

**FITOREMEDIASI TUMBUHAN AVICENNIA
MARINA JENIS RHIZOPHORA
TERHADAP KONSENTRASI TIMBAL (Pb)
PADA TANAH**

Fitri Rokhmalia

(Jurusan Kesehatan Lingkungan,
Poltekkes Kemenkes Surabaya)

Pratiwi Hermiyanti

(Jurusan Kesehatan Lingkungan,
Poltekkes Kemenkes Surabaya)

Hadi Suryono

(Jurusan Kesehatan Lingkungan,
Poltekkes Kemenkes Surabaya)

ABSTRAK

Pencemaran tanah oleh Pb berasal dari aktivitas manusia. Sumber pencemar Pb diantaranya adalah industri cat, baterai dan bahan bakar bensin. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis fitoremediasi tumbuhan *avicennia marina* terhadap konsentrasi timbal (Pb). Pohon mangrove yang ditanam sebanyak 0, 3, dan 4 pohon, dengan (waktu kontak) 0, 7, 14 hari; menggunakan rancangan eksperimen semu yaitu Pre-Post Test Control Group, dengan sampel 27 *Avicennia marina*. Analisis data yang digunakan yaitu *analysis of variance* (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Pb pada tanah berkurang dengan adanya proses fitoremediasi tanaman *avicennia marina*. Efektifitas tanaman *avicennia marina* dalam menurunkan pencemar Pb dengan 4 pohon yaitu 81,92%, 3 pohon sebesar 72,13%. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Pb dengan menggunakan 3 jumlah tanaman yang berbeda (0,3,dan 4) pohon dalam proses fitoremediasi. Signifikansi Pb dalam proses fitoremediasi pada hari ke-0 (uji anova, $p = 0,000$), hari ke-7 (uji anova, $p = 0,000$), dan hari ke-14 (uji anova, $p = 0,00$). Rekomendasi yang dapat diberikan bagi peneliti lain yaitu dengan menguji konsentrasi Pb, lahan dan jenis tanaman yang berbeda untuk mengembangkan ilmu dan teknologi mengetahui fitoremediasi menggunakan tanaman lainnya.

Kata kunci:

Fitoremediasi, *Avicennia marina*, Pb.

PENDAHULUAN

Pencemaran tanah dapat disebabkan oleh faktor fisik (suhu, dan kadar air) kimia (Pb, Cd, Cr, Zn,Ag dan Cu) dan biologi (bakteri dan virus). Pencemaran tanah oleh logam berat seperti Pb berasal dari aktivitas manusia, aktivitas manusia yang menghasilkan Pb diantaranya adalah industri cat, baterai dan bahan bakar bensin (EPA, 2007).

Penelitian yang dilakukan oleh Juliawan dkk (2005) menyatakan bahwa konsentrasi Pb di tanah rata-rata 5-50 ppm. Pb merupakan pencemar yang memiliki distribusi penyebaran yang luas dan sumber utama pencemar di dalam tanah. Keberadaan Pb di dalam tanah tidak dapat didegradasi sehingga perlu upaya remediasi (pemulihan) yang mudah, murah dan efisien agar lahan yang tercemar logam berat dapat digunakan kembali untuk berbagai kegiatan (Hindersah dkk, 2004).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pemulihan yaitu remediasi menggunakan tumbuhan atau tanaman mangrove yang dikenal dengan fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan pemulihan lahan yang tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar, baik logam berat maupun senyawa organik (Schnoor *et al.*, 2003).

Penelitian tentang berbagai macam tumbuhan telah banyak dilakukan untuk mengetahui potensi dari masing-masing tumbuhan tersebut dalam menyerap logam berat. Salah satunya yaitu tumbuhan mangrove yang dapat berfungsi untuk menyerap bahan-bahan organik dan non-organik sehingga dapat dijadikan bioindikator logam berat (Wittig, 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Mukhlis (2003) menyatakan bahwa tanaman berperan dalam translokasi oksigen ke zona akar. Tumbuhan air mempunyai sistem akar *rizhosphere* yang mengandung saluran udara tebal tempat ujung akar rambut menggantung dan cabang yang tumbuh vertikal ke atas. Tanaman menyerap O_2 yang ada di udara melalui daun dan diteruskan ke batang dan akar (*rizhoma*). Keberadaan O_2 di sekitar akar *rizhosphere* menstimulasi pertumbuhan bakteri aerobik di dalam air dan media terutama di daerah sekitar akar. Kepadatan tanaman yang ideal untuk sistem ini adalah

berkisar antara 3-6 tanaman permeter persegi (Steward, 2005).

Perairan pesisir Dumai, Propinsi Riau, menunjukkan bahwa organ akar dan daun tumbuhan *A. marina* memiliki kemampuan menyerap logam berat timbal (Pb) pada akar nafas (2,15 ppm), pada akar kawat (2,41 ppm), daun muda 2,23 ppm) dan daun tua (3,33 ppm) dan tembaga (Cu) pada akar nafas (5,11 ppm), pada akar kawat (3,16 ppm), daun muda (6,18 ppm) dan daun tua (9,25 ppm) (Amin, 2010).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Rancang bangun penelitian adalah eksperimen semu (*quasi experimental*), dengan menggunakan rancangan eksperimental sederhana (*pre-post test only control group design*). Rancangan ini cukup adekuat dan paling sederhana dengan membagi subyek menjadi 2 kelompok (atau lebih) secara random. Satu kelompok diberikan perlakuan dan kelompok lain tidak diberi perlakuan. Analisis data dilakukan secara deskriptif. Penelitian ini dilakukan secara laboratorium untuk menganalisis perbedaan kandungan kesuburan tanah sebagai media remediasi pohon mangrove (*avicennia marina*) jenis *rhizophora*. Variabel pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Variabel bebas (Independen) adalah jumlah tumbuhan mangrove (*Avicennia marina*) jenis *Rhizophora* = 3 pohon, 4 pohon, dan waktu pengambilan sampel tanah 0,7,14 hari.
- b. Variabel terikat (Dependen): Konsentrasi Pb pada tanah
Kriteria tumbuhan mangrove yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sbb :
 - a. Kerapatan tanaman yaitu 5 cm
 - b. Profil vegetasi *avicennia marina* (berumur 1 tahun, jumlah akar 30, jumlah daun >30)
 - c. Mengalami proses aklimatisasi selama 2 minggu (diukur suhu, kelembaban dan pH)

Metode Pengumpulan Data dan Instrumen yang Digunakan

Pengumpulan data dan instrumen adalah sebagai berikut: 1) Observasi yang dilakukan pada proses aklimatisasi tumbuhan mangrove sebelum pelaksanaan penelitian, 2) Pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui konsentrasi timbal (Pb)

dalam dan unsur kimia tanah pada 0, 7, dan 14 hari.

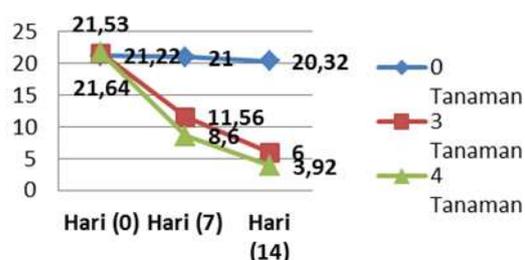
Analisis Data

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan narasi, kemudian dianalisis dengan menggunakan uji *analysis of variance* (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan konsentrasi Pb dan N terhadap 3 jenis (0, 3 dan 4) jumlah tanaman *avicennia marina* yang digunakan dalam proses fitoremediasi.

HASIL PENELITIAN

Konsentrasi Pb

Hasil pemeriksaan kualitas tanah menunjukkan bahwa konsentrasi Pb pada tanah selama 0, 7 dan 14 hari dapat dilihat pada gambar 1.



Keterangan :

- K: Sampel tanpa ditanami pohon
- A: Sampel dengan ditanami 3 pohon
- B: Sampel dengan ditanami 4 pohon

Gambar 1. Konsentrasi Pb pada Tanah selama 14 Hari

Berdasarkan Grafik 1.1 Konsentrasi Pb kode sampel K dengan tanpa ditanami pohon sama sekali pada (0 hari) sebesar 21,22 ppm, pada hari ke-7 sebesar 21 ppm, dan hari ke-14 sebesar 20,32 ppm. Konsentrasi Pb kode sampel A dengan ditanami 3 pohon mangrove pada (0 hari) sebesar 21,53 ppm, pada hari ke-7 sebesar 11,56 ppm, dan hari ke-14 sebesar 6 ppm. Konsentrasi Pb kode sampel B dengan ditanami 4 pohon mangrove pada (0 hari) sebesar 21,64 ppm, pada hari ke-7 sebesar 8,6 ppm, dan hari ke-14 sebesar 3,92 ppm. Berdasarkan EPA (2007) standart Pb dilingkungan yaitu 5 ppm.

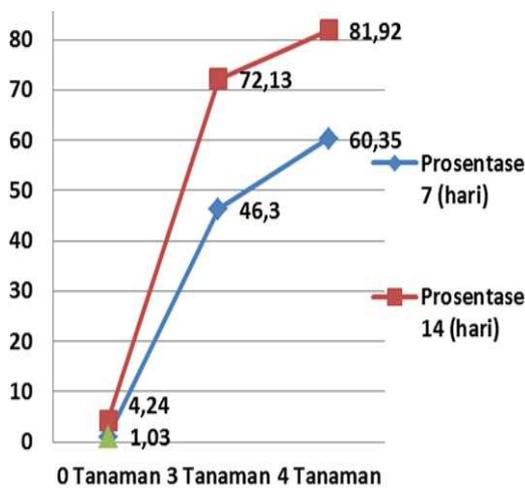
Efektivitas Fitoremediasi Tanaman *Avicennia Marina*

Efektifitas tanaman *avicennia marina* dalam proses fitoremediasi dapat diamati dengan menurunnya konsentrasi Pb

tanaman di media tanam. Pada pot berisi berbagai macam jumlah tanaman *avicennia marina* yang ditanam (0, 3 dan 4) pohon, pada setiap pot diberikan perlakuan dengan cara menambahkan pencemar Pb (plumbum) sebanyak 25 ppm. Persentase efektifitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase} = \frac{(\text{Kadar sebelum} - \text{kadar sesudah})}{\text{Kadar sebelum}} \times 100\%$$

Persentase efektifitas fitoremediasi tanaman *avicennia marina* terhadap konsentrasi Pb dapat dilihat pada grafik 1.2 di bawah ini.



Keterangan :

- K: Sampel tanpa ditanami pohon
- A: Sampel dengan ditanami 3 pohon
- B: Sampel dengan ditanami 4 pohon

Gambar 2. Efektifitas Tanaman Mangrove dalam Menurunkan Pb

Berdasarkan data Grafik 1.2 diatas dapat diketahui bahwa pot yang tidak ditanami tanaman *avicennia marina* apabila tercemar oleh Pb, konsentrasi Pb tidak banyak berubah. Efektifitas yang dinyatakan dalam persen pada proses fitoremediasi tanaman mangrove jenis *avicennia marina*, saat diobservasi efektifitas proses fitoremediasi dalam menurunkan konsnetrasi Pb dapat diamati pada hari ke-7 pot yang ditanami 3 tanaman yaitu dengan persentase sebesar 46,30% dan pada pot yang ditanami 4 tanaman yaitu dengan persentase sebesar 60,35%. Efektifitas proses fitoremediasi dalam menurunkan konsentrasi Pb dapat

diamati pada hari ke-14 pot yang ditanami 3 tanaman yaitu dengan persentase sebesar 72,13% dan pada pot yang ditanami 4 tanaman yaitu dengan persentase sebesar 81,92%. Hasil pemantauan selama 14 hari pada pot tanpa ditanami tanaman *avicennia marina* persentase penurunan Pb antara $\leq 4\%$.

Analisis Perbedaan Jumlah Tanaman Pada Proses Fitoremediasi Terhadap Konsentrasi Pb Pada Tanah

Pengaruh fitoremediasi tanaman *avicennia marina* terhadap konsentrasi Pb dan Unsur N pada tanah dianalisis menggunakan uji statistik *analisis of varian* (ANOVA). Analisis pengaruh fitoremediasi tanaman *avicennia marina* terhadap konsentrasi Pb pada tanah pada jumlah pohon yang berbeda yaitu 0, 3 dan 4 pohon dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Analisis Perbedaan Jumlah Tanaman Dalam Proses Fitoremediasi Tanaman *Avicennia Marina* Terhadap Konsentrasi Pb Pada Tanah

Parameter	f	p
Pb-0 hari	133,33	0,000*
Pb-7 hari	286,4	0,000*
Pb-14 hari	7312,2	0,000*

* $p \leq 0,05$ (signifikan)

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Pb dengan menggunakan 3 macam tanaman *avicennia marina* dengan jumlah yang berbeda dalam proses fitoremediasi. Signifikansi Pb dalam proses fitoremediasi pada hari ke-0 (uji anova, $p = 0,000$), pada hari ke-7 (uji anova, $p = 0,000$), dan pada hari ke-14 (uji anova, $p = 0,00$). Konsentrasi Pb pada tanah akan berkurang dengan adanya proses fitoremediasi menggunakan tanaman *avicennia marina*.

PEMBAHASAN

Konsentrasi Pb

Berdasarkan Grafik 1.1 Konsentrasi Pb kode sampel K dengan tanpa ditanami pohon sama sekali pada (0 hari) sebesar 21,22 ppm, pada hari ke-7 sebesar 21 ppm, dan hari ke-14 sebesar 20,32 ppm. Konsentrasi Pb kode sampel A dengan

ditanami 3 pohon mangrove pada (0 hari) sebesar 21,53 ppm, pada hari ke-7 sebesar 11,56 ppm, dan hari ke-14 sebesar 6 ppm. Konsentrasi Pb kode sampel B dengan ditanami 4 pohon mangrove pada (0 hari) sebesar 21,64 ppm, pada hari ke-7 sebesar 8,6 ppm, dan hari ke-14 sebesar 3,92 ppm. Berdasarkan EPA (2007) standart Pb dilingkungan yaitu 5 ppm. Konsentrasi Pb mengalami penurunan sebelum dan sesudah proses fitoremediasimenggunakan 3 dan 4 pohon *avicennia marina*.

Tanaman *avicennia marina* mempunyai sistem akar *rizhosphere* yang mengandung saluran udara tebal dapat menyerap bahan toksik lain di antaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut. Pengenceran dengan penyimpanan air di dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (sukulensi). Ekskresi juga merupakan upaya yang mungkin terjadi, yaitu dengan menyimpan materi toksik logam berat di dalam jaringan yang sudah tua seperti daun yang sudah tua dan kulit batang yang mudah mengelupas, sehingga dapat mengurangi konsentrasi logam berat di dalam tubuhnya. Metabolisme atau transformasi secara biologis (biotransformasi) logam berat dapat mengurangi toksisitas logam berat. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana. Proses ini dibantu dengan aktivitas enzim yang mengatur dan mempercepat jalannya proses tersebut (Hamzah. dkk, 2013).

Efektivitas Fitoremediasi Tanaman *Avicennia Marina*

Berdasarkan data Grafik 1.2 diatas dapat diketahui bahwa pot yang tidak ditanami tanaman *avicennia marina* apabila tercemar oleh Pb, konsentrasi Pb tidak banyak berubah. Efektivitas proses fitoremediasi dalam menurunkan konsnetrasi Pb dapat diamati pada hari ke-7 pot yang ditanami 3 tanaman yaitu dengan persentase sebesar 46,30% dan pada pot yang ditanami 4 tanaman yaitu

dengan persentase sebesar 60,35%. Efektifitas proses fitoremediasi dalam menurunkan konsentrasi Pb dapat diamati pada hari ke-14 pot yang ditanami 3 tanaman yaitu dengan persentase sebesar 72,13% dan pada pot yang ditanami 4 tanaman yaitu dengan persentase sebesar 81,92%. Hasil pemantauan selama 14 hari pada pot tanpa ditanami tanaman *avicennia marina* persentase penurunan Pb antara ≤ 4 %. Jumlah tanaman mangrove sejumlah 4 tanaman akan membantu penyerapan logam berat lebih besar, dikarenakan tanaman mangrove mempunyai akan tunjang yang bercabang-cabang dan mempunyai akar nafas yang berfungsi untuk menyerap osigen lebih banyak dan digunakan sebagai proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme (Suswati, 2013).

Tanaman hiperakumulator logam adalah tanaman yang mampu mengakumulasi logam dibagian trubusnya hingga 100 kali lebih tinggi daripada tanaman bukan pengakumulasi logam. Kemampuan *avicennia marina* dalam menyerap logam berat Pb yaitu sebesar 40%. Kemampuan tanama n *avicennia marina* dalam menyerap logam berat lebih banyak dikarenakan mempunyai membran sel akar yang besar dan bercabang-cabang. Transpor logam ke dalam sel harus dibantu oleh suatu atau beberapa membran (Kriswandana, 2013).

Analisis Perbedaan Jumlah Tanaman Pada Proses Fitoremediasi Terhadap Konsentrasi Pb Pada Tanah

Pada tabel 1.1 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Pb dengan menggunakan 3 macam tanaman *avicennia marina* dengan jumlah yang berbeda dalam proses fitoremediasi. Signifikansi Pb dalam proses fitoremediasi pada hari ke-0 (uji anova, p = 0,000), pada hari ke-7 (uji anova, p = 0,000), dan pada hari ke-14 (uji anova, p = 0,00). Konsentrasi Pb pada tanah akan berkurang dengan adanya proses fitoremediasi menggunakan tanaman *avicennia marina*.

Tanaman *avicennia marina* dikenal sebagai tanaman yang tahan ditanaman pada lahan seperti apapun baik dalam lahan maupun pot, asalkan kelembaban dan jumlah air tetap terjaga. Pada penelitian ini kandungan nitrogen menurun

pada hari ke-7 dan ke-14 dikarenakan mikroorganisme tanah yang berfungsi mendegradasi unsur hara dalam tanah bekerja ganda dengan mendegradasi logam berat Pb dan mengurangi konsentrasi pencemar dalam tanah (Suharto dkk, 2011).

Nitrogen di dalam tanah digunakan dalam proses fiksasi oleh bakteri, hasil fiksasi nitrogen digunakan oleh bakteri nitrifikasi (nitrosomonas) mengubah amonium (NH_4^+) ke nitrit (NO_2^-), nitrobacter mengubah nitrit (NO_2^-) menjadi nitrat (NO_3^-) (Hamzah dkk, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Media tanam mangrove sebelum perlakuan mengandung Pb 1-2 ppm, saat proses fitoremediasi berlangsung setelah diberi perlakuan dengan penambahan Pb sebesar 20 ppm pot yang ditanami 4 tanaman mangrove kandungan lebih banyak berkurang sekitar 50-60%.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Pb dengan menggunakan 3 macam tanaman *avicennia marina* dengan jumlah yang berbeda dalam proses fitoremediasi. Signifikansi Pb dalam proses fitoremediasi pada hari ke-0 sampai dengan 14 sebesar (uji anova, $p < 0,05$).

Saran

Rekomendasi yang dapat diberikan bagi peneliti lain yaitu dengan menguji konsentrasi Pb, lahan dan jenis tanaman yang berbeda untuk mengembangkan ilmu dan teknologi mengetahui fitoremediasi menggunakan tanaman. Dikarenakan fitoremediasi merupakan alternatif pilihan yang sangat murah dalam memulihkan tanah dari pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, 2010. Akumulasi dan Distribusi Logam Berat Pb dan Cu Pada Mangrove (*avicennia marina*) Di

Peraairan Pantai Dumai. *Natur Indonesia*, 5(3), pp. 6-7.

Environmental Protection Agency, 2007. Identification lead (Pb) at soil. In: *Environmental Criteria and Assessment Agency*, ed. US: Atlanta, pp. 2-3.

Hamzah F., Pancawati, Y., 2013. Fitoremediasi Logam Berat dengan Menggunakan Mangrove. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 18(4), pp 203-2012.

Hindersah, R., Simarmata, T., 2004. Potensi Rizobakter dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah. *Natur Indonesia*, 5(2), p. 8.

Kriswandana, F., 2013. Efektivitas Tumbuhan Mangrove (*Avicennia Marina*) Jenis *Rhizophora* dalam Penurunan Kadar Pb, Cd, Cu Pada Limbah Cair. *Gema Kesehatan Lingkungan*, 2(3), pp. 7-8.

Mukhlis., 2003. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Pb dan Cd Dengan Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*sansevieria trifasciata*). *Natur Indonesia*, 5(3), pp. 4-6.

Suharto, B., Liliy, D., Betha, I., 2011. Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bmboo Air (*Equisetum Hyemale*) Dan Zeolit. *Natur Indonesia*, 2(3), pp. 6-7.

Suswati, 2013. Bioakumulasi Pb Pada Daun 3 Jenis Tanaman Famili *Brassicaceae*. *Natur Inonesia*, pp. 8-15.

Wittig, A., 2009. *Phytoremediation of Mangrove Avicennia Marina*. New York: Mc. Grow Hill Book Company.