

ANALISIS AKUMULASI KANDUNGAN LOGAM KADMIUM PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE DI PERAIRAN BASAAN-BELANG KABUPATEN MINAHASA TENGGARA DAN LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA

(*The Analysis of Cadmium Accumulation in The Roots and Leaves of Mangrove in The Waters of Basaan-Belang Southeastern Minahasa Regency and Likupang North Minahasa Regency*)

Nikita R. Kawung^{1*}, Rizald R. Rompas¹, James J.H. Paulus¹, Markus T. Lasut¹, Desy H.M. Mantiri¹, Natalie D. Rumampuk¹

1. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

*e-mail : ribkanikitakawung@gmail.com

Ocean was very useful for cultivation activity, fishing, recreation, transportation and so on. But ocean also became the last alternative that accept load from those anthropogenic activities. Cadmium is one of the most dangerous heavy metals. When cadmium entering the aquatic ecosystem, it will be accumulated with the biota that can influence the food chain and become a big warning for human health who often exploit the marine resources. The goal of this study is to analyze the cadmium content in mangrove roots and leaves of *Avicennia* sp. and *Rhizophora* sp. in the different locations. The analysis result of cadmium from two mangrove species in four different sampling location of this research, the highest one found in *Rhizophora* sp. from Ambon village in Likupang that is 26.742 ppb in leaves and 21.027 ppb in roots, while the lowest content with number <0.07 ppb found in roots from Buku village in Belang and 14.346 ppb in leaves from Laboratory of Faculty of Fisheries and Marine Science Likupang Two village. Then the highest cadmium in *Avicennia* sp. found in roots, that is 44.355 ppb from Ambon village in Likupang and 23.164 ppb in leaves from Laboratory of Faculty of Fisheries and Marine Science Likupang Two village, while the lowest content was found in Basaan Village, that is 22.234 ppb in roots and 8.741 ppb in leaves. The difference of cadmium accumulation in two species of mangrove caused by the differences of roots and leaves morphology. *Avicennia* sp. can be useful as a fitoremediator plant because it has a greater power for metal absorptions than *Rhizophora* sp.

Keywords: Heavy metal, Cadmium (Cd), Mangrove, Roots, Leaves

Laut sangat bermanfaat dalam kegiatan budidaya, penangkapan ikan, rekreasi, transportasi dan sebagainya. Tapi laut juga menjadi alternatif terakhir yang menerima beban dari aktivitas-aktivitas antropogenik tersebut. Kadmium adalah salah satu logam berat yang paling berbahaya. Ketika kadmium memasuki ekosistem akuatik, kadmium akan terakumulasi dengan biota laut dan mempengaruhi rantai makanan sehingga mengancam kesehatan manusia yang sering mengeksploitasi sumber daya laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan kadmium di akar dan daun mangrove *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp. pada lokasi yang berbeda. Hasil analisis kadmium dari dua spesies mangrove di empat lokasi sampling yang berbeda dari penelitian ini, yang tertinggi pada *Rhizophora* sp. ditemukan di daun yaitu 26.742 ppb dan 21.027 ppb di akar dari Desa Ambon di Likupang, sedangkan kandungan terendah berjumlah <0,07 ppb ditemukan di akar dari Desa Buku di Belang dan 14.346 ppb di daun dari Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Desa Likupang Dua. Kemudian kandungan kadmium tertinggi pada *Avicennia* sp. ditemukan di akar yaitu 44.355 ppb dari Desa Ambon di Likupang dan 23.164 ppb di daun dari Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Desa Likupang Dua, sedangkan kandungan terendah ditemukan di Desa Basaan, yaitu 22.234 ppb di akar dan 8.741 ppb di daun. Perbedaan akumulasi kadmium pada dua spesies mangrove disebabkan adanya perbedaan morfologi akar dan daun. Mangrove jenis *Avicennia* sp. dapat dijadikan sebagai tumbuhan fitoremediator karena memiliki daya serap logam kadmium lebih besar dibandingkan *Rhizophora* sp.

Kata kunci: Logam Berat, Kadmium (Cd), Mangrove, Akar, Daun

PENDAHULUAN

Pencemaran merupakan perubahan kondisi air yang tidak menguntungkan karena kehadiran bahan pencemar dari kegiatan antropogenik yang berasal dari daratan melalui air sungai yang telah tercemar dengan logam berat. Logam berat adalah salah satu bahan pencemar lingkungan yang sangat berbahaya yang diakibatkan oleh pertambangan, maupun kegiatan pabrik-pabrik yang menjadikan logam sebagai bahan utama dalam kegiatan tersebut, yang terbawa hingga ke laut dan menyebabkan pencemaran.

Tingginya tekanan lingkungan pada ekosistem pantai disebabkan adanya buangan dari berbagai aktivitas manusia di daratan yang dapat mengalir ke laut melalui sungai (Kawung, *et.al*, 2016). Buangan-buangan tersebut dapat berupa bahan anorganik ataupun organik. Bahan anorganik dapat berupa logam-logam, terutama hasil buangan pertambangan, transportasi dan industri yang bersifat toksik (Tilaar, 2014). Sumber pasokan alamiah bahan anorganik seperti logam kadmium dapat berasal dari aktifitas vulkanik gunung berapi (Rompas, 2010; Paulus, 2017).

Logam berat yang masuk ke perairan dalam bentuk terlarut, akan terakumulasi pada organisme perairan seperti mikroalga serta pada tumbuhan mangrove. Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang unik dan terdapat hampir di seluruh pantai pulau-pulau Indonesia (Paruntu *et.al*, 2017). Logam berat yang terakumulasi pada sedimen selanjutnya diabsorpsi melalui sistem perakaran mangrove, tersimpan pada batang dan juga mengalami penguraian dalam sistem respirasi tumbuhan dengan melepaskan logam ke atmosfer (Paulus, 2017). Ekosistem mangrove adalah salah satu ekosistem yang unik, karena berada pada daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut (Parvaresh, *et.al.*, 2010). Ekosistem mangrove juga mampu menstabilkan

zona pantai dari erosi serta bertindak sebagai zona penyangga antara darat dan laut (Prasad dan Ramanathan, 2008).

Kadmium merupakan salah satu logam berat yang dihasilkan secara alami maupun antropogenik. Kegiatan pertambangan akan menghasilkan kadmium, contohnya kegiatan pertambangan emas yang dilakukan dengan cara menggali, sehingga logam-logam lain yang berada di tanah akan ikut terserap dan menimbulkan pencemaran di lingkungan. Diketahui bahwa kadmium digunakan dalam industri, antara lain dipakai sebagai pelapis elektrik karena berkemampuan sebagai bahan anti korosi (anti karat). Kadmium mudah berikatan dengan klor dan memiliki valensi 2^+ , sehingga mudah berikatan dengan garam-garam dilaut membentuk kadmium ionik. Bentuk garam kadmium banyak digunakan dalam pembuatan gelas dan campuran perak, produksi foto-elektrik, foto konduktor dan fosforus. Kadmium dalam bentuk asetat banyak digunakan sebagai campuran pada industri porselen dan keramik (Rompas, 2010).

Logam kadmium (Cd) merupakan elemen toksik yang dapat berpengaruh pada sistem ekologi perairan sehingga dikelompokkan sebagai limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Keracunan kadmium dalam waktu lama dapat membahayakan kesehatan paru-paru, tulang, hati, ginjal, kelenjar reproduksi, berefek pada otak dan menyebabkan tekanan darah tinggi. Logam ini juga bersifat neurotoksin yang menimbulkan dampak kerusakan indera penciuman (Petrucci, 1987). Penyakit melunaknya tulang yang umumnya diakibatkan kurangnya vitamin D sebagai akibat yang ditimbulkan oleh logam kadmium sehingga terjadi gangguan daya keseimbangan kandungan kalsium dan fosfat dalam ginjal yang dikenal dengan nama osteomalasea atau penyakit "*Itai-itai Byo*" (Atdjas, 2008).

Kadmium dalam tubuh akan terakumulasi dalam hati dan terikat

sebagai metalotionein mengandung unsur sistein. Kadmium terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein purin. Kemungkinan besar pengaruh toksisitas kadmium (Cd) disebabkan oleh interaksi antara kadmium (Cd) dan protein tersebut, sehingga menimbulkan hambatan terhadap aktivitas kerja enzim dalam tubuh (Darmono, 2001).

Kehadiran kadmium di perairan dapat mengancam keseimbangan ekologi dan kelangsungan hidup organisme di perairan tersebut (Mamoribo, *et.al.*, 2015). Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan logam kadmium (Cd) pada akar dan daun mangrove *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp. dan mengetahui perbedaan kandungan logam kadmium (Cd) pada akar dan daun mangrove di daerah Basaan, Belang dan di Likupang.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampling akar dan daun mangrove *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp. berada di 4 lokasi berbeda, yaitu di Minahasa Tenggara di Basaan dan desa Buku Belang dan Minahasa Utara di perairan Likupang di Laboratorium Basah Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi di Desa Likupang Dua dan Desa Ambon.

Preparasi Sampel

Sampel dikering anginkan dalam ruangan dan dihaluskan. Kemudian sampel di destruksi basah dengan cara ditimbang sebanyak 0,5 gr sampel dan diletakkan didalam vessel (m), ditambahkan Asam Nitrat (HNO₃) pekat

Keterangan:

R = Konsentrasi larutan sampel (ppb)

V = Volume akhir (ml)

m = Berat sampel (g)

65% sebanyak 10 ml, Vessel dibiarkan bereaksi dengan keadaan terbuka selama 30 menit. Kemudian Vessel ditutup dan dimasukkan kedalam *microwave digester* selanjutnya di set kondisi *microwave* untuk reaksi destruksi. Setelah rekasi selesai, larutan destruksi dipindahkan dari vessel ke labu ukur 25 ml (V) dan ditepatkan menggunakan *aquabidest* sampai tanda batas untuk dianalisis kandungan kadmium.

Pembuatan Larutan Standar Kadmium 2, 4 dan 8 ppb

Larutan Cd 1000 ppm dipipet sebanyak 100 µl kedalam labu ukur 100 ml dan ditepatkan dengan *aquabidest* untuk menghasilkan larutan Cd 1000 ppb. Kemudian larutan Cd 1000 ppb dipipet sebanyak 100, 200, dan 400 µl menggunakan mikropipet kedalam labu ukur 100 ml dan ditepatkan dengan *aquabidest* untuk menghasilkan larutan Cd 2, 4 dan 8 ppb.

Pengukuran Kandungan Kadmium

Pengukuran absorbansi larutan standar dan sampel menggunakan spektrofotometer serapan atom metode *Graphite Furnace* (R) dengan panjang gelombang 228,8 nm. Absorbansi larutan standar diukur dengan konsentrasi 0, 2, 4, dan 8 ppb. Selanjutnya pengukuran absorbansi kandungan kadmium pada sampel akar dan daun mangrove hasil destruksi. Hasil perhitungan konsentrasi kadmium dalam sampel menggunakan rumus

$$C : Cd = \frac{RxV}{m}$$



Gambar 3. peta lokasi pengambilan sampel di Desa Basaan.



Gambar 4. Peta lokasi pengambilan sampel di Desa Buku Belang.



Gambar 5. Peta lokasi pengambilan sampel.



Gambar 6. Peta lokasi pengambilan sampel di lab basah FPIK Desa Likupang Dua.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan logam kadmium pada *Rhizophora* sp. di Desa Basaan dibagian akar adalah 20.966 ppb, dan dibagian daun 20.773 ppb. Sedangkan logam kadmium pada *Avicennia* sp. dibagian akar 22.234 ppb dan dibagian daun 8.471 ppb jauh lebih kecil di bagian daun *Rhizophora* sp. Kandungan logam kadmium di lokasi Desa Buku Kecamatan Belang menunjukkan dibagian akar <0.07 ppb. Kandungan logam kadmium pada akar *Rhizophora* sp. ini merupakan kandungan logam yang paling kecil dari semua nilai pengamatan sedangkan dibagian daun 16.163 ppb. Selanjutnya kandungan logam kadmium dibagian akar *Avicennia* sp. 30.563 ppb sedangkan dibagian daun 14.704 ppb.

Penyerapan logam kadmium dari akar *Rhizophora* sp. di Lab Basah FPIK desa Likupang Dua adalah 16.543 ppb

yang memiliki perbedaan kecil dengan bagian daun yaitu 14.346 ppb, sama halnya dengan logam kadmium pada akar dan daun *Avicennia* sp. yang tidak jauh berbeda yaitu 23.496 ppb dan 23.164 ppb.

Kandungan kadmium dibagian akar *Rhizophora* sp. yang berada di Desa Ambon Likupang, sebesar 21.027 ppb dan dibagian daun 26.742 ppb. Akumulasi dibagian akar *Rhizophora* sp. memiliki perbedaan dua kali lebih kecil dibandingkan akumulasi logam kadmium dibagian akar *Avicennia* sp. yaitu sebesar 44.355 ppb, namun akumulasi

logam kadmium dibagian daun *Avicennia* sp. 12.517 ppb, lebih kecil dibandingkan dibagian daun *Rhizophora* sp. yaitu 26.742 ppb.

Kandungan logam kadmium lebih banyak terakumulasi pada akar untuk Desa Basaan dan Lab Basah FPIK desa Likupang Dua dari mangrove jenis

Rhizophora sp. sedangkan di Desa Buku Belang dan Desa Ambon Likupang lebih banyak terakumulasi dibagian daun. Hal ini kemungkinan pada saat pengambilan sampel proses distribusi logam kadmium sudah terangkut ke bagian daun bersama-sama dengan nutrien yang diabsorpsi oleh akar menuju ke daun.

Akumulasi logam terbanyak terdapat di akar untuk sampel *Rhizophora* sp. Desa Basaan dan Lab Basah FPIK di desa Likupang Dua sedangkan di desa Buku Belang dan desa Ambon Likupang akumulasi terbanyak terdapat di daun. Berbeda dengan mangrove jenis *Avicennia* sp. dimana dari empat lokasi yang dijadikan tempat pengambilan sampel akumulasi logam kadmium terbanyak pada akar. Perbedaan daya absorpsi logam kadmium dari dua jenis mangrove lebih besar pada jenis *Avicennia* sp.

Ada perbedaan daya akumulasi kadmium pada *Rhizophora* sp. dilokasi pengambilan sampel kemungkinan disebabkan aktivitas fisiologis dari tumbuhan mangrove yang dipengaruhi oleh lingkungan selain itu juga ketersediaan logam dalam sedimen. Hardiani (2009) menyatakan tumbuhan melakukan penyerapan logam oleh akar baik yang berasal dari sedimen maupun air kemudian terjadi translokasi ke bagian organ tumbuhan atau penimbunan pada jaringan tertentu. Menurut Saepulloh *et al.* (1995) yang disetir oleh Kristanti *et al.*, (2007) kemampuan tumbuh-tumbuhan mengambil sejumlah logam berat sangat ditentukan oleh ketersediaannya dalam lingkungan.

Kemungkinan lain perbedaan akumulasi logam pada bagian tumbuhan dimana pada saat pengambilan sampel proses distribusi logam kadmium sudah terangkut ke bagian daun bersama-sama dengan nutrien yang diabsorpsi oleh akar menuju ke daun. Deri dan La Ode (2013) menyatakan logam akan ditranslokasikan ke jaringan lainnya

seperti batang dan daun. Menurut Kristanti, *et al.*, (2007) logam yang masuk kedalam tumbuhan tergantung daya serap (absorbansi) akar. Akar tumbuhan di dalam tanah menyerap ion dari media yang tidak hanya mengandung logam tertentu tetapi banyak ion unsur hara yang non esensial dan senyawa organik. Pola pergerakan logam yang masuk dalam tubuh tumbuhan sangat tergantung pada sifat logam yang ditranslokasikan ke bagian organ tumbuhan. Menurut Lakitan (2000) kemudahan suatu ion untuk ditranslokasikan ke bagian organ tumbuhan tergantung pada solubilitas (kelarutan) dari unsur kimia tersebut. Lebih lanjut dikatakan oleh Lakitan (2000) bahwa serapan ion tersebut menembus membran sel sangat ditentukan oleh kelarutan ion tersebut dalam lemak.

Tingginya kandungan logam di bagian akar menunjukkan bahwa akar *Avicennia* sp. cenderung mengakumulasi logam dibagian akar, hal ini karena *Avicennia* sp. menancapkan akarnya ke sedimen secara utuh sehingga logam-logam yang ada terabsorpsi lebih banyak ke akar. Akar *Avicennia* sp. juga melalui sistem perakarannya yang menghujam ke tanah dan menyebar luas sehingga penyerapan logam lebih banyak.

Menurut Deri dan La Ode (2013) berdasarkan mekanisme fisiologis mangrove secara aktif melakukan penyerapan logam berat ketika konsentrasi logam berat di sedimen tinggi dan terakumulasi di akar. Selain itu terdapat sel endodermis pada akar yang menjadi penyaring dalam proses penyerapan logam berat. Adanya variasi kandungan logam pada dua jenis mangrove pada empat lokasi pengambilan sampel selain jenis tumbuhan hal ini juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Berdasarkan data diperoleh kandungan logam tertinggi terdapat di Minahasa Utara yaitu di Desa Ambon Likupang dengan konsentrasi 44.355 ppb. Hal ini disebabkan karena perbedaan

tekanan antropogenik yang mensuplai limbah serta bahan buangan yang masuk di daerah ekosistem mangrove. Selain itu kegiatan pertambangan batu bara yang berada di sekitar perairan Likupang menjadi salah satu faktor tingginya kandungan logam di Likupang baik di Lab Basah FPIK desa Likupang Dua maupun di Desa Ambon Likupang.

Perbedaan penyerapan kandungan logam kadmium dari kedua jenis mangrove ini juga dikarenakan beberapa hal, seperti berbedanya ukuran pohon dari *Rhizophora* sp. dan *Avicennia* sp. dimana ukuran pohon *Rhizophora* sp. relatif lebih besar dibandingkan dengan pohon *Avicennia* sp. sehingga kemampuan menyerap logam dari dua jenis mangrove ini berbeda. Sistem perakaran juga mempengaruhi penyerapan kandungan logam antara *Rhizophora* sp. dan *Avicennia* sp. Jenis akar *Rhizophora* sp. adalah akar tunjang yang seperti cabang-cabang, sedangkan *Avicennia* sp. memiliki akar pasak/akar napas (*Pneumatophores*). Sistem perakaran yang dimiliki oleh *Avicennia* sp. lebih potensial dalam menyerap logam. Menurut Purwiyanto (2013) perbedaan akumulasi logam berat pada berbagai jenis mangrove selain disebabkan oleh perbedaan posisi tempat tumbuh, juga disebabkan oleh perbedaan jenis akar pada setiap jenis mangrove. Lebih lanjut, dikatakan oleh Jupriyati, *et.al.*, (2013) bahwa jaringan akar *Avicennia* sp. mampu menghadapi cekaman logam berat pada lingkungannya, membentuk suatu zat kelat yang disebut fitokelatin. Fitokelatin merupakan suatu protein yang mampu mengikat logam yang tersusun dari beberapa asam amino seperti sistein dan glisin. Sehingga, kemampuan menyerap logam dari mangrove *Avicennia* sp. lebih besar dibandingkan *Rhizophora* sp.

Selain bentuk ukuran pohon dan sistem perakaran yang berbeda, letak dari kedua mangrove ini juga mempengaruhi perbedaan penyerapan kandungan logam kadmium, dimana

Avicennia sp. berada tepat di pinggir muara, mendapat masukkan logam pertama secara langsung, baik dari sedimen maupun kolom air. Hal tersebut mengakibatkan *Avicennia* sp. akan terlebih dahulu mengakumulasi logam yang masuk di ekosistem mangrove, sedangkan *Rhizophora* sp. berada di belakang *Avicennia* sp. yang mendapat masukkan logam hasil dari penyaringan *Avicennia* sp., sehingga konsentrasi logam yang diserap oleh akar dan daun *Rhizophora* sp. lebih sedikit dibandingkan *Avicennia* sp. (Purwiyanto, 2013).

Kristanti, *et .al.* (2007) menyatakan kandungan logam yang tinggi dalam akar mencerminkan upaya tumbuhan untuk mengatasi kelebihan ion yang dapat bersifat toksik melalui cara ekskresi, dimana ion tersebut dialirkan melalui jaringan floem ke akar dan dikeluarkan kembali ke dalam tanah. Menurut Yeo, *et. al.* (1977) dalam Kristanti, *et. al.*, (2007) bahwa ion toksik secara aktif ditarik oleh jaringan xilem kemudian dieksresikan melalui floem di akar ke tanah.

Berdasarkan data hasil pengukuran kandungan logam berat kadmium menunjukkan penyerapan logam terdistribusi dari akar ke bagian batang tumbuhan terutama ke bagian daun. Menurut Amin, *et .al.* (2011) melalui akar mangrove *Avicennia* sp. dapat menyerap logam-logam yang terdapat dalam sedimen dan kolom air bersama-sama dengan nutrien lain kemudian didistribusikan ke bagian lain dari tumbuhan. Menurut Fitter dan Hay (1992) yang disetir oleh Akbar, *et.al.*, (2015) salah satu cara pergerakan ion ke arah tanaman yaitu dengan aliran massa dalam air bergerak masuk menuju ke akar. Menurut Mac Farlane *et.al.*, (2003) akar *Avicennia* sp. dapat dijadikan indikator biologis paparan lingkungan yang terkontaminasi dengan logam kadmium. Menurut Hamzah dan Setiawan (2010) yang disetir oleh Setiawan (2013) mangrove *Avicennia* sp. mempunyai kemampuan mengakumulasi logam lebih tinggi

dibandingkan dengan *Rhizophora* sp. Menurut McFarlane, *et al.* (2003) *Rhizophora* sp. tergolong rendah dalam mengakumulasi logam. Menurut Connel dan Miller (2006) yang disetir oleh Supriyantini, *et al.* (2017) bioakumulasi merupakan suatu proses peningkatan konsentrasi logam berat di tubuh oleh organisme. Berdasarkan data hasil penelitian maka dapat dikatakan mangrove *Avicennia* sp. sangat potensi sebagai spesies fitoremediator untuk ekosistem mangrove.

Menurut Chaney, *et al.* (1998) yang disetir oleh Munthe, *et al.* (2016) logam berat akan didistribusikan ke seluruh jaringan tanaman melalui jaringan sampai ke daun melalui proses *uptake* pada akar dan dilepas ke lingkungan melalui proses respirasi daun. Rendahnya kandungan logam yang terdapat di daun hal ini kemungkinan telah terjadi konjugasi atau kompleksitas dengan zat lain yang terdapat dalam mitokondria di daun.

Mangrove merupakan salah satu tumbuhan yang mampu hidup pada lingkungan berair terutama perairan pantai. Menurut Thampanya, *et al.*, (2002) hutan mangrove adalah komunitas tumbuhan vegetasi pantai yang mampu tumbuh dan berkembang di daerah pasang surut. Menurut Agustina (2014) kemampuan berbagai spesies mangrove beradaptasi dengan lingkungan basa berbeda-beda. Di daerah endapan lumpur yang terendam secara permanen didominasi oleh *Rhizophora* sp. sedangkan daerah yang terendam secara periodik didominasi oleh *Avicennia* sp. Mulyadi (2009) menyatakan bahwa mangrove sebagai penampungan limbah terakhir yang berasal dari aktivitas manusia melalui aliran sungai menuju ke muara sehingga daerah ekosistem mangrove merupakan daerah penumpukan limbah yang masuk ke lingkungan estuari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut akumulasi kandungan kadmium tertinggi terdapat pada jenis mangrove *Avicennia* sp. yaitu pada bagian akar, dibandingkan dengan jenis mangrove *Rhizophora* sp. Empat lokasi penelitian kandungan logam kadmium tertinggi terdapat di Desa Ambon Likupang pada mangrove *Avicennia* sp. yaitu 44.355 ppb. Berdasarkan data analisis logam kadmium di empat lokasi penelitian, dapat dikatakan bahwa logam tersebut sangat tinggi, hal ini dibandingkan dengan baku mutu kadmium pada biota laut yaitu 0,001 mg/L menurut KEPMEN LH NO. 51. Tahun 2004.

SARAN

Mangrove *Avicennia* sp. dapat digunakan sebagai tumbuhan fitoremediator yaitu pemulihan lingkungan menggunakan tumbuhan namun masih perlu dilakukan penelitian analisis kandungan akumulasi kandungan kadmium di sedimen sebagai pembanding.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S. 2014. *Mangrove Sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perikanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Akbar, Syarifuddin, L., Maming. 2015. *Analisis Logam Berat Timbal(Pb) dan Kadmium (Cd) pada akar, kulit batang, daun mangrove (Avicennia marine) dan sedimen, Tanjung Bunga Makassar*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Amin, B., Afriyani, E., Saputri, A. M., 2011, *Distribusi spasial logam Pb dan Cu pada sedimen dan air laut Permukaan*

- di perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*, 2(1), 1-8.
- Atdjas, Dorce. 2008. *Dampak Kadar Cadmium (Cd) dalam Tubuh Kerang Hijau (Perna viridis) di Daerah Tambak Muara Karang Teluk Jakarta Terhadap Kesehatan Manusia*.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*. Penerbit : Universitas Indonesia. Press: Jakarta.
- Deri., Emiyarti, La Ode, A. A. 2013. Heavy Metal Accumulation of Lead (Pb) of Mangrove *Avicennia marina* Roots in Kendari Bay. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 1{1}:38- 40.
- Fitter, A.H., Hay, R.K.M. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Hardiani, H. 2009. *Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas*.
- Jupriyati, R., Soenardjo N., Adhi C. S. 2013. *Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Terhadap Histologi Akar Mangrove Avicennia marina (Forssk). Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang*. Journal Of Marine Research. Volume 3 Nomor 1 Halaman 61-68. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kawung, N. J. Mangindaan, R.E.P. , Rompas, R.M., Chasanah, E., Januar, H.I., Fajarningsih, D., Sumangando, A. 2016. Impact On Increasing Anthropogenic Pressure To The Variability Of Cembranoid Compounds Derived Of Softcoral *Sinularia* Sp From Manado The Waters And Their Antitumor Activity. *International Journal of Information Research and Revie.*, 03{12}:3304-3308,
- Kristanti, R. A., Mursidi, Sarwono. 2007. *Kandungan Beberapa Logam Berat Pada Bakau (Rhizophora apiculata) di Perairan Bontang Selatan, Kalimantan Timur. Kalimantan*.
- Lakitan, B. 2000. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 204 hal.
- McFarlane, Pulkownik, G.R.A., Burchet. 2003 *Accumulation and distribution of heavy metals in the grey mangrove Avicennia marina (Forsk.)* 123 : 139–151.
- Mamoribo, Rompas., R., Kalesaran, O.J. 2015. *Determinasi Kandungan Kadmium (Cd) di Perairan Pantai Malalayang Sekitar Rumah Sakit Prof Kandou Manado. Jurnal Budidaya Perairan* ,3[1]: 14-118.
- Mulyadi, E., Laksmono, R., Aprianti, D., 2009. *Fungsi Mangrove Sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1:33-40.
- Munthe H. K., Yunasfi, Suryanti, A. 2007. *Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Akar Kulit Batang dan Daun Avicennia marina di Kawasan Mangrove Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Paruntu C. P., Windarto A. B. Rumengan A. P. 2017. *Karakteristik Komunitas Mangrove Desa Motandoi Kecamatan Pinolosian Timur*

- Kabupaten Bolaang
Mongondow Selatan Provinsi
Sulawesi Utara. Jurnal Pesisir
dan Laut Tropis Volume 1
Nomor 2 Tahun 2017. Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan
Unsrat Universitas Sam
Ratulangi. Manado.
- Paulus. 2017. *Serangga Issidae pada
Mangrove Sebagai Bioindikator
Logam Cadmium*. Manado. 104
hal.
- Parvaresh, H. Z., Abedi P., Farhchi M.,
Karami N., Khorasan, Karbassi
A. 2010. *Bioavailability and
Concentration of Heavy Metals
in the Sediments and Leaves of
Grey Mangrove, Avicennia
marina (Forsk.) Vierh*, in Sirik
Azini Creek, Iran, Biol. Trace
Elem. Res. DOI.10 1007 /s
12011-010-8891-y
- Petrucci, R.H. 1987. *Kimia Dasar
Prinsip dan Terapan
Modern* Jilid 1. Erlangga.
Jakarta.
- Prasad, M. K., Ramanathan, A. L.
2008. Sedimentary Nutrien
Dynamics in ATropical Estuarine
Mangrove Ecosystem. *Estuarine,
Coastal and Shelf. Science
Journal*. 80:60-66.
- Widowati, W. 2008. *Efek Toksik
Logam Pencegahan dan
Penanggulangan Pencemaran*.
Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Puwiyanto, A. I. S. 2013. *Daya Serap
Akar dan Daun Mangrove
Terhadap Logam Tembaga (Cu)
di Tanjung Api-Api*. Program
Studi Ilmu Kelautan, Fakultas
Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas
Sriwijaya. Sumatera Selatan.
- Rompas, R. M. 1997. *Dasar-dasar
Toksikologi*. FPIK. Manado.
- Rompas, R. M. 2011. *Toksikologi
Kelautan*. Sekretaris Dewan
Kelautan Indonesia. Jakarta.
- 338h.
- Setiawan, H. 2013. *Akumulasi dan
Distribusi Logam Berat pada
Vegetasi Mangrove di Perairan
Pesisir Sulawesi Selatan*. Jur.
Ilmu Kehutanan. Vol.VII. No.1
- Supriyantini, E., R. Azizah, C.P. Dewi.
2017. *Daya Serap Mangrover
Rhizophora sp. Terhadap
Logam Berat Timbal (Pb) di
Perairan Mangrove Park,
Pekalongan*.
- Thampanya, U., Vermaat, J. E.,
Terrados. 2002. The Effect of
Increasing Sediment Accretion
on the Seedlings of Three
Common Thai Mangrove
Species. *Aquatic Botany*,
74:315-325.
- Tilaar, S. 2014. Analysis of Heavy
Metal Polution In River Mouths
And Estuaries Tondano And
Sario in Manado City North
Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Platax*
Vol. 2:(1).