

ANALISIS DAYA SERAP MANGROVE *Avicennia marina* DAN *Rhizophora mucronata* TERHADAP LOGAM BERAT (Zn) DI KAWASAN MANGROVE WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR

A. Aziz Amin¹, V. Kurnia Baihaqi², R. Prawitma², *A. Kurniawan^{1,2,3}

¹Pusat Studi Pesisir dan Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

³Center for Microbial Resources and Biotechnology Research

Korespondensi, andi_k@ub.ac.id

Abstrak:

Mangrove merupakan tumbuhan yang memiliki kemampuan ekologis dalam menyerap, mengangkut dan menimbun logam berat yang berasal dari lingkungan sekitarnya. Aktivitas manusia dan industri di daerah Surabaya menjadi penyebab pencemaran logam berat khususnya seng (Zn). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya serap mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* terhadap logam berat (Zn) di Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. Sampel yang diambil berupa akar, daun dan sedimen yang diambil pada 3 stasiun pengambilan sampel. Pengujian konsentrasi Zn menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer*. Hasil penelitian menunjukkan nilai *Bioconcentration factor* akar (BCF1) dan *Bioconcentration factor* daun (BCF2) terhadap logam berat (Zn) pada mangrove *Avicennia marina* pada stasiun 1 menunjukkan BCF1 sebesar 0,567, BCF2 sebesar 0,238, stasiun 2 BCF1 sebesar 0,547, BCF2 sebesar 0,164, dan stasiun 3 BCF1 sebesar 0,560, BCF2 sebesar 0,230. Sementara nilai *bioconcentration factor* logam berat (Zn) pada mangrove *Rhizophora mucronata* pada stasiun 1 menunjukkan BCF1 sebesar 0,500, BCF2 sebesar 0,215, stasiun 2 BCF1 sebesar 0,416, BCF2 sebesar 0,162, dan stasiun 3 BCF1 sebesar 0,455, BCF2 sebesar 0,151. Nilai *Translocation factor* (TF) logam berat (Zn) pada mangrove *Avicennia marina* pada stasiun 1 menunjukkan TF sebesar 0,421, stasiun 2 sebesar 0,300, dan stasiun 3 sebesar 0,411. Sementara nilai TF logam berat (Zn) pada mangrove *Rhizophora mucronata* pada stasiun 1 sebesar 0,430, stasiun 2 sebesar 0,390, dan stasiun 3 sebesar 0,330. Berdasarkan nilai BCF dan TF mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur memiliki nilai <1 yang mengindikasikan bahwa mangrove tersebut bersifat *excluder* dan fitostabiliser terhadap logam berat (Zn).

Kata kunci: mangrove, *A. marina*, *R. mucronata*, logam berat

PENDAHULUAN

Kawasan mangrove merupakan salah satu komponen ekosistem di pesisir yang cukup luas. Mangrove merupakan komunitas yang terdapat di pantai tropis yang di dominasi oleh berbagai spesies pohon yang khas serta semak-semak yang memiliki kemampuan untuk tumbuh di perairan asin (Nybakken, 1992). Wilayah pesisir merupakan tempat habitat utama tumbuhnya tumbuhan mangrove. Ekosistem mangrove memiliki peranan yang sangat besar, selain menunjang perekonomian pantai yang secara tidak langsung juga berperan dalam mendukung keberadaan ekosistem lainnya baik perikanan pantai, terumbu karang maupun padang lamun. Selain itu mangrove mempunyai kemampuan dalam menyerap paparan logam berat yang esensial maupun non esensial yang ada di lingkungan sekitarnya.

Lingkungan laut, khususnya wilayah pesisir telah mengalami ancaman dari aktivitas manusia secara langsung dan secara tidak langsung di wilayah hulu (Khairuddin *et al.*, 2018). Aktivitas manusia dan industri menjadi salah satu penyebab masuknya pencemaran di kawasan pesisir.

Dampak dari aktivitas tersebut dapat menyebabkan secara langsung masuknya limbah ke dalam ekosistem estuari yang salah satunya adalah logam berat (MacFarlane, 2002). Selain itu masuknya pencemar kadar logam berat kawasan mangrove juga berasal dari aktifitas pelabuhan, aktifitas wisata, dan tumpahan minyak (Peters *et al.*, 1997). Secara umum, logam berat untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dibagi menjadi dua yaitu logam esensial dan non esensial (Hamzah, Setiawan, 2010). Salah satu jenis logam berat yang terkandung dalam perairan adalah seng (Zn). Zn merupakan logam yang termasuk esensial (Baker dan Walker, 1990 dalam MacFarlane and Burchett, 2002).

Sumber utama Zn yaitu kawasan perindustrian maupun limbah rumah tangga. Logam Zn merupakan salah satu logam berat yang berpotensi mencemari lingkungan apabila konsentrasinya tinggi (Santosa *et al.*, 2014). Konsentrasi Zn yang berlebih pada lingkungan akan memberikan dampak buruk misalnya menghambat proses metabolisme tumbuhan, memperlambat pertumbuhan dan mempercepat penuaan dan berdampak pada lingkungannya (Sumardjo, 2009). Observasi terhadap beberapa logam berat yang masuk ke daerah estuari, menunjukkan hasil bahwa salah satu logam yang masuk ke dalam estuari berasal dari aktivitas industri antara lain Zn (Mills, 1995).

Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya merupakan suatu kawasan hutan dengan luasan 200 hektar. Hutan mangrove yang telah ditanam pada tanah luasan 200 hektar memiliki peranan tersendiri salah satunya menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan perairan. Kemampuan mangrove dalam menjaga keseimbangan ekosistem lingkungan perairan ditinjau dari proses akumulasi Zn pada bagian akar dan daun serta sedimen di sekitar mangrove. Zn yang terserap dalam tubuh tumbuhan mangrove memiliki kisaran tertentu untuk menunjang proses tumbuh kembangnya, jika konsentrasi Zn sangat tinggi maka akan menghambat proses tumbuhnya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis proses terakumulasinya Zn pada akar dan daun mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* serta sedimen di kawasan mangrove Wonorejo, Surabaya Jawa Timur untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi Zn yang mampu terserap.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2019 di Kawasan Mangrove Wonorejo, Rungkut, Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur. Analisis kandungan logam berat seng (Zn) dilakukan di Laboratorium Halal Center, Universitas Islam Malang. Stasiun pengambilan sampel terdiri dari tiga stasiun pengambilan sampel. Penetapan stasiun pengambilan sampel dilakukan berdasarkan daerah persebaran mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Ketiga stasiun terdiri dari daerah pemukiman, daerah ekowisata dan muara. Setiap stasiun diambil sampel akar, daun mangrove dan sedimen di sekitarnya serta parameter kualitas air. Pengambilan sampel akar dan daun *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* diambil dari pohon yang memiliki lingkaran pohon sekitar 20-25 cm dengan tinggi kurang lebih 3-5 m. Mangrove yang diambil merupakan mangrove yang sudah cukup tua dan diperkirakan berumur sama sehingga dapat diasumsikan mangrove tersebut dapat dijadikan agen bioremediasi bagi lingkungan hidupnya.

Pengambilan sampel akar diambil dibagian ujung diluar permukaan sedimen dan bagian pangkal yang terbenam di dalam sedimen dengan diameter sekitar 0,4-0,6 cm. Akar diambil menggunakan sabit dengan panjang sekitar 10 cm dan dimasukkan ke dalam plastik klip kemudian ditandai dengan menggunakan kertas label. Pengambilan sampel daun yang diambil adalah daun yang dianggap sudah tua yang dicirikan berwarna hijau tua dengan panjang sekitar 4-8 cm. Pengambilan daun sebanyak 5-7 lembar pada satu pohon. Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan cetok. Sampel sedimen diambil di setiap titik stasiun pengambilan sampel. Sedimen yang diambil yaitu yang berada di sekitar mangrove. Analisis logam berat pada setiap sampel dianalisis menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dengan panjang gelombang 235,5 nm serta mencatat hasil dengan satuan ppm.

Seminar Nasional Kelautan XIV

"Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019



Gambar 1. Stasiun 1 (kawasan pemukiman)



Gambar 2. Stasiun 2 (kawasan ekowisata)



Gambar 3. Stasiun 3 (muara sungai)

Analisis faktor biokonsentrasi digunakan untuk menghitung kemampuan akar maupun daun mangrove dalam mengakumulasi logam berat (MacFarlane *et al.*, 2002). Tanaman yang memiliki nilai biokonsentrasi >1 merupakan tanaman yang dapat dijadikan bioakumulator logam berat (Handayani *et al.*, 2018). BCF dapat dihitung dengan menggunakan Formula (1):

$$BCF = \frac{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Akar atau Daun}}{\text{Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen}} \quad (1)$$

Nilai BCF dibagi menjadi 3 (tiga) kategori, apabila nilai $BCF > 1$ maka tanaman tersebut dikatakan sebagai akumulator. Nilai $BCF = 1$ dapat dikategorikan sebagai indikator, sedangkan nilai $BCF < 1$ dikategorikan sebagai excluder (Baker, 1981). Sementara itu, faktor translokasi logam berat digunakan untuk menghitung proses translokasi logam berat dari akar ke daun (Nugrahanto *et al.*, 2014). Tanaman dapat menjadi bioakumulator jika memiliki nilai translokasi > 1 (Handayani *et al.*, 2018). Faktor translokasi dihitung menggunakan rumus:

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

Tanaman yang memiliki nilai faktor biokonsentrasi dan translokasi >1 dapat digunakan sebagai bioakumulator yang artinya tanaman dapat mengakumulasi logam berat dari lingkungannya (Usman *et al.*, 2013). Biokonsentrasi dengan nilai > 2 dianggap bernilai tinggi (Mellem *et al.*, 2012). Tanaman dapat digunakan sebagai fitostabilizer jika memiliki faktor translokasi <1 dan sebagai fitoekstraksi jika memiliki nilai biokonsentrasi <1 dan faktor translokasi >1 (Sopyan *et al.*, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kualitas Air di Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya

Pengukuran kualitas air di Kawasan Mangrove Wonorejo dilakukan di tiga stasiun. Kondisi antar stasiun menunjukkan hasil yang tidak berbeda signifikan. Hasil keseluruhan pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Stasiun	Parameter Fisika	Parameter Kimia	
	Suhu	Salinitas	pH
1	29 °C	1 ppt	7,73
2	28,8 °C	2 ppt	7,95
3	29 °C	3 ppt	8,18
Baku Mutu ^{*)}	28-32°C	0-34 ppt	7-8,5

Suhu pada Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya di stasiun 1 sebesar 29 ° C, stasiun 2 sebesar 28,8 ° C, stasiun 3 sebesar 29 ° C. Rata-rata hasil pengukuran suhu adalah 28,9 ° C. Hal ini menunjukkan bahwa kerapatan mangrove hampir sama di setiap stasiun menyebabkan sebaran suhu yang hampir sama di setiap stasiun. Hasil ini mengindikasikan bahwa penetrasi cahaya yang masuk sama karena kerapatan mangrove juga hampir sama sehingga suhu relatif sama (Andrianto *et al.*, 2015).

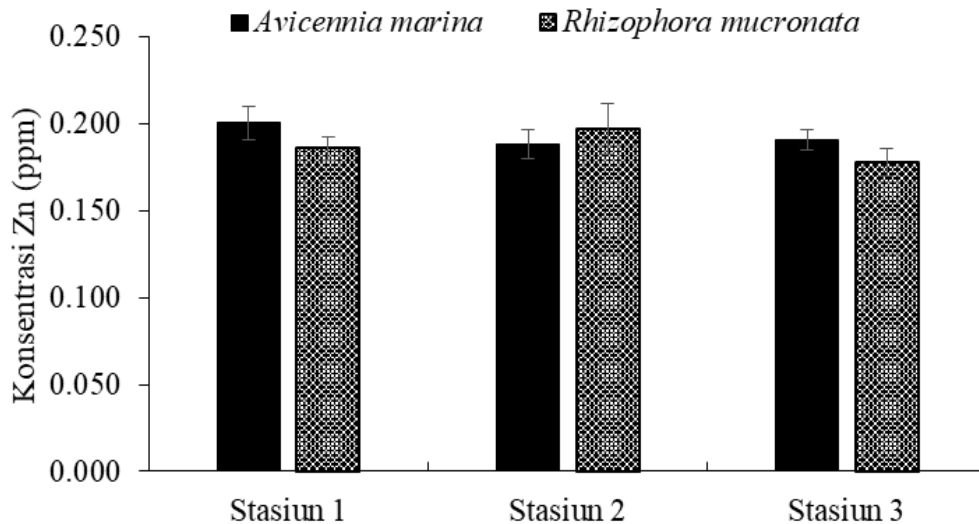
Nilai salinitas Kawasan Mangrove Wonorejo pada stasiun 1 sebesar 1 ppt, stasiun 2 sebesar 2 ppt, sedangkan stasiun 3 sebesar 3 ppt. Hasil penelitian menunjukkan nilai salinitas yang rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai salinitas yang rendah tersebut diakibatkan oleh komposisi air tawar dari sungai yang lebih mendominasi daripada air laut. Pada umumnya respon pertumbuhan mangrove yang baik diperoleh pada salinitas yang rendah. Hal ini terjadi karena tumbuhan mangrove bukan merupakan tumbuhan yang membutuhkan garam (*salt demand*) tetapi tumbuhan yang toleran terhadap garam (*salt tolerance*). Mangrove bukan halofit obligat, yang berarti bahwa tumbuhan mangrove dapat tumbuh pada air tawar, tetapi ditambahkan bahwa mangrove akan tumbuh maksimum pada pertengahan antara air tawar dan air laut (Hutahaean *et al.*, 1999).

Hasil keseluruhan nilai pH di Kawasan Mangrove Wonorejo pada stasiun 1 memiliki nilai pH 7,73, pada stasiun 2 memiliki nilai pH 7,95 sedangkan pada stasiun 3 memiliki pH 8,18. Hasil pengamatan pH pada setiap stasiun menunjukkan hasil yang relatif sama atau homogen. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai pH dipengaruhi oleh aliran air dari stasiun 1 sampai stasiun 3. Nilai pH dipengaruhi oleh aliran air yang cenderung basa karena menunjukkan perbedaan yang tidak begitu besar dan tergolong homogen (Petra *et al.*, 2012).

Analisis Kandungan Logam Berat (Zn)

a) Sedimen

Konsentrasi rata-rata Zn pada sedimen di sekitar mangrove *Avicennia marina* pada stasiun 1 adalah $0,201 \pm 0,01$ ppm, stasiun 2 adalah $0,188 \pm 0,01$ ppm, dan stasiun 3 adalah $0,191 \pm 0,01$ ppm. Sementara itu konsentrasi rata rata Zn pada sedimen di sekitar mangrove *Rhizophora mucronata* pada stasiun 1 adalah $0,186 \pm 0,01$ ppm, stasiun 2 adalah $0,197 \pm 0,01$ ppm dan stasiun 3 adalah $0,178 \pm 0,01$ ppm (Gambar 4). Hasil pengukuran logam berat Zn pada sedimen menunjukkan hasil yang tidak berbeda antara sedimen di sekitar mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Hal ini menunjukkan bahwa nilai konsentasi Zn di sedimen di kawasan mnagrove Wonorejo adalah homogen.

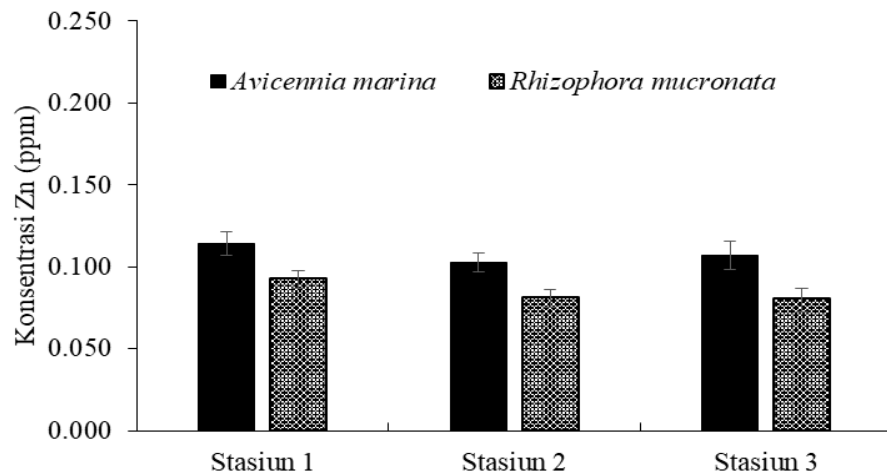


Gambar 4. Konsentrasi Zn pada Sedimen

Hal tersebut dikarenakan pencemaran logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan terakumulasi dalam sedimen dan akan meningkat seiring bertambahnya waktu (Setiawan, 2013). Logam berat yang terbawa di dalam sedimen akan diserap oleh akar mangrove dan digunakan sebagai sumber hara untuk proses-proses metabolisme (Handayani, 2006). Hal itu menjelaskan bahwa konsentrasi kandungan seng (Zn) yang diserap pada sedimen lebih tinggi daripada yang diserap oleh akar dan daun mangrove.

b) Akar

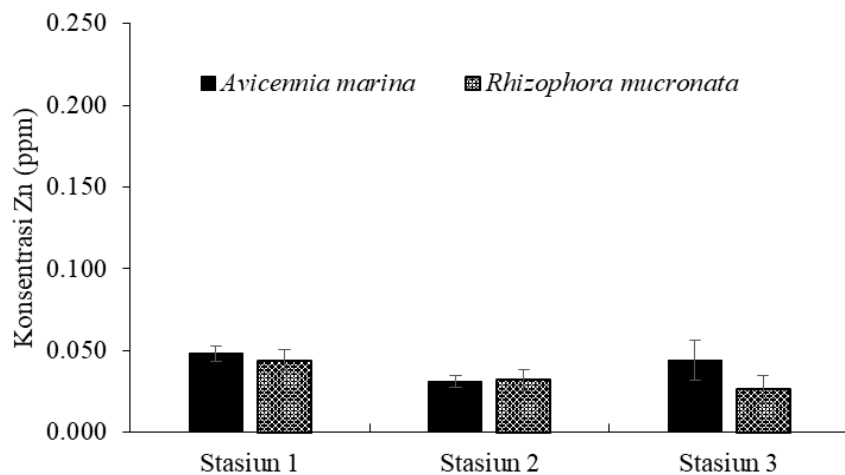
Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi Zn pada sampel akar mangrove *Avicennia marina* pada stasiun 1 adalah $0,114 \pm 0,01$ ppm, stasiun 2 adalah $0,103 \pm 0,01$ ppm, stasiun 3 adalah $0,107 \pm 0,01$ ppm. Sementara itu pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* pada stasiun 1 adalah $0,093 \pm 0,01$ ppm, stasiun 2 adalah $0,082 \pm 0,01$ ppm, dan stasiun 3 adalah $0,081 \pm 0,01$ ppm (Gambar 5). Hasil konsentrasi logam berat pada akar menunjukkan bahwa konsentrasi *Avicennia marina* lebih tinggi dibandingkan *Rhizophora mucronata*. Jenis mangrove *Avicennia marina* mencegah masuknya logam berat masuk ke jaringan lainnya sehingga konsentrasi logam berat di akar lebih banyak dibandingkan dengan *Rhizophora mucronata* yang tingkat excludernya lebih rendah (Sugiyanto *et al.*, 2016). Selain itu akumulasi juga dipengaruhi oleh umur tanaman itu sendiri, dimana semakin tua umur tanaman maka tingkat konsentrasi logam berat akan bertambah dan cenderung menurun seiring barakhirnya daur hidup tanaman tersebut (Giller *et al.*, 1993).



Gambar 5. Konsentrasi Zn pada Akar

c) *Daun*

Konsentrasi Zn pada daun mangrove *Avicennia marina* pada stasiun 1 adalah $0,048 \pm 0,01$ ppm, stasiun 2 adalah $0,031 \pm 0,01$ ppm, dan stasiun 3 adalah $0,044 \pm 0,01$ ppm. Sementara itu konsentrasi Zn pada mangrove *Rhizophora mucronata* pada stasiun 1 adalah $0,040 \pm 0,01$ ppm, stasiun 2 adalah $0,032 \pm 0,01$ ppm, dan stasiun 3 adalah $0,027 \pm 0,01$ ppm (Gambar 6). Hasil konsentrasi Zn pada mangrove paling rendah dibandingkan pada akar mangrove dan sedimen. Konsentrasi Zn yang rendah di bagian organ daun disebabkan salah satunya adalah letak daun yang tidak berinteraksi langsung dengan sedimen, dimana sedimen merupakan dasar dari terakumulasinya logam berat (Supriyanti *et al.*, 2017).



Gambar 6. Konsentrasi Zn pada Daun

Konsentrasi Zn yang berada pada daun tidak hanya berasal dari proses translokasi dari akar menuju daun, melainkan proses fotosintesis, dimana stomata berperan penting dalam proses ini, sehingga udara yang mengandung unsur Zn bisa terakumulasi pada bagian organ daun melalui proses penyerapan pada stomata (Suprihatin *et al.*, 2014).

Berdasarkan uraian diatas menunjukan bahwa pada kedua mangrove konsentrasi Zn pada akar dan daun berbeda. Konsentrasi tertinggi terdapat pada akar, sementara itu konsentrasi logam berat pada sedimen di sekitar mangrove relatif homogen di setiap stasiun. Hal tersebut mengindikasikan bahwa akar merupakan jaringan pada tanaman yang berfungsi menyerap unsur hara dari sedimen dan merupakan organ yang langsung kontak dengan air serta sedimen. Tumbuhan mangrove mengakumulasi logam berat paling tinggi terdapat di bagian akarnya. Hal ini membuktikan bahwa mangrove mempunyai strategi pertahanan diri dalam mengakumulasi logam berat. Pada konsentrasi logam berat yang rendah di lingkungan, *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* akan bersifat sebagai fitostabilisator. Namun, pada konsentrasi logam berat yang tinggi di lingkungan, mangrove akan bersifat sebagai fitoekstraktor dimana logam berat akan di distribusi ke seluruh jaringan tanaman sampai daun, melalui proses uptake pada akar, ditahan (*retention*) pada jaringan, dan dilepas/dikembalikan (*return*) ke lingkungan melalui pelepasan daun (Santoso *et al.*, 2013).

Analisis Bioconcentration Factor dan Translocation Factor

Seng (Zn) yang ada pada tumbuhan merupakan unsur non esensial yang bisa masuk di dalam tumbuhan. Hasil analisis *Bioconcentration Factor* pada mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* ditunjukkan pada Tabel 2. Bioconcentration factor pada mangrove *Avicennia marina* pada stasiun 1 menunjukan nilai BCF1 adalah 0,567 dan BCF2 adalah 0,238. Stasiun 2 menunjukan nilai BCF1 adalah 0,547 dan BCF2 adalah 0,164. Stasiun 3 menunjukan nilai BCF1 adalah 0,560 dan BCF2 adalah 0,230. Sementara itu hasil *Bioconcentration Factor* mangrove *Rhizophora mucronata* menunjukan pada stasiun 1 nilai BCF1 adalah 0,500, BCF2 adalah 0,215, stasiun 2 nilai BCF1 adalah 0,416, BCF2 adalah 0,162, stasiun 3 nilai BCF1 adalah 0,455 dan BCF2 adalah 0,151. Hasil tersebut menunjukan bahwa nilai *bioconcentration factor* dari kedua mangrove tersebut adalah <1 yang berarti mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* termasuk kategori mangrove excluder. Excluder merupakan tanaman yang secara efektif membatasi tingkat translokasi logam berat yang masuk ke dalam tubuh tanaman tersebut, sehingga kandungan logam berat yang terpapar pada akar pada tingkat yang relatif rendah (Koci *et al.*, 2017).

Tabel 2. Nilai *Bioconcentration Factor*

Stasiun	<i>Bioconcentration Factor</i>			
	<i>Avicennia marina</i>		<i>Rhizophora mucronata</i>	
	BCF1 (Akar)	BCF2 (Daun)	BCF1 (Akar)	BCF2 (Daun)
1	0,567	0,238	0,500	0,215
2	0,547	0,164	0,416	0,162
3	0,560	0,230	0,455	0,151

Selain itu nilai BCF1 (akar) pada kedua mangrove tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BCF2 (daun). Hal ini dikarenakan posisi akar langsung berinteraksi dengan sedimen yang mempunyai konsentrasi Zn yang tinggi (Supriyanti, 2017). Menurut T.M Kariada dan Irsadi (2014), terakumulasinya Zn pada bagian tumbuhan mangrove dapat berkurang seiring banyaknya air yang terserap pada akar tersebut. Banyaknya air akan mengencerkan Zn dan pengenceran tersebut berlangsung pada jaringan daun.

Hasil analisis *Translocation Factor* pada mangrove *Avicennia marina* pada stasiun 1 adalah 0,421, stasiun 2 adalah 0,300 dan stasiun 3 adalah 0,411. Sementara itu, mangrove *Rhizophora mucronata* pada stasiun 1 adalah 0,430, stasiun 2 adalah 0,390 dan stasiun 3 adalah 0,330 (Tabel 3). Hasil TF menunjukan bahwa nilai TF kedua mangrove adalah <1. Hal ini mengindikasikan bahwa mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* termasuk golongan mangrove fitostabilizer. Nilai TF kurang dari 1 digolongkan sebagai fitostabilizer (Prasad, 2016). Menurut Sarkar (2018), fitostabilizer merupakan tanaman yang mampu mentransformasikan polutan di dalam tanah menjadi senyawa non

Seminar Nasional Kelautan XIV

"Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

toksik tanpa menyerap polutan kedalam tubuh tanaman. Nilai TF yang rendah disebabkan adanya sistem penghentian logam berat dari akar menuju daun, sehingga terjadi penumpukan pada akar (Merchand *et al.*, 2016)

Tabel 3. Nilai *Translocation Factor*

Stasiun	Translocation Factor	
	<i>Avicennia marina</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>
1	0,421	0,430
2	0,300	0,390
3	0,411	0,330

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa nilai konsentrasi Zn pada akar dan daun *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* serta sedimen di sekitarnya tidak ada perbedaan yang signifikan untuk setiap stasiun. Konsentrasi Zn yang terakumulasi cukup rendah tersebut didasarkan pada nilai BCF daun dan akar bernilai kurang dari 1 serta nilai TF daun bernilai kurang dari 1. Hal ini menunjukkan hasil bahwa mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur termasuk golongan mangrove fitoremediasi yang bersifat *excluder* dan *fitostabilizer* terhadap logam berat Zn.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, F., A. Bintoro, dan S.B. Yuwono. 2015. *Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove (Rhizophora Sp.) di Desa Durian dan Desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran*. Jurnal Sylva Lestari. 3(1):9-20.
- Baker, A.J.M. (1981). *Accumulators and excluders - strategies in the response of plants to heavy metals*. J. Plant Nutr. 3:643-654.
- F.Hamzah, A. Setiawan. 2010. *Akumulasi Logam Berat Pb, Cu, Dan Zn Di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara*.
- Handayani, C.O., T. Dewi dan A. Hidayah. 2018. *Biokonsentrasi dan Translokasi Logam Berat Cd pada Tanaman Bawang Merah dengan Aplikasi Amelioran*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 5(2):841-845.
- Handayani, T. 2006. *Bioakumulasi Logam Berat dalam Mangrove Rhizophora mucronata dan Avicennia marina di Muara Angke Jakarta*. J.Tek.Ling. 7(3):266-270.
- Hutahean E.E., C. Kusmana, dan H.R. Dewi. 1999. *Studi Kemampuan Tumbuh Anakan Mangrove Jenis Rhizophora mucronata, Bruguiera gymnorrhiza dan Avicennia marina Pada Berbagai Tingkat Salinitas*. Jurnal Manajemen Hutan Tropika. 1:77-85.
- K.E.Giller, R.Nussbaum, A.M.Chaudri, S.P. Mcgrath. 1993. *Rhizobium Meliloti Is Less Sensitive To Heavy-Metal Contamination In Soil Than R. Leguminosarum Bv. Trifolii Or R. Loti*. Soil Biol. Biochem. 25, 273– 278. 1993.
- Kariada, N. dan A. Irsadi. 2014. *Peranan Mangrove Sebagai Biofilter Pencemaran Air Wilayah Tambak Bandeng Tapak, Semarang*. J. Manusia dan Lingkungan. 21(2):188-194.
- Khairuddin, Yamin M, Syukur A. 2018. *Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima*. Jurnal Biologi Tropis Volume 18 Issue 1, January-Juni. ISSN (e): 2549-7863 ISSN (p): 1411-9587.

Seminar Nasional Kelautan XIV

"Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

- Koci, V., T. Ruml, P. Dao and P. A. Duc. 2017. *Environmental Technology and Innovations*. CRC Press. London.
- MacFarlane, G.R. 2002. *Leaf biochemical parameters in Avicennia marina (Forsk.) Vierh as potential biomarkers of heavy metal stress in estuarine ecosystems*. Mar. Pollut. Bull, 44: 244–256.
- Mellem, J.J., Baijnath, H. and Odhav, B. 2012. *Bioaccumulation of Cr, Hg, As, Pb, Cu and Ni with the ability for hyperaccumulation by Amaranthus dubius*. African Journal of Agricultural Research. 7(4): 591-596.
- Merchand, C., J-M. Fernandez and B. Moreton. 2016. *Trace Metal Geochemistry in Mangrove Sediments and Their Transfer to Mangrove Plants (New Caledonia)*. Science of The Total Environment. 562 : 216-227.
- Mills, W.B. 1995. *Water Quality Assessment: A Screening Procedure for Toxic and Conventional Pollutants in Surface and Ground Water – Part 1*. US EPA, Georgia.
- Nugrahanto, N.P., B. Yulianto dan R. Azizah. 2014. *Pengaruh Pemberian Logam Berat Pb Terhadap Akar, Daun, dan Pertumbuhan Anakan Rhizophora mucronata*. Journal of Marine Research. 2(3):107-114.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 480 hlm.
- Peters, E.C., N.J. Gassman, J.C. Firman, R.H. Richmond, and E.A. Power. 1997. *Ecotoxicology of tropical marine ecosystems*. Environmental Toxicology and Chemistry, 16:12– 40.
- Petra, J.L., S. Sastrawibawa, dan I. Riyantini. 2012. *Pengaruh Kerapatan Mangrove Terhadap Laju Transpor di Pantai Karangsang Kabupaten Indramayu*. Jurnal Perikanan dan Kelautan. 3(3):329-337.
- Prasad. M. N. V. 2016. *Bioremediation and Bioeconomy*. Elsevier. Netherlands.
- Santosa, L. W., T. N. Adji, A. J. Pitoyo dan A. Suyanto. 2014. *Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) Kabupaten Banggai Kepulauan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 290.
- Santoso, A., I. Dedy, dan Irwani. 2013. *Studi Akumulasi Logam Tembaga (Cu) dan Efeknya terhadap Struktur Akar Mangrove (Rhizophora mucronata)*. Journal Of Marine Research. 2(4):8-15.
- Sarkar Santosh Kumar. 2018. *Trace Metals in a Tropical Mangrove Wetland*. Springer. Singapore.
- Setiawan, H. 2013. *Akumulasi dan Distribusi Logam Berat pada Vegetasi Mangrove di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan*. Jurnal Ilmu Kehutanan. 7(1):12-24.
- Sopyan, R. Sikanna, dan Sumarni, N.K. 2014. *Fitoakumulasi merkuri oleh akar tanaman bayam duri (Amarantus spinosus Linn.) pada tanah tercemar*. Online Journal of Natural Science. 3(1): 31-39.
- Sugiyanto, RAN., Yona D., S Julianda SH.2016. *Analisis Daya Serap Akar Mangrove Rhizophora mucronata dan Avicennia marina terhadap Logam Berat Pb dan Cu di Pesisir Probolinggo, Jawa Timur*. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Sumardjo, D. 2009. *Pengantar Kimia*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Suprihatin, I. E., M. Manurung dan D. Mayangsari. 2014. *Logam Kromium (Cr) dan Seng (Zn) dalam Akar, Batang dan Daun Tumbuhan Mangrove Rhizophora apiculata di Muara Sungai Badung*. Jurnal Kimia. 8 (2): 178-182.
- Supriyanti, E., R. A. T. Nuraini dan C. P. Dewi. 2017. *Daya Serap Mangrove Rhizophora sp. Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Mangrove Park, Pekalongan*. Jurnal Kelautan Tropis. 20 (1): 16-24.
- Usman, A.R.A., Alkredaa, R.S. and Al-Wabel, M.I. 2013. *Heavy metal contamination in sediments and mangroves from the coast of Red Sea: Avicenniasp. marina as potential metal bioaccumulator*. Ecotoxicol Environ Saf. 97:263-270.