

**KAJIAN ABSORPSI LOGAM Fe DAN Mn OLEH TANAMAN PURUN TIKUS
(*Eleocharis dulcis*) PADA AIR ASAM TAMBANG SECARA FITOREMEDIASI**

**STUDY OF Fe AND Mn METALS ABSORPTION PHYTOREMEDIATION BY PURUN
TIKUS (*Eleocharis dulcis*) ON ACID MINE WATER**

Dahlana Ariyani*, Ramlah Syam, Umi Baroroh Lili Utami, Rd Indah Nirtha

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km.35,8 Banjarbaru 70714 Kalimantan Selatan
email: dahlana.ariyani579@gmail.com

Abstrak

Penambangan batubara terbuka yang mendorong terjadinya oksidasi mineral sulfida, melepaskan asam sulfat yang akan menurunkan pH secara drastis. Peristiwa ini dikenal dengan istilah air asam tambang yang mengakibatkan tingginya akumulasi logam berat pada tanah dan air. Salah satu alternatif penanganan akumulasi logam yang murah, ramah lingkungan, dan mudah diterapkan adalah metode fitoremediasi dengan konsep pemanfaatan tanaman untuk penanganan limbah dan sebagai indikator pencemaran udara dan air pada suatu lahan basah. Pada penelitian ini digunakan tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) untuk mengakumulasi logam berat karena kemampuannya dapat hidup pada daerah lahan basah dengan kandungan besi dan mangan tinggi, serta memiliki fitostabilisasi dan fitoekstraksi. Penelitian dilakukan di sekitar pertambangan batubara PT. Jorong Barutama Greston dan bertujuan untuk mengetahui berapa besar kemampuan penyerapan tanaman purun tikus terhadap logam Fe dan Mn pada air asam tambang dengan waktu kontak yang telah ditentukan (per dua minggu).. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan penyerapan purun tikus untuk logam Fe berkisar antara 26,92 mg/g sampel— 91,76 mg/g sampel di lokasi M23-E (pH 4 – 5). Sedangkan pada lokasi M4-E (pH 6 – 7) berkisar antara 25,27 mg/g sampel – 63,74 mg/g sampel. Untuk logam Mn berkisar antara 0,0596 mg/g sampel—0,2364 mg/g sampel di lokasi M23-E. Sedangkan pada lokasi M4-E berkisar antara 0,0617 mg/g sampel—0,1891 mg/g sampel dalam waktu kontak yang telah ditentukan.

Kata kunci: Air asam tambang, purun tikus, logam berat, dan fitoremediasi

Abstract

*Open coal mining causes sulphur mineral oxidation. It releases sulphuric acid that can decrease pH value. This phenomenon is known as acid mine drainage. It increases accumulation of heavy metal in water and soil. One of the alternative method to decrease accumulation of heavy metal which inexpensive, ecofriendly and easy to apply is phytoremediation. This research used purun tikus plant (*Eleocharis dulcis*) to accumulate heavy metal in acid mine drainage because its ability to live in wet area with high concentration of iron and manganese, and having phytostabilization and phytoextraction mechanism. The research did around coal mining PT. Jorong Barutama Greston. The purpose of this research is to know ability of absorption model of purun tikus plant toward Fe and Mn metals in acid mine drainage with time contact (by two weeks) in mining location. The result showed that absorption ability of purun tikus for Fe metal was range from to 26,92 mg/g–91,76 mg/g in M23-E location (pH 4 – 5). It was 25,27 mg/g – 63,74 mg/g in for M4-E (pH 6 – 7). For Mn metal concentration was 0,0596 mg/g sampel – 0,2364 mg/g sampel in M23-E, on M4-E location was 0,0617 mg/g sampel–0,1891 mg/g sampel.*

Keywords: Acid mine drainage, purun tikus, heavy metal, and phytoremediation

PENDAHULUAN

Air asam tambang merupakan hasil reaksi oksidasi batuantambang yang kaya akan mineral sulfida (Schipper, 2004). Air asam tambang ditandai dengan berubahnya warna air menjadi merah jingga karena ion ferro (Fe^{2+}) yang terdapat pada mineral pirit teroksidasi menjadi ferri (Fe^{3+}). Di samping Fe juga dijumpai logam-logam lain seperti Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, dan lain-lain. Mineral sulfida yang terdapat pada lahan bekas tambang batubara selain pirit (FeS) antara lain spalerit (ZnS), galena (PbS), milerit (NiS), grinokit (CdS), covelit (CuS), kalkopirit (CuFeS), dan lain-lain (Costelo, 2003).

Beberapa metode dalam mengatasi limbah air asam tambang diantaranya dengan metode fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu teknologi yang menggunakan tanaman untuk memperbaiki sebagian atau substansi kontaminan tertentu dalam tanah, endapan, kotoran/lumpur, air tanah, air permukaan, dan air sampah. Melalui metode ini air asam tambang dapat dikelola untuk meminimalisir penyebab terjadinya dampak lingkungan yang utama, yakni penurunan pH yang disebabkan oleh asam sulfat, dan terlarutnya logam berat yang disebabkan oleh terlarutnya ion besi (Pivetz, 2001).

Pelaksanaan fitoremediasi memerlukan tanaman yang cocok serta mempunyai kemampuan untuk

memperbaiki lingkungan (Priyanto & Prayitno, 2002). Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungan ke dalam jaringan melalui membran sel dengan sifat penyerapan ion oleh tumbuhan. Faktor yang mempengaruhi adalah konsentrasi zat pada lingkungan tersebut dan kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalam mediumnya serta perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan.

Salah satu contoh jenis tanaman yang digunakan dalam fitoremediasi adalah purun tikus (*Eleocharis dulcis*) yang dapat tumbuh pada tanah bekas tambang batubara (Widyati, 2009).Krisdianto *et al.*, (2006) mengatakan bahwa purun tikus dapat berfungsi menurunkan kandungan Fe dalam tanah pada petak yang di tanami padi yang airnya berasal dari limbah batu bara, dengan serapan Fe rata-rata 1,1766 mg/L.

METODE PENELITIAN

Aklimatisasi Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Pada penelitian ini, tanaman yang digunakan adalah purun tikus yang ditanam pada areal lahan bekas tambang batubara dengan luas petak 2 x 2 meter

dan jarak tanam 20 cm dalam waktu kontak selama 12 minggu.



Gambar 1. Fitoremediasi pada air asam tambang

Sebelum digunakan untuk penelitian, purun tikus diaklimatisasi terlebih dahulu dengan tujuan untuk penyesuaian (adaptasi) dengan lingkungannya yang baru. Aklimatisasi tanaman purun tikus dilakukan pada lokasi M4-E (melalui tahap penetralan pH) dengan pH airnya berkisar 6–7 dan lokasi M23-E (tanpa melalui tahap penetralan pH) dengan pH airnya berkisar 4–5 selama 2 minggu. Aklimatisasi berhasil ditandai dengan hidup dan bertambahnya tinggi pelepah purun tikus. Sedangkan media tanam yang digunakan adalah tanah yang berada di kedua lokasi tambang tersebut. Pengambilan sampel purun tikus dilakukan secara acak dan dapat mewakili keadaan selama 12 minggu (6 kali *sampling*).

Metode Pengambilan Sampel Uji (SNI 6989. 59-2008)

Sampel air sebanyak 2 liter diambil dengan menggunakan *point sampler* pada tiap lokasi *sampling*. Sampel air untuk analisa residu logam berat disimpan dalam botol plastik polietilena dan

diawetkan dengan asam nitrat (HNO_3) pekat hingga pH mencapai ± 1.5 . Sedimen sebanyak 500 gram diambil dengan menggunakan alat pengambil sedimen (*grab*) yang terbuat dari *stainless steel* dan dimasukkan dalam kantong plastik polietilena. Tanaman yang diambil adalah tanaman yang akan dianalisis kadar logam Fe dan Mn. Sampel tanaman dimasukkan dalam kantong plastik polietilena selanjutnya didinginkan dengan es dan disimpan di dalam *coolbox* sebelum dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel purun tikus dilakukan secara acak selama 12 minggu (6 kali *sampling*).

Uji Parameter Logam Fe dan Mn (SNI 06-6992.4:2004)

Uji parameter logam Fe dan Mn pada jaringan tumbuhan menggunakan metode destruksi basah. Jaringan tumbuhan yang dianalisis dikering anginkan terlebih dahulu, dihaluskan dengan blender, kemudian ditimbang sebanyak 0,5 gram untuk dimasukkan ke dalam erlemeyer 250 mL ditambah 10 mL HNO_3 pekat. Dipanaskan dengan suhu sekitar 100-150 °C sampai volume sampel kira-kira 15-20 mL. Setelah itu ditambah lagi HNO_3 pekat 5 mL dan HClO_4 pekat sebanyak 3 mL dipanaskan selama 30 menit pada suhu yang sama sampai larutan menjadi jernih. Diencerkan dengan akuades sebanyak 100 mL, kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No 42. Diencerkan sebanyak 1000X untuk analisis logam Fe

dan 10X untuk analisis logam Mn. Kemudian dianalisis menggunakan AAS-30 dengan panjang gelombang 248,3 nm untuk Fe dan 525 nm untuk Mn.

Perhitungan Kadar Logam Berat

Kurva kalibrasi dibuat berdasarkan hasil pembacaan absorbansi kadar larutan kerja. Kadar logam berat ditentukan dengan cara memplotkan hasil pengukuran logam berat pada kurva kalibrasi. Kadar logam berat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Logam berat} = \frac{CxVxfp}{B}$$

Keterangan :

Logam berat = kadar logam berat dalam sampel (mg/L)

C = Konsentrasi logam berat yang diperoleh dari kurva kalibrasi (mg/L)

V = Volume akhir (mL)

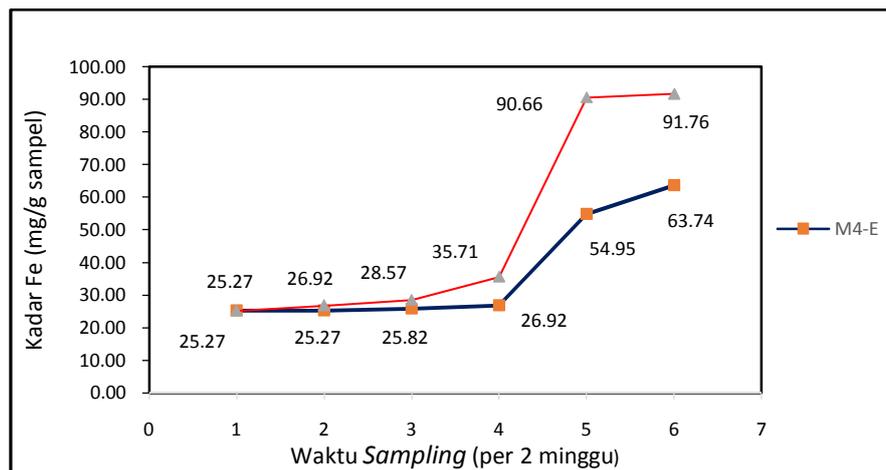
Fp = Faktor pengenceran (apabila tanpa pengenceran, maka fp = 1)

Data yang diperoleh dibuat tabel dan grafik untuk melihat profil dan kinerja konstruksi fitoremediasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Kadar Logam Besi (Fe)

Penentuan konsentrasi logam Fe dalam sampel dilakukan dengan menggunakan AAS dengan panjang gelombang 248,3 nm. Data hasil pengukuran konsentrasi Fe pada purun tikus dalam variasi waktu 2 minggu sebanyak 6 kali pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hasil penentuan kadar logam besi (Fe) pada jaringan purun tikus berdasarkan waktu *sampling*

Adanya kandungan besi pada air asam tambang dapat dimanfaatkan tanaman purun tikus sebagai unsur hara makro dalam proses pertumbuhannya. Berdasarkan Gambar 2, hingga 2 minggu ke-4 (8 minggu) tidak terjadi kenaikan

penyerapan purun tikus yang signifikan, bahkan pada lokasi M4-E terjadi penurunan penyerapan logam Fe. Hal ini disebabkan adanya proses penyesuaian tanaman terhadap lingkungannya. Penyerapan logam Fe oleh jaringan

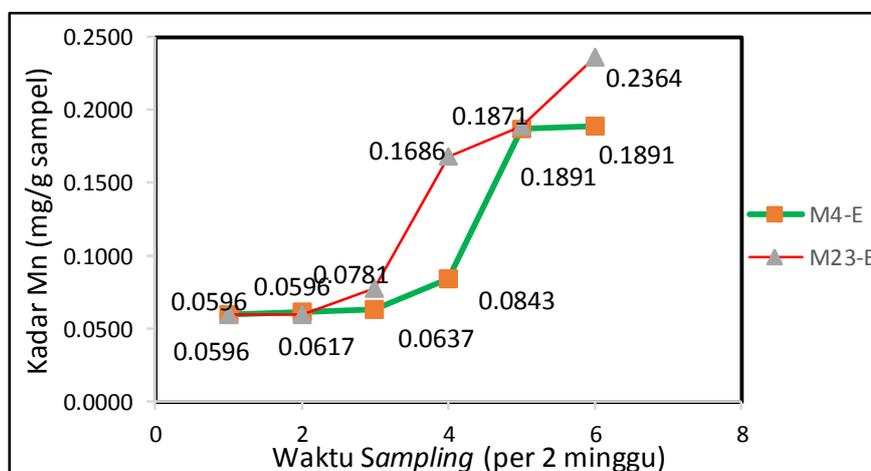
tanaman purun tikus pada minggu ke-8 hingga minggu ke-10 mengalami peningkatan secara signifikan dan kemudian penyerapan mulai berkurang karena mengalami kejenuhan dan bahkan beberapa tanaman sudah mulai mati

Pada lokasi M23-E penyerapan logam Fe mencapai 91 mg/g sedangkan pada lokasi M4-E hanya mencapai 63,74 mg/g. Data penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan kemampuan penyerapan purun tikus terhadap logam Fe pada kedua lokasi. Kemampuan penyerapan logam Fe oleh jaringan tanaman purun tikus pada lokasi M23-E lebih besar dibandingkan dengan kemampuan penyerapan purun tikus di lokasi M4-E. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan pH pada kedua lokasi tersebut yang mana pH pada lokasi M23-E berkisar antara 4 – 5 dan lebih asam dibandingkan pH pada lokasi M4-E yang berkisar antara 6–7. Adanya proses netralisasi dengan kapur tohor (CaCO_3)

pada lokasi M4-E menyebabkan kenaikan pH pada lokasi tersebut. Pada air asam tambang logam Fe dapat teroksidasi menjadi Fe(III), Ion ferri yang dihasilkan dapat mengalami oksidasi dan hidrolisis membentuk ferri hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) pada pH di atas 3,5, sehingga pada lokasi M23-E diperkirakan logam Fe masih banyak berada dalam bentuk ion dan terlarut pada air asam tambang sedangkan pada lokasi M4-E logam Fe sudah banyak terendapkan dalam bentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Hal ini mengindikasikan bahwa penyerapan logam Fe oleh jaringan tanaman purun tikus lebih mudah terjadi pada ion ferri.

Penentuan Kadar Logam Mangan (Mn)

Penentuan konsentrasi logam Mn dalam sampel dilakukan dengan menggunakan AAS dengan panjang gelombang 525 nm. Data hasil pengukuran konsentrasi Mn pada purun tikus dalam variasi waktu yang telah ditentukan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil penentuan kadar logam mangan (Mn) pada jaringan purun tikus berdasarkan waktu *sampling*

Berdasarkan Gambar 3 terlihat adanya kenaikan kemampuan penyerapan purun tikus terhadap logam Mn pada lokasi M23-E yaitu berkisar antara 0,0596 mg/g sampel–0,2364 mg/g sampel. Sedangkan pada lokasi M4-E berkisar antara 0,0617 mg/g sampel–0,1891 mg/g sampel. Kenaikan penyerapan logam Mn secara signifikan terjadi pada minggu ke-6 hingga minggu ke-8 di lokasi M23-E dan pada lokasi M4-E terjadi pada minggu ke-8 sampai minggu ke-10. Pada minggu ke-11 purun tikus sudah mulai mengalami kejenuhan dalam menyerap logam dan sudah mulai banyak yang mati.

Hal yang sama dengan trend penyerapan logam Fe juga terjadi pada penyerapan logam Mn, dimana terdapat adanya perbedaan kemampuan penyerapan purun tikus terhadap logam Mn pada kedua lokasi. Penyerapan purun tikus pada lokasi M23-E lebih besar dibandingkan dengan kemampuan penyerapan purun tikus di lokasi M4-E. Hal ini mengindikasikan bahwa penyerapan tanaman purun tikus terhadap logam mangan juga lebih mudah terjadi saat logam mangan berada dalam bentuk ion Mn^{2+} . Adanya proses netralisasi dengan kapur tohor ($CaCO_3$) pada lokasi M4-E menyebabkan kenaikan pH pada lokasi tersebut yaitu berkisar antara 6–7. Sedangkan menurut teori, pengendapan logam Mn akan terjadi pada kisaran pH 7 – 9. Dengan demikian pengendapan

logam Mn pada lokasi M4-E sudah mulai terjadinya penyerapan tanaman purun tikus terhadap logam mangan tidak maksimal.

Kemampuan tanaman purun tikus dalam menyerap logam mangan jauh lebih kecil dibandingkan dengan penyerapannya terhadap logam besi. Hal ini disebabkan karena ketidakseimbangan kebutuhan tanaman terhadap unsur hara mikro. Kebutuhan tanaman akan mangan sebagai unsur hara mikro tidak sebesar kebutuhan tanaman terhadap besi. Jika dibandingkan dengan penyerapan besi, purun tikus hanya menyerap sedikit mangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa purun tikus (*Eleocharis dulcis*) mempunyai kemampuan menyerap logam pada lokasi air asam tambang. Untuk logam Fe berkisar antara 26,92 mg/g sampel – 91,76 mg/g sampel pada lokasi M23-E. Sedangkan pada lokasi M4-E berkisar antara 25,27 mg/g sampel – 63,74 mg/g sampel. Untuk logam Mn berkisar antara 0,0596 mg/g sampel – 0,2364 mg/g sampel di lokasi M23-E. Sedangkan pada lokasi M4-E berkisar antara 0,0617 mg/g sampel – 0,1891 mg/g sampel dalam waktu kontak 12 minggu. Kemampuan tanaman purun tikus menyerap logam Fe jauh lebih besar dibandingkan logam Mn karena kebutuhan tanaman terhadap Fe juga lebih besar dibandingkan kebutuhan

tanaman terhadap Mn. Tanaman purun tikus sudah mengalami kejenuhan dalam menyerap logam pada minggu ke-11 dan sudah mulai banyak yang mati.

DAFTAR PUSTAKA

- Costello, C. 2003. *Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologises*. www.clu-in.org. di akses tanggal 12 Oktober 2013).
- Priyanto, B & Prayitno, J. 2002. *Fitoremediasi sebagai sebuah teknologi pemulihan pencemaran, khususnya logam berat*. [Http://itl.bppt.tripod.com/sublab/lfiora.htm](http://itl.bppt.tripod.com/sublab/lfiora.htm) (diakses tanggal 14 Oktober 2013)
- Krisdianto, E. Purnomo, & E. Mikrianto, 2006. *Peran Purun Tikus dalam Menurunkan Fe di dalam Air Limbah Tambang Batubara*. Program Penelitian dan Pengembangan IPTEK. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Pivetz, E. Bruce, 2001, *Phytoremediation of Contaminated Soil and Ground Water at Hazardous Waste Sites*. EPA Ground Water Issue.
- Schipper, A., 2004, Biogeochemistry of metal sulfide oxidation in mining environments, sediment and soils. In Amend, J.P., K.J. Edwards, T.W. Lyons (Eds). *Sulfur Biogeochemistry – Past and Present*. *Geological Soc. of America*. **379**: 49 – 62.
- SNI 6989.59:2008, Air dan Air Limbah – bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah, Badan Standarisasi Nasional.
- Widyati, E., 2009, Kajian Fitoremediasi sebagai Salah Satu Upaya Menurunkan Akumulasi Logam Akibat Air Asam Tambang pada Lahan Bekas Tambang Batubara, *Tekno Hutan Tanaman*, **2**(2): 67–75.