

AKUMULASI LOGAM Cu, Cd dan Pb PADA MEIOFAUNA INTERTITIAL DAN EPIFIT DI EKOSISTEM LAMUN MONOTIPIC (*Enhalus Acoroides*) TELUK LAMPUNG

Eko Efendi

Ringkasan *Enhalus acoroides* is water plant intertidal that might be interaction between ecosystem each other so it have ability to adsorb heavy metal that came from sea water and sediment that can accumulated in roots, leaf and bar ponder. Variation methods used to know distribution of meiofauna as intertidal fauna or epiphytic fauna on seagrass. The concentration of heavy metal of water, sediment and meiofana will be analyzed. The purpose of this research to determined correlation between concentration in seagrass, sediment, water and organism which associated within. The result of this research shown that concentration of heavy metal Cu, Cd and Pb have a significant correlation between water, sediment, part of seagrass and meiofauna. The value of R^2 shown that correlation between water and sediment have biggest value, otherwise the R^2 value of heavy metal shown that Pb is the biggest than Cd and Cu. Concentration heavy metal in seagrass shown that $Cu > Cd > Pb$ and the same condition is also due in meiofauna. Its mean that the heavy metal is bioavailable for accumulation by meiofauna. Meiofauna and seagrass can be a good bioindicator for environmental change especially heavy metal.

Keywords *seagrass, heavy metal, epiphyte, litterfall, meiofauna*

Received: 02 Nopember 2014

Accepted: 29 Januari 2015

PENDAHULUAN

Logam berat masuk ke perairan laut melalui limbah domestik dan limbah industri sebagai polutan. Sejumlah besar bahan polutan tersebut terakumulasi di daerah paparan benua dan atau estuari. Distribusi logam berat dalam perairan secara luas telah lama di kenali tingkah laku biogeokimia, transpor dan pengaruh biologis pada perairan alami (Ananthan et al., 2006; Karthikeyan et al., 2007). Terlebih lagi pada sedimen yang dikenal sebagai penjebak trace elemen (Eugenia et al., 2004) karena selalu menerima hampir semua logam berat yang masuk ke lingkungan perairan (Karthikeyan et al., 2007).

Kandungan logam berat pada tanaman sangat proporsional dengan ketersediaan bahan tersebut di alam atau kadang berbeda tergantung dari jenis logam beratnya, umur jaringan, musim, tingkat exposure terhadap udara, salinitas, ketersediaan nutrisi dan suhu. Faktor-faktor ini secara langsung mempengaruhi kandungan logam berat pada tanaman. berhubungan dengan polutan melalui efek sinergistik atau antagonistic. Korelasi antara kandungan logam berat pada lamun dan lingkungannya sangatlah penting untuk diketahui. Pb pada lamun menggambarkan kandungan logam

berat tersebut pada sedimen sedangkan kadar Cd mencerminkan kadar Cd di air.

Meiofauna secara umum dapat dikatakan sebagai binatang kecil dari kelompok zoobentik yang dapat melewati saringan dengan mesh size 500-1000 μ m (Fenchel, 1978; Bouwman, 1987). Meiofauna merupakan perwakilan organisme yang ada di sedimen lautan menyebar dari zona litoral sampai abissal dengan peran yang dapat digolongkan sebagai penyedia makanan untuk meiofauna yang lain, biodegradasi bahan organik, makanan untuk tropik yang lebih tinggi dan memberi respon terhadap gangguan lingkungan. Kumpulan meiofauna yang besar menentukan kelimpahan dan distribusi makrofauna. Siklus hidup meiofauna terjadi didalam substrat, yang memberi mereka peran penting dalam dekomposisi detritus dalam siklus nutrisi dan aliran energi. Oleh karena itu respon keseluruhan meiofauna sepanjang waktu dapat dipertimbangkan sebagai perangkat yang sensitif untuk menilai pola ekologi yang dibawah tekanan seperti adanya kandungan logam berat (Goodsell et al., 2009; Moreno et al., 2011).

Trace metal secara alami ada di lingkungan laut sebagai hasil dari pelapukan dan erosi batuan (Prange and Dennison, 2000), and banyak trace metals juga berfungsi sebagai mikronutrien bagi lamun seperti Fe, Cu, Ni, Zn. Pencemaran trace metal melalui limbah rumah tangga, pertambangan, industri, pertanian dan deposisi dari atmosfer ke lingkungan laut (Guzman and Garcia, 2002), telah memicu peningkatan konsentrasi logam di air dan sedimen dan didahului dengan logam berat yang merusak (Cd, Pb, Hg) kedalam lingkungan pantai (Costa et al., 2012). Pencemaran trace metal dapat membahayakan lamun karena secara negatif berakibat pada aktivitas metabolisme dan laju fotosintesis (Macfarlane and Burchett, 2001), tetapi yang lebih penting lagi adalah logam ini akan terakumulasi dalam lamun dan melalui jalur jaring makanan akan memberikan pengaruh toksisitas yang lebih tinggi pada trofik yang lebih tinggi (Prange and Dennison, 2000).

Lamun juga dikenal sebagai bioindikator yang baik (Lee et al., 2004; Orth et al., 2006)

karena sebarannya yang cukup luas dan sensitif terhadap perubahan lingkungan (Bhattacharya et al., 2003), dan dapat menyatukan kondisi ekologis dan proses-proses dalam berbagai skala waktu dari minggu hingga tahun (Madden et al., 2009). Lamun sebagai bioindikator telah digunakan di Mediterania dan Florida dengan beberapa indeks yang kompleks yang dikembangkan berdasarkan karakteristik dari tingkat individu hingga komunitas (Bennett et al., 2011).

Kandungan logam berat pada lamun sangat proporsional dengan ketersediaan bahan tersebut di alam atau kadang berbeda tergantung dari jenis logam beratnya, umur jaringan, musim, tingkat exposure terhadap udara, salinitas, ketersediaan nutrisi dan suhu. Faktor-faktor ini secara langsung mempengaruhi kandungan logam berat pada tanaman berhubungan dengan polutan melalui efek sinergistik atau antagonistik. Korelasi antara kandungan logam berat pada lamun dan lingkungannya sangatlah penting untuk diketahui. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dianalisa korelasi kandungan logam berat yang terdapat pada akar, batang dan daun lamun serta logam berat tersebut yang terdapat pada sedimen dan air tempat lamun tersebut hidup. Penelitian ini juga bertujuan mengetahui korelasi antara kandungan logam berat yang ada di sedimen dan lamun terhadap kandungan logam berat yang ada di meiofauna yang hidup dalam sedimen atau menempel pada lamun.

MATERI DAN METODE

Penelitian telah dilakukan di perairan sekitar Teluk Lampung yang terdiri dari beberapa lokasi (stasiun), Stasiun I Perairan Pantai Pasir Putih, Perairan sekitar Pelabuhan Panjang (stasiun II), Perairan Sekitar Pulau Pasaran (stasiun III), Perairan Pantai Mutun (Stasiun IV) dan Perairan Pantai Ringgung (stasiun V). Pemilihan lokasi ini berdasarkan pertimbangan bahwa perairan tersebut ditumbuhi lamun sehingga hasil penelitian ini diharapkan merupakan informasi awal mengenai kandungan

logam berat pada lamun dan kondisi perairan Teluk Lampung pada umumnya.

Sampel lamun di ambil dari lokasi pengambilan sample dengan metode kuadran transek berukuran 10 x 10 m². Sampel lamun kemudian dipisahkan menjadi bagian akar, batang dan daun. Semua epifit yang menempel dipisahkan menggunakan scalpel. Sampel yang didapat dicuci dan dibersihkan dari organisme *epiphyte*, dicuci dengan air laut dan kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60-80°C sampai berat konstan dan disimpan dalam plastik tertutup. Sampel yang telah kering kemudian dilumatkan dengan menggunakan HNO₃ (65%) dan H₂O₂ (30%) dan ditambahkan demineralized water sampai 50 ml (Smolders et al., 2006). Kemudian diukur logam beratnya dengan menggunakan AAS.

Sampel air diambil dengan menggunakan Nansen Water Sampler sedangkan untuk sample sedimen diambil dengan menggunakan Grab sampler. Karakteristik sedimen di tentukan dengan saringan basah mesh size 1 mm dan 0,063 mm. Anallisa kandungan logam berat dilakukan dengan menggunakan AAS.

Sampling meiofauna interstitial dilakukan dengan menekan pipa paralon berdiameter 8,5 cm kedalam substrat pada kedalaman 10 cm dimana lamun berada secara acak sebanyak 10 kali pengambilan sampel tiap stasiun. Sampling untuk organisme meiofauna *epiphytic* dilakukan dengan menutup daun dengan kantung plastik dan dipilih pada daun yang mempunyai panjang 40 – 50 cm. Tiap sampel meifauna dicampur dengan magnesium chloride 7.5% MgCl dalam aquades dan setelah 10 menit disaring dengan saringan berdiameter 0.5 mm untuk memisahkan dengan makrobentos dan dengan saringan 30 µm untuk menyisakan meiofauna. Proses ini dilakukan tiga kali untuk tiap sampel dan kemudian diawetkan dengan etanol 70% dan diwarnai dengan Rose Bengal. Sebelum dianalisa kandungan logam beratnya sampel meiofauna diidentifikasi berdasarkan tingkat taksonomi tinggi (filum, kelas atau ordo). Sampel meiofauna dari masing-masing habitat didetruksi dengan H₂SO₄ dan HNO₃ pekat, ha-

sil pelarutan dipekatkan dengan Ammonium Pirolidin Dithio Carbonat, diekstraksi dengan Metil Isobutil Keton dan kandungan logam berat ditentukan dengan AAS.

Untuk mengetahui korelasi antara logam berat pada kolom air dengan sedimen, akar, batang dan daun; korelasi antara konsentrasi logam berat di sedimen dengan konsentrasi logam berat di akar, batang dan daun; serta korelasi konsentrasi logam berat pada sedimen dengan konsentrasi logam berat pada meiofauna sedimen; serta korelasi konsentrasi logam berat pada daun dengan konsentrasi logam berat pada organisme meiofauna epifit analisis data dilakukan menggunakan analisis regresi korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

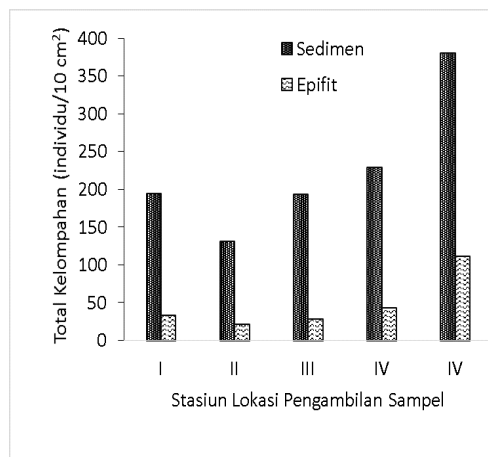
Sedimen pada lokasi sampling didominasi oleh partikel pasir yang berasal dari sisa-sisa organisme yang hidup disekitar lokasi (Tabel 1). Ukuran partikel ditentukan dari topografi, arus, gelombang dan asal partikel. Komposisi sedimen sangat dipengaruhi oleh arus turbulensi. Komposisi sedimen didominasi oleh partikel berukuran 63 - 1000µm yang lebih disukai oleh organisme mesopsamik. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan sedimen yang tertutup tegakan seagrass banyak mendapat material tanaman mati dalam jumlah besar yang kemudian akan didekomposisi menjadi material organik. Reaksi penguraian yang membutuhkan oksigen akan memacu timbulnya hidrogen sulfida. Komposisi sedimen dan kandungan H₂S merupakan faktor pembatas kemampuan meiofauna untuk melakukan penetrasi kedalam sedimen. Hasil komposisi kelimpahan meiofauna menunjukkan bahwa pada sedimen memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelimpahan pada daun (Gambar 1). Hal tersebut dikarenakan luas permukaan pada daun lamun sangat terbatas, disamping pengaruh faktor oseanografi seperti arus, gelombang dan pasang surut yang memungkinkan pada kondisi surut sebagian besar dari lamun akan terpapar udara.

Tabel 1 Komposisi sedimen ditiap lokasi sampling

Lokasi	Komposisi (%)		
	Garvel (> 1,00 mm)	Sand (0.063 – 1,00mm)	Mud (< 0,063 mm)
Stasiun I	26.72	30.81	42.47
Stasiun II	26.51	32.26	41.23
Stasiun III	20.76	35.45	43.79
Stasiun IV	2.59	43.87	53.54
Stasiun V	20.9	36.12	42.98

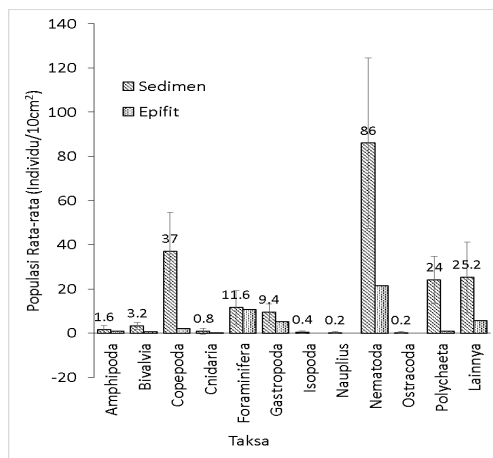
Kelimpahan terbesar berturut turut adalah stasiun 5, stasiun 4, stasiun 1, stasiun 3 dan stasiun 2, baik pada sedimen maupun pada epifit. Kondisi ini terjadi karena pada stasiun 5 cenderung belum banyak mengalami gangguan atau kondisi lingkungan relatif lebih bersih dan belum terjadi pencemaran, sehingga diperoleh kelimpahan yang paling besar. Sementara, pada stasiun 2 diperoleh kelimpahan terendah karena lokasi tersebut disekitarnya merupakan daerah industri dan pemukiman, sehingga diduga berpengaruh terhadap organisme yang mampu beradaptasi pada kondisi tercemar. Pada stasiun tiga merupakan daerah pemukiman dan terdapat muara sungai, sehingga berpengaruh terhadap daya adaptasi organisme terhadap perubahan salinitas dan pengaruh pencemaran limbah rumah tangga. Lebih lanjut (Heip et al., 1985) menyatakan bahwa salinitas akan mempengaruhi toleransi nematoda sehingga akan menjadi organisme yang dominan, dan tekanan salinitas akan menyebabkan kelimpahan spesies eurihalin yang dominan akan memanfaatkan sumber makanan dari jalur mikrobial daripada dari sumber deposit sedimen (Fisher and Sheaves, 2003).

Dari jenis meiofauna yang berhasil diidentifikasi kelimpahan terbesar diperoleh pada taksa Nematoda baik disedimen maupun sebagai organisme epifit (Gambar 2.) Nematoda merupakan taksa yang paling dominan ditemukan hampir di setiap kedalaman lapisan sedimen hal ini dimungkinkan karena kemampuan tingkat respirasi yang lebih rendah (Fonseca et al., 2011; Liao et al., 2015). Studi yang lain menunjukkan bahwa nematoda mampu beradaptasi pada kondisi oksigen yang rendah (Willem et al., 1984; Giere, 2009). Selain Nematoda,

**Gambar 1** Kelimpahan organisme meiofauna interstitial (sedimen) dan meiofauna epifit (daun)

Copepoda merupakan taksa yang memiliki tingkat kelimpahan yang cukup besar yang terdapat di sedimen. Hal tersebut diduga karena prevalensi nematoda terhadap substrat yang lebih kasar atau berpasir. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Coull (1985), sementara Leduc and Probert (2011) menyatakan bahwa kelimpahan Copepoda sangat dipengaruhi oleh adanya penutupan oleh lamun. Analisis meiofauna interstitial ditujukan untuk mengetahui migrasi aktif meiofauna meninggalkan sedimen ke kolom air, karena proses dispersal meiofauna ke kolom air sangat dipengaruhi oleh faktor fisika dan biologis.

Logam berat yang dianalisa pada lamun, air dan sedimen adalah Cu, Cd dan Pb (Gambar 3 dan Gambar 4). Secara umum kandungan logam berat pada air menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kandungan logam berat pada sedimen maupun pada lamun. Diantara ketiga jenis logam berat tersebut Cu mempunyai kandungan lebih tinggi dari kedua jenis logam



Gambar 2 Kelimpahan organisme meiofauna interstitial (sedimen) dan meiofauna epifit (daun) berdasarkan taksa tertinggi

lainnya baik pada lamun, air maupun sedimen. Sedangkan berdasarkan bagian dari lamun kandungan logam berat tertinggi terdapat pada bagian daun dibandingkan pada batang dan akar.

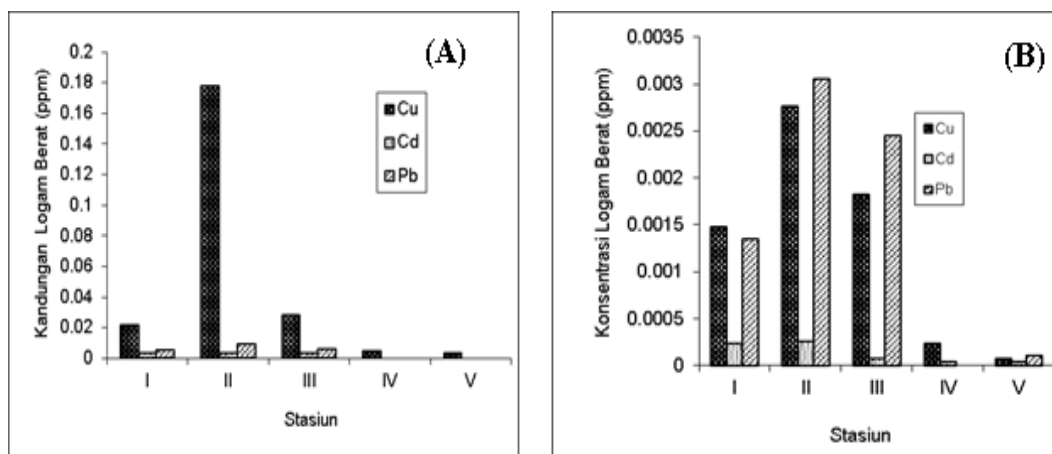
Secara umum kandungan logam berat pada lamun sangatlah bervariasi, oleh karena penggunaan makro algae sebagai indikator polusi masih dipertanyakan karena berbagai macam faktor selain kadar ketersediaan logam berat pada air mempengaruhi kadar logam berat pada lamun. Faktor ini dapat secara langsung berhubungan dengan polutan itu sendiri melalui pengaruh sinergistik atau antagonistik (Bryan et al., 1985) atau mungkin secara tidak langsung berpengaruh terhadap aktivitas metabolik atau komposisi kimia dari makro algae tersebut.

Faktor-faktor tersebut antara lain umur jaringan, musim, tingkat exposure dengan udara, salinitas, ketersediaan nutrisi dan suhu. Bila dibandingkan dengan kadar logam berat yang sama pada lamun dari perairan lain, baik dari daerah temperate, subtropik maupun tropik, tampak bahwa kandungan logam berat pada lamun di Perairan Teluk Lampung masih sangat rendah, hal ini menunjukkan bahwa perairan Teluk Lampung masih belum mendapatkan beban polusi yang cukup berat. Tidak semua jenis lamun mengikat logam berat dengan logam yang sama pada habitat yang belum terpolusi secara umum dapatlah dikatakan

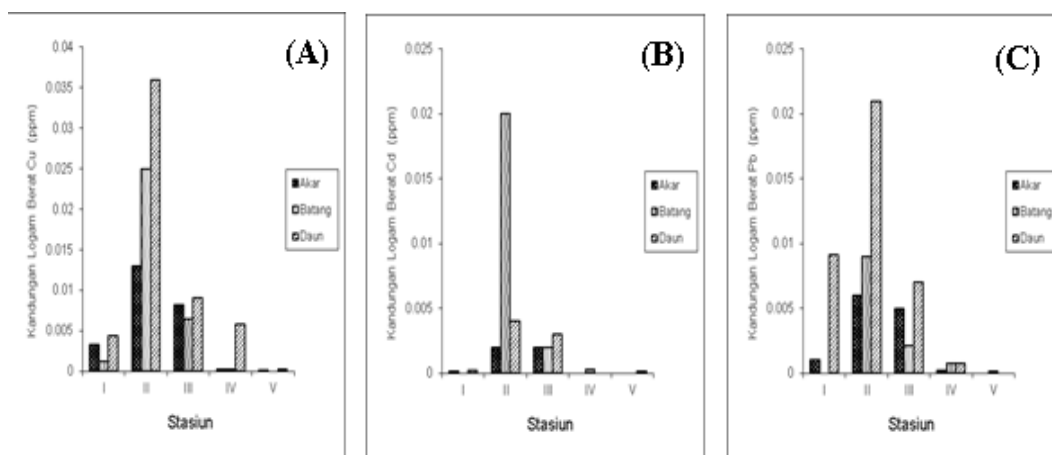
bahwa kandungan logam berat pada suatu organisme tidak harus dipertimbangkan sebagai nilai konstan tetapi sebagai faktor yang dipengaruhi oleh variasi kondisi lingkungan biotik dan abiotik (Drifmeyer et al., 1980).

Nilai R^2 (Gambar 5) korelasi logam berat antara konsentrasi di kolom air, sedimen dan bagian lamun secara umum diperoleh nilai terbesar dari logam $Pb > Cd > Cu$. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan lamun mengakumulasi logam $Pb > Cd > Cu$. Nilai korelasi Cu yang paling kecil diduga logam Cu sebagai elemen esensial digunakan oleh lamun dalam proses metabolismenya, sehingga konsentrasinya pada lamun menjadi lebih sedikit dibandingkan logam lainnya.

Untuk mengetahui alokasi internal dari logam pada bagian tanaman, maka diukur konsentrasi logam pada bagian yang berbeda yaitu akar, batang dan daun. Korelasi kandungan logam berat Cu di perairan dengan konsentrasi di sedimen maupun tanaman menunjukkan bahwa korelasi terbesar di peroleh dari hubungan konsentrasi logam berat di air dan akar. Korelasi logam Cu di sedimen dengan di tanaman menunjukkan bahwa nilai R^2 terbesar diperoleh dari hubungan dengan bagian batang tanaman. Korelasi konsentrasi Cu di akar dengan batang dan korelasi Cu pada bagian batang dengan daun menunjukkan nilai yang kuat. Jika dibandingkan konsentrasi logam pada bagian tanaman yang berbeda ditemukan korelasi yang signifikan antara akar dan daun. Logam Cu bersama logam lain seperti Fe, Ni, dan Zn diperlukan oleh lamun secara langsung sebagai mikronutrien, sedangkan Co dibutuhkan sebagai elemen esensial untuk bahan bakar pada proses fiksasi N oleh mikroorganisme (Welsh, 2000). Konsentrasi pada masing-masing bagian tanaman mewakili redistribusi uptake oleh tanaman, tetapi tidak bisa kami gambarkan kesimpulan spesifik uptake untuk daun, batang atau akar. Selanjutnya semua logam termasuk elemen esensial menunjukkan kecenderungan kesamaan konsentrasi pada bagian batang dan daun.



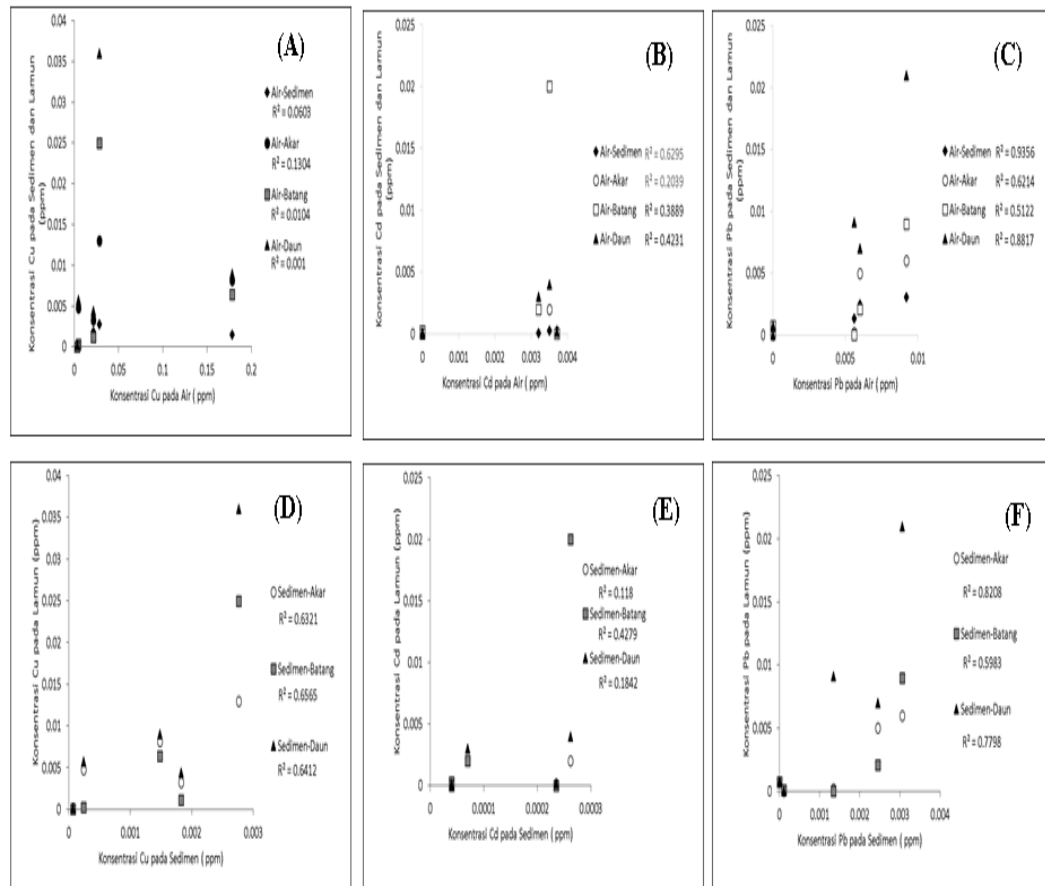
Gambar 3 Konsentrasi logam berat Cu, Cd dan Pb pada kolom air (A) dan sedimen (B) di masing-masing stasiun



Gambar 4 Konsentrasi logam berat Cu (A), Cd (B) dan Pb (C) pada akar, batang dan daun lamun *E. acoroides* di masing-masing stasiun

Kandungan Cu menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu kandungan yang terdapat pada daun lebih besar dari pada kandungan yang terdapat pada batang dan akar. Pengikatan Cu oleh tanaman melalui proses fitokimia akan lebih cepat mengalami keseimbangan dibandingkan dengan kadar di alam. Remobilisasi Cu lebih cepat terjadi setelah turunnya kadar zat yang sama di lingkungannya. Keberadaan Cu di perairan sebagai sumber pada tanaman maupun hewan sangat dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik di perairan, bahan organik berperan dalam mengakumulasi logam dari perairan ke sedimen (Velsamy et al., 2013), hal inilah yang kemungkinan menyebabkan kandungan Cu di sedimen lebih rendah dari konsentrasi di kolom air.

Korelasi konsentrasi logam Cd terkuat diperoleh dari hubungan konsentrasi Cd di air dan sedimen, sedangkan nilai korelasi terbesar konsentrasi Cd di sedimen dan bagian tanaman diperoleh dari hubungan dengan bagian batang. Sementara itu korelasi antar bagian tanaman cenderung menunjukkan korelasi yang lebih lemah. Logam berat Cd adalah logam yang paling rendah konsentrasinya yang ditemukan di lokasi penelitian baik yang terkandung dalam lamun atau yang terdapat pada air dan sedimen, bahkan pada stasiun IV dan V kandungannya pada air laut tidak terdeteksi. Secara rata-rata kandungan logam Cd paling tinggi terdapat pada batang dibandingkan dengan bagian daun dan akar. Hal ini berbeda dengan pendapat (Brinx et al.,



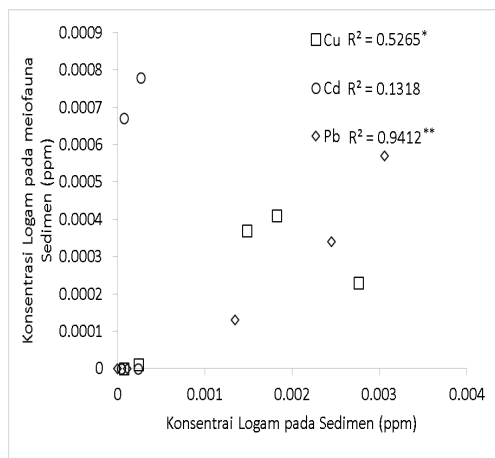
Gambar 5 Korelasi Kandungan Logam di kolom air dengan sedimen dan bagian lamun (atas) Logam Cu (A), Cd (B) dan Pb(C), korelasi logam di sedimen dan bagian lamun (bawah) Logam Cu (D), Cd (E) dan Pb (F).

1983) yang menyatakan bahwa kandungan Cd pada bagian-bagian lamun menunjukkan kecenderungan yang sama dengan Cu, yaitu bagian daun mengandung Cd lebih banyak dari bagian lainnya.

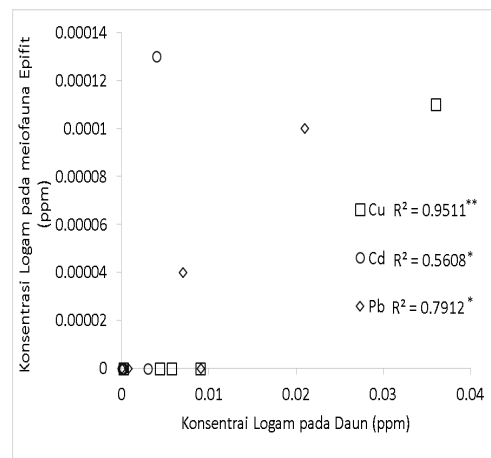
Korelasi kandungan Pb di air dan bagian tanaman menunjukkan adanya hubungan yang kuat, demikian juga korelasi antara konsentrasi Pb di sedimen dan pada bagian tanaman. Sebaliknya korelasi kandungan Pb di akar dan batang menunjukkan hubungan yang sangat lemah, sedangkan bagian batang dan daun menunjukkan korelasi yang kuat. Korelasi terkuat diperoleh dari hubungan antara konsentrasi di kolom air dan sedimen, yang berarti bahwa logam Pb di sedimen merupakan hasil dekomposisi dari kolom air. Korelasi yang tinggi juga diperoleh dari hubungan antara konsen-

trasi di kolom air dan konsentrasi di daun serta hubungan antara konsentrasi di sedimen dan di daun. Hal tersebut diduga bahwa logam Pb yang ada di air, terdeposisi ke sedimen selanjutnya di akumulasi oleh lamun melalui jaringan akar, dibawa ke batang dan di simpan di daun

Hasil yang diperoleh ini mengindikasikan bahwa perbedaan konsentrasi antara logam di air, sedimen dan bagian lamun (Gambar 6) menunjukkan adanya hubungan interspesifik bahwa lamun mengakumulasi logam yang berasal dari air dan sedimen. Thangaradjou et al. (2010) menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi logam dengan konsentrasi pada jenis lamun yang berbeda. Kemampuan lamun dalam mengakumulasi logam yang berasal dari lingkungan membu-



Gambar 6 Korelasi antara konsentrasi logam berat di sedimen dan konsentrasi logam berat pada organisme meiofauna



Gambar 7 Korelasi antara konsentrasi logam berat di daun dan konsentrasi logam berat pada organisme meiofauna

at lamun bisa dijadikan sebagai bioindikator perubahan lingkungan, khususnya logam berat.

Korelasi antara konsentrasi logam berat di sedimen dan konsentrasi logam berat pada organisme meiofauna yang hidup di sedimen menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb memberikan nilai R^2 terbesar dengan korelasi sangat nyata, yang berarti bahwa bahwa konsentrasi logam berat yang ada di dalam tubuh organisme meiofauna 94% berasal dari konsentrasi logam yang berada di sedimen. Hubungan antara konsentrasi logam Cu, Cd dan Pb dalam sedimen dan Meiofauna intertidal mengindikasikan adanya hubungan antara jumlah pemamparan logam terhadap konsentrasi dalam tubuh. Hal ini sesuai dengan pendapat Bach et al. (2014) yang melakukan penelitian pada Amphipoda.

Konsentrasi Logam yang terdapat di daun menunjukkan bahwa konsentrasi $Cu > Pb > Cd$, sedangkan konsentrasi logam pada meiofauna epifit juga menunjukkan hal yang sama (Gambar 7). Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh (Joksimovic et al., 2011). Korelasi antara logam berat yang ada di daun lamun dengan konsentrasi logam berat pada organisme meiofauna epifit menunjukkan bahwa logam Cu memiliki nilai R^2 terbesar dengan korelasi yang sangat nyata, sedangkan korelasi yang nyata terjadi pada logam Pb dan Cd. Hal tersebut meng-

indikasikan logam Cu, Cd dan Pb bersifat bioavailable terhadap meiofauna. Kondisi yang sama juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Malltezi et al. (2012) yang menyatakan bahwa konsentrasi logam di sedimen serupa dengan konsentrasi pada jaringan lamun dan kerang. Konsentrasi logam pada meiofauna cenderung lebih rendah dari konsentrasi pada daun lamun proses ini hanya terjadi melalui jalur rantai makanan ketika meiofauna memanfaatkan daun lamun sebagai sumber makanannya.

SIMPULAN

Hasil pengukuran Cu di beberapa stasiun lebih bervariasi, akan tetapi secara umum kandungan Cu merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan yang lain, hal ini berarti bahwa kemampuan lamun mengikat Cu lebih baik daripada Cd dan Pb. Logam berat Cd adalah logam yang paling rendah konsentrasinya yang ditemukan di lokasi penelitian baik yang terkandung dalam lamun atau yang terdapat pada air dan sedimen, kandungan logam Pb tertinggi terdapat pada bagian daun lamun dibandingkan bagian lainnya termasuk pada air dan sedimen. Konsentrasi logam berat pada meiofauna menunjukkan tingkat yang masih sangat rendah, hal ini disebabkan faktor konsentrasi logam berat pada meiofauna lebih disebabkan karena faktor bioakumulasi.

Pustaka

- Ananthan, G., Sampathkumar, P., Palpan-di, C., and Kannan, L. (2006). Distribution of heavy metals in vellar estuary, southeast coast of india. *Journa Ecotoxology Environment Monitoring*, 16:185–191.
- Bach, L., Ferguson, L., Feltelius, V., and Sondergaard, J. (2014). Orchomenella pinguins (amphipoda): a possible species for heavy metal biomonitoring of marine sediment. *Journal of Coastal Life Medicine*, 2(2):116–123.
- Bennett, S., Roca, G., Romero, J., and Alcoverro, T. (2011). Ecological status of seagrass ecosystems: An uncertainty analysis of the meadow classification based on the posidonia oceanica multivariate index (pomi). *Marine Pollution Bulletin*, 62:1616–1621.
- Bhattacharya, B., Sarkar, S. K., and Das, R. (2003). Seasonal variations and inherent variability of selenium in marine biota of a tropical wetland ecosystem: implications for bioindicator species. *Ecological Indicators*, 2:367–375.
- Bouwman, L. A. (1987). *Meiofauna In : Biological Survey On Estuarine And Cost*. Cambridge University Press.
- Brinx, H., Lyngby, J. E., and Schierup, H. H. (1983). Eelgrass (zostera marina l) as an indicator organisms of trace metal in the limfjord denmark. *Marine Environmental Research*, 8:165–181.
- Bryan, G. W., Hummerstone, W. J. L. L. G., and Burt, G. L. (1985). A guide to assesment of heavy metal contamination in estuary using biological indicators. *Marine Biological Assesment*, (4).
- Costa, M. F., Landing, W. M., Kehrig, H. A., Barletta, M., Holmes, C. D., Barrocas, P. R. G., Evers, D. C., Buck, D. G., Vasconcellos, A. C., Hacon, S. S., Moreira, J. C., and Malm, O. (2012). Mercury in tropical and subtropical coastal environments. *Environmental Research*, 119:88–100.
- Coull, B. C. (1985). Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 year study. *Marine Ecological Progress Series*, 24:205–218.
- Drifmeyer, J. E., Thayer, G. W., Cross, F. A., and Zieman, J. C. (1980). Cycling of manganese, iron, copper and zinc by eelgrass zostera marina. *American Journal of Botany*, 67:1089–1096.
- Eugenia, J. O., Sanchez, G., and Marcado, G. (2004). Cleaner production and environmental sound biotechnology for the prevention of upstream nutrient pollution in the mexican coast of the gulf of mexico. *Ocean Coastal Management*, 47:641–670.
- Fenchel, T. M. (1978). The ecology of micro-and meiobenthos. *Annual Review Ecological System*, 9:99–121.
- Fisher, R. and Sheaves, M. J. (2003). Community structure and spatial variability of marine nematodes in tropical australian pioneer seagrass meadows. *Hydrobiologia*, 495:143–158.
- Fonseca, G., Hutchings, P., and FGallucci (2011). Meiobenthic communities of seagrass beds (zostera capricorni) and unvegetated sediments along the coast of new south wales, australia. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 91:69–77.
- Giere, O. (2009). *Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments*. Springer-Verlag, Berlin, 2 edition.
- Goodsell, P. J., Underwood, A. J., and Chapman, M. G. (2009). Evidence necessary for taxa to be reliable indicators for environmental conditions or impacts. *Marine Pollution Bulletin*, 58:323–331.
- Guzman, H. M. and Garcia, E. M. (2002). Mercury levels in coral reefs along the caribbean coast of central america. *Marine Pollution Bulletin*, 44:1451–1420.
- Heip, C., Vincx, M., and Vranken, G. (1985). The ecology of marine nematodes. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, 23:399–489.
- Joksimovic, D., Stankovic, A. R., and Stankovic, S. (2011). Metal accumulation in the biological indicator (posidonia oceanica) from the montenegrin coast. *Study Marine*, 25(1):37–58.

- Karthikeyan, R., Vijayalakshmi, S., and Balasubramanian, T. (2007). Monthly variations of heavy metals and metal resistant bacteria from the uppanar estuary (southeast coast of india). *Resources Journal Microbiology*, pages 50–57.
- Leduc, D. and Probert, P. K. (2011). Small-scale effect of intertidal seagrass (*zostera muelleri*) on meiofaunal abundance, biomass, and nematode community structure. *Marine Biology Assessment*, 91:579–591.
- Lee, K. S., Short, F. T., and Burdick, D. M. (2004). Development of a nutrient pollution indicator using the seagrass, *zostera marina*, along nutrient gradients in three new england estuaries. *Aquatic Botany*, 78:197–216.
- Liao, J. X., Yeh, H. S., and Mok, H. K. (2015). Meiofaunal communities in a tropical seagrass bed and adjacent unvegetated sediment with note on sufficient sample size for determining local diersity indices. *Zoological Studies*, 54:14.
- Macfarlane, G. R. and Burchett, M. D. (2001). Photosynthetic pigments and peroxidase activity as indicators of heavy metal stress in the grey mangrove, *avicennia marina* (forsk.) vierh. *Marine Pollution Bulletin*, 42:233–240.
- Madden, C. J., Rudnick, D. T., McDonald, A. A., Cuniff, K. M., and Fourqurean, J. W. (2009). Ecological indicators for assessing and communicating seagrass status and trends in florida bay. *Ecological Indicators*, 9:568–582.
- Maltezi, J., Dini, V., Bani, A., and Sulce, S. (2012). Heavy metal in sedimen. mussel, seagrass and marine water of saranda bay, albania. *Fresenius Environmental Buletin*, 21(11):3249–3258.
- Moreno, M., Semprucci, F., Pezzulli, L., Balsamo, M., Fabiano, M., and Albertelli, G. (2011). The use of nematodes in assessing ecological quality status in the mediterranean coastal ecosystems. *Ecological Indicators*, 11:328–336.
- Orth, R. J., Carruthers, T. J. B., Dennison, W. C., Duarte, C. M., Fourqurean, J. W., Heck, K. L. J., Hughes, A. R., Kendrick, G. A., Kenworthy, W. J., Olyarnik, S., Short, F. T., Waycott, M., and Williams, S. L. (2006). A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience*, 56:987–996.
- Prange, J. A. and Dennison, W. C. (2000). Physiological responses of five seagrass species to trace metals. *Marine Pollution Bulletin*, 41:327–336.
- Smolders, A. J. P., Moonen, M., Zwaga, K., Lucassen, E., Lamers, L. P. M., and Roelofs, J. G. M. (2006). Changes in pore water chemistry of desiccating freshwater sediments with different sulphur contents. *Geoderma*, 132:372–383.
- Thangaradjou, T., Nobi, E., Dilipan, E., Sivakumar, K., and Susila, S. (2010). Heavy metal enrichment in seagrass of andaman island and its implication to health of coastal ecosystem. *Indian Journal of Marine Science*, 39(1):85–91.
- Velsamy, G., Manoharan, N., and Ganesan, S. (2013). Assessment of heavy metal concentration in sediments from uppanar estuary (sipcot), cuddalore coast, bay of bengal, india. *International Journal of Current Research*, 5(4):876–878.
- Welsh, D. T. (2000). Nitrogen fixation in seagrass meadows: Regulation, plant-bacteria interactions and significance to primary productivity. *Ecology Letters*, 3:58–72.
- Willem, K. A., Sharma, Y., and Heip, C. (1984). Long term evolution of the meiofauna at a studi station on lake grevelign, the netherland. *Netherlands Journal of Sea Research*.