

Kandungan Logam Berat Seng pada *Enhalus acoroides* di Perairan Jepara**Bagus Apriana Putra^{*}, Adi Santoso, Ita Riniatsih**

*Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275
 Email: bagus@student.undip.ac.id*

Abstrak

Lamun adalah tanaman air yang berbunga (Antophyta) dan mempunyai kemampuan adaptasi untuk hidup dan tumbuh di lingkungan laut. *Enhalus acoroides* merupakan jenis lamun yang banyak tumbuh di sekitar perairan Teluk Awur dan Pulau Panjang. Kegiatan manusia meliputi pertanian, industri mebel, pariwisata, dan kegiatan nelayan di Teluk Awur dan Pulau Panjang diduga menjadi sumber logam berat Seng (Zn). Keberadaan lamun di laut dapat menjadi bioindikator pencemaran logam berat karena menyerap dan mengakumulasi bahan pencemar. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan membandingkan kandungan logam berat seng (Zn) pada lamun *Enhalus acoroides* (akar dan daun), pada air dan pada sedimen di Teluk Awur dan Pulau Panjang. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, sedangkan metode penentuan lokasi menggunakan metode *purposive sampling*. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel lamun *Enhalus acoroides*, air, dan sedimen. Parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan, pH dan arus diukur secara *in situ*. Hasil penelitian menunjukkan nilai akumulasi Zn pada akar *Enhalus acoroides* di Teluk Awur berkisar antara 0,98–1,27 mg/l dan pada daun 0,4–0,89 mg/l, sedangkan akumulasi logam berat Zn pada akar *Enhalus acoroides* di Pulau Panjang berkisar antara 0,78–1,01 mg/l dan pada daun 0,34–0,75 mg/l. Kemampuan lamun *Enhalus acoroides* yang ada di Teluk Awur dan Pulau Panjang dalam mengakumulasi logam berat Zn termasuk dalam kategori rendah dengan nilai faktor biokonsentrasi rata-rata <250.

Kata Kunci : *Enhalus acoroides*, Seng, Teluk Awur, Pulau Panjang

Abstract***Zinc Heavy Metal Content of *Enhalus acoroides* in Jepara Waters***

*Seagrass is a flowering water plant (Antophyta) and can adapt to live and grow in the marine environment. *Enhalus acoroides* is a type of seagrass that grows around Teluk Awur and Panjang Island. All human activities including agriculture, tourism, and fishing activities in Teluk Awur and Panjang Island may be the source of heavy metals Zinc (Zn). The presence of seagrass in the sea can be a bioindicator of heavy metal pollution due to absorb and accumulate contaminants. The purposes of this research were to know and compare the content of heavy metals (Zn in seagrass *Enhalus acoroides* (root and leaf), on water and in sediments in Teluk Awur and Panjang Island. This research used the descriptive method, while the method of determining the location used purposive sampling method. The material used in this research were the samples of *Enhalus acoroides*, water, and sediment. Environmental parameters such as temperature, salinity, dissolved oxygen, clarity, pH and current flow were determined in situ. The results showed the value of the accumulation of heavy metal Zn from the root of *Enhalus acoroides* in Teluk Awur ranging between 0.98–1.27 mg/l and 0.41–0.89 mg/l from the leaves, while the accumulation of heavy metal Zinc (Zn) from the root of *Enhalus acoroides* in Panjang Island range between 0,78–1.01 mg/l and 0.34–0.75 mg/l from the leaves. The ability of *Enhalus acoroides* in Teluk Awur and Panjang Island to accumulate the heavy metals Zn were low category because of bioconcentrating factor value <250.*

Keywords : *Enhalus acoroides*, Zinc, Teluk Awur, Panjang Island

PENDAHULUAN

Pencemaran laut merupakan masalah yang sangat serius untuk ditangani karena tidak hanya merusak lingkungan namun juga ekosistem. Salah

satu indikator gangguan lingkungan di laut adalah logam berat dalam perairan pesisir yang berasal dari kegiatan manusia maupun alam, serta logam berat yang dapat membentuk senyawa toksik.

Logam berat terbagi menjadi dua jenis yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat Zn merupakan logam esensial yang dibutuhkan hampir semua organisme dalam jumlah sedikit, namun jika melebihi batas ambang yang ditentukan, maka akan membahayakan bagi kehidupan organisme itu sendiri dan bersifat toksik (Dahuri, 2001).

Keberadaan logam Zn dalam air laut bersumber dari penggunaan pupuk kimia yang mengandung logam Cu dan Zn, buangan limbah rumah tangga yang mengandung logam Zn seperti korosi pipa-pipa air dan produk-produk konsumen (misalnya, formula detergen) yang tidak diperhatikan sarana pembuangannya (Rahmadani *et al.*, 2015). Dampak kegiatan oleh aktivitas manusia di daratan menyebabkan meningkatnya bahan pencemar yang masuk ke perairan (Riniatsih *et al.*, 2013). Apabila kandungan logam pada sedimen terlalu banyak maka akan berdampak bahaya bagi organisme yang ada di perairan tersebut, termasuk lamun *Enhalus acoroides*.

Perairan Teluk Awur dan Pulau Panjang terletak di Kabupaten Jepara Jawa Tengah yang memiliki keanekaragaman ekosistem perairan, antara lain yaitu ekosistem padang lamun yang merupakan tempat hidup bagi biota-biota perairan. Kedua lokasi ini mempunyai kondisi yang berbeda dan merupakan perairan yang masih baik untuk pertumbuhan lamun (Prasetya *et al.*, 2015). Secara umum perairan Teluk Awur dan Pulau Panjang memiliki komunitas padang lamun yang subur (Riniatsih *et al.*, 2007).

Lamun *Enhalus acoroides* merupakan lamun yang tumbuh dan tersebar hampir di seluruh perairan Jepara (Riniatsih *et al.*, 2018). Lamun akan menyerap nutrisi dalam sedimen termasuk logam Zn. Lamun dapat dijadikan bioindikator perairan, karena lamun menyerap dan mengakumulasi logam berat di dalam organ tubuhnya (Larkum *et al.*, 2006 ; Supriyantini *et al.*, 2016 : Zamani *et al.*, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan kandungan logam berat Zn pada akar dan daun lamun *Enhalus acoroides*, air dan sedimen di Teluk Awur dan Pulau Panjang, Jepara Jawa Tengah berdasarkan baku mutu yang ada.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah perairan pantai Pulau Panjang dan Teluk Awur kecamatan Jepara. Secara umum wilayah perairan tersebut merupakan daerah yang landai dengan

dasar perairan berupa pasir kasar yang merupakan hasil pecahan karang. Pulau Panjang memiliki daratan yang luas dengan luas wilayah ± 25.000 m² dan terletak pada titik koordinat S 06°34'31,13" – E 110°37'51,91" (Setiawan *et al.*, 2013). Pulau panjang merupakan perairan terbuka yaitu suatu perairan yang menghadap ke arah laut lepas tanpa adanya penghalang baik itu pulau maupun daratan didepannya sehingga sangat dipengaruhi oleh ombak dan gelombang (Setyawati *et al.*, 2014).

Kondisi perairan pantai Teluk Awur dan Pulau Panjang sangat mendukung untuk pertumbuhan lamun, karena perairan pantai tersebut mempunyai kelandaian pantai yang mendukung. Substrat dasar perairan Teluk Awur dan Pulau Panjang sebagian besar berupa substrat pasir, pasir berlumpur, dan pecahan karang (Nursanti *et al.*, 2013).

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah lamun *Enhalus acoroides*, sedimen, dan air laut di Teluk Awur dan Pulau Panjang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif, yaitu metode yang bertujuan untuk membuat gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat hubungan antar fenomena yang diselidiki (Nazir, 2005).

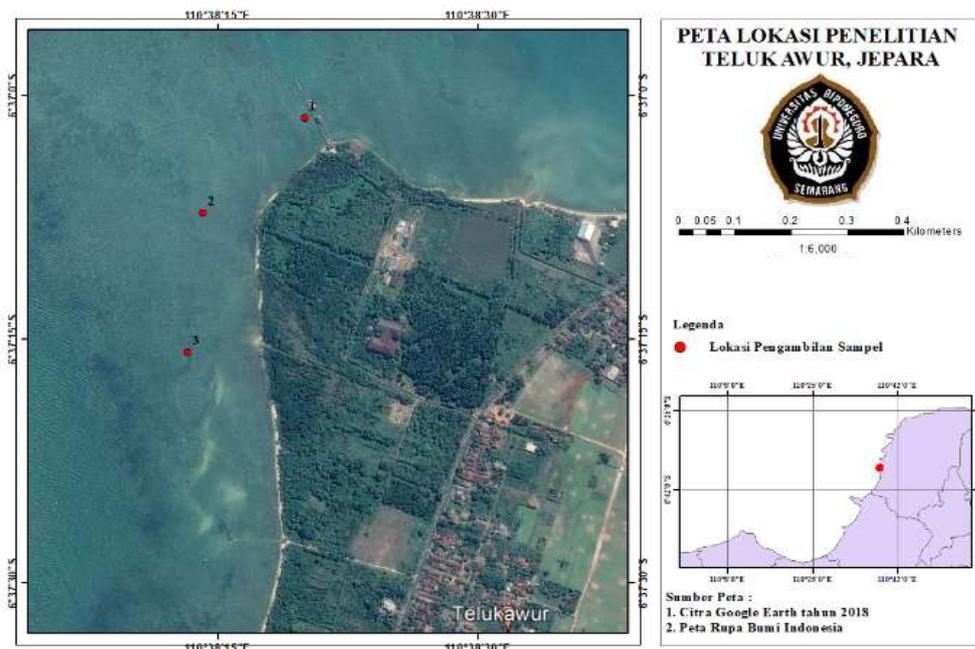
Metode yang digunakan untuk menentukan stasiun penelitian adalah metode *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2011), *Purposive sampling* yaitu teknik penentuan stasiun sampling dengan pertimbangan tertentu. Penentuan stasiun penelitian berdasarkan keberadaan sumber pencemar logam berat Zn pada masing-masing tempat dan keberadaan lamun *Enhalus acoroides*.

Pengambilan sampel meliputi pengambilan sampel air, sedimen dan lamun. Sampel air diambil pada masing – masing stasiun dengan menggunakan botol plastik 600 ml yang sudah dibersihkan dengan air laut. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan *sediment core* dengan diameter 10 cm kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik. Sampel *Enhalus acoroides* diambil dengan mencabut hingga ke akar sebanyak 3 tegakan tiap stasiun. Lamun diambil dari dalam transek kuadran 1x1 m² yang sebelumnya telah dihitung jumlah tegakan dari setiap kolom untuk menghitung tutupan lamun.

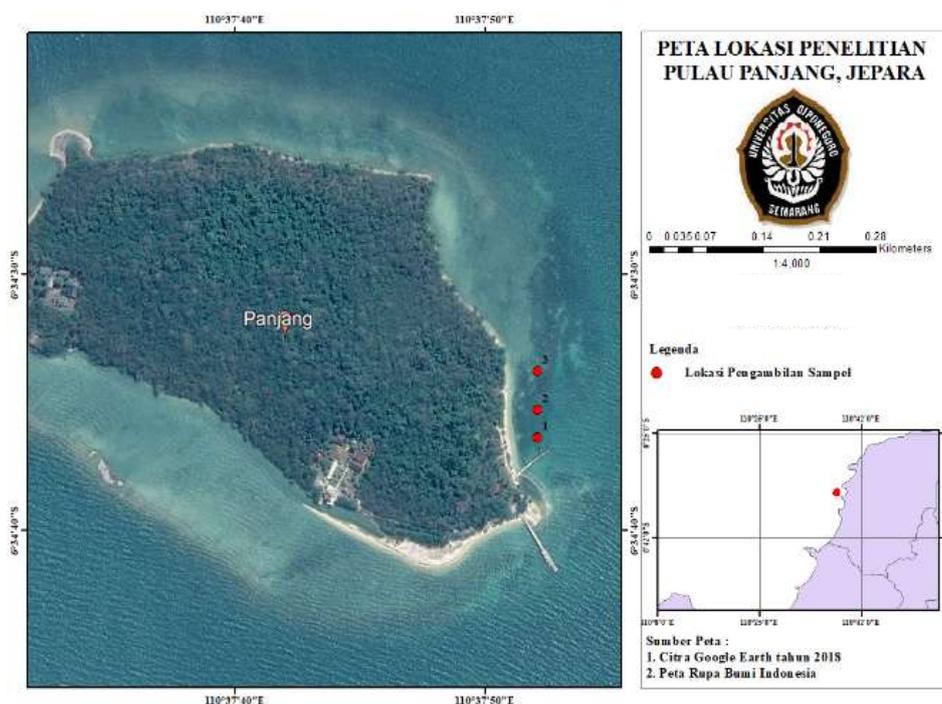
Sampel lamun yang telah diambil kemudian di destruksi guna memudahkan uji logam Zn. Destruksi merupakan suatu perlakuan untuk melarutkan atau mengubah sampel menjadi bentuk materi yang dapat diukur sehingga kandungan berupa unsur-unsur didalamnya dapat

dianalisis Hidayati (2005). Sampel air sebanyak 30 ml, kemudian disaring dengan kertas Whatman no. 42 dan dimasukkan ke botol sampel. Sampel air yang telah disaring ditetesi HNO_3 hingga $\text{pH} < 3$. Prosedur destruksi sampel akar dan daun lamun diawali dengan proses pengovenan 25 g sampel akar dan daun selama 1 jam dengan suhu 110°C . Sampel yang telah

dioven kemudian ditumbuk hingga halus. Setelah halus, dimasukkan ke gelas beaker dan dipanaskan pada *hotplate* dengan menambahkan larutan aquaregia sebanyak 25 ml sedikit demi sedikit. Sampel dipanaskan hingga hancur menjadi larutan. Filtrat disaring dengan kertas Whatman no. 42 dan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml kemudian diencerkan dengan



Gambar 1. Lokasi Penelitian Teluk Awur



Gambar 2. Lokasi Penelitian Pulau Panjang

aquades hingga tanda batas. Prosedur destruksi sampel sedimen diawali dengan proses pengovenan 25 g sampel sedimen selama 1 jam dengan suhu 110°C. Sampel yang telah dioven kemudian ditumbuk hingga halus. Setelah halus, dimasukkan ke gelas beaker dan dipanaskan pada *hotplate* dengan menambahkan larutan aquaregia sebanyak 25 ml sedikit demi sedikit. Sampel dipanaskan hingga hancur menjadi larutan. Filtrat disaring dengan kertas Whatman no. 42 dandimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Sampel yang telah didestruksi selanjutnya dianalisis kandungan logam Zn. Analisis kandungan logam berat Zn dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dengan menggunakan alat Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

Hasil yang didapatkan selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu lingkungan yang terdapat dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 untuk melihat tingkat pencemaran logam berat Zn pada kolom air Teluk Awur dan Pulau Panjang. Baku mutu untuk logam berat Zn dalam lumpur atau sedimen di Indonesia belum ditetapkan, sehingga sebagai acuan digunakan baku mutu yang dikeluarkan NOAA. Baku mutu untuk logam berat Zn pada lamun mengacu pada Keputusan Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan logam Zn di kolom air yang ada di Teluk Awur didapatkan hasil berkisar 0,034 – 0,122 mg/l, sementara di Pulau Panjang didapatkan hasil berkisar 0,036–

0,052 mg/l. Hasil analisis kandungan Zn di sedimen yang didapatkan di Teluk Awur berkisar 7,8–15,56 mg/kg, sementara di Pulau Panjang berkisar 4,57–7,87 mg/kg. Hasil analisa kandungan Zn yang ada pada akar lamun di Teluk Awur berkisar 9,81–12,74 mg/kg, sementara di Pulau Panjang berkisar 7,78–10,18 mg/kg. Kandungan Zn pada daun lamun di Teluk Awur berkisar 4,07–8,89 mg/kg dan di Pulau Panjang berkisar 3,44–7,54 mg/kg. Hasil analisa secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Kandungan logam Zn pada kolom air di Teluk Awur dan Pulau Panjang memiliki nilai yang fluktuatif. Hal ini diduga karena letak stasiun dengan sumber pencemar logam Zn, dimana pada Teluk Awur stasiun I merupakan dermaga tempat nelayan menyandarkan kapal, stasiun III terdapat sungai yang diduga membawa sumber pencemar dan stasiun II yang letaknya jauh dari sumber pencemar. Di Pulau Panjang, Stasiun I merupakan stasiun terdekat dengandermaga dan stasiun III paling jauh dari dermaga. Hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan Zn pada air di Teluk Awur, rerata 0,080 mg/l, lebih tinggi dibandingkan dengan Pulau Panjang, rerata 0,045 mg/l (Tabel 1). Hal ini diduga disebabkan karena Teluk Awur berhubungan langsung dengan daratan yang banyak terpengaruh oleh kegiatan manusia seperti industri, pertanian, dan rumah tangga yang merupakan sumber pencemar. Sesuai yang dikemukakan Palar (1994), beberapa kasus pencemaran menunjukkan bahwa aktivitas manusia jauh lebih besar daripada proses dari alam.

Kandungan logam berat Zn di lokasi penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Zn pada sedimen jauh lebih tinggi

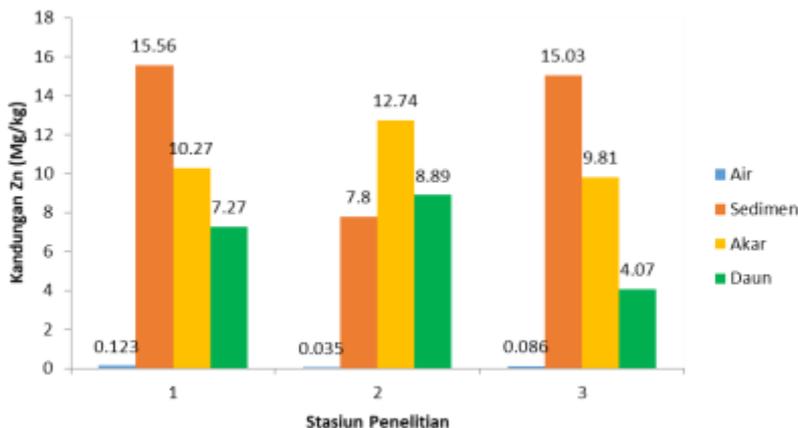
Tabel 1. Rata – Rata Kandungan Logam Berat Seng (Zn) pada Sampel Air, Sedimen, dan Lamun *Enhalus acoroides* di Lokasi Penelitian

Lokasi	Stasiun	Kandungan Zn			
		Air (mg/l)	Sedimen (mg/kg)*	Akar (mg/kg)*	Daun (mg/kg)*
Teluk Awur	1	0,122 ± 0,018	15,56 ± 0,090	10,27 ± 0,024	7,27 ± 0,027
	2	0,034 ± 0,006	7,8 ± 0,106	12,74 ± 0,018	8,89 ± 0,008
	3	0,085 ± 0,009	15,03 ± 0,048	9,81 ± 0,042	4,07 ± 0,016
Pulau Panjang	1	0,052 ± 0,006	7,87 ± 0,160	10,18 ± 0,034	7,54 ± 0,019
	2	0,047 ± 0,013	6,84 ± 0,094	9,94 ± 0,039	4,08 ± 0,209
	3	0,036 ± 0,006	4,57 ± 0,072	7,78 ± 0,003	3,44 ± 0,021
Baku Mutu		0,05 ppm ^{a)}	124 mg/kg ^{b)}	40 mg/kg ^{c)}	

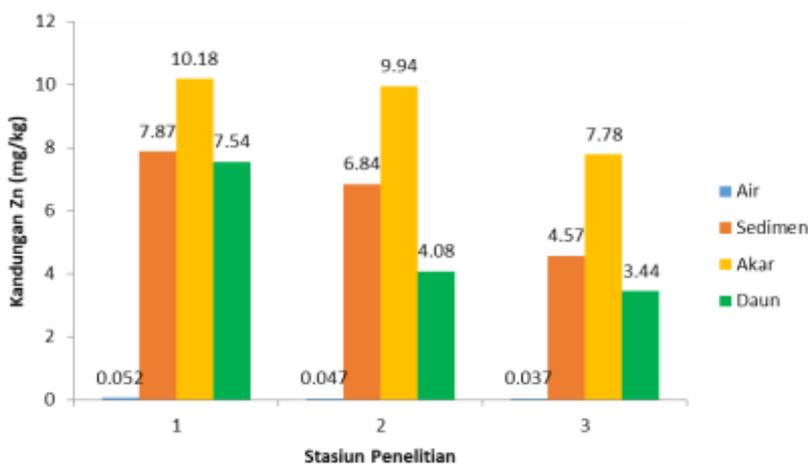
a) Baku mutu Pb dalam air menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

b) Baku mutu Pb dalam sedimen menurut NOAA (Buchanan, 1999)

c) Baku mutu Pb dalam lamun menurut Keputusan Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89.



Gambar 3. Kandungan Logam Berat Seng di Teluk Awur



Gambar 4. Kandungan Logam Berat Seng di Pulau Panjang

Tabel 2. Analisa Ukuran Butir Sedimen

Lokasi	Stasiun	Kerikil	Pasir Kasar	Pasir halus	Lanau
Teluk Awur	I	4,12%	28,39%	49,71%	7,78%
	II	3,74%	41,53%	31,01%	3,72%
	III	0,78%	0,78%	89,72%	11,22%
Pulau Panjang	I	5,06%	47,26%	44,47%	3,21%
	II	9,70%	39,22%	48,66%	2,42%
	III	6,90%	62,09%	27,17%	3,84%

dibandingkan dengan logam berat yang terlarut dalam air. Hal ini diduga sifat logam berat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air (Nugraha, 2009). Tingginya kadar logam berat Zn dalam sedimen bila dibandingkan dengan kolom air diduga karena sifat sedimen sebagai nutrient trap yaitu logam akan mudah terperangkap pada partikel sedimen. Palar (1994) menyatakan, kandungan

logam berat dalam sedimen cenderung tinggi, hal ini dikarenakan oleh sifat logam berat di perairan yang akan mengendap dalam jangka waktu tertentu dan kemudian terakumulasi di dasar perairan. Sedimen berperan penting dalam menentukan kualitas air dikarenakan peranannya sebagai tujuan akhir limbah. Selain itu sedimen mempunyai potensi penglepasan zat-zat tercemar ke dalam kolom air disertai perubahan kondisi fisik kimiawi (Permanawati *et al.*, 2013). Hasil analisis didapatkan bahwa kandungan logam Zn

pada sedimen di Teluk Awur lebih tinggi dibandingkan di Pulau Panjang. Hal ini diduga karena komposisi penyusun butir sedimen yang ada di Teluk Awur mayoritas pasir halus (Tabel 2), sementara di Pulau Panjang mayoritas pasir kasar. Sedimen dengan ukuran butir yang lebih halus lebih banyak kandungan logam berat (Amriani *et al.*, 2011).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan logam berat Zn di akar lebih tinggi daripada kandungan yang ada di sedimen, hal ini diduga lamun *Enhalus acoroides* memiliki sifat toleran dan hiperakumulator. Hidayati (2005) menyatakan bahwa sejumlah tumbuhan dari banyak famili terbukti memiliki sifat hipertoleran, yakni lamun mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, sehingga bersifat hiperakumulator. Selain itu umur lamun juga berpengaruh terhadap kandungan logam pada lamun. Vigianti *et al.* (2017) mengatakan semakin bertambah umur tanaman maka penyerapan juga akan meningkat sampai pada waktu tertentu akan mencapai maksimum dan akan turun kembali.

Hasil analisis logam Zn pada daun lamun *Enhalus acoroides* didapatkan hasil bahwa kandungan pada daun lebih kecil daripada kandungan akar (Tabel 1), hal ini diduga karena kemampuan *Enhalus acoroides* dalam mentranslokasikan logam berat ke seluruh organ tubuh lamun rendah, sehingga membuat logam akan menumpuk pada bagian akar. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Zn pada akar lamun lebih tinggi dibandingkan dengan daun lamun. Hal ini disebabkan karena akar menyerap unsur hara yang dibutuhkan tanaman langsung dari sedimen, sedangkan sedimen sendiri kandungan logam Zn tinggi dikarenakan sifat sedimen yang mudah mengakumulasi bahan organik.

Faktor biokonsentrasi (BCF) merupakan kemampuan lamun untuk menyerap dan

mengakumulasi logam dari lingkungannya (Sari *et al.*, 2017). Faktor Biokonsentrasi (BCF) akar dihitung dengan perbandingan antara kandungan logam berat Zn di akar dan kandungan logam berat Zn di sedimen, sedangkan BCF daun dihitung dengan perbandingan kandungan logam berat Zn pada daun dan kandungan logam berat Zn pada sedimen. Nilai biokonsentrasi *Enhalus acoroides* tertinggi berada pada stasiun II Teluk Awur (Tabel.3).

Hasil perhitungan nilai BCF di lokasi penelitian membuktikan bahwa lamun *Enhalus acoroides* mampu untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat yang terdapat di lokasi penelitian. Kemampuan lamun dalam mengakumulasi logam tergolong rendah karena nilai biokonsentrasi lamun *Enhalus acoroides* pada semua stasiun penelitian berada dibawah 250 (<250). Kiswara (1992) menyatakan, tumbuhan lamun mempunyai kemampuan untuk menyerap maupun mengeluarkan nutrisi ke sedimen melalui akar dan ke perairan melalui daun sehingga memungkinkan masuknya bahan pencemar yang ada di perairan.

Analisa TF (*Translocation Factor*) digunakan untuk menghitung proses translokasi logam berat Zn dari akar ke daun (Sugiyanto *et al.*, 2016). Pada spesies yang sama, Zamani *et al.* (2018) dalam penelitiannya di perairan Pulau Tunda, Teluk Banten mendapatkan nilai TF yang sangat tinggi. Di stasiun utara perairan ini, nilai TF 4,000; sedangkan di stasiun selatan didapatkan nilai TF sebesar 18,571. Tanaman yang mempunyai nilai Biokonsentrasi dan TF >1 dapat digunakan sebagai bioakumulator (Usman *et al.*, 2013). Nilai translokasi tertinggi berada pada *Enhalus acoroides* yang ada di stasiun I Pulau Panjang. Perbedaan kemampuan translokasi dari lamun *Enhalus acoroides* ini diduga disebabkan oleh perbedaan umur lamun yang berpengaruh pada kemampuan daya hisap daunnya (Supriyantini *et al.*, 2016).

Tabel 3. Hasil Perhitungan Biokonsentrasi (BCF) dan Translokasi (TF)

Lokasi	Stasiun	BCF		TF
		Akar	Daun	
Teluk Awur	I	0,660	0,467	0,708
	II	1,633	1,140	0,698
	III	0,653	0,271	0,415
Pulau Panjang	I	1,488	1,103	0,741
	II	1,263	0,518	0,410
	III	1,702	0,753	0,442

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Zn pada kolom air di Teluk Awur sudah melebihi baku mutu yang ada, sementara kandungan logam Zn pada kolom air di Pulau Panjang sedikit di bawah baku mutu. Kandungan logam Zn pada sedimen dan lamun *Enhalus acoroides* di Teluk Awur dan Pulau Panjang masih berada di bawah baku mutu. Nilai biokonsentrasi tertinggi pada akar dan daun lamun masing masing 1,70 dan 1,14.

DAFTAR PUSTAKA

- Amriani, Hendarto, B. & Hadiyanto, A. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa* L.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 9(2):45-50.
- Dahuri, R. 2001. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 178 hlm
- Supriyantini, E., Sedjati, S. & Nurfadhli, Z., 2016. Akumulasi logam berat zn (seng) pada lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* di Perairan Pantai Kartini Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1):14-20.
- Hidayati, N. 2005. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. *Hayati*. 12(1):35-40
- Kiswara, W. 1992. Vegetasi Lamun (Seagrass) di Rataan Terumbu Pulau Pari, Pulau-pulau Seribu. *Jurnal Oseanologi Indonesia*.25:31-49.
- Larkum, A.W., Orth, R.J. & Duarte, C.M., 2006. *Seagrasses* Dordrecht, The Netherlands: Springer. 691 hlm
- Nazir. M. 2005 Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Bogor. 130 hlm.
- Nugraha, W.A., 2009. Kandungan logam berat pada air dan sedimen di perairan socah dan kwanyar kabupaten bangkalan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*.2(2):158-164.
- Nursanti, Riniatsih I., & Satriadi A. 2013. Studi Hubungan Kerapatan Vegetasi Lamun dengan Laju Sedimentasi di Perairan Teluk Awur dan Bandengan Jepara Pada Periode Juni–Juli 2012. *Journal of Marine Research*. 2(3):25-34
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta: Jakarta.
- Permanawati, Y., Rina Z., & Andrian I. 2013. Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, Dan Cr) Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*. 11(1):9-16.
- Prasetya, D.K., Ruswahyuni, & Niniek W. 2015. Hubungan Antara Kelimpahan Hewan Makrobenthos Dengan Kerapatan Lamun Yang Berbeda Di Pulau Panjang Dan Teluk Awur Jepara. *Management of Aquatic Resources*. 4(4):155-163.
- Rahmadani, T., Sri M.S., & Irwan S. 2015. Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*. 4(4):197-203.
- Riniatsih, I. dan Widianingsih. 2007. Kelimpahan dan Pola Sebaran Kerang-Kerangan (Bivalvie) di Ekosistem Padang Lamun, Perairan Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 12(1):53-58.
- Riniatsih, I., Hartati, R., Rejeki, S., & Endrawati, H. 2018. Studi Keanekaragaman Makrozoobentos pada Habitat Lamun Hasil Transplantasi dengan Metode Ramah Lingkungan. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(1):29-36.
- Riniatsih, I., Widianingsih, W., Redjeki, S., & Endrawati, H. 2013. Kelimpahan Fitoplankton di Padang Lamun Buatan. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 18(2):84-90.
- Sari, S.P. Dwi Rosalina & Wahyu Adi. 2017. Bioakumulasi timbal (Pb) dan cadmium (Cd) pada lamun *Cymodocea serrulata* di Perairan Bangka Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 6(2):128-137.
- Setiawan, D., Riniatsih, I., & Y. Ervia. 2013. Kajian Hubungan Fosfat Air dan Fosfat Sedimen terhadap Pertumbuhan Lamun *Thalassia hemprichii* di Perairan Teluk Awur dan Pulau Panjang Jepara. *Journal Marine Research*. 2(2):39-44.
- Setyawati, Y., Subiyanto, & Ruswahyuni. 2014. Hubungan Antara Kelimpahan Epifauna Dasar Dengan Tingkat Kerapatan Lamun Yang Berbeda Di Pulau Panjang Dan Teluk Awur Jepara. *Management of Aquatic Resources*. 3(4):235-242.
- Sugiyanto, R.A.N., Defri, Y. & Rarasrum, D.K., 2016, April. Analisis Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Lamun *Enhalus acoroides* Sebagai Agen Fitoremediasi Di Pantai Paciran, Lamongan. In *Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI* (pp. 449-455).
- Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Alfabeta. Bandung.

- Supriyantini, E., Sedjati S., & Nurfadhli Z. 2016. Akumulasi Logam Berat Zn (seng) pada Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* di Perairan Pantai Kartini Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*. 5(1):14-20.
- Usman, A.R.A., Alkredaa, R.S. & Wabel, M.I. 2013. Heavy metal contamination in sediments and mangroves from the coast of red sea: *Avicennia* sp. Marina as a potential metal bioaccumulation. *Journal Ecotoxicol Environ Safety*. 97:263-270.
- Vigianti, Kiki A., L. Chamisijatin, Rr. E. Susetyarini. 2017. Pengaruh Umur Tanaman terhadap Penyerapan Logam Pb pada *Azolla microphylla* Dimanfaatkan sebagai Sumber Belajar Biologi. *Prosiding Seminar Nasional III*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Zamani, N.P., Prartono, T., Arman, A., Ariesta, D.S. & Wahab, I., 2018. The concentration of Heavy Metals on Roots, Stem, and Leaves of *Enhalus Acoroides*, in Tundra Island, Banten Bay. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3):769-784.