

ANALISIS NILAI PH DAN KONSENTRASI LOGAM BESI (Fe) PADA MEDIA LAHAN BASAH BUATAN ALIRAN HORIZONTAL BAWAH PERMUKAAN YANG MENGOLAH AIR SALURAN REKLAMASI

Analysis Of pH Values And Iron (Fe) Metal Concentrations in Constructed Wetland with Horizontal Subsurface Flow that Treats Reclaimed Channel Water

Rd. Indah Nirtha NNPS, Dewi Puspita Sari

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jln. A. Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan
Email: indah.nirtha@gmail.com

Abstract

One of the impacts of reclamation of swamps is poison substances in the water channels, which can cause to pyrite oxidation, sedimentation and accumulation of toxic substances in secondary channels. The reclamation channel unit in Semangat Karya Village has a water pH of ± 3 and has the iron level of 4.95 mg / l. Based on South Kalimantan Provincial Governor Regulation Year 2007, pH grade and iron concentration are over the quality standard, while the water is consumed by the residents for everyday intentions. One of the technologies that are applied to increase the pH and to minimize the concentration of iron (Fe) is constructed wetland with the horizontal sub-surface flow (CW-HSSF). The objectives of this research were to study the dynamics of pH and Fe in the media acid sulfate soils mixed with organic fertilizer (bokashi) 10% at CW-HSSF system using Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) and Kalakai (*Stenochlaena palustris*). The conclusion of this research indicated that pH value and absorption of Fe in CW-HSSF using Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) was better than Kalakai (*Stenochlaena palustris*).

Keywords: swamp reclamation; constructed wetlands; Purun Tikus (Eleocharis dulcis), Kalakai (Stenochlaena palustris).

PENDAHULUAN

Proses reklamasi yang dilakukan oleh Dinas PU Barito Kuala pada tahun 2000 mengalami permasalahan berupa keberadaan unsur beracun di saluran air tersebut. Dalam perkembangannya, pelaksanaan reklamasi ternyata mengalami beberapa kendala, antara lain terjadinya oksidasi pirit, sedimentasi dan akumulasi bahan beracun pada saluran sekunder. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada 27 Desember 2016, unit saluran reklamasi yang ada di Desa Semangat Karya memiliki pH air ± 3 dan memiliki kadar besi 4,95 mg/l. Berdasarkan Peraturan Gubernur Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2007

nilai pH dan konsentrasi besi tersebut berada di atas baku mutu.

Sementara air tersebut dimanfaatkan oleh penduduk untuk keperluan sehari-hari rumah tangga, seperti mandi, mencuci, buang air kecil, buang air besar. Salah satu pendekatan yang di tempuh untuk meningkatkan kualitas air adalah dengan menyaring atau menyerap unsur beracun yang ada dalam air tersebut. Pemilihan menggunakan metode lahan basah buatan dilakukan untuk menurunkan kandungan logam berat diperairan. Menurut Meutia dkk (2001) Lahan basah buatan (*constructed wetland*) merupakan sistem pengolahan air yang cocok karena biaya yang murah, mudah dioperasikan dan dirawat berkelanjutan. Lahan basah menggunakan

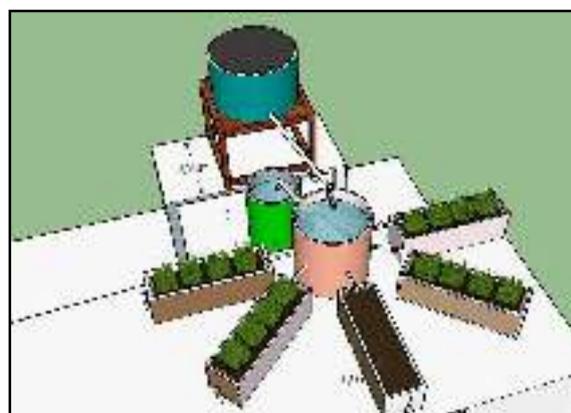
tanaman tertentu yang toleran dan dapat menyerap kontaminan. Salah satu tanaman air yang sering digunakan ialah tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) yang merupakan tumbuhan alami yang hidup di tanah sulfat masam di daerah rawa. Menurut Prayudi (2013), kalakai dapat dimanfaatkan sebagai tanaman fitoremediasi pada lahan basah buatan. Kalakai (*Stenochlaena palustris*) dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk memperbaiki kualitas air dengan menyerap logam berat yang ada diperairan.

Pemanfaatan tanah sulfat masam sebagai media pada sistem lahan basah buatan berdasarkan pada penelitian Ramdhani (2007) menunjukkan bahwa Purun Tikus (*eleocharis dulcis*) yang tumbuh di tanah sulfat masam mempunyai peranan dalam menurunkan Besi (Fe) dan meningkatkan pH air genangan. Ilman (2012) juga menyebutkan bahwa tanaman purun tikus (*eleocharis dulcis*) yang tumbuh di media tanah sulfat masam mampu menurunkan kadar besi (Fe) pada air asam tambang. Berdasarkan hasil penelitian Setiawan (2014) menunjukkan bahwa jenis media tanam pencampuran tanah sulfat masam dengan bokashi 10% di lahan basah buatan aliran vertikal bawah permukaan mampu menurunkan Fe dengan efisiensi 91,71%.

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian adalah menganalisis dinamika pH dan Besi (Fe) di media sistem LBB-AHBP yang di tanami dengan tumbuhan purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dengan sistem LBB-AHBP yang di tanami dengan tumbuhan kalakai (*Stenochlaena palustris*) dan membandingkan dinamika pH dan Besi (Fe) di media sistem LBB-AHBP yang di tanami dengan tumbuhan purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dengan sistem LBB-AHBP yang di tanami dengan tumbuhan kalakai (*Stenochlaena palustris*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan reaktor yang berukuran 100 cm x 30 cm x 30 cm. Jumlah reaktor yang digunakan adalah 5 yang terdiri dari 2 reaktor dengan tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*), 2 reaktor dengan tanaman Kalakai (*Stenochlaena palustris*) dan 1 reaktor kontrol. Tinggi rata-rata tanaman adalah 15 cm dengan jumlah batang masing-masing tanaman pada reactor adalah 18 batang. Media tanam yang digunakan adalah tanah pencampuran tanah sulfat masam dengan bokashi 10 % dengan jarak tanam 15 cm x 15 cm. Penelitian dilakukan selama 15 hari, sedangkan air saluran reklamasi yang menjadi penelitian kali ini diambil di Desa Semangat Karya Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Desain reaktor yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Reaktor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis awal terhadap nilai pH dan kandungan Fe pada air saluran reklamasi dan tanah sebagai media tumbuh tanaman dilakukan di laboratorium Kimia, Fisika dan Biologi Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Analisis Sampel Awal pada Saluran Reklamasi

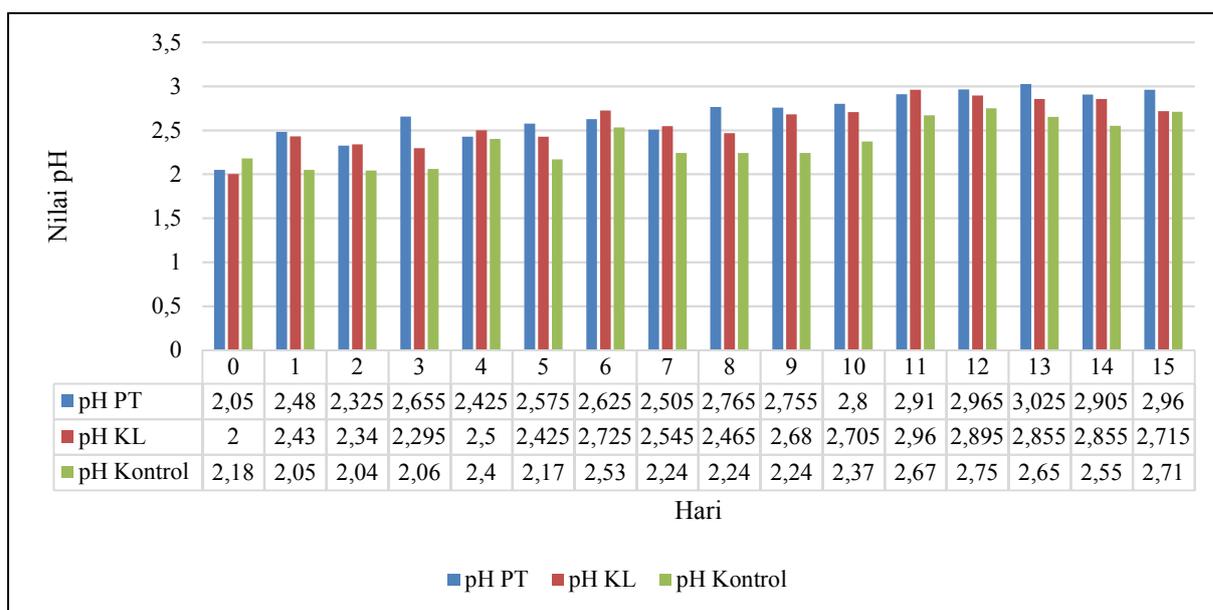
Parameter	Hasil Analisis	Pergub Kalsel
		No.05/2007 Kadar Maksimum
pH Air	2.4	6 – 9
pH Tanah	2	-
Fe Air (ppm)	25.78	0.3
Fe Tanah (ppm)	23970.9	-

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan ini, kandungan pH dan Fe pada air saluran reklamasi masih belum memenuhi baku mutu air bersih. Media tanam yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah sulfat masam yang ada di Desa Semangat Karya Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala yang di campur dengan pupuk bokashi 10%. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama kurang lebih 7 hari. Media tanam kemudian dianalisis terlebih dahulu untuk diketahui pH tanah dan seberapa banyak logam berat yang terkandung didalamnya sebelum digunakan dalam penelitian.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui data awal pH pada sampel tanah sebesar 2.0,

sedangkan kadar awal Fe dari hasil analisis adalah 23970.9 ppm. pH berperan penting di dalam tanah karena menentukan aktifitas dan dominasi mikroorganisme, proses mikroorganisme sangat berhubungan erat dengan siklus hara (nitrifikasi dan denitrifikasi) dan sintesis senyawa kimia organik dan transport gas atmosfer (Darmawijaya *dalam* Hamid 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH tanah berada dalam rentang 2.00 – 3.025 yang menandakan bahwa media tanam tersebut bersifat asam. Berdasarkan data penelitian (Gambar 2) menunjukkan hasil yang bervariasi. Naik turunnya nilai pH dipengaruhi oleh logam berat yang ada didalamnya. Kondisi ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa semakin asam atau semakin kecil pH tanah maka semakin banyak logam berat yang ada di media tanam (Novizan, 2002).

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pH tanah pada lahan basah buatan yang di tanami purun tikus lebih tinggi dibandingkan dengan lahan basah buatan yang ditanami kelakai. Kemasaman tanah yang tinggi di tanah sulfat masam setelah reklamasi menyebabkan pirit tidak stabil, sehingga terjadi oksidasi pirit yang terbentuk ion H^+ yang akan menurunkan pH tanah (Breemen *dalam* Fahmi, 2008).



Gambar 2. Nilai pH pada Media Lahan Basah Buatan

Konsentrasi rata-rata nilai pH pada media yang ditanami purun tikus adalah 2.71. Nilai pH pada media tanam yang ditanami purun tikus mengalami peningkatan pada hari ke 1 menjadi 2.48, peningkatan terjadi pada hari ke 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13 dan 15. Hal ini disebabkan karena sifat tanaman purun tikus lebih adaptif terhadap kondisi air. Penurunan nilai pH terjadi pada hari ke 2, 4, 7, dan 9 karena air yang digunakan pada penelitian ini bersifat sangat asam, sehingga menyebabkan tanaman kurang optimal dalam meningkatkan pH air. Peningkatan konsentrasi nilai pH pada media yang ditanami kalakai terjadi pada hari ke 1, 6, 9, 10, dan 11 dalam rentang 2.73 hingga 2.9 yang menunjukkan pH di tanah bersifat asam. Konsentrasi rata-rata nilai pH di media yang ditanami kalakai adalah 2.62. Peningkatan pH yang terjadi pada media yang ditanami purun tikus dan kalakai menunjukkan bahwa setiap adanya peningkatan pH maka kandungan logam berat yang terdapat pada air saluran reklamasi ketika sudah mengalami proses fitoremediasi akan menurun.

Dinamika pH

Hasil studi menggambarkan adanya tren dinamika konsentrasi pH pada hari pertama sampai hari ke lima belas. Peningkatan nilai pH terbesar terjadi pada hari ke 13 sebesar 3.025. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel hubungan antara hari dengan nilai pH pada tanah. Berdasarkan Gambar 2, pH tanah pada lahan basah buatan yang di tanami purun tikus lebih tinggi dibandingkan dengan lahan basah buatan yang ditanami kalakai. Peningkatan pH yang terjadi pada media yang ditanami purun tikus dan kalakai menunjukkan bahwa setiap adanya peningkatan pH maka kandungan logam berat Fe ketika sudah mengalami proses fitoremediasi akan menurun. Keasaman tanah yang tinggi di tanah sulfat masam setelah reklamasi menyebabkan pirit tidak stabil, sehingga terjadi oksidasi pirit

yang terbentuk ion H^+ yang akan menurunkan pH tanah (Breemen dalam Fahmi 2008).

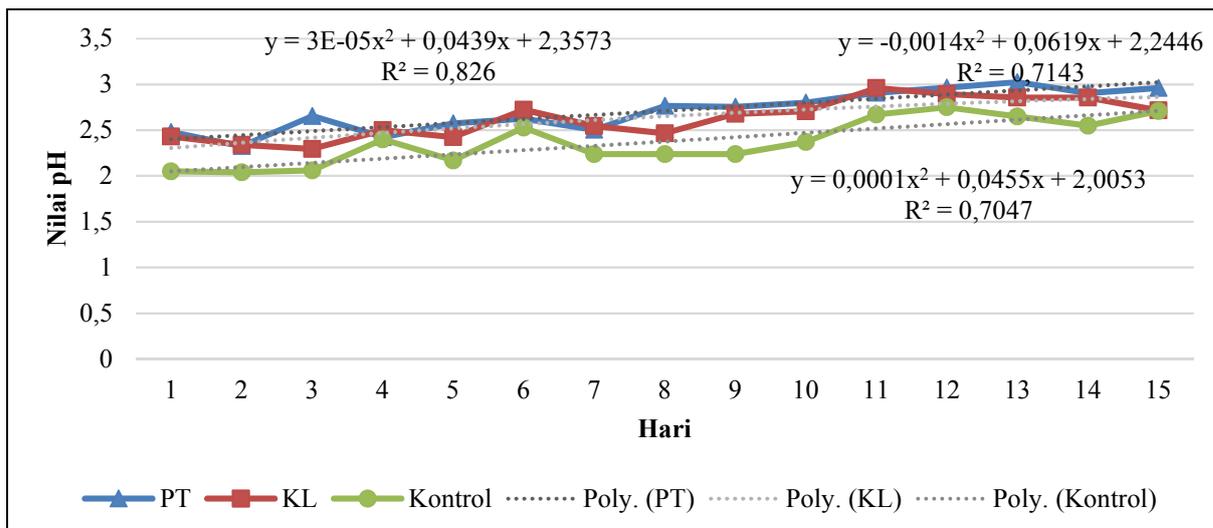
Hasil penelitian menunjukkan adanya tren dinamika konsentrasi pH pada hari pertama sampai hari ke lima belas. Peningkatan nilai pH terbesar terjadi pada hari ke 13 sebesar 3.025. Peningkatan pH pada reaktor disebabkan oleh adanya pertukaran ion hidrogen dengan kation alkali atau alkali tanah pada media tanah sulfat masam yang dicampur bokashi. Peningkatan pH pada reaktor disebabkan karena adanya pertukaran ion logam terlarut seperti besi dengan ion logam alkali tanah pada media. Penurunan nilai pH disebabkan oleh respirasi mikroba pada akar tanaman yang melepaskan oksigen. Selain itu tanaman juga berperan dalam meningkatnya pH dengan menyerap zat-zat yang menyebabkan keasaman pada air yang dibantu oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat-zat tersebut supaya mempermudah tanaman menyerap. Hal tersebut mampu mengurangi jumlah ion hidrogen di dalam air sehingga pH meningkat. Peningkatan ini memiliki konsekuensi terjadinya proses oksidasi logam berat yang akan menyebabkan adanya endapan merah pada tanah (Widyawati, 2013).

Gambar 3 menunjukkan hasil analisis statistik dengan uji-t menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH di media pada purun tikus dan kalakai pada cenderung mengikuti persamaan garis *Polynomial* sebagai berikut:

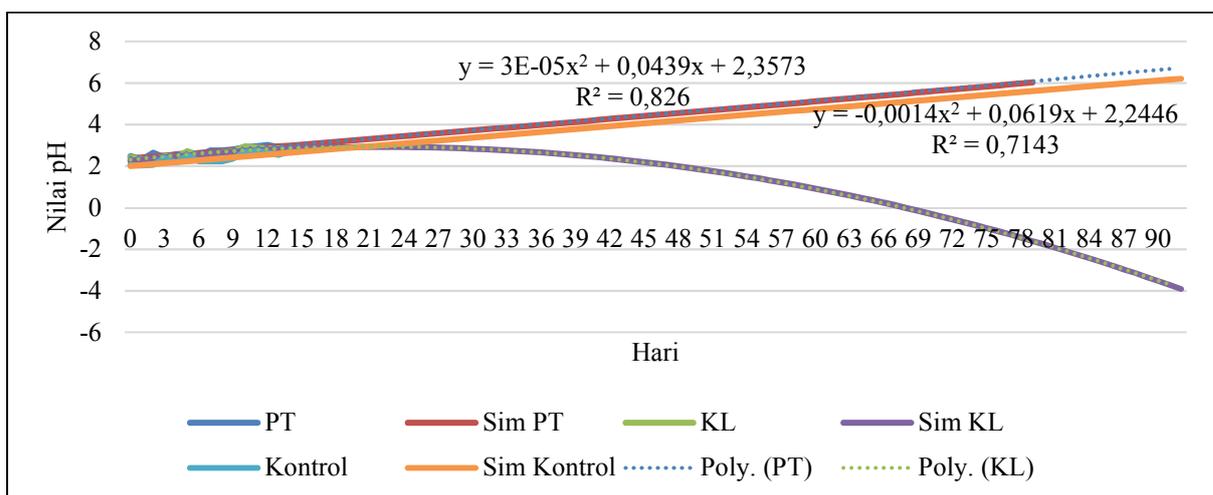
$$\text{Purun tikus: } y = 3E-05x^2 + 0.0439x + 2.3573$$

$$\text{Kalakai: } y = -0.0014x^2 + 0.0619x + 2.2446$$

Model persamaan garis tersebut dapat digunakan untuk memprediksi waktu akumulasi maksimum media di tanaman purun tikus dan kalakai. Media pada purun tikus memiliki pH tertinggi pada hari ke 13 dan kalakai memiliki pH tertinggi pada hari ke 11.



Gambar 3. Regresi Linier pH dengan tanaman Purun Tikus dan Kalakai pada Media LBB-AHBP



Gambar 4. Simulasi Nilai pH dengan tanaman Purun Tikus dan Kelakai pada Media LBB-AHBP

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai pH pada media di tanaman purun tikus berkorelasi positif dengan hari. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai pH media di tanaman purun tikus akan bertambah seiring dengan bertambahnya waktu. Naik turunnya nilai pH pada media dipengaruhi oleh konsentrasi logam berat yang ada di dalamnya, hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang menunjukkan semakin masam atau semakin kecil nilai pH pada tanah maka semakin banyak logam berat yang terkandung di dalam media tanam. Peningkatan pH pada air saluran reklamasi yang diolah menggunakan sistem lahan basah buatan aliran horizontal disebabkan karena adanya

pertukaran ion hidrogen dengan kation alkali tanah pada media tanam. Selain itu, peningkatan pH terjadi karena adanya pertukaran ion logam terlarut seperti besi dengan ion logam alkali. Tanaman juga berperan dalam meningkatkan pH dengan cara menyerap zat-zat yang menyebabkan keasaman pada air dibantu oleh mikroorganisme. Mikroorganisme membantu menguraikan zat-zat tersebut sehingga mudah diserap oleh tanaman (Widyawati, 2013). Menurut Setiawan (2014), peningkatan pH yang terjadi pada media tanah sulfat masam dicampurkan dengan bokashi menunjukkan bahwa setiap adanya peningkatan pH maka kandungan

logam berat Fe yang terdapat pada air ketika sudah mengalami proses fitoremediasi akan menurun.

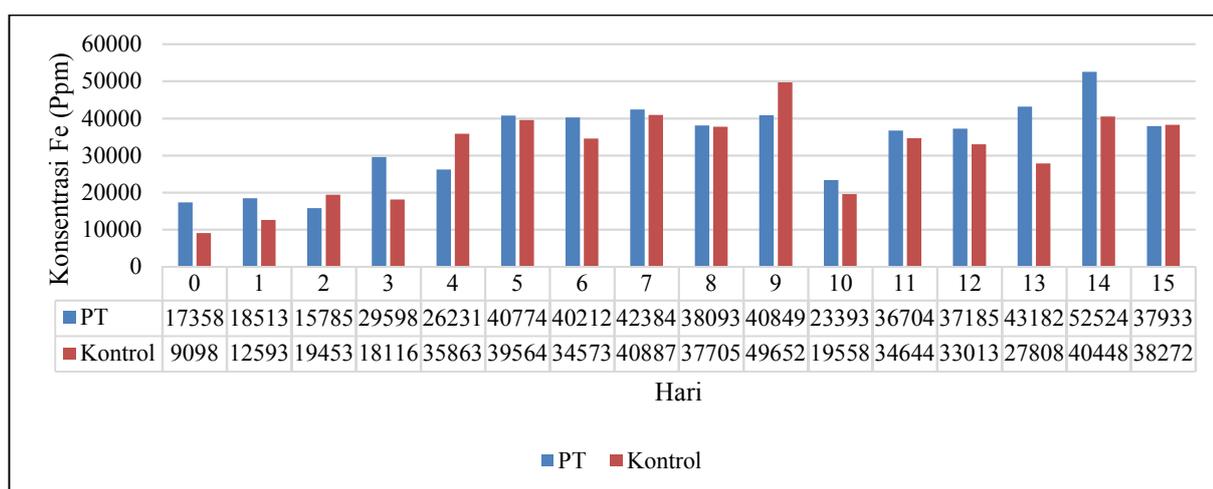
Nilai pH yang rendah menunjukkan banyak kandungan oksida besi sulfat. Bakteri pereduksi sulfat menyebabkan konsentrasi sulfat menurun dan menyebabkan peningkatan pH. Bakteri pereduksi sulfat mengoksidasi sejumlah senyawa organik atau hidrogen dengan mereduksi sulfat dan membentuk sulfida. Reduksi sulfat menghasilkan penurunan jumlah sulfat dan peningkatan bisulfid dan HCO_3^- . Gas hidrogen sulfida dapat terbentuk dari bisulfida dan ion hidrogen. Hilangnya H_2S ke atmosfer dan juga produksi HCO_3^- menurunkan keasaman dan meningkatkan pH (Kosolapov *et al.*, 2004). Peningkatan pH menyebabkan ion ferri (Fe^{3+}) mengalami oksidasi dan berikatan dengan hidroksida menghasilkan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang bersifat tidak larut dan mengendap (presipitasi) dan membentuk warna kemerahan pada substrat (Effendi, 2003).

Penurunan pH disebabkan oleh beberapa faktor. Respirasi mikroba pada akar tanaman akan melepaskan CO_2 yang dapat meningkatkan konsentrasi asam

karbonat atau bikarbonat sehingga dapat menurunkan pH. Diketahui bahwa pada bagian rizosfer tanaman terdapat berbagai macam mikroba sehingga laju respirasi di rizosfer akan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan keseluruhan bagian tanah (Widyati, 2013). Peningkatan pH larutan tanah bersifat menstabilkan reduksi Fe^{3+} , sehingga dihasilkan ion Fe^{2+} dalam konsentrasi tinggi. Proses meningkatnya nilai pH tanah dimulai dengan reduksi nitrat (NO_3^-) menjadi ion amonium (NH_4^+). Setelah semua nitrat lenyap, kemudian reduksi Fe^{3+} (ferri-oksida) mulai terjadi dan menghasilkan Fe^{2+} (ferro) yang melimpah disertai dengan peningkatan pH.

Kandungan Besi (Fe) Pada Tanah

Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi Fe awal adalah 23970.9 ppm. Pada reaktor konsentrasi Fe di media LBB-AHBP hari ke 1 – 15 dapat dilihat pada Gambar berikut ini. Untuk logam besi (Fe), penambahan konsentrasi Fe pada media tanah LBB-AHBP dimulai dari hari pertama hingga hari ke lima belas dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



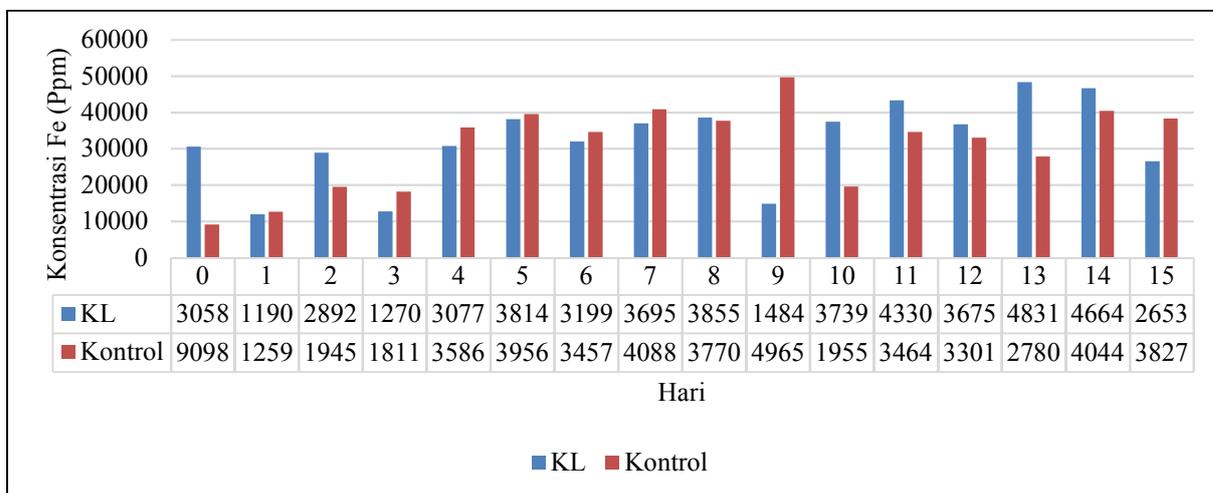
Gambar 5. Konsentrasi Besi (Fe) pada Media Lahan Basah Buatan yang di Tanami Purun Tikus

Gambar 5 menunjukkan bahwa media yang ditanami purun tikus pada LBB-AHBP memiliki hasil yang bervariasi. Terjadinya peningkatan dan penurunan konsentrasi Fe pada hari tertentu. Peningkatan konsentrasi Fe

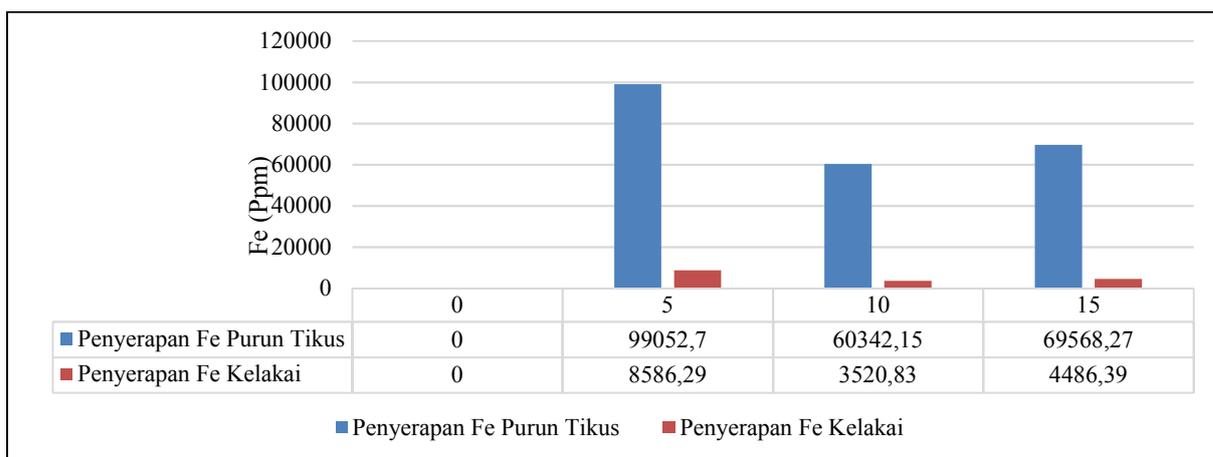
pada media yang di tanami purun tikus terjadi setiap harinya selama 15 hari dengan rentang konsentrasi Fe dari 18512.98 ppm meningkat menjadi 37933.47 ppm. Nilai rata-rata konsentrasi Fe pada purun tikus

sebesar 34890.64 ppm. Konsentrasi Fe tertinggi pada purun tikus terjadi pada hari ke 14 sebesar 52524.065 ppm. Konsentrasi Fe terendah pada purun tikus terjadi pada hari pertama pengoperasian lahan basah

buatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pada hari pertama sudah berperan dalam sistem fitoremediasi yang kemungkinan selanjutnya Fe akan diserap oleh tanaman.



Gambar 6. Konsentrasi Besi (Fe) pada Media Lahan Basah Buatan yang di Tanami Kelakai



Gambar 7. Penyerapan Besi (Fe) pada Tanaman di Lahan Basah Buatan

Sementara itu pada Gambar 6 menunjukkan bahwa media yang ditanami kalakai memiliki hasil yang bervariasi juga setiap harinya. Peningkatan konsentrasi Fe terjadi pada hari ke 2 hingga hari ke 13 dengan rentang peningkatan dari 28924.2 ppm meningkat menjadi 48312.57 ppm. Nilai rata-rata konsentrasi Fe pada kelakai adalah 32249.66 ppm. Konsentrasi Fe tertinggi pada tanaman kelakai terjadi pada hari ke 13 sebesar 48312.57, sedangkan konsentrasi Fe terendah terjadi pada hari pertama setelah pengoperasian lahan basah buatan. Penurunan kandungan besi

disebabkan oleh tanah mengandung fraksi mineral liat yang bermuatan negatif memiliki kemampuan mengikat (adsorpsi) Fe^{2+} yang terlarut di air.

Berdasarkan Gambar 7 diketahui penyerapan konsentrasi Fe setiap tanaman pada lahan basah buatan aliran horizontal bawah permukaan memiliki hasil yang bervariasi setiap harinya. Konsentrasi Fe pada tanaman purun tikus hari ke lima adalah 99052.7 ppm, terjadi penurunan konsentrasi Fe pada hari ke 10 yaitu 60342.15 ppm, pada hari ke 15 meningkat menjadi 69568.27 ppm. Sedangkan

konsentrasi penyerapan pada tanaman kalakai hari ke 5 adalah 8586.29 ppm, kemudian menurun pada hari ke 10 menjadi 3250.83 ppm dan pada hari ke 15 meningkat menjadi 4486.39 ppm. Konsentrasi Fe di LBB-AHBP dipengaruhi penyerapan Fe oleh tumbuhan. Berdasarkan penelitian Rahman (2017), tanaman purun tikus yang di tanam di LBB-AHBP lebih banyak menyerap konsentrasi Fe dari pada tanaman kelakai.

Dinamika Kandungan Besi (Fe)

Proses yang terjadi sistem lahan basah buatan adalah proses fisik yang terdiri dari sedimentasi dan filtrasi. Sedimentasi atau pengendapan adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan materi tersuspensi atau flok kimia secara gravitasi. Proses sedimentasi tersebut terjadi ketika konsentrasi besi mengalami pengendapan. Sedangkan proses filtrasi terjadi pada tanaman purun tikus dan kalakai serta pada media. Tanaman berperan sebagai biofilter karena kemampuan sistem perakaran keduanya membentuk filter yang dapat menahan logam Fe pada air kemudian menyerap ke dalam tanah. Proses filtrasi terjadi di media ketika partikel-partikel media tanam yang memiliki pori yang dapat menjerap Fe dan memisahkan besi (Fe) yang larut. Fe mengalami pengendapan selama waktu tinggal pada saat penelitian berlangsung, sedangkan filtrasi dilakukan oleh media bersama dengan tanaman fitoremediasi (Prihatini, 2012). Sementara proses sedimentasi terjadi ketika konsentrasi besi mengalami pengendapan selama penelitian berlangsung.

Gambar 7 memperlihatkan bahwa media tanam yang ditanami purun tikus memiliki hasil yang bervariasi setiap harinya. Konsentrasi Fe tertinggi pada purun tikus terjadi pada hari ke 14 sebesar 52524.065 ppm dan terendah terjadi pada hari pertama pengoperasian lahan basah buatan. Konsentrasi Fe tertinggi pada tanaman kalakai terjadi pada hari ke 13 sebesar 48312.57, sedangkan konsentrasi Fe terendah terjadi pada hari pertama setelah

pengoperasian lahan basah buatan. Berdasarkan penelitian Setiawan (2014), konsentrasi Fe di *effluent* media tanam memiliki pengaruh terhadap penurunan konsentrasi Fe *effluent* di air yang berarti adanya proses sedimentasi pada lahan basah buatan. Terjadi penurunan konsentrasi besi *effluent* pada media di hari tertentu disebabkan karena pengendapan besi yang tidak dapat di ekstrak sehingga tidak terbaca saat dilakukan analisis.

Berdasarkan hasil analisis statis dengan uji-t menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi Fe di media yang ditanami purun tikus dan kalakai berbeda secara statistik. Konsentrasi Fe di media pada tanaman purun tikus dan kalakai ditunjukkan pada Gambar 8 yang cenderung mengikuti persamaan garis Polynomial sebagai berikut:

$$\text{Purun tikus: } y = -163.69x^2 + 4121.7x + 15449$$

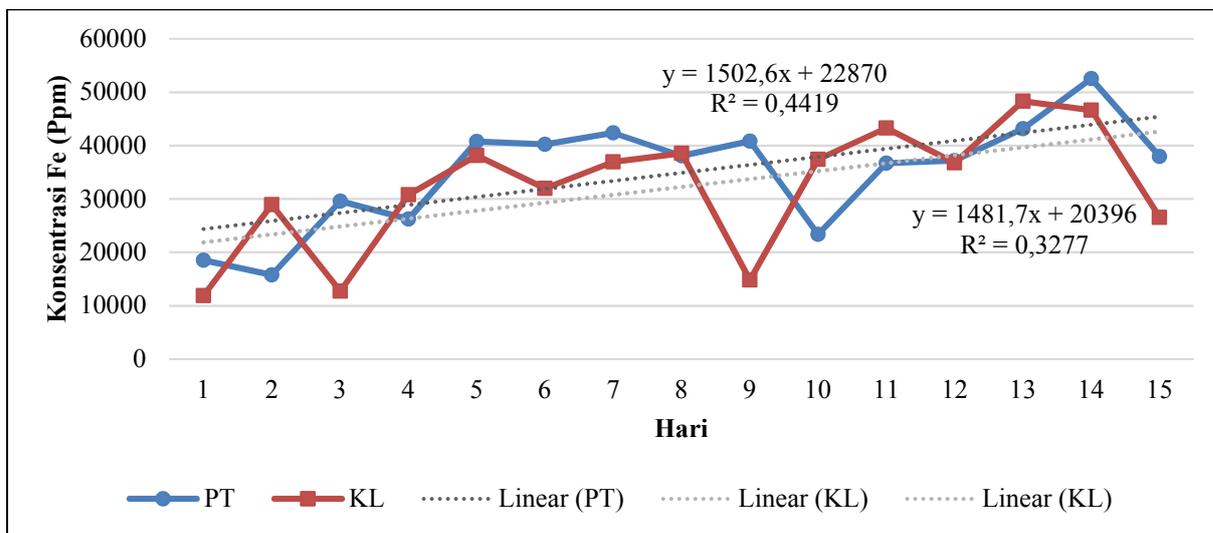
$$\text{Kalakai: } y = -183.69x^2 + 4420.7x + 12069$$

Model persamaan garis tersebut digunakan untuk memprediksi waktu maksimum media pada tanaman purun tikus dan kalakai. Media pada purun tikus memiliki konsentrasi Fe tertinggi terjadi pada hari ke 14 dan media pada kalakai memiliki konsentrasi Fe tertinggi pada hari ke 13. Terjadinya fluktuasi yang besar di media setiap hari selama 15 hari.

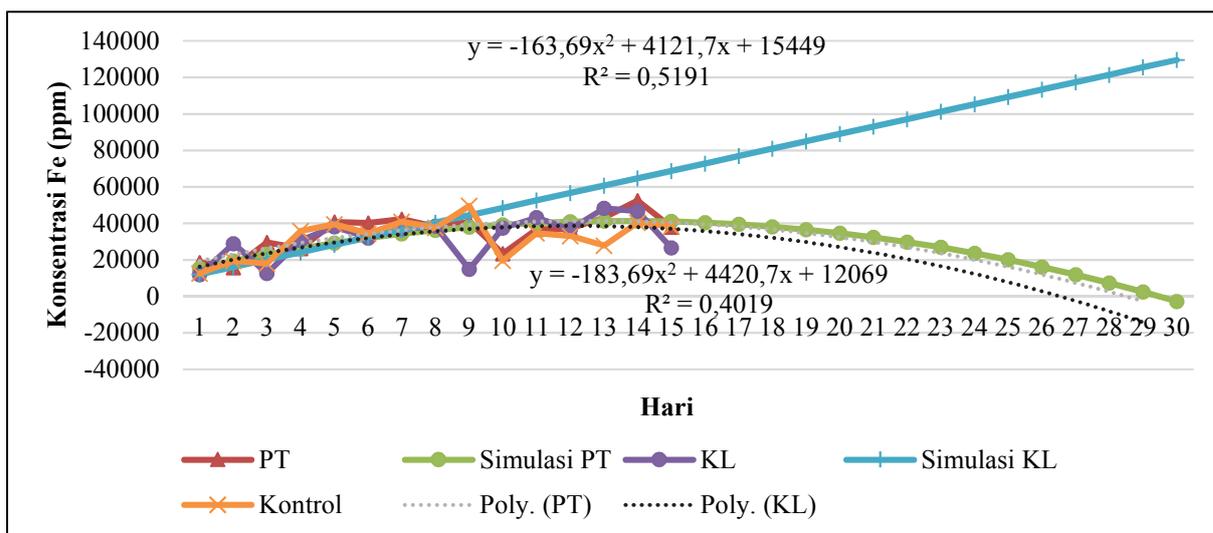
Terjadinya dinamika konsentrasi Fe pada media tanah dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat yang ada di media tanam. Dalam kondisi bebas, logam berat bersifat racun dan terserap oleh tanaman. Sedangkan dalam bentuk tidak bebas dapat berikatan dengan hara, bahan organik dan anorganik. Pada penelitian ini terjadinya fluktuasi konsentrasi Fe pada masing-masing tanaman, hal ini menunjukkan bahwa tanaman mengalami sistem fitoremediasi pada lahan basah buatan. Tingginya kandungan bahan organik ditanah sulfat masam dan lambatnya proses perombakan bahan organik mengakibatkan tingginya kandungan asam organik pada tanah yang

menyebabkan tanaman keracunan asam organik. Fe yang terikat bahan organik

menurun ketika terjadi peningkatan pH (Fahmi, 2008).



Gambar 8. Regresi Linier Fe pada Purun Tikus dan Kelakai di Media LBB-AHBP



Gambar 9. Simulasi Dinamika Fe pada Purun Tikus dan Kalakai di Media LBB-AHBP

Terjadinya dinamika konsentrasi Fe pada media tanah dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat yang ada di media tanam. Dalam kondisi bebas, logam berat bersifat racun dan terserap oleh tanaman. Sedangkan dalam bentuk tidak bebas dapat berikatan dengan hara, bahan organik dan anorganik. Pada penelitian ini terjadinya fluktuasi konsentrasi Fe pada masing-masing tanaman, hal ini menunjukkan bahwa tanaman mengalami sistem fitoremediasi pada lahan basah buatan. Tingginya kandungan bahan organik ditanah sulfat

masam dan lambatnya proses perombakan bahan organik mengakibatkan tingginya kandungan asam organik pada tanah yang menyebabkan tanaman keracunan asam organik. Fe yang terikat bahan organik menurun ketika terjadi peningkatan pH (Fahmi, 2008).

Gambar 9 menunjukkan bahwa jumlah Fe dimedia pada tanaman purun tikus berkorelasi positif terhadap hari. Hal ini dapat diartikan bahwa jumlah Fe dalam media purun tikus terus bertambah seiring dengan bertambahnya waktu. Keberadaan logam berat dipengaruhi oleh ketersediaan

hara tanaman. Masuknya logam berat ke dalam tanah akan terserap oleh tanaman melalui akar dan terdistribusi ke bagian tanaman yang lain. Semakin lama waktu kontak pada sistem lahan basah buatan terjadi pengendapan secara tidak langsung akan mendorong terjadinya reduksi besi yaitu berubahnya Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Terjadinya pengendapan menyebabkan ketersediaan oksigen terbatas karena laju difusi oksigen 10.000 kali lebih lambat dari pada kondisi aerob. Padahal oksigen diperlukan oleh mikroorganisme untuk melakukan aktifitasnya. Hal ini berakibat Fe^{3+} direduksi sebagai akseptor elektron oleh bakteri pereduksi besi untuk kelangsungan hidup. Pada kondisi tereduksi, mikroorganisme menggunakan Fe^{3+} sebagai penerima elektron sehingga konsentrasi Fe^{2+} meningkat (Reddy *et al* dalam Fahmi 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan logam berat Fe pada media tanam yang di tanami purun tikus lebih tinggi dibandingkan penyerapan Fe pada media tanam yang di tanami kalakai. Peningkatan logam berat akibat adanya eksudat akar yang menyebabkan terlepasnya Fe yang diikat oleh tanah. Eksudat pada rizosfer terjadi pada kondisi asam tergantung dari nutrisi yang diserap oleh akar tanaman. Eksudat yang dikeluarkan oleh akar membantu akar menyerap dan menampung ion-ion yang digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Eksudat juga memperluas jangkauan akar dalam mencari sumber unsur hara (Lines-Kelly, 2005). Pergerakan senyawa organik dan koloni mikroba dari akar lebih cepat pada tanah yang memiliki pori-pori lebih besar, sehingga mikroorganisme dan eksudat akar berpindah. Dengan demikian, semakin besar ukuran pori maka semakin cepat terjadinya asosiasi mikroba di rizosfir dan akan memperluas ke lingkungan sekitarnya (Widyati, 2013).

Seiring dengan penelitian yang dilakukan oleh Wardani (2017) bahwa terjadi penurunan kandungan Fe pada air saluran reklamasi pada hari ke 15.

Penurunan konsentrasi besi dikarenakan sifat besi yang bermuatan positif terjerap di media tanah yang bermuatan negatif dan sebagian lagi terserap oleh tanaman. Pada dasarnya tumbuhan mempunyai kapasitas untuk menyerap ion-ion dari lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Hasil penelitian Rahman (2017) menunjukkan bahwa serapan besi oleh tanaman purun tikus dan kalakai antara hari ke 5 sampai hari ke 15 menunjukkan tanaman mengalami sistem fitoremediasi dalam lahan basah buatan.

Prihatini (2015) menyebutkan bahwa penggunaan tanaman purun tikus dilakukan karena tumbuhan ini kemampuan untuk hidup pada daerah dengan pH rendah dan kandungan logam berat tinggi. Kemampuan serapan tanaman memiliki hasil yang berbeda-beda dikarenakan tanaman sudah jenuh, sehingga kemampuan serapan tanaman terhadap logam berat menurun. Pendekatan yang dapat dilakukan agar fitoremediasi dapat berlangsung secara efisien, yaitu menggunakan tumbuhan yang hiperakumulator yang sesuai dan teknik budidaya serta manipulasi pertumbuhan yang tepat. Logam berat yang tidak terserap oleh tanaman akan tetap berada pada media tanam. Hanhart (*dalam* Fahmi 2008) menunjukkan bahwa kelarutan Fe^{2+} di tanah sulfat masam mengikuti pola kondisi redoks tanah. Peningkat Fe^{2+} terjadi pada saat nilai redoks tanah menurun dan pada saat nilai redoks tanah naik (kondisi oksidasi) maka konsentrasi Fe^{2+} sangat rendah.

KESIMPULAN

1. Dinamika pH dan Besi di sistem lahan LBB-AHBP pada media ditanami purun tikus (*Eleocharis Dulcis*) dan kalakai (*Stenochlaena Palustris*) berfluktuasi terhadap hari dalam penurunan konsentrasi Fe dan peningkatan nilai pH.
2. Pada tanaman purun tikus konsentrasi Fe tertinggi terjadi di hari ke 14 sedangkan tanaman kalakai terjadi di

hari ke 13. Nilai pH tertinggi media pada tanaman purun tikus terjadi di hari ke 13 sedangkan pH tertinggi media pada tanaman kalakai terjadi di hari ke 11 setelah pengoperasian.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Fahmi, A., & Hanudin, E. (2008). Pengaruh Kondisi Redoks terhadap Stabilitas Kompleks Organik-besi pada Tanah Sulfat Masam. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 8(1): 49-55.
- Hamid, A. (2016). *Dinamika Fe dan Mn di Media Lahan Basah Buatan yang Mengolah Air Asam Tambang di PT Jorong Barutama Greston (JBG)*. [Skripsi]. Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Ilman, M.S. (2012). *Rekayasa Penurunan Fe dan Mn pada Air Asam Tambang Batubara Menggunakan Tanaman Purun Tikus (Eleocharis dulcis) dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan Univeritas Lambung Mangkurat.
- Lines-Kelly, R. (2005). *Defend the Rhizosphere and Root Against Pathogenic Microorganisms*.
- Meutia, Ami., Sadi N. H., Ratnawati K. (2001). Penyisihan Logam Berat Tembaga, Seng, Besi, dan Mangan di dalam Lahan Basah Buatan.
- Novizan. (2002). *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pustaka: Jakarta. Hal: 23-24
- Peraturan Gubernur Provinsi Kalimantan Selatan No. 05 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Air Sungai.
- Prihatini, N. S. (2012). *Potensi Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Sebagai Biofilter Besi (Fe) Pada Air Asam Tambang Batubara Menggunakan Constructed Wetland*. [Desertasi]. Universitas Brawijaya Malang.
- Prihatini, N. S., Priatmadi, B. J., Masrevaniah, A., & Soemarno, S. (2015). Performance Of The Horizontal Subsurface-Flow Constructed Wetlands With Different Operational Procedures. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*. 7(6): 1620-1629.
- Ramdhani. M. (2007). *Pola kemampuan menfilter Fe oleh Purun Tikus (Eleocharis dulcis)*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat.
- Setiawan. (2014). *Rekayasa Media Tanam Pada Proses Fitoremediasi untuk Menurunkan Kandungan Fe dan Mn Pada Air Asam Tambang dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan*.
- Svehla. G. (1979). *Buku Teks Analisis Anorganik Kuantitatif Makro dan Semimikro*. Media Pustaka: Jakarta.
- Wardani, T. (2017). *Efektifitas Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan Dalam Menyisihkan Besi Dan Meningkatkan pH Pada Air Saluran Reklamasi*. [Skripsi]. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. (Tidak Dipublikasikan).
- Widyawati, R. (2013). *Pengaruh Jarak dan Umur Tanaman Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Menggunakan Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland dalam Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Asam Tambang*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Widyati, E. (2013). Memahami interaksi tanaman-mikroba: Understanding on plants-microbes interaction. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*. 6 (1): 13-20.