

ANALISIS DAYA SERAP LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA *RHIZOPHORA MUCRONATA* DI KAWASAN MANGROVE DESA BUNATI PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Annisa^{1*}, Ira Puspita Dewi¹, Nursalam¹

¹⁾ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Lambung Mangkurat
Indonesia

Email: annisbaka@gmail.com

Abstrak

Mangrove adalah salah satu tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk bertahan hidup dan berkembang di daerah pesisir. Mangrove mampu hidup pada berbagai macam substrat yang masih mendapat pengaruh dari terjadinya pasang surut perairan. Selain itu, jika terdapat kandungan logam berat pada sedimen, mangrove mampu mempengaruhi proses biologi dan ekologi sekitarnya, walaupun mempunyai imunitas terhadap efek racun dari logam berat. Diantara sejumlah spesies *Rhizophora mucronata* adalah salah satu jenis mangrove yang memiliki persebaran cukup luas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan Pb pada sedimen, daun, dan akar *Rhizophora mucronata* untuk mengetahui kemampuan serapan dalam mengakumulasikan logam berat Pb yang ditinjau dari nilai faktor biokonsentrasi (BCF), nilai faktor translokasi (TF) dan nilai fitoremediasi (FTD). Sumber data penelitian adalah dari sampel akar mangrove dan sedimen ditentukan berdasarkan metode *Purposive Sampling*. Teknik mengolah data dengan menganalisis kualitas air serta menganalisis kandungan logam berat Pb pada sedimen, daun, dan akar. Teknik analisis data yaitu dengan menguji kandungan logam beratnya menggunakan ICP selanjutnya akan dilakukan analisis data menggunakan perhitungan faktor biokonsentrasi faktor translokasi, dan dan nilai fitoremediasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi logam berat Pb pada sedimen di Kawasan Mangrove Desa Bunati yang tertinggi di Stasiun 1 dengan nilai 0,0758 mg/l. Berikutnya, nilai logam berat pada akar yang tertinggi Stasiun 2 yaitu sebesar 0,0418 mg/l, dan untuk kadar logam pada daun paling tertinggi pada stasiun 2 sebesar 0,0123 mg/l. selanjutnya, kemampuan serapan mangrove *Rhizophora mucronata* dalam mengakumulasikan logam berat, biokonsentrasi sebesar 0,2043, lalu mentransfer logam Pb dari akar ke daun sebesar 1,0789 dan kemampuan fitoremediasi didapatkan hasil negatif -0,8746.

Kata Kunci: *Rhizophora mucronata*, Pb (timbal), Logam Berat

Abstract

Mangroves are one of the plants that have ability to survive and thrive in coastal areas. Mangrove are able to live on a variety of substrates that are still affected by the tidal water. In addition, if there is a heavy metal content in the sediment, mangroves are able to affect the surrounding biological and ecological processes, although mangroves have immunity to the toxic effects of heavy metals. Among a number of mangrove species, *Rhizophora mucronata* is one type of mangrove that has a fairly wide distribution. This study aims to analyze the Pb content in the sediment, leaves, and roots of the *Rhizophora mucronata* mangrove in Bunati Village and to determine the uptake capacity of the *Rhizophora mucronata* mangrove in accumulating Pb heavy metal in terms of the value of the bioconcentration factor (BCF), the value of the translocation factor (TF) and phytoremediation value (FTD). The source of research data is from samples of mangrove roots and sediments determined based on the Purposive Sampling method. The data processing technique is to analyze the water quality and analyze the heavy metal content of Pb in the sediment, leaves, and roots. The data analysis technique is by testing the heavy metal content using ICP, then data analysis will be carried out using the calculation of bioconcentration factor (BCF), translocation factor (TF) and phytoremediation value (FTD). The results showed that the concentration of heavy metal Pb in sediments in the Mangrove Area of Bunati Village was the highest at Station 1 with a value of 0.0758 mg/l. Next, the highest heavy metal value in roots was at Station 2, which was 0.0418 mg/l, and the highest metal content in leaves was at station 2 of 0.0123 mg/l. Furthermore, the uptake ability of mangrove *Rhizophora mucronata* in accumulating heavy metals, bioconcentration of 0.2043, then transferring Pb from roots to leaves was 1.0789 and phytoremediation ability was negative -0.8746.

Keywords: *Rhizophora mucronata*, Pb (lead), Heavy Metals

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan didefinisikan dalam Undang-Undang RI Nomor 23 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup sebagai akibat kegiatan manusia yang menurunkan mutu lingkungan yang ditetapkan standar. Tiga penyebab signifikan pencemaran pesisir adalah operasi industri atau perusahaan (tambang, transportasi laut, dan wisata bahari), aktivitas pemukiman, dan aktivitas pertanian. Sementara itu, lumpur, nutrisi pestisida, organisme patogen, dan kotoran merupakan komponen utama pembuangan limbah dari ketiga sumber tersebut. Setelah pemeriksaan data secara menyeluruh, dapat disimpulkan bahwa tempat-tempat dengan tingkat pencemaran tertinggi adalah daerah pesisir dengan daerah padat penduduk, kawasan industri, dan daerah pertanian. Sampah membutuhkan waktu yang lama untuk terurai (Vatria, 2010). Polusi merupakan faktor penting dalam degradasi lingkungan. Pencemaran lingkungan adalah perubahan sistem lingkungan yang disebabkan oleh perbuatan manusia atau proses alam yang menurunkan kualitas lingkungan sampai batas tertentu, sehingga menyebabkan lingkungan menjadi kurang berfungsi atau tidak mampu menjalankan fungsinya (Sunu, 2001).

Banyak logam berat, terutama timbal (Pb) dan merkuri, mendatangkan malapetaka pada lingkungan laut (Hg). Pencemaran logam berat di lingkungan sebagian besar timbul akibat masuknya air tercemar ke lingkungan melalui kegiatan industri atau industri yang menangani logam berat. Terlepas dari sumber logam berat yang masuk ke air secara alami, seperti logam yang dilepaskan dari partikel atau sedimen selama proses kimia, logam masuk ke air melalui sungai dan sebagai akibat dari erosi pantai yang disebabkan oleh gelombang.

Mangrove adalah jenis tanaman yang tumbuh subur di lingkungan pesisir.

Dengan mengubah akar dan daunnya, mangrove dapat tumbuh subur di berbagai substrat yang rentan terhadap aksi pasang surut. Sementara mangrove tahan terhadap toksisitas logam berat, konsentrasi logam berat dalam sedimen berarti mangrove dapat mempengaruhi proses biologis dan ekologi di sekitarnya (Annie et al, 2013). Di darat, tumbuhan mangrove memiliki potensi yang sangat besar sebagai penyaring polutan. Jenis mangrove yang dapat mengakumulasi logam berat antara lain *Avicenia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa spesies mangrove tertentu dapat menyerap dan menahan logam berat dari lingkungannya, termasuk timbal, tembaga, besi, merkuri, seng, dan kadmium. Namun, daya serap dipengaruhi oleh lingkungan dan arsitektur mangrove, seperti jenis akar, umur pohon, dan diameter batang.

Desa Bunati terletak di Kecamatan Angsana Kalimantan Selatan, Kabupaten Tanah Bumbu. Bagian barat Desa Bunati berbatasan langsung dengan Pantai Angsana, sedangkan bagian selatan berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Terdapat beberapa operasi atau kegiatan di dalam dan sekitar desa Bunati, salah satunya adalah kegiatan perusahaan batubara dan sebagai jalur transportasi untuk bongkar muat kapal.

Selain itu, operasi industri batubara dan lalu lintas maritim dapat mencemari lingkungan dengan logam berat. Pb pencemaran sungai difasilitasi oleh limbah dari bahan bakar minyak dan air ballast kapal. Minyak bumi pada umumnya. Bahan bakar minyak umumnya menambah zat tambahan *tetraethyl* yang mengandung Pb untuk meningkatkan mutu, sehingga limbah dari kapal-kapal tersebut menyebabkan kadar Pb di perairan tersebut menjadi tinggi (Rochyatun, 2006). Selain itu, buangan limbah minyak hitam padat (*sludge oil*) ke laut oleh awak kapal juga mengandung unsur logam berat Cd. Tumpahan minyak tersebut dapat menempel pada organisme

laut sehingga dapat mengakibatkan kematian.

Masuknya bahan pencemar ke dalam lingkungan perairan khususnya di Kawasan mangrove dapat menurunkan kualitas perairan tersebut. Untuk mengetahui maka dilakukanlah analisis kandungan logam berat Pb dengan menggunakan kemampuan serapan mangrove *Rhizophora mucronata* sebagai bioindikator. Buangan limbah yang masuk ke perairan, sebagian akan larut dalam air, Sebagian lagi tenggelam ke dasar dan mengendap di sedimen sehingga tumbuhan atau organisme yang hidup di Kawasan tersebut memiliki peluang yang besar untuk terakumulasi logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan Pb pada sedimen, daun, dan akar mangrove *Rhizophora mucronata* di Desa Bunati dan mengetahui kemampuan serapan dari mangrove *Rhizophora mucronata* dalam mengakumulasi logam berat Pb yang ditinjau dari nilai faktor biokonsentrasi (BCF), nilai faktor translokasi (TF) dan nilai fitoremediasi (FTD).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2020 – Juni 2021. Waktu tersebut sudah meliputi pengambilan data sampel, analisis data dan penyusunan laporan akhir. Lokasi penelitian berada di pesisir kawasan mangrove Desa Bunati, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Alat yang digunakan adalah GPS, sepatu boot, spidol, plastik sample, cutter, *coolbox*, alat tulis, kamera, pipa paralon, *thermometer*, *handrafaktometer*, *waterchecker*, oven *furnace*, timbangan analitik, blender, gelas ukur, pipet, api bunsen, labu volumetrik, kertas saring, *Erlenmeyer* 100 ml, pipet ukur, sarung tangan, kertas label, kertas saring, *hotplate stove*, lubang, labu takar 100 ml, alat ICP, masker, dan *hardware* seperti laptop dan printer. Bahan yang digunakan adalah larutan HNO_3 65%, larutan $HClO_4$, dan larutan HCL. Sumber

data penelitian adalah dari sampel akar mangrove dan sedimen ditentukan berdasarkan metode *Purposive Sampling*. Teknik mengolah data adalah dengan menganalisis kualitas air serta menganalisis kandungan logam berat Pb pada sedimen, daun, dan akar. Teknik analisis data yaitu dengan menguji kandungan logam beratnya menggunakan ICP selanjutnya akan dilakukan analisis data menggunakan perhitungan faktor biokonsentrasi, faktor translokasi dan nilai fitoremediasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

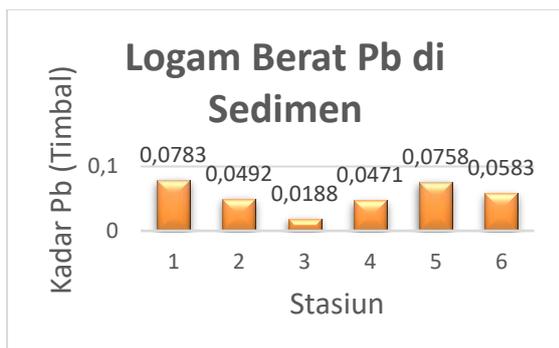
Jenis-jenis mangrove yang ada di kawasan muara sungai Bunati ada yang sebagian dari hasil penanaman Bersama dari Dinas Kehutanan, diantaranya *Avicennia marina*, *Rhizophora apicula* dan *Rhizophora mucronata*. Adapun untuk letak stasiun berada pada pinggir muara sungai dengan titik koordinat Stasiun 1: $3^{\circ} 45' 03''$ S dan $115^{\circ} 37' 56''$ E ; Stasiun 2: $3^{\circ} 44' 58''$ S dan $115^{\circ} 37' 55''$ E ; Stasiun 3: $3^{\circ} 44' 56''$ S dan $115^{\circ} 37' 57''$ E ; Stasiun 4: $3^{\circ} 44' 57''$ S dan $115^{\circ} 38' 00''$ E ; Stasiun 5: $3^{\circ} 44' 54''$ S dan $115^{\circ} 37' 58''$ E ; Stasiun 6: $3^{\circ} 44' 50''$ S dan $115^{\circ} 38' 00''$ E.

Hasil Pengujian Logam Berat

Logam Berat Timbal (Pb) pada Sampel Sedimen

Hasil analisis logam berat Pb pada sedimen didapatkan hasil rata-rata konsentrasi yang paling tinggi diantara bagian semua bagian aspek yang dianalisis. Sedimen adalah bahan yang mengendap dengan cepat dari waktu ke waktu jika air tetap stabil. Konsentrasi Pb adalah 0,0758 mg/l di Stasiun 1, 0,0492 mg/l di Stasiun 2, 0,0188 mg/l di Stasiun 3, 0,0471 mg/l di Stasiun 4, 0,0783 mg/l di Stasiun 4, dan 0,0583 mg/l di Stasiun 6. Hasil pengujian digambarkan pada Gambar 1, di Stasiun 1, konsentrasi logam berat Pb tertinggi terdeteksi sebagai akibat dari pengadukan atau pengendapan yang disebabkan oleh pasang surut. Stasiun 1 terletak di dekat muara atau muara sungai

laut, yang mempercepat pencampuran air tawar dan air asin dan memiliki efek positif pada nilai salinitas dengan meningkatkan kekuatan ionik. Kekuatan ionik ini berpotensi meningkatkan gaya tarik menarik antar partikel, yang berpuncak pada pembentukan material yang disebut flok. Semakin kuat daya tariknya, semakin besar floknya. Selain itu, karena muara menyerap partikulat, kandungan logam terlarut di kolom air berkurang, mengakibatkan pengendapan logam di sedimen, dan stasiun 1 terletak di dekat pelabuhan bongkar muat batubara. Stasiun 3 memiliki konsentrasi terendah 0,0188 mg/l, Stasiun 2 memiliki konsentrasi terbesar 0,0783 mg/l, Stasiun 4 memiliki konsentrasi terendah 0,0471 mg/l, Stasiun 5 memiliki konsentrasi tertinggi 0,0758 mg/l, dan Stasiun 6 memiliki konsentrasi terendah 0,0583 mg/l.



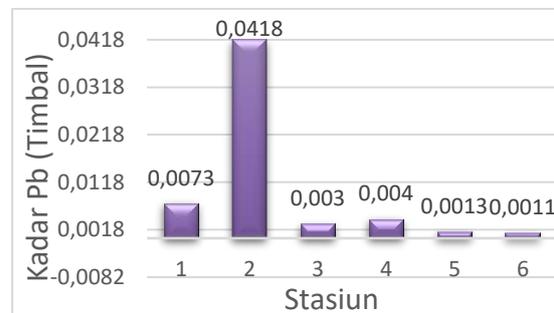
Gambar 1. Nilai Logam Berat Timbal (Pb) yang terkandung di Sedimen

Distribusi logam berat dalam sedimen umumnya konstan antar stasiun, baik yang dekat maupun yang jauh dari muara sungai. Logam berat yang terkandung dalam air sungai diencerkan oleh arus pasang surut dan aksi gelombang, menghasilkan pengenceran yang sangat tinggi dan sangat rendah (Endang, 2006).

Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar *Rhizophora mucronata*

Logam berat Pb Akar termasuk 0,0073 mg/l Pb di Stasiun 1, 0,0418 mg/l Pb di Stasiun 2, 0,003 mg/l Pb di Stasiun 3, 0,004 mg/l Pb di Stasiun 4, 0,004 mg/l Pb di Stasiun 3, dan 0,004 mg/l Pb di Stasiun 3. Di Stasiun 5 konsentrasinya 0,0013 mg/l, sedangkan di Stasiun 6 0,0011 mg/l. Gambar 2

mengilustrasikan hasilnya. Konsentrasi tertinggi (0,0418 mg/l) terdapat pada Stasiun 2, sedangkan konsentrasi terendah (0,0418 mg/l) terdapat pada Stasiun 6. Konsentrasi 0,0011 mg/l.



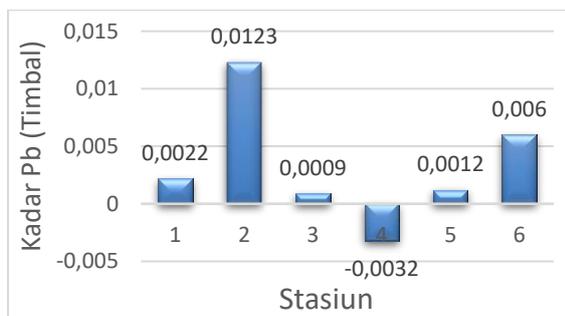
Gambar 2. Nilai Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Akar *Rhizophora mucronata*

Vegetasi mangrove berkontribusi secara tidak langsung terhadap pengurangan konsentrasi logam berat di dalam air, terutama ketika volume limbah yang tercemar di dalam air melebihi kapasitas alami air untuk memurnikan dirinya sendiri. Kandungan logam berat tertinggi terdapat pada akar mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Menurut Shinta (2016), ketika tanaman mendekati kejenuhan, potensinya untuk mengambil logam berat berkurang sementara konsentrasi logam yang diserap sebelumnya meningkat. Semakin banyak logam yang diserap tanaman, semakin banyak logam yang terakumulasi dalam jaringannya sehingga menyebabkan kejenuhan dan membatasi penyerapan (Rosmiati et al., 2014).

Logam Berat Timbal (Pb) pada Sampel Daun *Rhizophora mucronata*

Kandungan Pb sebesar 0,00228 mg/l pada daun mangrove *Rhizophora mucronata* di Stasiun 1, 0,0123 mg/l di Stasiun 2, 0,009 mg/l di Stasiun 3, 0,0032 mg/l di Stasiun 4, 0,0012 mg/l di Stasiun 5, dan 0,00606 mg/l di Stasiun 6. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.5, dengan Stasiun 2 memiliki kandungan Pb tertinggi. Hal ini dikarenakan pengendapan logam berat terjadi pada lapisan yang lebih dalam sehingga memungkinkan logam tersebut

diserap oleh tanaman mangrove dari akar hingga daunnya. Daun mereka mungkin terus dipengaruhi oleh keadaan lapangan. Sementara logam dapat terakumulasi dalam jaringan daun, berbagai sistem bekerja untuk meminimalkan konsentrasi logam dan efeknya pada jaringan. Pada stasiun 4, nilai terendah adalah $-0,0032$ mg/l, menunjukkan tidak ada zat pada daun.



Gambar 3. Nilai Kandungan Logam Berat Pb pada Daun *Rhizophora mucronata*

Rhizophora mucronata dan spesies mangrove lainnya memiliki mekanisme adaptasi untuk akumulasi logam berat, termasuk akumulasi garam di daun. Logam berat disimpan di bagian bawah daun. Menurut penelitian Muchali (2017), protein dalam *Rhizophora mucronata* memiliki nilai gizi sebesar 2,59 persen. Karena adanya protein dalam tanaman ini, logam berat Pb mungkin dapat mengikat dan memodifikasi struktur protein. Tumbuhan melawan zat berbahaya dengan mengencerkannya (pengenceran), terutama dengan menyimpan sejumlah besar air untuk mengencerkan kandungan logam berat tubuh. Pada daun, pengenceran terjadi sebagai akibat dari deposisi logam berat dalam jaringan dan penguapan didalam tubuhnya (Loveless, 1991).

Faktor Biokonsentrasi (BCF), Faktor Translokasi (TF) dan Fitoremediasi (FTD)

Faktor Biokonsentrasi (BCF), Faktor Translokasi (TF), dan Faktor Fitoremediasi (PF) semuanya digunakan untuk mengevaluasi kemampuan tanaman mangrove dalam menyerap logam berat dari lingkungannya (FTD).

Tabel 1. Hasil Perhitungan BCF, TF, FTD dari Stasiun 1 - Stasiun 6

Bioakumulator	Nilai
BCF	0,2043
TF	1,0789
FTD	-0,8746

Analisis Faktor Biokonsentrasi (BCF)

Nilai BCF di daerah mangrove Bunati berdasarkan Tabel sebesar 0,2043. Mangrove *Rhizophora mucronata* tersebut termasuk dalam tanaman *excluder*. Seperti menurut Baker (1981) kategori tanaman dapat dibagi 3 yaitu:

1. Akumulator : apabila nilai $BCF > 1$
2. Excluder : apabila nilai $BCF < 1$.
3. Indikator : apabila nilai $BCF = 1$.

Tanaman *excluder* adalah tanaman yang mengatasi pengangkutan logam melalui akarnya yaitu dengan cara mengendapkan logam tersebut dan membatasi masuknya bahan pencemar ke dalam tanaman pada tingkat akar saja (Wahwakhi, 2017), namun konsentrasi logam di sekitar area perakaran masih tinggi (Baker, 1981).

Analisis Faktor Translokasi (TF)

Nilai TF pada Kawasan mangrove Desa Bunati mendapatkan nilai 1,0789. Nilai TF yang tinggi menunjukkan bahwa logam berat timbal (Pb) yang diakumulasi akar dapat ditranslokasikan ke bagian daun walaupun hasil yang didapat tidak tinggi (Arisandy, 2012). Proses translokasi ini dipengaruhi oleh kemampuan dari masing-masing jenis pohon mangrove. Untuk jenis pohon mangrove *Rhizophora mucronata* ini banyak ditranslokasikan ke bagian akar daripada bagian tumbuhan lainnya.

Menurut Baker (1981) nilai TF memiliki 2 kategori yaitu:

1. $TF > 1$: Mekanisme fitoekstraksi
2. $TF < 1$: Mekanisme Fitostabilisasi

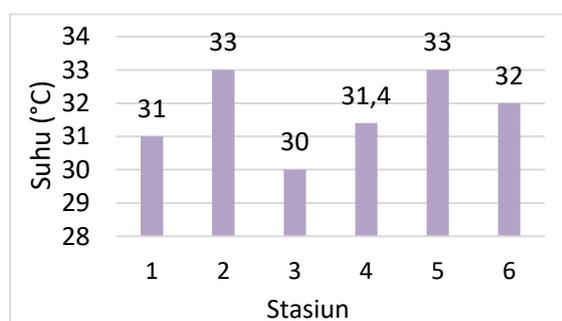
Dengan nilai TF 1,0789, maka mekanisme yang dimiliki oleh *Rhizophora mucronata* ini termasuk dalam mekanisme fitoekstraksi. Fitoekstraksi adalah proses

penyerapan logam berat oleh akar tanaman yang kemudian di translokasikan menuju batang dan daun. Fitoekstraksi ini dapat digunakan untuk mengurangi polutan berupa logam, senyawa anorganik dan radionuklida (Mwegoha, 2008).

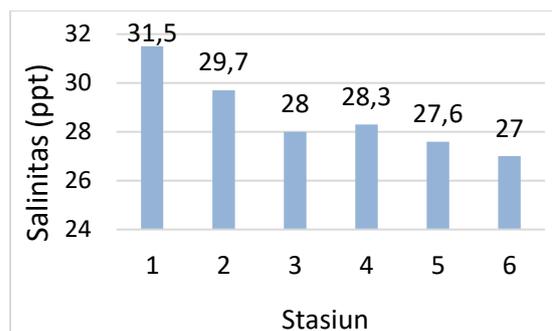
Analisis Fitoremediasi (FTD)

Nilai FTD (Fitoremediasi) berdasarkan perhitungan Tabel 4.1 didapatkan nilai negatif atau dibawah 0 yaitu sebesar -0,8746. Hasil perhitungan pada penelitian ini menunjukkan nilai yang tidak mendekati angka 1, sehingga dapat dikatakan rendahnya nilai FTD menunjukkan tingkat efektifitas biokonsentrasi logam berat Pb oleh akar dan translokasi Pb dari akar ke daun yang berimbang. Yang dimaksud dengan berimbang adalah dimana akumulasi di akar sampai ke daun nilainya tidak terlalu jauh dan itu berarti akar daun memiliki peran penyerapan yang sama rata. Dalam penelitian Puspita (2013) menyatakan bahwa nilai FTD yang tinggi digunakan untuk mengurangi pergerakan polutan di dalam tanah atau sedimen karena efektivitas akumulasi logam yang terjadi pada akar. Proses ini menggunakan kemampuan akar tanaman mangrove untuk mengubah kondisi lingkungan tercemar berat menjadi sedang bahkan ringan. Proses ini akan mengurangi pergerakan logam dan mengurangi masuknya logam ke dalam sistem rantai makanan pada daerah estuaria.

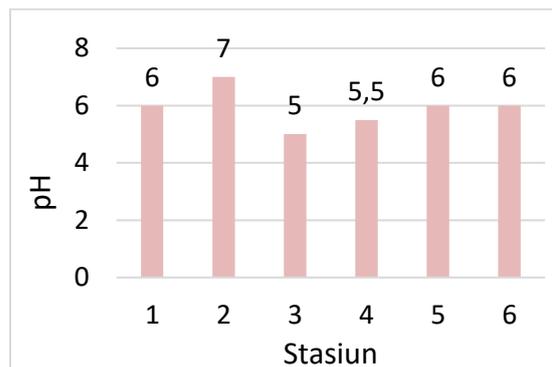
Analisis Kualitas Air



Gambar 4. Hasil Pengukuran Suhu



Gambar 5. Hasil Pengukuran Salinitas

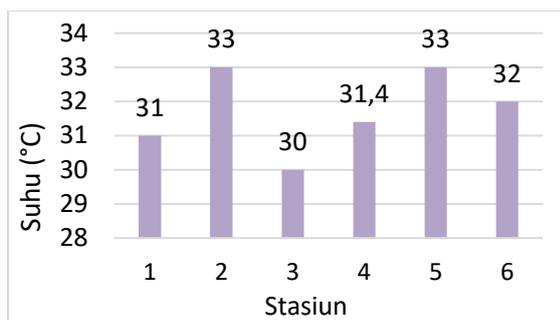


Gambar 6. Hasil Pengukuran pH

Kondisi lingkungan di perairan muara sungai Desa Bunati yang diduga tercemar, dilakukan pengukuran atau analisis kualitas air ini dilakukan secara insitu dan bertujuan untuk memastikan pencemaran logam berat di lingkungan tersebut karena sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia maupun fisika air. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas air parameter fisika (suhu, dan salinitas), dan parameter kimia (pH).

Suhu

Suhu di Stasiun 1 adalah 31°C, Stasiun 2 adalah 33°C, Stasiun 3 adalah 30°C, Stasiun 4 adalah 31,4°C, Stasiun 5 adalah 33°C, dan Stasiun 6 adalah 32°C, sesuai dengan suhu dan data parameter kualitas air di wilayah muara Desa Bunati (Gambar 7.)



Gambar 7. Hasil Pengukuran Suhu

Pengukuran dikumpulkan sepanjang hari pada saat cuaca cerah dan matahari bersinar terang. Suhu berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme biota dan hewan air lainnya. Sementara sedikit peningkatan suhu udara tidak berpengaruh langsung pada mangrove, suhu yang lebih besar dari 35°C memiliki efek yang merugikan pada struktur akar, produksi bibit, dan fotosintesis (Field, 1995). Suhu berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme biota dan hewan air lainnya. Peningkatan suhu dapat memperburuk toksisitas logam berat dalam air dan mengubah unsur-unsur tertentu dari metabolisme biota (Sarjono, 2009). Menurut Kusumastanto (2004), peningkatan konsentrasi logam berat di lingkungan dapat menyebabkan partikel logam yang lebih berat bergerak lebih cepat, sehingga mempercepat akumulasi. Suhu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar logam berat dalam air. Kenaikan suhu telah terbukti menurunkan kelarutan oksigen dan meningkatkan toksisitas beberapa senyawa, terutama logam berat. Pemanasan matahari menentukan suhu air, terutama pada lapisan permukaan; karenanya, fluktuasi intensitas radiasi matahari terjadi bersamaan dengan variasi suhu air laut.

Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH 6, 7, 5, 5, 5,5, 5, 6, dan 6 ditemukan pada lingkungan mangrove di Desa Bunati Stasiun 1 dan 2. Menurut KEPMEN LH No. 51 Tahun 2014, pH air dan biota di zona mangrove harus antara 7 dan 8,5, menunjukkan bahwa saluran air daerah tersebut masih dalam kondisi sangat

baik atau tidak tercemar. Menurut Manik, air dengan pH kurang dari 5 atau lebih besar dari 9 sangat tercemar dan akan mengganggu kestabilan spesies yang berdekatan (2003).

Menurut Palar (1992), peningkatan pH air sering mengakibatkan penurunan konsentrasi senyawa logam dalam larutan. PH air menurun dengan meningkatnya konsentrasi logam berat dalam larutan, mengakibatkan sedimentasi logam berat. Kelarutan logam berat sangat tergantung pada pH cairan di sekitarnya (Connel dan Miller, 1995).

Kelarutan logam berat pada dasarnya bergantung pada pH. Logam berat sulit terdegradasi sebagai partikel atau padatan tersuspensi pada pH alaminya. Ketika pH air turun di bawah tingkat tertentu, ion bebas memasuki kolom air. Selain itu, pH memiliki efek pada toksisitas bahan kimia. Pada umumnya logam berat lebih toksik pada pH rendah dan mengendap pada pH tinggi (Novotny dan Olem, 1994).

Salinitas

Nilai salinitas untuk Stasiun 1 adalah 31,5 bagian per seribu (ppt), Stasiun 2 adalah 29,7 bagian per seribu (ppt), Stasiun 3 adalah 28 bagian per seribu (ppt), Stasiun 4 adalah 28,3 bagian per seribu (ppt), Stasiun 5 adalah 27,6 bagian per seribu (ppt), dan Stasiun 6 adalah 27 bagian per seribu (ppt) (ppt). Hasil ini menunjukkan adanya garam muara di daerah tersebut. Salinitas 34 bagian per seribu merupakan batas yang dapat diterima untuk kelangsungan hidup tanaman mangrove, menurut KEPMEN LH No. 41 Tahun 2004.

Aliran garam yang konstan dalam air dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat dalam kehidupan akuatik. Konsentrasi garam yang bervariasi dapat menghasilkan kecepatan logam yang bervariasi sebagai akibat dari gaya tarik ion yang mengalir melintasi permukaan makhluk hidup atau aktivitas fisiologis dalam makhluk hidup. Selain itu, Rifardi (2010) mengatakan bahwa salinitas mempengaruhi proses sedimentasi; ketika salinitas meningkat,

laju pengendapan sedimen meningkat, dan sebaliknya.

Menurut penelitian pengaruh salinitas atau konsentrasi garam terhadap bioakumulasi logam, ketika salinitas atau konsentrasi garam menurun, konsentrasi logam biotik meningkat. Aliran air asin yang konstan memiliki dua efek pada kandungan logam kehidupan akuatik. Untuk memulai, logam tertentu dipindahkan ke daerah salinitas rendah karena air tawar lebih efektif dalam mempertahankan keadaan logam dalam bentuk cair dan suspensi. Kedua, fluktuasi konsentrasi garam dapat menghasilkan kecepatan logam yang bervariasi karena ion yang mengalir melintasi permukaan hewan hidup atau aktivitas fisiologis di dalam makhluk hidup.

KESIMPULAN

1. Konsentrasi Pb maksimum pada sedimen di Stasiun 1 adalah 0,0758 mg/l di Kawasan Mangrove Desa Bunati. Data tersebut menunjukkan bahwa pengendapan logam berat dalam batas yang diperbolehkan dan tidak melanggar baku mutu KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004. Dalam istilah moneter, logam berat sangat berharga.

2. Kemampuan serapan mangrove *Rhizophora mucronata* dalam mengakumulasi logam berat, biokonsentrasi BCF sebesar 0,2043, lalu mentransfer logam Pb dari akar ke daun (TF) sebesar 1,0789 dan kemampuan fitoremediasi (FTD) didapatkan hasil negatif -0,8746. Sehingga Mangrove *Rhizophora mucronate* ini dapat dimanfaatkan sebagai tanaman yang mekanismenya fitoekstraksi untuk lingkungan yang tercemar. Setiap acuan yang digunakan pada isi naskah harus dituliskan pada daftar pustaka. Penulisan daftar pustaka mengacu pada *Harvard system logam berat Pb. Fitoekstraksi ini dapat digunakan untuk mengurangi polutan berupa logam, senyawa anorganik dan radionuklida.*

Saran

Diketahuinya kemampuan mangrove *Rhizophora mucronata* yang dapat mengakumulasi logam berat Pb maka tanaman ini dapat ditanam lebih banyak untuk di Kawasan muara sungai Desa Bunati. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan mangrove *Rhizophora mucronata* tentang daya serapan logam beratnya sehingga dapat memberikan informasi yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Annie, M.P.A. & G.C. Sigua. 2013. *Phytoremediation: A Green Technology to Remove Enviromental Pollutants*. American J. Climate Change
- Baker, A. J. M. 1981. *Accumulators and Excluder – Strategies In The Responce Of Plants To Heavy Metals*. Department of Botany, University of Sheffield, Sheffield, S. Yorkshire, S10 2TN, U.K.
- Connel & Miller, 1995. *Kimia dan Etoksikologi Pencemaran*, diterjemahkan oleh Koestoer, S., hal. 419, Indonesia University Press, Jakarta.
- Field, C.D. 1998. *Rehabilitation Of Mangrove Ecosystems: An overview Marine Pollution Bulletin*. 37 (8 – 12): 383 – 392. DOI: 10. 1016/S0025-326X(99)00106-x.
- Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut.
- Loveless, A.R. 1991. *Prinsip-Prinsip Biologi Edisi Pertama*. Erlangga, Jakarta.
- Manik. 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta
- Mwegoha, W.J.S., 2008. *The Use Of Phytoremediation Technology For Abatement Soil and Groundwater Pollution In Tanzania: Opportunities and Challenges*. Journal Of Sustainable Development In Africa.
- Novotny, V dan Olem, H. 1993. *Water Quality Prevention, Identification and Management of Difuse Pollution*. Buku. Van Nostrand. New York.

- Puspita,A. D., Santosa., dan B. Yulianto.
2013. *Studi Akumulasi logam Berat Timbal (Pb) dan Efek Terhadap Kandungan Klorofil Daun Mangrove Rhizophora mucronata*. Journal Of Marine Reseacrh. 3(1):44-55.
- Sarjono, A., 2009. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg Pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara*, Jakarta Utara. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sunu,P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 1400*. Jakarta: PT. Gramedia Widia Sarana Indonesia.
- Wahwaksi, S. 2017. *Potensi Acanthus ilicifolius Sebagai Agen Fitoremediasi dan Fitomining Pada Logam Cu di Kelurahan Wonorejo Kota Surabaya* (Thesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.