

## **Biokonsentrasi Faktor (BCF) dan Faktor Translokasi (TF) Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang**

### ***Bioconcentration Factors (BCF) and Translocation Factors (TF) Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) in Phytoremediation of Acid Mine Drainage***

**Ratu Wulandari Permatasari Putri<sup>1\*</sup>, Poedji Loekitowati Hariani<sup>2</sup>, Zainal Arifin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Sriwijaya, Jalan Padang Selasa 524, Palembang Sumatera Selatan 30139, Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jalan Prabumulih-Indralaya, Km. 32 Ogan Ilir, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

<sup>3</sup> Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Jalan Prabumulih-Indralaya, Km. 32 Ogan Ilir, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

Email: <sup>1</sup>ratuwulandaripermatasp@gmail.com, <sup>2</sup>hariani.puji@gmail.com, <sup>3</sup>zainal\_arifin@fkip.unsri.ac.id

\*Penulis korespondensi: [hariani.puji@gmail.com](mailto:hariani.puji@gmail.com)

Direview: 1 Maret 2023

Diterima: 3 April 2023

#### **ABSTRAK**

Air asam tambang merupakan limbah tambang yang banyak mengandung sulfat dan logam berat seperti Fe dan Mn yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan mencemari ekosistem, maka dari itu perlu dilakukan pengelolaan. Salah satu cara untuk mengelola air asam tambang adalah dengan teknik fitoremediasi menggunakan Purun tikus (*Eleocharis dulcis*). Kemampuan Purun tikus dalam mengakumulasi logam berat dapat diketahui dengan menghitung faktor bio-konsentrasi (BCF) dan faktor translokasi (TF). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai bio concentration factor (BCF) dan translocation factor (TF) pada purun tikus dalam menyerap Fe dan Mn sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan air asam tambang batubara. Sampling dilakukan dengan menggunakan metode Convenience sampling. Analisis kadar Fe, Mn, BCF dan TF dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom. Pada penelitian tersebut didapatkan nilai bio concentration factor (BCF) Fe sebesar 7,53, dan untuk Mn sebesar 30,09. Sementara nilai faktor translokasi (TF) untuk Fe sebesar 0,77 atau nilai TF kurang dari 1, hal ini menandakan bahwa Purun tikus dalam mengakumulasi logam Fe menggunakan mekanisme fitostabilisasi. Kemudian nilai translocation factor (TF) untuk Mn sebesar 1,44 atau nilai TF lebih dari 1 yang menandakan bahwa dalam mengakumulasi logam Mn, Tikus Purun menggunakan mekanisme fitoekstraksi.

**Kata kunci:** Air asam tambang, *Eleocharis dulcis*, fitoremediasi, fitostabilisasi, fitoekstraksi

#### **ABSTRACT**

Acid mine drainage is mining waste that contains a lot of sulfate and heavy metals such as Fe and Mn which can cause environmental damage and pollute the ecosystem, therefore it needs to be managed. One way to manage acid mine drainage is with phytoremediation techniques using Purun tikus (*Eleocharis dulcis*). The ability of Purun tikus to accumulate heavy metals can be known by calculating the bio-concentration factor (BCF) and translocation factor (TF). This study aims to determine the value of bio concentration factor (BCF) and translocation factor (TF) in rat purun in absorbing Fe and Mn so that it can be used for coal mine acid water management. Sampling was conducted using Convenience sampling method. Analysis of Fe, Mn, BCF and TF levels was carried out using an atomic absorption spectrophotometer. In the study, the bio concentration factor (BCF) value for Fe was 7.53, and for Mn was 30.09. While the value of the translocation factor (TF) for Fe is 0.77 or the value of TF less than 1, this indicates that rat Purun in accumulating Fe metal uses a phytostabilization mechanism. Then the translocation factor (TF) value for Mn is 1.44 or TF value more than 1, indicating that in accumulating Mn metal, Purun rats use a phytoextraction mechanism.

**Keywords:** Acid mine drainage, *Eleocharis dulcis*, phytoremediation, phytostabilization, phytoextraction.

## 1. PENDAHULUAN

Air asam tambang (AMD) terbentuk akibat terpaparnya mineral sulfida dari dalam bumi selama proses penambangan batubara. Ketika terpapar oksigen dan air, mineral sulfida teroksidasi membentuk asam sulfat, ion-ion logam dan sulfat yang apabila tidak diolah akan menyebabkan pencemaran pada air tanah dan air permukaan. AAT memiliki pH berkisar antara 2 sampai 6. Golongan II dan logam transisi terutama besi (Fe) adalah yang mendominasi dalam AAT. Dampak yang terjadi Ketika AAT masuk ke badan perairan meliputi dampak biotik pada ekosistem sungai melalui paparan secara langsung, terjadi perubahan habitat karena adanya akumulasi logam, perubahan warna pada sedimen menjadi kuning atau orange, terganggunya siklus hara serta air tidak bisa digunakan untuk keperluan rumah tangga (Jeffry, F, & McDonald, 2018).

Pengendalian air asam tambang dapat menggunakan Teknik fitoremediasi. Fitoremediasi didefinisikan sebagai penggunaan tanaman untuk menahan kontaminan dan diterapkan untuk remediasi tanah, air dan sedimen (Glenna, Sheridan, & Peter, 2022). Fitoremediasi berfokus pada kemampuan beberapa tanaman untuk mentoleransi polutan lingkungan secara unik. Tanaman-tanaman ini dapat didefinisikan sebagai akumulator, hiperakumulator, *excluder*, atau indikator. Tanaman akumulator secara aktif menyerap logam ke dalam biomassa di atas tanah dan hiperakumulator menyerap logam di lebih dari 1% dari berat keringnya. Tanaman *Excluder* secara selektif tidak mengambil logam dan sebaliknya dapat mengamankan logam di rizosfer (lingkungan zona akar) melalui pengendapan. Sedangkan tanaman Indikator mengambil logam dalam jumlah yang cukup sehingga mencapai keseimbangan dengan lingkungan sekitarnya (Burgess, Alkorta, Epelde, & Garbisu, 2018).

Salah satu spesies tanaman yang dapat digunakan dalam fitoremediasi adalah Purun tikus (*Eleocharis dulcis*). Purun tikus mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai tanaman hiperakumulator dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas air. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa tanaman purun tikus dapat dijadikan biofilter untuk memperbaiki kualitas air di saat musim kemarau melalui penyerapan senyawa toksik terlarut seperti Fe dan  $SO_4$  pada saluran masuk air (irigasi) dan aliran air keluar (drainase). Disamping itu, tanaman Purun tikus bisa bertahan pada keadaan kimia tanah yang ekstrim, misalnya pH rendah dan kandungan Al,  $SO_4^{2-}$  dan Fe terlarut yang tinggi. (L, Sudarno, & B, 2021). Penelitian (Sulthoni, Badruzsaufari, Fadly, & Eny, 2014) melaporkan, nilai FBK untuk Mn pada tanaman ekor kucing menunjukkan  $FBK > 1$  dan  $FT > 1$  dan purun tikus mempunyai  $FBK > 1$  dan  $FT > 1$ , yang menunjukkan berlangsungnya proses fitoekstraksi.

Kemampuan penyerapan logam berat pada tanaman dapat ditentukan dengan menghitung faktor bio konsentrasi (BCF) dan faktor translokasi (TF). BCF digunakan untuk menyatakan tingkat biokonsentrasi logam berat. BCF dapat dihitung sebagai rasio konsentrasi racun dalam suatu organisme dan tingkat di lingkungan sekitarnya. Semakin tinggi rasionya, semakin kuat biokonsentrasi racun, dalam hal ini, logam dalam tanaman (Gintare, Milda, Gintaras, Janina, & Valskie, 2017). Faktor biokonsentrasi dan translokasi adalah nilai yang dapat digunakan untuk menentukan kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat. Tanaman yang memiliki nilai faktor biokonsentrasi dan nilai faktor translokasi  $>1$  dapat digunakan sebagai bioakumulator. Tanaman yang memiliki nilai faktor biokonsentrasi  $>1$  dan faktor translokasi  $<1$  dapat digunakan sebagai fitostabilisasi, sedangkan tanaman yang memiliki faktor biokonsentrasi  $<1$  dan faktor translokasi  $>1$  dapat digunakan sebagai fitoekstraksi (Noverita, 2017)

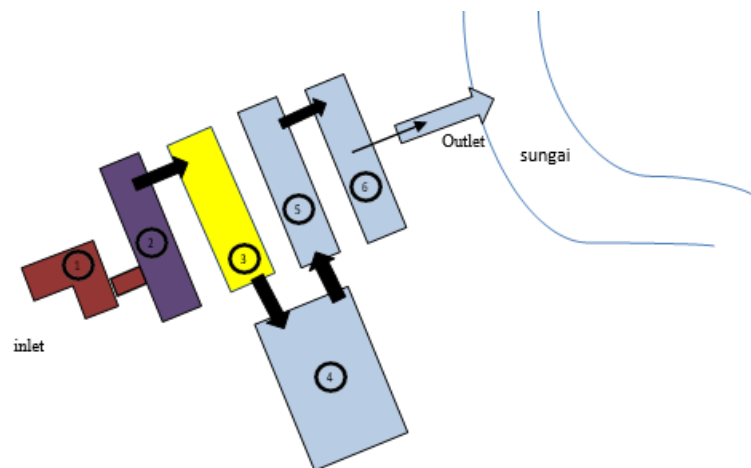
Mekanisme fitoremediasi terdiri dari fitostabilisasi, fitoekstraksi, fitovolatilisasi, fitodegradasi, rizofiltrasi, dan rizodegradasi (Farraji et al., 2020). Fitostabilisasi bertujuan untuk menahan kontaminan di dalam zona perakaran melalui akumulasi oleh akar atau pengendapan di dalam rizosfer. Fitostabilisasi juga mengacu pada pembentukan tutupan tanaman pada permukaan tanah yang terkontaminasi (Bolan, Jin, Brett, Ravi, & Keun, 2011). Fitoekstraksi Penggunaan tanaman untuk menghilangkan logam berat dari media yang terkontaminasi (tanah dan air) melalui penyerapannya ke dalam bagian tanaman yang dapat dipanen. Agar sesuai untuk tujuan fitoekstraksi, spesies tanaman harus memenuhi kriteria berikut ini dapat mentoleransi terhadap unsur-unsur yang ada dalam tingkat toksik, produksi biomassa yang tinggi dan akumulasi logam berat yang efektif di bagian yang mudah dipanen (Jachym, Ondrej, Jitka, & Tomas, 2018).

Potensi fitoremediasi tanaman umumnya dievaluasi dengan menentukan Faktor Biokonsentrasi (BCF), yang digambarkan sebagai rasio konsentrasi polutan di bagian tanaman dengan konsentrasi polutan di media, dan Faktor Translokasi (TF), yang didefinisikan sebagai rasio akumulasi unsur akumulasi unsur pada pucuk tanaman dibandingkan dengan akar. Purun tikus adalah tanaman yang banyak dijumpai di persawahan. Purun

tikus bersifat spesifik pada kondisi lahan sulfat masam dikarenakan tanaman ini toleran terhadap kemasaman lahan yang tinggi (pH 2,5-3,5) membuatnya layak digunakan untuk fitoremediasi. Informasi tentang mekanisme fitoremediasi purun tikus (*Eleocharis dulcis*) sangat berguna digunakan sebagai referensi data sehingga diharapkan mampu dimanfaatkan dalam pengelolaan limbah air asam tambang.

## 2. METODE PENELITIAN

Sampling air asam tambang, sedimen dan tanaman purun tikus dilakukan di Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) 02 Air Laya PT Bukit Asam dengan menggunakan metode Convenience sampling. Sampel tanaman purun tikus yang diambil telah berumur lebih dari satu tahun di KPL 02 Air Laya, Sedimen diambil pada kedalaman lebih dari 10 cm dari permukaan. Analisis kadar Fe, Mn pada sedimen, akar dan daun purun tikus diukur dengan alat spektrofotometer serapan atom (SSA) tipe AA-7000 Shimadzu berdasarkan SNI 6989.4 tahun 2009 mengenai cara uji besi (Fe) dan SNI 6989.5 tahun 2009 mengenai cara uji mangan (Mn) dengan SSA.



Keterangan :	
KPL 1 dan 2	= Kolam Ekualisasi (inlet)
KPL 3	= Kolam pengendapan
KPL 4, 5 dan 6	= Kolam Pengolahan pH dan logam
KPL 7	= Kolam indikator baku mutu (outlet)

**Gambar-1. Denah KPL 02 Air Laya**

### 2.1. Preparasi Sedimen

Sampel sedimen dikeringkan dalam oven selama 1x24 jam pada temperatur 105° C selanjutnya sampel diblender dan diambil seberat 5 gram kemudian dilarutkan menggunakan HNO<sub>3</sub> sebanyak 20 ml. Lalu sampel dibiarkan selama 24 jam setelah itu dipanaskan dengan hotplate pada temperatur 150°C - 200°C selama 5-10 menit kemudian ditambahkan akuades sampai volumenya menjadi 50 ml dan disaring. Larutan yang didapatkan dianalisis kadar logam Fe dan Mn dengan menggunakan (SSA). (Wahwakhi, Feni, & Dwi, 2015)

### 2.2. Pengambilan Akar dan daun Purun tikus

Sampel akar dan daun Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) diambil secukupnya dari lokasi tambang 02 Air Laya. Kemudian sampel akar dan daun dibersihkan dan dipotong-potong lalu dimasukkan ke dalam plastik ziplock ukuran 30x40 cm. Kemudian sampel akar dan daun dibawa laboratorium untuk dilakukan preparasi (Wahwakhi, Feni, & Dwi, 2015).

### 2.3. Preparasi Akar dan daun Purun tikus

Akar dan daun Purun tikus dipotong-potong selanjutnya dikeringkan dengan oven selama 1x24 jam pada suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan. Kemudian sampel akar dan daun dihaluskan dengan blender. Kemudian sampel akar dan daun diambil masing-masing sebanyak 0,3 gram dan ditambahkan 10 ml HNO<sub>3</sub> dan dibiarkan selama 24 jam. Selanjutnya sampel dipanaskan menggunakan hotplate selama 5-10 menit pada temperatur 105°C - 200°C, lalu ditambahkan akuades sampai volumenya menjadi 50 ml. Sampel disaring dan

larutan yang didapatkan dianalisis kadar logam Fe dan Mn dengan menggunakan SSA (Wahwakhi, Feni, & Dwi, 2015).

#### 2.4. Faktor Biokonsentrasi (BCF)

Faktor biokonsentrasi (BCF) adalah salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur potensi zat yang terakumulasi dalam tanaman. BCF dapat dihitung sebagai konsentrasi logam berat dalam tanaman dan air yang berasal dari lingkungan. Menurut (MacFarlane, Claudia, & dan Simon, 2007) BCF dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BCF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}} \quad (1)$$

#### 2.5. Faktor Translokasi (TF)

Rasio konsentrasi logam pucuk/akar dihitung untuk setiap logam. Hasil pembagian ini menunjukkan faktor translokasi (TF) logam berat dari akar ke pucuk. Perhitungan TF dapat digunakan untuk menentukan status tanaman sebagai fitoekstraksi ( $TF > 1$ ) dan fitostabilisasi ( $TF < 1$ ). Menurut (MacFarlane, Claudia, & dan Simon, 2007), TF dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar}} \quad (2)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kadar Fe dan Mn pada Sedimen

Hasil pengujian Fe dan Mn pada sedimen didapatkan bahwa kadar Fe cenderung lebih tinggi daripada kadar Mn. Kadar Fe dan Mn pada sedimen ditunjukkan pada Tabel-1.

**Tabel -1.** Kadar Fe dan Mn pada Sedimen

Logam	Kadar Sedimen(mg/kg)
Fe	457.08
Mn	86.58

Tabel-1. Memperlihatkan bahwa konsentrasi Fe sebesar 457,08 mg/kg sedangkan konsentrasi Mn sebesar 86,58 mg/kg. Tingginya konsentrasi logam pada sedimen disebabkan oleh pH dan kelarutan. pH yang rendah mengakibatkan tingginya kelarutan logam yang terlarut. Saat pH meningkat, kelarutan logam menurun karena adanya perubahan kestabilan dari senyawa karbonat menjadi senyawa hidroksida yang dapat membentuk gaya ikat terhadap partikel dan kemudian membentuk endapan. Logam berat memiliki berat jenis  $> 1$  g/ml sehingga kecenderungannya akan mengendap di perairan. (Dewi, Ima, & Ni, 2020).

#### 3.2. Kadar Fe dan Mn pada Purun tikus (*Eleocharis dulcis*)

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa konsentrasi Fe pada akar lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi Mn pada akar. Kadar Fe dan Mn pada tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) ditampilkan pada Tabel-2.

**Tabel -2.** Kadar Fe dan Mn pada Purun tikus (*Eleocharis dulcis*)

Logam (mg/kg)	Bagian Organ	
	Akar	Daun
Fe	344.21 ± 210.15	266.24 ± 144.96
Mn	260.59 ± 93.03	377.52 ± 110.13

(± menyatakan standar deviasi)

Konsentrasi Fe pada akar lebih tinggi dibandingkan konsentrasi Fe pada daun. Sementara itu, konsentrasi Mn di daun jauh lebih tinggi daripada konsentrasi Mn di akar. Pola translokasi menunjukkan bahwa Fe lebih banyak berada di akar karena Fe tidak mudah ditranslokasikan ke bagian atas tanaman namun disimpan terutama dibagian sel akar. Sedangkan Mn mudah ditranslokasikan ke dalam jaringan daun (Sanubari, Agung, & Mieke, 2016).

Kadar Fe pada akar purun tikus berdasarkan hasil analisis sebesar 344.21 mg/L. Kadar logam Fe pada akar lebih tinggi daripada di daun karena akarnya mempunyai potensi untuk berperan sebagai biofilter. Akar membentuk sebuah filter untuk menahan Fe di dalam air dan menyerapnya ke dalam tanah. Disamping itu, akar merupakan lokasi menempelnya mikroorganisme yang menjalankan sejumlah tahapan proses biologis seperti mengurangi polutan dan melakukan adsorpsi (Prihatini, Alfyyah, Rd. Indah, & Riza, 2022). Purun tikus termasuk tanaman hiperakumulator logam berat dan dapat berfungsi menurunkan konsentrasi besi (Fe) terlarut (Indrayati, 2019).

Ditemukan bahwa logam Mn pada akar sebesar 260.597 mg/L sedangkan pada daun sebesar 377.520 mg/L. Mn sebagian besar terakumulasi di daun dikarenakan sifat logam Mn tidak mudah terimobilisasi. Logam Mn berpindah ke daun melalui xilem dan mengendap di daun (Sulthoni, Badruzsaufari, Fadly, & Eny, 2014).



**Gambar-2.** Purun tikus dan bagian-bagiannya

### 3.3. Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF) Purun Tikus

Pengukuran faktor biokonsentrasi (BCF) dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat dari dalam tanah atau substrat. Sementara pengukuran faktor translokasi (TF) dilakukan untuk mengetahui jumlah logam berat yang ditranslokasikan dari akar ke daun. Nilai faktor biokonsentrasi (BCF) dan faktor translokasi (TF) disajikan pada Tabel-3.

**Tabel -3.** Kadar Fe dan Mn pada Purun tikus (*Eleocharis dulcis*)

Logam	BCF	TF
Fe	7.53	0.77
Mn	30.09	1.44

Keterangan: BCF < 1 : Excluder, BCF : 1 : Indikator  
 BCF > 1 : Akumulator/hiperakumulator  
 TF < 1 : Fitostabilisasi, TF > 1 : Fitoekstraksi

Nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF) (Tabel 2) membantu mengidentifikasi kesesuaian tanaman untuk fitostabilisasi atau fitoekstraksi dengan menjelaskan karakteristik akumulasi dan sifat translokasi logam dalam tanaman. Logam Fe banyak terakumulasi di akar yang ditunjukkan dengan nilai faktor translokasi (TF) < 1 yang menandakan bahwa tanaman purun tikus hanya sedikit mentransfer logam Fe ke pucuk, akumulasi dibatasi pada akar. Mekanisme tersebut adalah fitostabilisasi. Fitostabilisasi didefinisikan sebagai mekanisme untuk menstabilkan logam berat menggunakan tanaman yang resisten terhadap logam berat. Fitostabilisasi melibatkan pengurangan mobilitas logam berat, toksisitas dan ketersediaan hayati logam berat di dalam tanah. Fitostabilisasi bertujuan untuk menghambat pergerakan kontaminan logam, sehingga tidak memungkinkan polutan untuk masuk ke siklus air dan rantai makanan (Raheleh, et al., 2022).

Purun tikus menggunakan mekanisme fitostabilisasi dalam mengakumulasi Fe yang ditunjukkan dengan nilai TF < 1 yaitu sebesar 0,77. Mekanisme fitostabilisasi dilakukan melalui penonaktifan atau imobilisasi zat toksik atau polutan di dalam akar atau rizosfer. Aktivitas penstabilan oleh akar tanaman dalam membatasi mobilitas kontaminan dan ketersediaan hayati yang menghasilkan efek toksik yang lebih rendah. Beberapa tanaman yang melakukan mekanisme fitostabilisasi membentuk residu terikat dari kontaminan beracun agar

tidak tersedia dalam bentuk beracun atau tidak dapat dilepaskan dari bentuk pada setelah terjadi akumulasi (Arjun, et al., 2022).

Tanaman dengan mekanisme fitostabilisasi dapat tumbuh di tanah yang terkontaminasi logam dengan menjaga logam tetap berada di bagian bawah tanah, hanya berada di rizosfer melalui berbagai mekanisme. Dalam fitostabilisasi, tanaman mengikat logam di rizosfer sehingga membuatnya kurang tersedia secara hayati dan kurang beracun bagi tanaman, hewan, dan manusia atau menahan logam di dalam akar dengan membatasi translokasi mereka ke bagian atas tanah. Mekanisme fitostabilisasi dilakukan dengan tanaman menyerap logam di rizosfer melalui adsorpsi dan pengendapan logam menjadi bentuk yang lebih mudah larut seperti karbonat dan sulfida logam, kompleks logam dengan senyawa organik, adsorpsi logam pada permukaan akar dan akumulasi logam dalam jaringan akar (Muhammad, et al., 2014).

Nilai BCF pada logam Mn di tanaman purun tikus memperlihatkan nilai  $BCF > 1$  dan  $TF > 1$ . Hal ini menandakan bahwa berjalannya mekanisme fitoekstraksi. Fitoekstraksi secara umum mengharuskan adanya translokasi logam berat ke pucuk tanaman karena pucuk merupakan bagian tanaman yang dapat dipanen. Kemampuan tanaman yang berbeda dalam menyerap logam berat dari tanah dan memindahkannya ke bagian tanaman seperti daun dapat dihitung menggunakan indeks BCF dan TF. Tanaman yang toleran menahan perpindahan logam antara tanah dan akar atau antara akar dan tunas, dan oleh karena itu tanaman mengakumulasi konsentrasi logam berat yang lebih rendah dalam biomassa. Namun, hiperakumulator terus menerus menyerap logam berat dari tanah dan memindahkannya ke dalam organ pucuk atau daun. Ketika nilai TF dan BCF lebih besar dari 1, tanaman tersebut menjalankan mekanisme fitoekstraksi dalam menyerap logam berat (Raheleh, et al., 2022).

Tanaman yang memiliki potensi fitoekstraksi harus memiliki kemampuan untuk menyimpan logam di dalam sel dan organ. Proses ini meliputi sejumlah tahapan yang melibatkan penyerapan logam dari tanah ke dalam akar, dari mana mereka ditranslokasi melalui pengangkut yang berbeda ke bagian atas tanaman. Sekali Setelah ditranslokasi ke organ di atas tanah, logam-logam tersebut disimpan di dalam daun. Ada tiga proses utama yang digunakan tanaman untuk mengakumulasi logam berat di dalam organnya. Pertama adalah ketersediaan hayati dan penyerapan logam berat dari tanah melalui akar, kedua adalah translokasi logam berat dari akar ke pucuk melalui pemuatan xilem, dan ketiga adalah penyerapan logam berat di daun terutama di vakuola. Selama proses ini, protein transpor terlibat yang memungkinkan logam berat untuk diambil dan disimpan di dalam tanaman. Tanaman juga terlibat dalam detoksifikasi, yang terjadi dengan menggabungkannya dengan kelat alami seperti *phytochelatins* (PC) selama translokasi dan proses penyerapan (Ghori, et al., 2016).

#### 4. KESIMPULAN

Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) memiliki nilai bioconcentration factor (BCF)  $> 1$  dan nilai translocation factor (TF) untuk logam Fe  $< 1$  yang berarti dalam mengakumulasi logam Fe Tikus Purun (*Eleocharis dulcis*) menggunakan mekanisme fitostabilisasi, sedangkan nilai translocation factor (TF) untuk logam Mn  $> 1$  menandakan Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam mengakumulasi logam Mn menggunakan mekanisme fitoekstraksi.

#### SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor biokonsentrasi (BCF) dan faktor translokasi (TF) purun tikus pada habitat yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arjun, K., Anil, T., Asmita, G., Kaushik, A., Anukul, B., & Niroj, A. (2022). Phytoremediation: Mechanisms, plant selection and enhancement by natural and synthetic agents. *natural and synthetic agents*, 1-18.
- Bolan, N. S., Jin, H. P., Brett, R., Ravi, N., & Keun, Y. (2011). Phytostabilization: A Green Approach to Contaminant. *Advances in Agronomy*, 145-189.
- Burges, A., Alkorta, I., Epelde, L., & Garbisu, C. (2018). From Phytoremediation of soil contaminants to Phytomanagement of Ecosystem services in metal contaminated sites. *International Journal of Phytoremediation*, 1-13.
- Dewi, N., Ima, Y. P., & Ni, M. E. (2020). Kandungan Timbal (Pb) pada sedimen di Perairan Pantai Sanur, Bali. *. Current Trends in Aquatic Sciences*, 76-80.

- Firman, A. N., Hifzil, K., Bambang, H., & Meirta, A. (2020). Penggunaan Media Tandan Sawit dan Kompos dengan Sistem Aerobic Wetland dalam Mengolah Air Asam Tambang. *SPECTA Journal of Technology*, 35-45.
- Ghori, Z., Iftikhar, H., Bhatti, M. F., Nasar-um-Minullah, Sharma, I., Kazi, A. G., & Ahmad, P. (2016). PHYTOEXTRACTION: THE USE OF PLANTS TO REMOVE HEAVY METALS FROM SOIL. In P. Ahmad, *Plant Metal Interaction: Emerging Remediation Techniques* (pp. 385-403). India: ELSEVIER.
- Gintare, S., Milda, S., Gintaras, S., Janina, B., & Valskie, R. (2017). Assessment of heavy metals bioconcentration factor (BCF) and genotoxicity response induced by metal mixture in *Salmo salar* tissues. *Environmental Engineering" 10th International Conference* (pp. 1-9). Lithuania: Vilnius Gediminas Technical University.
- Glenna, T., Sheridan, C., & Peter, E. H. (2022). A critical review of Phytoremediation for acid mine drainage impacted environments. *Science of the Total Environment*, 1-13.
- Indrayati. (2019). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Jachym, S., Ondrej, U., Jitka, V., & Tomas, M. (2018). Phytoextraction of Heavy Metals: A Promising Tool for Clean-Up of Polluted Environment. *Frontiers in Plants Science*, 1-15.
- Jeffry, S., F, P., & McDonald, L. M. (2018). Acid Mine Drainage Formation, Control and Treatment Approaches and Strategies. *The Extractive Industries and Society*, 1-19.
- L, F. S., Sudarno, & B, Z. (2021). Potential of local plant *Eleocharis dulcis* for wastewater treatment in constructed wetland system: Review. *Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1-6.
- MacFarlane, G., Claudia, E., & dan Simon, P. 2. (2007). Accumulation and partitioning of heavy metals in mangroves A Synthesis of Field-based Studies. *Chemosphere*, 1451-1464.
- Muhammad, S., Ejaz, A., Khalid, R., Munir, O., Hamaad, R., & Muhammad, S. (2014). *Soil Remediation and plants*. Arizona: Academic press, Elsevier.
- Noverita, D. T. (2017). Bioconcentration Factor (BCF) and Translocation Factor (TF) of Heavy Metals in Mangrove Trees of Blanakan Fish Farm. *Makara Journal of Science*, 77-81.
- Prihatini, N., Alfyyah, N., Rd. Indah, N., & Riza, M. (2022). Efektivitas Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Sawah Permukaan dengan Tanaman Lokal dalam Menyisihkan Besi (Fe) di Air Sumur. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah.*, (pp. 224-231).
- Raheleh, S., Faramarz, D., Parviz, N., Soroush, M., Mohammad, Y., Reza, T., & Christoph, B. (2022). Phytoremediation Potential of Native Hyperaccumulator Plants Growing on Heavy Metal-Contaminated Soil of Khatunabad Copper Smelter and Refinery, Iran. *Water*, 1-19.
- Sanubari, M. O., Agung, S., & Mieke, M. (2016). Sanubari, M. O., Agung, S., dan Mieke, M. 2016. Potensi *Acrostichum aureum* L. (Pteridacea) Sebagai Bioakumulator Logam Berat Mangan (Mn) dan Tembaga (Cu). *Bioma*, 1-5.
- Sulthoni, M., Badruzsaufari, Fadly, H., & Eny, D. (2014). Kemampuan Tumbuhan Ekor Kucing (*Typha latifolia*) dan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam Penurunan Konsentrasi Fe dan Mn dari Air Limbah PIT Barat PT Pamapersada Nusantara Distrik KCMB Kabupaten Banjar. *Enviro Sientae*, 80-87.
- Taberima, S., Junaidi, E., Sarwom, R., Ernawati, L., & Mulyanto, B. (2020). The Acid Mine Drainage (AMD) impact of tailing and non-tailings on the Ecosystem changes in the ModADA Sedimentations area, Timika. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 2085-2094.
- Umi, B., Heru, S., & Bambang, C. (2020). Neutralization Acid Mine Drainage (AMD) using NaOH at PT. Jorong Barutama Grestone, Tanah Laut, South Borneo. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 17-21.
- Wahwakhi, S., Feni, I., & Dwi, C. (2015). Teknologi Fitoremediasi *Avicennia alba* dalam Upaya Mengurangi Limbah di Kelurahan Wonorejo, Surabaya. *Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan V* (pp. 1-8). Malang: Universitas Brawijaya.