

**PENGARUH SPESIFIK KELIMPAHAN *Avicennia marina* TERHADAP  
KONSENTRASI KADMIUM (Cd) DALAM SEDIMEN DI WILAYAH PESISIR  
DEMAK**

**\*Endah Dwi Hastuti**

\*Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro Semarang

**ABSTRACT**

The increasing stresses on mangrove ecosystem in Demak Municipal coastal area was caused by the high input of pollutant to the related ecosystem, including heavy metal as cadmium (Cd). In the other side, mangrove ecosystem also has the capacity in accumulating heavy metal so it doesn't enter the marine waters. This research aimed to study the specific effect of *Avicennia marina* abundance on the accumulation of cadmium (Cd) concentration in mangrove sediment at Demak Municipal coastal area. This research was conducted through field observation by monitoring the abundance of *Avicennia marina* stands and accumulation of cadmium (Cd) concentration in Demak Municipal coastal area. The abundance of mangrove was specified on *Avicennia marina* tree stands, while concentration of cadmium (Cd) in sediment was achieved from field sampling. Data analysis was conducted through regression. The result showed the abundance of *Avicennia marina* stands was ranged from 2.200 – 6.200 stands/ha with average abundance of  $4.028 \pm 1.087$  stands/ha, while concentration of cadmium (Cd) in mangrove ecosystem was ranged from 0,251 – 6,467 mg/kg with average of  $2,828 \pm 2,119$  mg/kg. Analysis of regression showed there were significant effects of the *Avicennia marina* stands on the concentration of cadmium (Cd) in the mangrove sediments with the regression formula of  $Y = 7,294424 - 0,110888 X$  by probability level of 0,0138 ( $p < 0,05$ ) and  $R^2 = 0,3234$ . The abundance of *Avicennia marina* stands had negative effect on cadmium (Cd) concentration in mangrove sediments, since its capacity in absorbing and accumulation cadmium (Cd) in its organs.

*Keywords: Avicennia marina, cadmium, sediment, Demak*

**ABSTRAK**

Meningkatnya tekanan terhadap ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Demak salah satunya disebabkan oleh tingginya input bahan pencemar ke dalam ekosistem tersebut, salah satunya yaitu logam berat kadmium (Cd). Disisi lain, ekosistem mangrove juga memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat agar tidak masuk ke perairan laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh spesifik kelimpahan mangrove *Avicennia marina* terhadap akumulasi konsentrasi kadmium (Cd) dalam sedimen mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Demak. Penelitian dilakukan melalui observasi lapangan dengan mengamati kelimpahan jenis *Avicennia marina* dan akumulasi konsentrasi kadmium (Cd) di wilayah pesisir Kabupaten Demak. Kelimpahan jenis mangrove hanya dilakukan terhadap pohon *Avicennia marina*, sedangkan data konsentrasi kadmium (Cd) diamati melalui pengambilan sampel di lapangan. Analisis data dilakukan dengan analisis regresi. Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa kelimpahan pohon *Avicennia marina* di wilayah pesisir Kabupaten Demak berkisar antara 2.200 – 6.200 tegakan/ha dengan kelimpahan rata-rata sebesar  $4.028 \pm 1.087$  tegakan/ha, sedangkan konsentrasi kadmium (Cd) dalam ekosistem mangrove berkisar antara 0,251 – 6,467 mg/kg dengan rerata  $2,828 \pm 2,119$  mg/kg. Analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan kelimpahan tegakan *Avicennia marina* terhadap konsentrasi kadmium (Cd) dalam sedimen mangrove dengan persamaan  $Y = 7,294424 - 0,110888 X$  dengan probabilitas 0,0138 ( $p < 0,05$ ) dan  $R^2 = 0,3234$ . Jumlah tegakan *Avicennia marina* memberikan pengaruh negatif terhadap konsentrasi kadmium (Cd) dalam sedimen mangrove karena kemampuan *Avicennia marina* dalam menyerap dan mengakumulasi kadmium (Cd) dalam organi tubuhnya.

*Kata-kata Kunci: Avicennia marina, kadmium, sedimen, Demak*

## **PENDAHULUAN**

Ekosistem mangrove telah lama diketahui memiliki peranan penting bagi wilayah pesisir. Mangrove memiliki fungsi dalam menjaga kestabilan lingkungan di wilayah pesisir (Uddin dan Hossain, 2013). Diantara fungsi-fungsi vital mangrove tersebut adalah mengendalikan keseimbangan transport sedimen, mengakumulasi logam berat, mensuplai nutrien ke ekosistem laut, serta menyediakan perlindungan bagi berbagai jenis biota (Ikeda *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2005; Keshavarz *et al.*, 2012; Nagelkerken *et al.*, 2008).

Meningkatnya aktivitas manusia di wilayah hulu memicu terjadinya pencemaran di wilayah hilir (Nergis *et al.*, 2012). Aktivitas manusia di wilayah hulu seperti perkembangan pemukiman, pertanian dan industri menyebabkan berkurangnya tutupan kawasan hijau daratan (Rahman *et al.*, 2011). Dampak dari menyempitnya tutupan vegetasi di wilayah daratan tersebut adalah berkurangnya kemampuan biofiltrasi ekosistem daratan terhadap bahan pencemar yang masuk ke perairan (Benavides dan Veenstra, 2005). Hal ini mengakibatkan terjadinya akumulasi kandungan bahan pencemar dari kawasan hulu menuju kawasan hilir.

Semakin tingginya tekanan ekologis di wilayah daratan memberikan

dampak yang signifikan terhadap ekosistem pesisir. Peningkatan jumlah bahan pencemar yang masuk ke ekosistem mangrove merupakan salah satu tekanan ekologis yang dialami oleh ekosistem mangrove (Shanmugam *et al.*, 2006). Sementara disisi lain, ekosistem mangrove sendiri mengalami tekanan akibat tingginya tingkat eksploitasi di wilayah pesisir seperti pembangunan kawasan dan konversi lahan untuk kebutuhan komersial yang lain (Ellison dan Farnsworth, 1996).

Logam berat merupakan jenis bahan pencemar berbahaya yang banyak dihasilkan dari aktivitas rumah tangga maupun industri (Praveena *et al.*, 2010). Salah satu jenis logam berat yang banyak dihasilkan dari aktivitas tersebut adalah kadmium (Cd) (Goutam dan Ramanathan, 2013). Kadmium merupakan logam berat yang banyak dihasilkan dari limbah rumah tangga dan industri seperti pertambangan dan cat serta pertanian (pestisida). Kadmium merupakan logam berat yang berbahaya bagi lingkungan. Akumulasi kadmium dalam organisme dapat mengakibatkan dampak toksisitas (Tran dan Popova, 2013). Resiko toksisitas kadmium tersebut semakin tinggi seiring dengan meningkatnya level trofik organisme dalam rantai makanan karena sifatnya yang dapat mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi (David *et al.*, 2012).

Kabupaten Demak memiliki wilayah pesisir yang telah mengalami degradasi lingkungan pantai yang parah akibat abrasi. Upaya untuk mengembalikan kondisi lingkungan pantai sekaligus melindungi ekosistem pantai salah satunya dilakukan dengan penanaman vegetasi mangrove. Sebagai suatu ekosistem yang telah mengalami kerusakan, jenis mangrove yang dapat ditanam masih sangat terbatas. *Avicennia marina* merupakan vegetasi yang toleran terhadap kondisi yang ada. Namun, tingginya aktivitas manusia di daratan juga mengancam keberlangsungan ekosistem tersebut, khususnya terkait dengan pencemaran lingkungannya yang semakin meningkat.

Sebagai spesies mangrove perintis yang ditanam untuk melindungi ekosistem pantai di wilayah pesisir Kabupaten Demak, *Avicennia marina* memiliki peranan penting dalam mencegah terjadinya kerusakan ekosistem, salah satunya dari pencemaran. Terkait dengan terjadinya pencemaran logam berat yang semakin meningkat, ekosistem memiliki peranan penting dalam mengikat logam berat agar tidak memasuki perairan laut dan mengakibatkan pencemaran, bioakumulasi dan biomagnifikasi logam berat dalam tubuh organisme air. Oleh karena itu, kerapatan vegetasi mangrove di wilayah pesisir

Kabupaten Demak, khususnya *Avicennia marina* memiliki peranan penting dalam menentukan kemampuan ekosistem dalam mengikat logam berat yang masuk.

Informasi mengenai peran dan kemampuan vegetasi mangrove dalam mengikat logam berat dalam suatu ekosistem merupakan salah satu kunci penting dalam pengelolaan wilayah pesisir dan organisme laut agar terhindar dari pencemaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh spesifik kelimpahan mangrove *Avicennia marina* terhadap akumulasi konsentrasi kadmium (Cd) dalam sedimen di wilayah pesisir Kabupaten Demak.

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di wilayah pesisir Kabupaten Demak. Penelitian dilakukan melalui observasi lapangan dengan pengamatan langsung terhadap kelimpahan mangrove dan pengambilan sampel sedimen. Pengamatan kelimpahan mangrove dilakukan dengan transek berukuran 10 x 10 m<sup>2</sup>. Jenis mangrove yang diamati yaitu *Avicennia marina*. Dalam pengamatan yang dilakukan, pengumpulan data hanya dilakukan pada lokasi yang hanya ditumbuhi oleh mangrove *Avicennia marina* saja, sehingga tidak terdapat pembiasan data oleh jenis

vegetasi mangrove yang lain. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada masing-masing lokasi pengamatan kelimpahan mangrove. Pengambilan sampel sedimen dilakukan untuk mengetahui kandungan kadmium dalam sedimen. Jumlah titik pengamatan dari penelitian ini yaitu 18 titik.

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh kerapatan mangrove jenis *Avicennia marina* terhadap akumulasi konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dalam sedimen. Analisis data dilakukan dengan analisis regresi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan mangrove jenis *Avicennia marina* di wilayah pesisir Kabupaten Demak berkisar antara 2.200 – 6.200 tegakan/ha dengan kelimpahan rata-rata sebesar  $4.028 \pm 1.087$  tegakan/ha. Sementara kandungan kadmium (Cd) dalam sedimen pada lokasi tersebut berkisar antara 0,251 – 6,467 mg/kg dengan rerata  $2,828 \pm 2,119$  mg/kg. Rincian hasil pengumpulan data kelimpahan *Avicennia marina* dan konsentrasi kadmium (Cd) dalam sedimen di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelimpahan jenis mangrove *Avicennia marina* dan konsentrasi kadmium (Cd) dalam sedimen di wilayah pesisir Kabupaten Demak

Stasiun	Kelimpahan <i>Avicennia marina</i> (tegakan/ha)	Konsentrasi Cd dalam Sedimen (mg/kg)
1	3.600	2,699
2	5.000	1,869
3	3.600	1,240
4	5.400	0,698
5	4.500	0,446
6	3.400	0,503
7	5.200	0,251
8	6.200	1,050
9	5.400	1,014
10	3.500	2,076
11	3.200	3,638
12	2.400	5,740
13	3.200	3,638
14	4.200	5,740
15	4.300	6,467
16	2.200	5,686
17	3.900	4,706
18	3.300	3,445

Analisis data dengan regresi menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari jumlah tegakan mangrove terhadap akumulasi kandungan kadmium (Cd) dalam ekosistem mangrove. Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, diperoleh persamaan hubungan  $Y = 7,294424 - 0,110888 X$  dengan probabilitas  $0,0138$  ( $p < 0,05$ ) dan  $R^2 = 0,3234$ . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari kelimpahan *Avicennia marina* terhadap akumulasi kadmium (Cd) dalam sedimen di wilayah pesisir Kabupaten Demak. Meskipun terdapat pengaruh yang signifikan, pengaruh kelimpahan *Avicennia* terhadap akumulasi kadmium (Cd) hanya sebesar 32,34%. Hal ini berarti akumulasi kadmium (Cd) dalam sedimen juga dipengaruhi oleh faktor lain.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kandungan kadmium (Cd) dalam sedimen mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Demak tergolong tinggi. Bahkan pada beberapa titik berada dalam konsentrasi kritis. Kumar *et al.* (2010) menyebutkan bahwa hasil pengamatan kandungan kadmium (Cd) di beberapa negara menunjukkan kisaran 0,73 mg/kg, sedangkan konsentrasi kritis kadmium (Cd)

dalam sedimen berkisar antara 3 – 8 mg/kg (Alloway, 1990). Sementara kandungan kadmium (Cd) di wilayah pesisir Kabupaten Demak berkisar antara 0,251 – 6,467 mg/kg.

Tingginya kandungan kadmium (Cd) dalam ekosistem mangrove tersebut mengindikasikan bahwa dampak-dampak aktivitas manusia di daratan semakin mendekati wilayah pesisir. Menurut Schaffelke *et al.* (2005), sumber utama kadmium (Cd) adalah dari kegiatan pertanian. Penggunaan pupuk dan pestisida dalam kegiatan pertanian merupakan faktor utama yang menghasilkan buangan berupa kadmium (Cd) (Goutam dan Ramanathan, 2013).

*Avicennia marina* merupakan jenis mangrove yang memiliki kemampuan mengakumulasi kadmium (Cd) dalam organ tubuhnya. Berdasarkan hasil penelitian Kumar *et al.* (2010), kandungan kadmium (Cd) dalam organ tubuh *Avicennia marina* lebih tinggi dibandingkan konsentrasinya di dalam sedimen. Daun merupakan organ yang paling banyak mengakumulasi kadmium (Cd) pada *Avicennia marina*, diikuti dengan akar dan batang. Kemampuan bioakumulasi tersebut semakin meningkat seiring dengan bertambahnya tinggi tegakan mangrove tersebut.

Kandungan logam berat dalam sedimen mangrove dapat berubah-ubah. Menurut Ashokkumar *et al.* (2009), perubahan kandungan logam berat dalam sedimen tersebut dipengaruhi oleh musim. Laju suplai dari aliran sungai juga secara signifikan mempengaruhi peningkatan kandungan logam berat dalam sedimen mangrove. Hal ini senada dengan kondisi yang terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Demak, dimana tingginya input logam berat menyebabkan konsentrasi kadmium (Cd) dalam sedimen mangrove meningkat dengan sangat cepat.

Akumulasi kadmium dalam sedimen mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Demak juga dipengaruhi oleh jumlah tegakan *Avicennia marina*. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, jumlah tegakan *Avicennia marina* justru memberikan pengaruh negatif terhadap kandungan logam berat dalam sedimen. Hal ini dikarenakan *Avicennia marina* memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap kadmium tanpa mempengaruhi pertumbuhannya (Defew *et al.*, 2005). Sehingga, semakin tinggi kerapatan *Avicennia marina* maka semakin banyak kadmium (Cd) yang terserap dari sedimen. Kadmium (Cd) yang diserap tersebut diakumulasi dalam organ *Avicennia marina*, seperti daun, batang dan akar (Kumar *et al.*, 2010).

Meskipun kandungan kadmium (Cd) dalam sedimen mangrove dapat dikurangi melalui penyerapan oleh *Avicennia marina*, bukan berarti mengurangi ancaman terhadap toksisitas logam berat. Hal ini dikarenakan kadmium (Cd) merupakan logam berat yang mampu mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam organisme. Penelitian Chaiyara *et al.* (2013) menunjukkan bahwa logam berat dapat berpindah ke organisme melalui rantai makanan. Sehingga, konsumsi organisme yang terkontaminasi logam berat dapat membahayakan rantai makanan pada tingkatan trofik yang lebih tinggi.

#### **KESIMPULAN**

Akumulasi kandungan kadmium (Cd) dalam sedimen di wilayah pesisir Kabupaten Demak relatif tinggi pada kisaran 0,251 – 6,467 mg/kg dengan rerata  $2,828 \pm 2,119$  mg/kg, sedangkan konsentrasi kritis kandungan kadmium (Cd) dalam sedimen adalah sebesar 3 – 8 mg/kg. Kandungan kadmium (Cd) dalam sedimen di wilayah pesisir Kabupaten Demak secara signifikan dipengaruhi oleh jumlah tegakan *Avicennia marina* dengan persamaan  $Y = 7,294424 - 0,110888 X$  dengan probabilitas 0,0138 ( $p < 0,05$ ) dan  $R^2 = 0,3234$  yang berarti bahwa kelimpahan jenis *Avicennia marina* hanya memberikan pengaruh

sebesar 32,34% terhadap akumulasi kadmium (Cd) dalam sedimen.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J. 1990. Heavy Metals in Soils. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Ashokkumar, S., P. Mayavu, P. Sampathumar, P. Manivasagam dan G. Rajaram. 2009. Seasonal Distribution of Heavy Metals in the Mullipallam Creek of Muthupettai Mangroves (Southeast Coast of India). American-Eurasian Journal of Scientific Research 4(4): 308 – 312.
- Benavides, F. dan J.N. Veenstra. 2005. The Impact of Tropical Deforestation on River Chemical Pollution. Global NEST Journal 7(2): 180 – 187.
- Chaiyara, R., M. Ngoendee dan M. Kruatrachue. 2013. Accumulation of Cd, Cu, Pb, and Zn in Water, Sediments, and Mangrove Crabs (*Sesarma mederi*) in the Upper Gulf of Thailand. Science Asia 39: 376 – 383. doi: 10.2306/scienceasia1513-1874.2013.39.376
- David, I.G., M.L. Matache, A. Tudorache, G. Chisamera, L. Rozyłowicz dan G.L. Radu. 2012. Food Chain Biomagnification of Heavy Metals in Samples from the Lower Prut Floodplain Natural Park. Environmental Engineering and Management Journal 11(1): 69 – 73.
- Defew, L.H., J.M. Mair dan H.M. Guzman. 2005. An Assessment of Metal Contamination in Mangrove Sediments and Leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. Marine Pollution Bulletin 50: 547 – 52.
- Duarte, C.M., J.J. Middelburg dan N. Caraco. 2005. Major Role of Marine Vegetation on Oceanic Carbon Cycle. Biogeosciences 2: 1 – 8.
- Ellison, A.M. dan E.J. Farnsworth. 1996. Anthropogenic Disturbance of Caribbean Mangrove Ecosystems: Past Impacts, Present Trends, and Future Predictions. Biotropica 28(4a): 549 – 565.
- Goutam, K. dan A.L. Ramanathan. 2013. Geochemical Assessment of Heavy Metal Contamination in Mangrove Ecosystem: A Brief Overview. Int. Res. J. Environment Sci. 2(3): 62 – 66.
- Ikeda, S., Y. Toda dan Y. Akamatsu. 2004. Flow, Sediment, and Nutrient Transport in A Riparian Mangrove. Riparian Vegetation and Fluvial Geomorphology, Water Science and Application 8: 171 – 185. DOI: 10.1029/008WSA13
- Keshavarz, M., D. Mohammadikia, F. Gharibpour dan A.-R. Dabbagh. 2012. Accumulation of Heavy Metals (Pb, Cd, V) in Sediment, Roots and Leaves of Mangrove Species in Sirik Creek Along the Sea Coasts of Oman, Iran. J. Life Sci. Biomed. 2(3): 88 – 91.
- Kumar, J.I.N., P.R. Sajish, R.N. Kumar, B. George dan S. Viyol. 2010. An Assessment of the Accumulation Potential of Lead (Pb), Zinc (Zn) and Cadmium (Cd) by *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. In Vamleshwar Mangroves Near Narmada Estuary, West Coast of Gujarat, India. World Journal of Fish and Marine Sciences 2(5): 450 – 454.
- Nagelkerken, I., S.J.M. Blaber, S. Bouillon, P. Green, M. Haywood, L.G. Kirton, J.-O. Meynecke, J. Pawlik, H.M. Penrose, A. Sasekumar dan P.J. Sommerfield. 2008. The Habitat Function of Mangroves for

- Terrestrial and Marine Fauna: A Review. *Aquatic Botany* 89: 155 – 185.
- Nergis, Y., M. Sharif, A.F. Choudhry, A. Hussain dan J.A. Butt. 2012. Impact of Industrial and Sewage Effluents on Karachi Coastal Water and Sediment Quality. *Middle-East Journal of Scientific Research* 11(10): 1443 – 1454. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2012.11.10.63209
- Praveena, S.M., A.Z. Aris dan M. Radojevic. 2010. Heavy Metals Dynamics and Source in Intertidal Mangrove Sediment of Sabah, Borneo Island. *Environment Asia* 3: 79 – 83.
- Rahman, S.A., M.F. Rahman dan T. Sunderland. 2011. Causes and Consequences of Shifting Cultivation and Its Alternative in the Hill Tracts of Eastern Bangladesh. *Agroforest. Syst.* DOI 10.1007/s10457-011-9422-3
- Schaffelke, B., J. Mellors dan N.C. Duke. 2005. Water Quality in the Great Barrier Reef Region: Responses of Mangrove, Seagrass and Macroalgal Communities. *Marine Pollution Bulletin* 51: 279 – 296.
- Shanmugam, P., S. Neelamani, Y.-H. Ahn, L. Philip dan G.-H. Hong. 2006. Assessment of the Levels of Coastal Marine Pollution of Chennai City, Southern India. *Water Resour. Manage.* DOI 10.1007/s11269-006-9075-6
- Tran, T.A. dan L.P. Popova. 2013. Functions and Toxicity of Cadmium in Plants: Recent Advances and Future Prospects: *Turkish Journal of Botany* 37: 1 – 13. doi:10.3906/bot-1112-16
- Uddin, M.M. dan M.K. Hossain. 2013. Status and Protective Role of Mangrove Plantations: A Case Study of Mirsharai Coastal Forest, Bangladesh. *International Journal of Agricultural Science and Bioresource Engineering Research* 2(2): 47 – 59.