



Pengaruh Pemberian Timbal (Pb) Dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Klorofil, Kandungan Timbal Pada Akar Dan Daun, Serta Struktur Histologi Jaringan Akar Anakan Mangrove *Rhizophora mucronata*

Michael Teguh Adiputra Siahaan^{*}), Ambariyanto, Bambang Yulianto

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698
email : m.siahaan.indonesia@gmail.com

Abstrak

Hutan mangrove Indonesia memiliki kekayaan hayati terbanyak dengan keberagaman jenis tertinggi di dunia. Namun, jumlah mangrove tersebut cenderung makin menurun dari tahun ke tahun. Selain dimanfaatkan berbagai kegiatan manusia, habitat mangrove juga sering terkena polutan termasuk logam berat, salah satunya timbal (Pb). Di antara spesies-spesies mangrove tersebut, *Rhizophora mucronata* merupakan salah satu jenis mangrove yang penting dan tersebar luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh timbal (Pb) dalam konsentrasi berbeda terhadap klorofil, kandungan timbal pada daun, akar, dan struktur histologi akar anakan *R. mucronata*. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental selama 30 hari, dengan konsentrasi Pb 0,1; 1; 10; dan 100 ppm, ditanam di dalam pot ember berukuran diameter 50 cm dan tinggi 30 cm, ditanam dalam rumah kaca yang berukuran 5,5 x 2 x 1,5 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan Pb hingga 100 ppm memberikan pengaruh nyata dimana jumlah klorofil pada tanaman kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan yang mendapatkan perlakuan. Sedangkan kandungan Pb pada daun, akar, struktur histologi akar, tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan.

Kata kunci : *R. mucronata*; Konsentrasi Pb; Klorofil; Histologi.

Abstract

Indonesia has the highest diversity of mangrove species in the world. However, the condition of mangroves have decreased over the years. Beside it has been used for human activities, mangrove habitat is also influenced by heavy metal pollution, and one of them is lead (Pb). Among all major mangroves, *Rhizophora mucronata* is one of the important species which also widely distributed. This research aimed to investigate the effect of lead treatment in different concentration to chlorophyll, content of the lead in leaves, root, and root histological structure of *R. mucronata* seedling. Treatments were done in 30 days, and the concentrations of Pb were 0,1; 1; 10; and 100 ppm. Mangrove seedlings were planted in bucket pot with 50 cm in diameter and 30 cm height, putted in greenhouse that has size 5,5 x 2 x 1,5 m. The result show that Pb treatment until 100 ppm has significant effect on chlorophyll content. Whereas the content of Pb in leaves and root, as well as root histology did not show significant effect.

Key words : *R. mucronata*; Pb Concentration; Chlorophyll; Histology.

Pendahuluan

Hutan mangrove Indonesia memiliki kekayaan hayati terbanyak dengan keberagaman jenis tertinggi di dunia. Namun, luasan mangrove Indonesia terus mengalami penurunan, dari 4,25 juta hektar pada tahun 1982 menjadi sekitar

3,24 juta hektar pada tahun 1987, dan tersisa seluas 2,50 juta hektar pada tahun 1993. Dan penurunan ini mencapai 200.000 hektare per tahun. Di Provinsi Jawa Tengah, luas hutan mangrove tinggal sekitar 13.577 hektar, umumnya tersebar

di Karimunjawa, pantai utara Jawa, dan Segara Anakan (Setyawan *et al.*, 2002).

Penurunan luasan hutan mangrove tak bisa dilepaskan dari berbagai aktivitas manusia, yang menyangkut pemenuhan kebutuhan hidup, seperti konversi menjadi area tambak, bahkan pemanfaatan kayu mangrove sebagai bahan bakar dan bahan bangunan. Selain itu, meningkatnya pembangunan industri di segala sektor membawa dampak yang terasa hingga ke ekosistem pesisir dimana hutan mangrove mengambil peranan penting di dalamnya. Hutan mangrove ditebangi untuk lahan industri, dan bahan-bahan pencemar berbahaya seperti logam berat, tersebar ke hampir semua biota yang ada di sekitarnya, termasuk ke dalam hutan mangrove itu sendiri. Menurut MacFarlane (2001), polutan logam yang paling banyak dilepaskan oleh industri adalah Cu, Pb, dan Zn. Berbagai logam berat tersebut dilepas ke lingkungan dan menjadi bahan pencemar di perairan (Ambariyanto, 2011) dan mempengaruhi kualitasnya (Yusuf dan Handoyo, 2004). Salah satu logam yang keberadaannya cukup banyak di daerah pesisir adalah timbal (Pb). Pada perairan laut, timbal, seperti halnya Zn, Cd, dan Hg memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan kompleks dengan ion-ion klorida maupun sulfat dengan konsentrasi yang sama dengan air laut (Fardiaz, 1995).

Di antara banyak spesies mangrove, *Rhizophora mucronata* merupakan salah satu jenis mangrove yang paling penting dan tersebar luas (Noor *et al.*, 2006). Walau telah banyak penelitian mangrove yang berkenaan dengan spesies *R. mucronata*, penelitian yang berhubungan dengan dampak logam berat terhadap fisiologis anakan *R. mucronata*, terutama terhadap konsentrasi klorofil dan kondisi struktur jaringan akarnya relatif masih kurang. Dari hal ini kemudian diharapkan dapat mengetahui mangrove *R. mucronata* apakah cukup efektif untuk dapat dijadikan bioindikator pencemaran logam berat, serta

kemungkinan dipakainya vegetasi tersebut sebagai akumulator logam berat dalam rangka mengurangi keberadaan pencemar logam berat di wilayah pesisir.

Materi dan Metode

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah anakan mangrove *R. mucronata* berumur ± 8 bulan, dengan jumlah daun sekitar 3-5 pasang. Anakan mangrove diambil dari Dusun Kaliuntu, Desa Pasar Banggi, Kabupaten Rembang. Daun dan akar anakan mangrove digunakan untuk pengujian klorofil, kandungan timbal, dan pengamatan histologi. Sedimen mangrove digunakan untuk uji kandungan logam berat pada hari terakhir penelitian. Anakan mangrove ditanam di Kampus Jurusan Ilmu Kelautan, Marine Station, Universitas Diponegoro, Jepara.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratoris. Dalam penelitian ini dilakukan percobaan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian logam berat timbal dalam konsentrasi berbeda terhadap konsentrasi klorofil, kandungan timbal pada akar dan daun, serta jaringan akar anakan *R. mucronata*.

Penelitian ini dilakukan dalam sebuah tiruan rumah kaca berukuran 5,5 x 2 x 1,5 m. Sampel anakan mangrove ditanam dalam ember berukuran diameter 50 cm dan tinggi 30 cm, dengan kedalaman sedimen 15 cm. Anakan mangrove diaklimatisasi selama 2 minggu dalam suhu kamar 28-30°C dan dengan salinitas 28-33 ‰.

Konsentrasi logam berat Pb yang digunakan adalah 0,1; 1; 10; dan 100 ppm. Konsentrasi ini didapatkan dari pengenceran larutan induk (*stock solution*) Pb yang berkonsentrasi 1000 ppm, hasil dari pengenceran 1,83 gr unsur $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dalam bentuk padat dengan 1 liter aquades. Pb dalam larutan akan terionisasi menjadi Pb^{2+} .



Cairan kontaminan logam Pb ini diberikan sebanyak \pm 4 liter supaya genangan air mencapai \pm 5 cm di atas permukaan media tanah. Selanjutnya anakan mangrove dipaparkan selama 10 hari setiap tahapan dan dilakukan pengambilan sampel. Pengambilan sampel daun dan akar untuk dilakukan analisis kandungan Pb, kandungan klorofil, dan struktur jaringan akar, serta pengukuran pertumbuhan tanaman dilakukan setiap 10 hari (setiap tahap). Kegiatan pengambilan sampel berlangsung sebanyak 4 (empat) tahap.

Pengambilan sampel daun dilakukan untuk mengetahui kadar klorofil dan kandungan logam berat. Untuk analisis klorofil dan logam berat, daun diambil 3-5 helai dari daun terbawah, dan dengan berat daun sekitar 2-3 gram. Waktu pengambilan adalah pada pukul 09.00 - 10.00 WIB. Sampel daun diambil dengan 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan konsentrasi.

Untuk analisis histologi, sampel akar diambil dari anakan mangrove, dipotong dengan menggunakan *cutter*, dicuci dengan air mengalir hingga bersih dari sedimen. Bagian akar yang akan diamati diambil sekitar 1-1,5 cm dari ujung akar. Masing-masing diambil 3 potongan dari dua pohon untuk setiap konsentrasi (Johansen, 1940). Setiap sampel diawetkan dalam alkohol 70%. Akar yang akan dijadikan sampel untuk analisis logam berat diambil dari bagian akar yang terendam oleh substrat. Kemudian dicuci bersih untuk kemudian dikeringkan.

Klorofil dianalisa dari 1 gram daun dengan menggunakan alat spektrofotometer. Hasilnya kemudian dihitung dengan Berat daun yang dilarutkan dengan etanol adalah 1 gram. Rumus untuk metode Wintermans & de Mots (1965) adalah:

$$\text{Klorofil a} = (13,7 \times A665) - (5,76 \times A649) \text{ (mg/L)}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times A649) - (7,60 \times A665) \text{ (mg/L)}$$

$$\text{Total klorofil} = (20,0 \times A649) + (6,10 \times A665) \text{ (mg/L)}$$

Akar dan daun yang akan dianalisa kandungan logam berat terlebih dahulu dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 12 jam yang kemudian akan dianalisa dengan metode AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry*).

Pembuatan preparat jaringan akar adalah dengan cara membuat irisan menggunakan metode parafin, dengan urutan: fiksasi, pencucian, dehidrasi, penjernihan, infiltrasi parafin, penanaman (*embedding*), penyayatan, penempelan, deparafinasi, pewarnaan, penutupan, dan labeling (Suntoro dan Prawirosoeharjo, 1983). Preparat diamati melalui mikroskop dengan perbesaran 10 x.

Data jumlah klorofil diolah secara kuantitatif dengan menggunakan perhitungan statistika. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan diuji dengan uji Normalitas Lilliefors, Homogenitas sebagai uji awal dari *Two Way ANOVA* kemudian diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) atau LSD (*Least Significant Difference*) sebagai uji lanjutan melalui perangkat lunak SPSS 17. Kandungan Pb pada akar dan daun dianalisis secara deskriptif melalui histogram data untuk membandingkan kondisi pada awal dan akhir waktu perlakuan.

Akumulasi logam berat dihitung dengan Faktor Biokonsentrasi (BCF), yang digunakan untuk menghitung kemampuan akar dan daun dalam mengakumulasi logam berat Pb, dengan rumus sebagai berikut.

$$BCF = \frac{\text{Logam Berat Pb pada Akar atau Daun}}{\text{Logam Berat Pb pada Sedimen atau Air}}$$

Faktor Translokasi (TF) logam berat digunakan untuk menghitung proses translokasi logam berat dari akar ke daun, dihitung dengan rumus:

$$TF = \frac{\text{Logam Berat Pb pada Daun}}{\text{Logam Berat Pb pada Akar}}$$

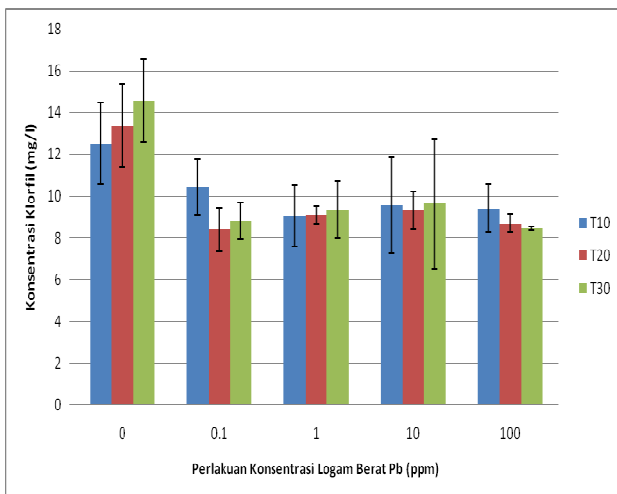
Hasil dan Pembahasan Kandungan Klorofil dalam Daun *Rhizophora mucronata*

Hasil pemaparan logam berat Pb selama 10 hari mendapatkan rerata jumlah klorofil berkisar antara 9,006 mg/L - 12,514 mg/L, dimana jumlah klorofil tertinggi ada pada kontrol dan terendah pada konsentrasi 1 ppm.

Rerata jumlah klorofil hasil pemaparan Pb pada hari ke 20 menunjukkan hasil tertinggi pada kontrol (13,381 mg/L) dan terendah pada konsentrasi 100 ppm (8,707 mg/L).

Pada hari ke-30 setelah pemaparan pada logam berat Pb didapatkan rerata jumlah klorofil 8,456 mg/L (konsentrasi 100 ppm) - 14, 581 mg/L (kontrol).

Jumlah klorofil dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Histogram rerata konsentrasi klorofil *R. mucronata* dalam tiap konsentrasi perlakuan.

Uji LSD pada pengaruh perbedaan konsentrasi terhadap jumlah klorofil menjabarkan bahwa terdapat pengaruh nyata terhadap konsentrasi klorofil *R. mucronata* bila media diberikan konsentrasi logam berat Pb (konsentrasi 0,1 ppm, 1 ppm, 10 ppm, dan 100 ppm) jika

dibandingkan dengan media yang tidak diberikan konsentrasi logam berat (Kontrol) pada tingkat kepercayaan 0,05 ($p < 0,05$). Sedangkan pengaruh waktu terhadap konsentrasi klorofil tidak diuji lanjut LSD karena sig. ANOVA bernilai 0,719 ($p > 0,05$) yang artinya tidak ada pengaruh antara waktu pemberian logam berat terhadap konsentrasi klorofil daun *R. mucronata*.

Kondisi ini diduga dapat disebabkan oleh 3 hal. Pertama, mangrove memiliki sistem fisiologi khusus yang dapat mereduksi dampak logam berat dalam rentang konsentrasi tertentu. Selanjutnya diduga mangrove *R. mucronata* memiliki kemampuan untuk mentoleransi paparan logam berat, sehingga waktu penanaman tidak berpengaruh nyata terhadap konsentrasi klorofil. Ketiga, ada kemungkinan konsentrasi logam berat yang diberikan untuk mangrove masih terlalu kecil, sehingga tidak berdampak serius pada konsentrasi klorofil. Sistem sintesis klorofil dan aktivitas klorofilase (*chlorophyllase activity*) akan terkena dampak pemaparan konsentrasi logam berat di level yang lebih tinggi (Van Assche & Clijster, 1990). Konsentrasi logam berat yang lebih tinggi dapat menurunkan level pigmen karena adanya peroksidasi lipid akibat berubahnya permeabilitas membran dan ultrastruktur kloroplas (MacFarlane, 2002).

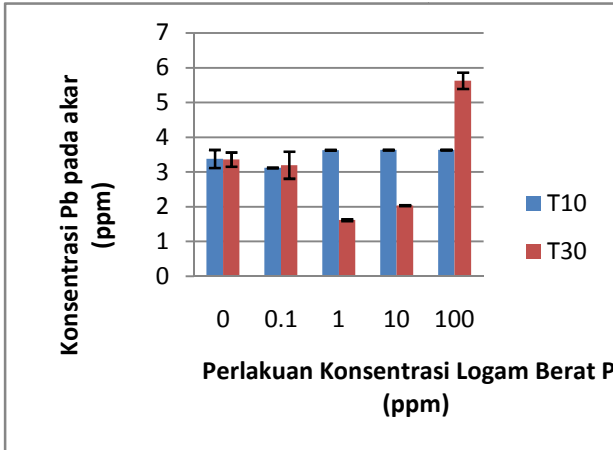
Kandungan Logam Berat Pb pada Akar dan Daun, BCF, TF

Hasil pengamatan dan pemaparan logam berat Pb selama 30 hari, didapatkan tingkat konsentrasi Pb yang terdapat di dalam akar adalah sebagai berikut:

Pada hari ke-10, konsentrasi logam berat Pb berkisar pada 3,122 ppm (konsentrasi 0,1 ppm) - 3,638 ppm (konsentrasi 10 ppm).

Pada hari ke 30 setelah pemaparan didapatkan hasil 1,620 ppm Pb (pada konsentrasi 1 ppm hingga 5,625 ppm Pb (pada konsentrasi 100 ppm).

Hasil pemaparan dapat dilihat dari histogram Gambar 2.



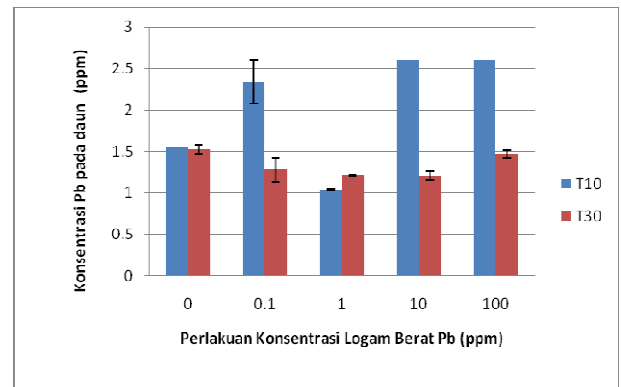
Gambar 2. Histogram Rerata Konsentrasi Pb dalam akar *R. mucronata*.

Histogram di atas menunjukkan bahwa akumulasi logam berat Pb pada akar mengalami peningkatan secara signifikan pada konsentrasi perlakuan Pb 100 ppm, dimana rerata pada hari ke 10 menunjukkan nilai 3,637 ppm dan pada hari ke 30 logam berat meningkat menjadi 5,625 ppm. Pada konsentrasi perlakuan 0,1 ppm, terjadi peningkatan yang tidak setinggi pada perlakuan 100 ppm, yaitu dari rerata 3,122 ppm pada hari ke 10 menjadi 3,2 ppm pada hari ke 30. Sementara pada perlakuan konsentrasi yang lain perbedaan tidak terlalu terlihat karena akumulasi logam berat cenderung menunjukkan hasil yang tidak mengalami peningkatan, tetapi cenderung menurun, karena itu tidak bisa menjadi acuan untuk akumulasi logam berat Pb pada akar.

Hasil analisa kandungan Pb pada daun menunjukkan hasil Pada hari ke 10, konsentrasi logam berat Pb pada konsentrasi kontrol adalah 1,560 ppm, pada konsentrasi pemaparan 1 (0,1 ppm) terdapat konsentrasi Pb pada daun 2,339 ppm. Di dalam daun pada konsentrasi pemaparan 2 (1 ppm) terdapat konsentrasi Pb pada daun 1,039 ppm, pada konsentrasi pemaparan 3 (10 ppm) didapatkan

konsentrasi Pb 2,602 ppm, dan pada konsentrasi pemaparan 4 (100 ppm) terdapat 2,598 ppm Pb pada daun.

Setelah hari ke 30, didapatkan konsentrasi Pb pada daun *R. mucronata* adalah sebagai berikut: pada konsentrasi kontrol terdapat konsentrasi Pb 1,529 ppm, konsentrasi pemaparan 1 (0,1 ppm) konsentrasi Pb-nya adalah 1,280 ppm, pada konsentrasi pemaparan 2 (1 ppm) terdapat konsentrasi Pb 1,215 ppm, pada konsentrasi pemaparan 3 (10 ppm) terdapat konsentrasi Pb 1,210 ppm, dan pada konsentrasi 4 (100 ppm) konsentrasi Pb 1,470 ppm.



Gambar 3. Histogram Rerata Konsentrasi Pb dalam daun *R. mucronata*.

Jumlah akumulasi logam berat Pb pada sedimen setelah diberikan konsentrasi yang berbeda pada hari ke-30 menunjukkan masing-masing pada perlakuan Kontrol kandungan logam Pb sebesar 71,168 ppm, pada perlakuan K1 (0,1 ppm): 53, 352 ppm, pada perlakuan K2 (1 ppm): 58, 722 ppm, pada perlakuan K3 (10 ppm): 58,333 ppm, dan pada perlakuan K4 (100 ppm): 127,208 ppm.

Faktor Biokonsentrasi (BCF) akar dihitung berdasarkan perbandingan antara kandungan logam berat Pb di akar dan kandungan logam berat Pb pada di sedimen pada hari ke 30. Sedangkan BCF daun dihitung berdasarkan perbandingan kandungan logam berat Pb pada daun mangrove *R. mucronata* dan kandungan logam berat Pb di sedimen.

Berdasarkan hasil perhitungan BCF akar mangrove *R. mucronata*, diperoleh nilai berkisar antara 0,028–0,060 atau 2–6 % dari jumlah Pb dalam sedimen. Hasil perhitungan BCF daun *R. mucronata* menunjukkan nilai yang lebih rendah daripada faktor BCF akar, yaitu berkisar antara 0,012–0,024 atau berkisar antara 1–2 %.

Tabel 1. Nilai Faktor Biokonsentrasi Pb dari Sedimen ke Akar *R. mucronata*.

Perlakuan	Konsentrasi Pb pada Akar (ppm)	Konsentrasi Pb pada Sedimen (ppm)	BCF
Kontrol	3,632	71,168	0,047
Konsentrasi 0,1 ppm	3,200	53,352	0,060
Konsentrasi 1 ppm	1,620	58,722	0,028
Konsentrasi 10 ppm	2,040	58,333	0,035
Konsentrasi 100 ppm	5,625	127,208	0,044

Tabel 2. Nilai Faktor Biokonsentrasi Pb dari Sedimen ke Daun *R. mucronata*

Perlakuan	Konsentrasi Pb pada Daun (ppm)	Konsentrasi Pb pada Sedimen (ppm)	BCF
Kontrol	1,529	71,168	0,021
Konsentrasi 0,1 ppm	1,280	53,352	0,024
Konsentrasi 1 ppm	1,215	58,722	0,021
Konsentrasi 10 ppm	1,210	58,333	0,021
Konsentrasi 100 ppm	1,470	127,208	0,012

Penghitungan nilai Faktor Translokasi (*translocation factor*/TF) juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanaman untuk mentranslokasi logam dari akar ke seluruh bagian tumbuhan (Mellem *et al.*, 2012). Hasil perhitungan nilai faktor translokasi berkisar antara 0,261–0,750. Nilai TF terendah terdapat pada konsentrasi 100 ppm, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada konsentrasi 1 ppm. Nilai faktor translokasi (*translocation factor*) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Faktor Translokasi dari Akar ke Daun *R. mucronata*.

Perlakuan	Konsentrasi Pb pada Daun (ppm)	Konsentrasi Pb pada Akar (ppm)	TF
Kontrol	1,529	3,632	0,455
Konsentrasi 0,1 ppm	1,280	3,200	0,400
Konsentrasi 1 ppm	1,215	1,620	0,750
Konsentrasi 10 ppm	1,210	2,040	0,593
Konsentrasi 100 ppm	1,470	5,625	0,261

Logam berat pada umumnya ditempatkan dalam akar serta daun, dan mekanisme toleransi ataupun akumulasi logam berat pada beberapa tanaman melibatkan proses pengikatan logam berat potensial pada dinding sel akar atau daun, atau menyimpannya di dalam vakuola sel (Memon, 2001).

Thomas dan Eong (1984), berpendapat secara umum dapat dikatakan bahwa mangrove memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dan memiliki sistem toleransi tertentu terhadap tingginya konsentrasi logam berat tersebut di lingkungan, namun hanya sedikit yang diketahui tentang mekanisme bioakumulasi dan efek khusus yang ditimbulkan logam berat pada mangrove.

Dalam penelitian ini didapatkan bahwa akumulasi logam berat Pb dalam akar mangrove, yang terbesar hanya 5% dari total konsentrasi dalam sedimen, dan pada akar maksimal hanya 2% saja. Penelitian yang dilakukan Silva *et al.* (1990) di Rio de Janeiro juga menunjukkan hasil yang sejalan, bahwa pada sedimen yang mengandung hampir 100% Fe, Zn, Pb, dan Cd, jaringan *Rhizophora mangle* hanya mengandung kurang dari 1% logam berat (Kathiresan dan Bingham, 2001).

Bagian mangrove yang paling penting untuk mencegah masuknya pencemar logam berat ke dalam bagian-bagian penting mangrove adalah akar (Tam *et al.*, 1999). Hal ini yang menyebabkan

berapapun tingginya konsentrasi pencemar logam berat yang ada dalam sedimen, jumlahnya dapat ditekan di dalam jaringan daun (Keshavarz *et al.*, 2012). Akar yang ada di dalam tanah melepaskan oksigen yang membentuk kepingan-kepingan besi (*iron plaques*), yang menempel pada permukaan dan mencegah logam dari sedimen memasuki sel-sel akar. Di jaringan akar yang dimasuki oleh logam terjadi mekanisme yang membuat logam tak bisa tersirkulasi secara bebas ke dalam tanaman (Kathiresan dan Bingham, 2001). Akibatnya, jumlah konsentrasi logam berat semakin berkurang dari akar ke daun.

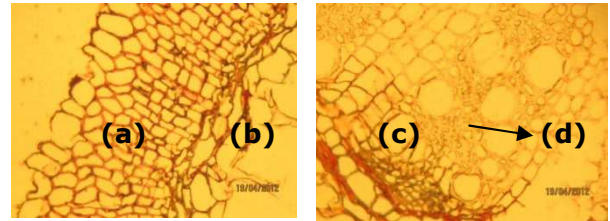
Kapasitas transfer logam dari akar ke daun, dihitung dengan menggunakan perhitungan faktor translokasi (*Translocation Factor/TF*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Translocation Factor dari akar ke daun bervariasi, antara 0,261–0,750. Menurut sifatnya, logam berat Pb yang digunakan dalam penelitian merupakan logam yang memiliki daya translokasi yang rendah (Hamzah dan Setiawan, 2010). Hasil ini juga menunjukkan bahwa *R. mucronata* bukanlah tumbuhan *hyperaccumulator*, sebab untuk menjadi tumbuhan hiperakumulator, besar faktor translokasi harus lebih dari satu ($TF > 1$) (Lorestani *et al.*, 2011). Tumbuhan hiper akumulator adalah tumbuhan yang dapat mengakumulasi logam dengan konsentrasi yang sangat tinggi pada jaringan permukaan (*above ground*) di habitat alamiahnya (Baker dan Brooks, 1984).

Histologi Jaringan Akar *Rhizophora mucronata*

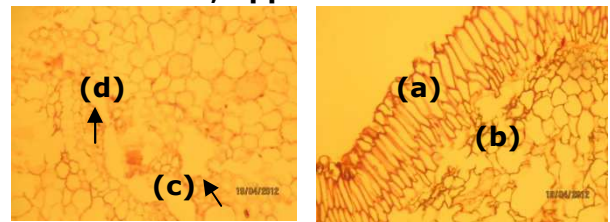
Hasil pengamatan histologi akar mangrove *R. mucronata* menunjukkan tidak ada perbedaan antara histologi kontrol dan yang dikenakan paparan Pb (Gambar 4). Bagian dari jaringan akar yang paling menjadi titik perhatian adalah pembuluh angkut xilem dan floem, ini karena keduanya terlibat dalam proses

pengangkutan unsur hara dari sedimen ke seluruh bagian tumbuhan dan mengangkut hasil fotosintesis.

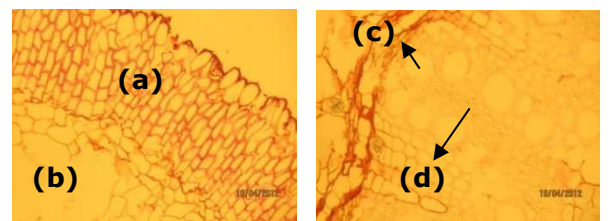
Kontrol



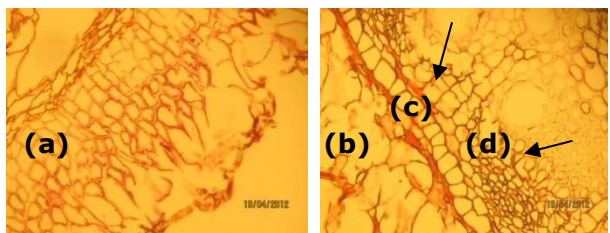
Konsentrasi 0,1 ppm



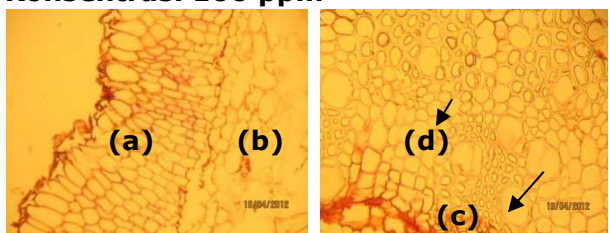
Konsentrasi 1 ppm



Konsentrasi 10 ppm



Konsentrasi 100 ppm



Gambar 4. Hasil Pengamatan Histologi Akar. (a) epidermis; (b) korteks; (c) xilem; (d) floem.



Reichman (2002) mengungkapkan bahwa dua mekanisme sistem pengangkutan utama logam berat pada tumbuhan adalah melalui xilem (*xylem transport*) dan floem (*phloem transport*). Disampaikan pula bahwa efek adanya logam dalam pergerakan dan komposisi air (*sap*) yang diangkut oleh pembuluh xilem dan floem juga dapat berpengaruh pada respon tanaman terhadap daya racun logam. Secara praktis tumbuhan dapat berfungsi sebagai biofilter logam berat (Yulianto *et al.*, 2006).

Diperkirakan bahwa *R. mucronata* maupun mangrove pada umumnya memiliki mekanisme tersendiri dalam mengantisipasi logam berat yang ada baik dalam air maupun sedimen, yang masuk ke dalam jaringannya. Kathiresan dan Bingham (2001), mengungkapkan beberapa sebab mengapa mangrove hanya dapat menyerap sedikit logam berat dari lingkungan, yaitu rendahnya bioavailabilitas (penyerapan) dari sedimen, adanya pengeluaran (eksklusi) logam berat, dan adanya adaptasi fisiologi yang mencegah akumulasi logam oleh mangrove.

Kesimpulan

Tidak ada pengaruh lamanya waktu pemaparan logam berat Pb dengan konsentrasi 0 – 100 ppm terhadap jumlah klorofil *R. mucronata*. Konsentrasi Pb yang diberikan berpengaruh nyata bila dilakukan perbandingan jumlah klorofil antara mangrove yang diberikan konsentrasi Pb dengan mangrove pada konsentrasi 0 (kontrol). Hasil pada histogram menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada akar dan daun menunjukkan bahwa konsentrasi perlakuan Pb hingga 100 ppm belum dapat memperlihatkan pengaruh logam berat Pb terhadap tingkat akumulasi mangrove *R. mucronata*.

Pemaparan logam berat Pb hingga 100 ppm dalam waktu 30 hari tidak menimbulkan perubahan yang signifikan terhadap struktur histologi akar vilem dan

floem anakan mangrove *Rhizophora mucronata*.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Bapak Yadi dan keluarga di Dusun Kaliuntu, Rembang, Ketua dan karyawan Marine Station Teluk Awur Jepara, para analis di Jurusan Biologi dan Kimia FMIPA UNNES, Laboratorium Kesehatan Kementerian Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, dan teman sepenelitian penulis, Nico Prasetyo.

Daftar Pustaka

- Ambariyanto. 2011. Biomonitoring Pencemaran Perairan. ISBN 978 979 097 146 2. BP Undip Semarang. 120 hal.
- Fardiaz, S. 1995. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hogarth, P. J. 2012. *Personal communication*.
- Johansen, D. A. 1940. Plant Micro-technique. McGraw Hill Book Company Inc. New York.
- Kathiresan, K. dan L. Bingham. 2001. Biology of Mangroves dan Mangrove Ecosystems. *Advances In Marine Biology*, 40: 81-251.
- Keshavarz, M., D. Mohammadikia, F. Gharibpour, dan A. Dabbagh. 2012. Accumulation of Heavy Metals (Pb, Cd, V) in Sediment, Roots, and Leaves of Mangroves Species in Sirik Creek Along the Sea Coasts of Oman, Iran. *Journal of Life Science and Biomedicine*, 2 (3): 88-91.
- MacFarlane, G. R. 2002. Chlorophyll a Fluorescence as a Potential Biomarker of Zinc Stress in the Grey Mangrove, *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, 70: 90-96.



- Memon, A. R., D. Aktoprakligül, A. Zdemür, dan A. Vertii. 2001. Heavy Metal Accumulation and Detoxification Mechanisms in Plants. *Tur. J. Bot.* 25: 111 - 121.
- Noor, Yus Rusila, M. Khazali, dan I N N. Suryadipurra. 2006. Pengenalan Mangrove di Indonesia. *Wetlands International - Indonesia Programe.* Bogor.
- Reichman, S. M. 2002. The Response of Plants to Metal Toxicity: A Review Focusing on Copper, Manganese, and Zinc. *Australian Minerals & Energy Environment Foundation.* Melbourne.
- Setyawan, A., A. Susilowati, dan Sutarno. 2002. Biodiversitas Genetik, Spesies dan Ekosistem Mangrove di Jawa - Petunjuk Praktikum Biodiversitas; Studi Kasus Mangrove. Kelompok Kerja Biodiversitas Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 138 hlm.
- Silva, C. A. R., Lacerda, L. D., dan Rezende, C. E., 1990. Heavy Metals Reservoirs in Red Mangrove Forest. *Biotropica*, 22: 339-345.
- Suntoro, H. dan I. Prawirosoeharjo. 1983. Metode Pewarnaan (Histologi dan Histokimia). Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Tam, N. E. Y., Wong, Y. S., Lan, C. Y., dan Wang, L. N. 1998. Litter Production and Decomposition in a Subtropical Mangrove Swamp Receiving Wastewater. [Abstrak]. *Journal of Experimental Marine Biology dan Ecology*, 226 (1): 1- 18.
- Thomas, C. dan O. J. Eong. 1984. Effects of The Heavy Metals Zn and Pb on *R. mucronata* and *A. alba* Seedlings. In: *Proceedings of the Asian Symposium on Mangroves and Environment Research and Management* (Eds.: E. Soepadmo, A. M. Rao, dan M. D. MacIntosh). University of Malaysia. 568-574
- Yulianto, B., Ario, R., Triono, A. 2006. Daya Serap Rumput Laut (*Gracilaria* sp) Terhadap Logam Berat Tembaga (Cu) Sebagai Biofilter. *Ilmu Kelautan*, 11 (2): 72-78
- Yusuf, Muh dan Handoyo, G. 2004. Dampak pencemaran terhadap kualitas perairan dan strategi adaptasi organisme makrobenthos di perairan Pulau Tirangcawang Semarang. *Ilmu Kelautan*. 9 (1): 12- 42