daun dihitung dengan menggunakan perhitungan faktor translokasi. Hasil menunjukkan nilai faktor translokasi bervariasi antara 0,343-0,604. Hasil ini juga menunjukkan bahwa ketiga tumbuhan ini bukanlah tumbuhan hiperakumulator. Tumbuhan dapat dikatakan memiliki sifat hiperakumulator jika nilai TF >1 (Marques et al., 2009).

Nilai BAC, BCF dan TF dari *Phragmites* sp., *Eleocharis interstincta* dan *Melastoma* sp. adalah lebih kecil dari satu (<1) sehingga dapat disimpulkan bahwa ketiga tumbuhan ini tidak tergolong sebagai tumbuhan hiperakumulator. Ketiga tumbuhan ini juga tidak termasuk kedalam kategori tumbuhan fitoekstraktor. Yoon et al., (2006) mengatakan bahwa suatu tumbuhan yang memiliki nilai TF >1 dan nilai BAC lebih besar dari nilai BCF maka tumbuhan tersebut dapat dikategorikan tumbuhan yang berpotensi sebagai agen fitoekstraktor. Penelitian Yoon et al., (2006) juga mengatakan bahwa suatu tumbuhan yang memiliki nilai TF <1 dan nilai BAC lebih kecil dari BCF maka tumbuhan tersebut dapat dikategorikan tumbuhan yang berpotensi sebagai agen fitoremediasi dengan proses fitostabilisasi.

4. Simpulan

Inventarisasi tumbuhan di lapangan diperoleh 14 spesies tumbuhan. 14 spesies tumbuhan tersebut yaitu, *Macaranga* sp., *Paspalum* sp., *Trema tomentosa*, *Imperata*

cylindrica, *Lophatherum* sp., *Eleusine* sp., *Molineria* sp., *Lycopodium* sp., *Gleichenia linearis*, *Ipomea* sp., *Scleria* sp., *Eleocharis interstincta*, *Melastoma* sp., dan *Phragmites* sp. Terdapat tiga tumbuhan dari 14 tumbuhan tersebut yang memiliki nilai INP tertinggi yaitu, *Phragmites* sp (37,35%), *Melastoma* sp (30,64%), dan *Eleocharis interstincta* (25,41%). Berdasarkan nilai BAC, BCF dan TF yang menunjukkan nilai ketiganya <1 maka ketiga tumbuhan merupakan tumbuhan fitoremediasi kategori fitostabilisasi.

Daftar Pustaka

- Behrouz, E.M., C. Abdolkarim, Y. Nafiseh and L. Bahareh, (2008). Identification of the Hyper Accumulator Plants in Copper and Iron Mine in Iran. *Pakistan Journal of Biological Science*. **11(3)**: 490-492
- Ana P. G. C. Marques, António O. S. S. Rangel & Paula M. L. Castro. (2009). Remediation of Heavy Metal Contaminated Soils: Phytoremediation as a Potentially Promising Clean-Up Technology. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, **39(8)**: 622-654
- Mellem, J.J., Baijnath, H. and Odhav, B. (2012). Bioaccumulation of Cr, Hg, As, Pb, Cu and Ni with the ability for hyperaccumulation by *Amaranthus dubius*. *African Journal of Agricultural Research*. **7(4)**: 591-596
- Miller R (1996). Phytoremediation, technology overview report. *Ground Water Remediation Technologies Analysis Center*. Pittsburgh
- Novandi, R., Hayati, R., Zahara, T. A. (2014). Remediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tumbuhan Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. **2 (1)**: 1-10.
- Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Bahaya dan Beracun.
- Sujatmiko, B. (2012). Penambangan Emas Tanpa Izin di Daerah Aliran Sungai (DAS) Arut Kecamatan Arut Utara Ditinjau dari Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009. *Jurnal Fakultas Hukum Universitas Antakusuma*. **4 (1)**: 31-40

- Safardi, Andri. (2009). *Uji Kuantitatif Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Mendawai Sebrang Pangkalan Bun*. Politeknik Kesehatan Banjarmasin: Banjarmasin.
- Suchaida, A. Wicaksono, K.P., Suryanto, A. (2015). Tumbuhan Kangkung Darat (*Ipomea Reptans Poir*) Sebagai Fitoremediator Lumpur Sidoarjo. *Jurnal Produksi Tanaman*. **3(6)**: 442-449
- Truu, J. Talpsep, E. Vedler, E. Heinaru, E. dan Heinaru, A. (2003). Enhanced Biodegradation of Oil Shale Chemical Industry Solid Wastes by Phytoremediation and Bioaugmentation. *Oil Shale*. **20 (3)**: 421-428
- Yoon, J., Cao, X., Zhou, Q., dan Ma, L. Q. (2006). Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Science of the Total Environment*. **2 (3)**: 456-464