

Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang

Lilik Maslukah

*Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro, Semarang*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara konsentrasi logam berat dengan bahan organik dan ukuran butir dalam sedimen. Sampel sedimen diambil di 7 stasiun estuary Banjir Kanal Barat, Semarang. Untuk mengetahui adanya hubungan antara logam berat dengan bahan organik dan ukuran butir dalam sedimen dilakukan analisis korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pb, Cd, dan Cu dalam sedimen mempunyai korelasi positif dengan bahan organik dan ukuran butir. Kandungan Logam berat lebih banyak ditemukan pada sedimen yang mempunyai ukuran butir yang lebih halus dan lebih banyak bahan organiknya.

Kata Kunci : Logam Berat, bahan organik, ukuran butir

Abstract

The aims of the research is to analyze the correlation of heavy metals concentrations with the organic materials and particle size of sedimen. Seven samples of sedimen were collected at Banjir Kanal Estuary, Semarang. Correlation analysis is used to know the correlation between heavy metal and organic material and grain size. The result show that Pb, Cd and Cu in sedimen have possitif correlation with organic material and grain size. Heavy metal was found in the smaller grain size and higher organic material.

Key words : Heavy metals, Organic material, grain size

Pendahuluan

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan laut berhubungan erat dengan penggunaan logam oleh manusia. Secara alami kandungan logam berat telah ditemukan dalam lingkungan laut, namun pada umumnya kadarnya masih dibawah nilai ambang yang membahayakan organisme. Pengaruh aktivitas manusia melalui pembuangan limbah mengakibatkan meningkatnya kadar logam berat di lingkungan laut yang akan merusak lingkungan dan kehidupan organisme laut. Peningkatan logam berat ini akan berubah menjadi racun bagi organisme laut. Selain bersifat racun, logam berat akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses

gravitasi, biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh biota laut. Dalam badan perairan, logam umumnya berada dalam bentuk ion, baik sebagai pasangan ion ataupun dalam bentuk ion tunggal (Palar, 1994). Senyawa logam dalam bentuk terlarut dalam air dapat diadsorpsi oleh partikulat dan masuk ke dalam sedimen yang terdiri dari partikel yang berasal dari penghancuran batuan dan rangka organisme laut (Hutabarat dan Hewart, 1985).

Estuaria yang merupakan daerah peralihan antara darat dan laut paling besar terkena dampaknya akibat dari pencemaran tersebut. Hal ini karena bahan-bahan tercemar baik yang berasal dari sungai sebagai akibat dari kegiatan manusia di darat misalnya perindustrian, pertambangan, limbah rumah tangga,

pembuangan sampah dan sebagainya. Biasanya sungai yang menjadi tempat alternatif untuk pembuangan bahan-bahan tersebut. Sedangkan dari laut misalnya akitivitas di pelabuhan maupun tumpahan-tumpahan minyak dari kapal tangker, akan terakumulasi di daerah estuaria. Akibatnya estuaria yang sebelumnya mempunyai fungsi yang sangat penting untuk mendukung berbagai kehidupan baik organisme (sebagai tempat pemijahan, tempat tinggal dan mencari makan) maupun sebagai pendukung ekosistem lain tidak dapat berperan penting lagi.

Estuari ini dicirikan dengan daerah yang mempunyai kekeruhan cukup tinggi yang disebabkan karena adanya masukan air sungai dan resuspensi sedimen. Di perairan estuari dimana terjadi pertemuan massa air tawar (bersalinitas rendah dan mempunyai kekuatan ionik lemah) dengan air laut (bersalinitas tinggi dan mempunyai kekuatan ionik lebih tinggi) mengakibatkan terjadinya destabilisasi partikel-partikel padatan tersuspensi, membentuk agregasi yang disusul terjadinya pengendapan karena gaya gravitasi (Chester, 1990). Selanjutnya dikatakan bahwa partikel yang ada di estuari mempunyai kemampuan mengadsorpsi logam terlarut. Proses destabilisasi menyebabkan konsentrasi logam terlarut di estuari mengalami pengurangan (*removal*) dan menambah konsentrasinya dalam sedimen. Sedimen dapat digunakan sebagai indicator pencemaran karena perannya sebagai 'sink' bagi bahan-bahan pencemar di daratan. Dalam proses destabilisasi ini bahan organik mempunyai peranan penting, selain faktor salinitas (Sanusi, 2006).

Nasib (fate) logam berat di estuary di pengaruhi oleh adanya proses adsorpsi ataupun desorpsi yang dalam hal ini tergantung dari bahan organik maupun an organik (Bilinski *et al.* 1991). Selanjutnya Mc Lean dan Bledsoe (1992) menyatakan bahwa proses adsorpsi dan desorpsi dari logam berat berkorelasi dengan unsure-unsur yang lain seperti pH, potensial redoks,

mineral clay, bahan organik, besi dan mangan oksida serta kandungan CaCO_3 . Ukuran partikel mempunyai peranan penting dalam distribusi logam berat pada sedimen. Kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus persentase bahan organik lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen halus berupa lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organiknya lebih tinggi. Logam berat yang berasal dari aktifitas manusia maupun alam terdistribusi pada partikel sedimen yang memiliki ukuran berbeda. Distribusi logam berat pada berbagai ukuran partikel dipengaruhi oleh pembentukan sedimen baik secara alami maupun non-alami (Siaka *et al.*, 2000).

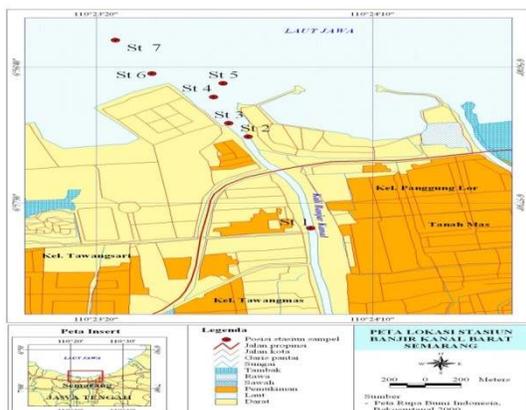
Sungai Banjir Kanal Barat merupakan sungai yang berpotensi sebagai media pembawa limbah, termasuk limbah logam berat, yang dibuang oleh kegiatan-kegiatan industri antara lain industri tekstil (PT. Daimatex, Sinar Panca Jaya, Panca Tunggal), industri logam dan mesin (PT. Raja Besi), industri kimia (Kimia Farma dan Paphros), dan industri keramik (PT. Queen Keramik dan Alam Daya Sakti) (Bappedal, 2002).

Penelitian logam berat di Perairan Banjir kanal Barat telah dilakukan terutama kandungan logam berat terlarut dan logam berat total dalam sedimen (Qamarulbadri, 2006 dan Budiarti *et al.* 2010). Penelitian ini mencoba membahas mengenai kandungan logam berat dalam sedimen hubungannya dengan ukuran butir sedimen dan bahan organik di estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkah laku logam Pb, Cd, Cu, dan Zn di estuari kaitannya dengan kandungan bahan organik dan ukuran butir, khususnya di Banjir Kanal Barat, Semarang.



Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, yang dibagi dalam 2 tahap yaitu : tahap pengambilan sampel di lapangan dan analisis sampel di laboratorium. Lokasi penelitian terletak di lokasi sekitar Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dengan letak lintang 110 23' 23.5'' - 110 23' 56'' BT dan 06 56' 30'' - 06 58' 7.5'' LS (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi pengambilan Sampel

Contoh sedimen diambil dengan menggunakan *grab sampler*. Ketebalan sedimen yang diambil ± 10 cm dari permukaan. Sampel diambil sebanyak 2 kali dan diambil dari bagian tengah dari grab, untuk menghindari adanya kontaminasi alat. Dari 2 kali pengambilan sampel di 'mix' jadi satu, dimasukkan dalam botol polyetilen dan simpan dalam ice box. Sampel yang diperoleh dibawa ke laboratorium, untuk dilakukan analisis kandungan logam berat (Pb, Cd, Cu dan Zn), ukuran butir sedimen dan kandungan bahan organiknya. Analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI), Jakarta. Sedangkan analisis tekstur sedimen dan bahan organik dilakukan di Laboratorium Kelautan, UNDIP, Jepara.

Di laboratorium, contoh sedimen dimasukkan dalam beker Teflon dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105⁰C. Setelah kering dibilas 3 kali dengan air suling bebas ion (DDDW), kemudian dikeringkan kembali. Sebanyak 5 g contoh sedimen tersebut didestruksi dalam beker Teflon dengan HNO₃/HCl (1:3) pada suhu 100⁰C selama 8 jam (Loring dan Rantala 1977). Kadar logam berat (Pb, Cd, Cu dan Zn) dalam contoh sedimen ditentukan dengan AAS menggunakan nyala campuran udara-asetilen. Untuk analisis bahan organik, contoh sedimen sebanyak 10 gr dianginkan dengan cawan selama 24 jam. Setelah itu dipanaskan selama kurang lebih satu hari pada suhu 80⁰C dan dilanjutkan pemanasan pada suhu 600⁰C di dalam tanur sampai mencapai berat konstan dan diperoleh kadar bahan organik. Tekstur sedimen dianalisis berdasarkan metode pengayakan basah (Rahayuningsih, 2007). Pada proses pengerjaan ukuran butir sedimen, perhitungan fraksi lempung (clay) menjadi satu dengan lanau (silt), sehingga ukuran butir sedimen didapatkan dua fraksi yaitu pasir dan lumpur (lempung+lanau).

Hasil dan Pembahasan

Konsentrasi Logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam Sedimen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam sedimen berkisar antara 4,14 – 13,93 ppm untuk logam Pb, logam Cd berkisar 0,006 – 0,117 ppm, logam Cu berkisar antara 30,54 – 55,09 ppm dan logam Zn berkisar antara 94,11 – 183,39 ppm. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Logam Berat dan Bahan Organik dalam Sedimen

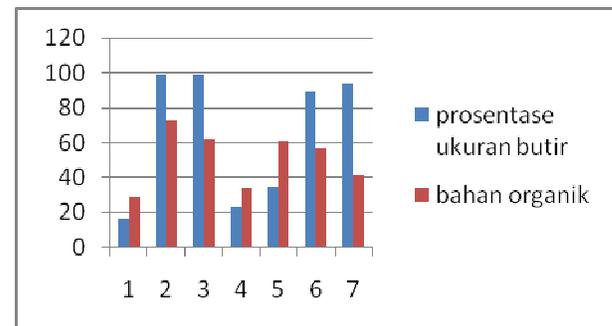
Parameter	Stasiun						
	1	2	3	4	5	6	7
Pb (mg/Kg)	4,14	13,91	13,93	8,32	8,55	11,26	12,47
Cd (mg/Kg)	0,006	0,103	0,117	0,013	0,025	0,064	0,065
Cu (mg/Kg)	30,54	54,59	55,09	35,40	42,98	47,30	46,11
Zn (mg/Kg)	183,39	138,15	138,38	94,11	124,92	122,62	104,57
Bahan Organik Total (%)	29,01	72,56	61,74	34,44	60,96	56,42	41,45

Logam Zn mempunyai konsentrasi paling tinggi diantara lainnya. Kemudian secara berurutan diikuti logam Cu, Pb dan Cd. Distribusi logam Zn secara umum menurun dengan bertambahnya stasiun. Sedangkan Pb dan Cu distribusinya berubah naik turun. Secara umum adanya perbedaan konsentrasi antar stasiun ini disebabkan oleh berbagai proses baik fisika, biologi maupun kimia. Di duga proses fisis yang sangat berpengaruh adalah proses pengadukan dan pengendapan, yang dalam hal ini dipengaruhi oleh kecepatan arus dan kedalaman perairan. Rendahnya kandungan logam pada stasiun 4 dan 5 berkaitan erat dengan kedalaman perairan yang relatif lebih dangkal dibandingkan dengan stasiun lainnya (0,9 m dan 0,75 m). Pada perairan yang dangkal, proses resuspensi sedimen lebih tinggi, sehingga diduga logam berat yang ada dalam sedimen terlepas ke kolom perairan. Selain itu stasiun ini mempunyai kecepatan arus yang relatif tinggi (Tabel 2). Arus ini akan mempengaruhi proses laju pengendapan atau sedimentasi dan mempengaruhi ukuran butir sedimen yang terendapkan.

Hubungan Kandungan Bahan Organik dengan ukuran Butir

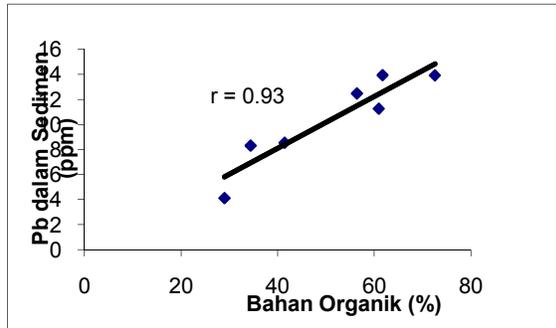
Kandungan bahan organik erat kaitannya dengan ukuran butir sedimen. Sedimen perairan yang mempunyai prosentase ukuran butir yang berbeda akan mempunyai kandungan bahan organik yang berbeda pula. Pada umumnya sedimen yang mempunyai ukuran partikel yang lebih halus (dalam penelitian ini prosentase lumpur lebih tinggi) akan diikuti dengan kenaikan jumlah bahan organiknya (Gambar 2). Semakin halus sedimen, kemampuan dalam mengakumulasi bahan organik semakin besar. Kandungan bahan

organik pada umumnya akan tinggi pada sedimen Lumpur (campuran silt dan clay). Meskipun demikian proses fisis ikut berpengaruh dalam menentukan distribusi ukuran butirnya. Pada perairan yang lebih dangkal dan kecepatan arus yang lebih tinggi akan mempengaruhi distribusi ukuran butir dalam sedimen. Dalam penelitian ini terlihat pada stasiun 1, 4 dan 5. Pada stasiun ini relatif lebih dangkal dan mempunyai kecepatan arus yang lebih tinggi. Pada perairan seperti ini menyebabkan prosentase lumpur yang mengendap lebih kecil.

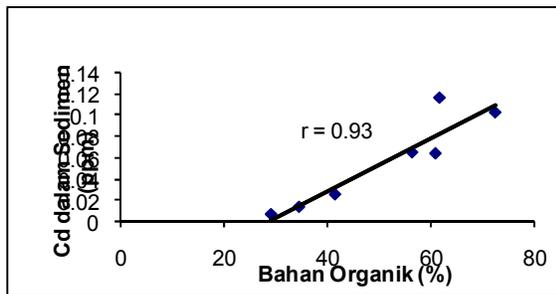
**Gambar 2.** Kandungan Bahan Organik dan Prosentase Lumpur

Hubungan kandungan logam berat dengan bahan organik dalam sedimen dapat dilihat pada Gambar 3-6. Logam Pb, Cd dan Cu mempunyai korelasi positif dengan bahan organik, dengan koefisien korelasi 0,93 (Pb), 0,93 (Cd), dan 0,95 (Cu). Hal ini berarti bahwa kandungan logam berat akan semakin bertambah dengan bertambahnya bahan organik dalam sedimen. Sebaliknya untuk logam Zn mempunyai korelasi negatif dengan koefisien korelasi 0,17. Menurut Thomas dan Bendell –

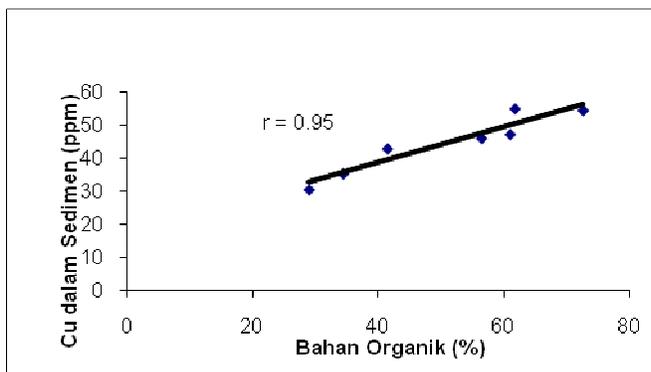
Young (1998) bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam mengontrol pengikatan logam - logam berat dari sedimen estuari.



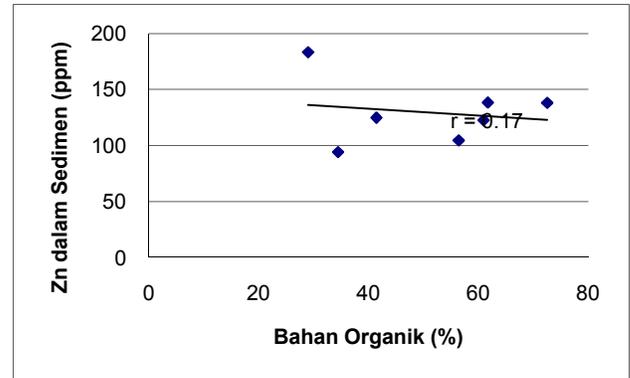
Gambar 3. Hubungan antara Bahan Organik dan Logam Pb dalam Sedimen



Gambar 4. Hubungan antara Bahan Organik dan Logam Cd dalam Sedimen



Gambar 5. Hubungan antara Bahan Organik dan Logam Cu dalam Sedimen



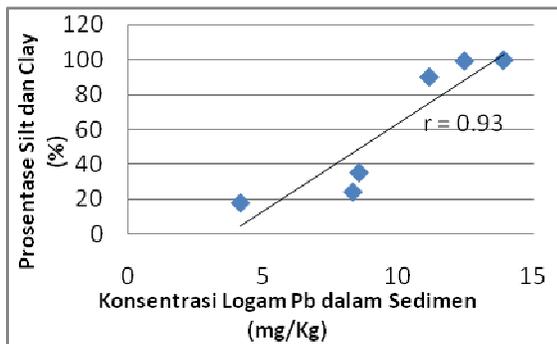
Gambar 6. Hubungan antara Bahan Organik dan Logam Zn dalam Sedimen

Gambar 3-6 memperlihatkan bahwa logam Pb, Cd dan Cu keberadaannya di sedimen sangat dipengaruhi oleh bahan organik. Logam berat di perairan biasanya membentuk ikatan kompleks dengan ligan organik seperti asam humus. Meskipun demikian dalam penelitian ini logam Zn memperlihatkan korelasi positif yang lemah dengan kandungan bahan organik. Hal ini menandakan bahwa keberadaan Zn dalam sedimen ditentukan oleh factor yang lain. Sebagaimana Sanusi (2006) menyatakan bahwa pembentukan ikatan kompleks dan adsorpsi logam Zn oleh padatan tersuspensi sangat bergantung pada karakteristik fisika dan kimia perairan. Diduga faktor kimia selain bahan organik total memiliki peran yang lebih menonjol seperti pH atau redokpotensial sedimen. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Arifin dan Fadhlina (2009) di perairan Teluk Jakarta dimana logam Zn mempunyai korelasi positif yang lemah.

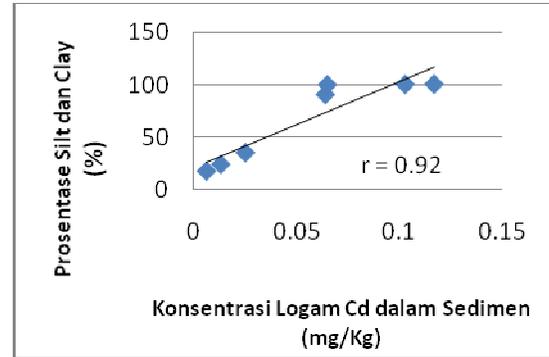
Hubungan antara Logam Berat dengan Prosentase Ukuran Butir

Dalam penelitian ini prosentase yang digunakan adalah prosentase lumpur yang merupakan jumlah dari silt dan Clay (Rahayuningsih, 2007). Keberadaan logam berat dalam sedimen sangat erat hubungan dengan ukuran butiran sedimen. Umumnya sedimen yang mempunyai ukuran sedimen yang lebih halus dan mempunyai banyak kandungan organik mengandung konsentrasi logam berat yang lebih besar daripada sedimen yang mempunyai tipe ukuran butiran sedimen

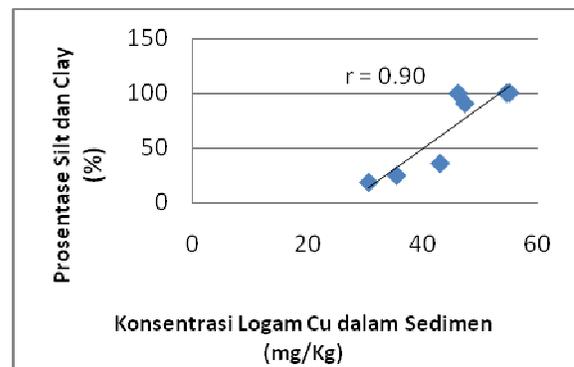
berukuran besar (Huang dan Lin, 2003 *in* Yang *et al*, 2007). Lumpur mempunyai ukuran sedimen yang halus sehingga mempunyai kemampuan yang baik dalam mengikat logam dalam sedimen. Persentase kandungan lumpur yang tinggi cenderung mengandung logam yang tinggi. Hasil analisis memperlihatkan bahwa antara persentase kandungan lumpur dengan konsentrasi logam total dalam sedimen memiliki korelasi yang positif, dengan nilai koefisien korelasi 0,86 (Pb), 0.85 (Cd), dan 0.81 (Cu). Sedangkan untuk logam Zn memperlihatkan korelasi yang negative dengan koefisien korelasi 0,04. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sahara (2009) dan Amin (2002), dimana kandungan logam berat lebih tinggi di temukan pada sedimen yang ukuran partikelnya lebih kecil. Partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat logam daripada partikel sedimen yang lebih besar. Tren kandungan logam berat dengan prosentase lumpur (silt dan clay) dalam sedimen dapat dilihat pada gambar 7-11. Hal ini berarti bahwa kandungan logam berat akan semakin bertambah dengan bertambah halusnya ukuran butir sedimen.



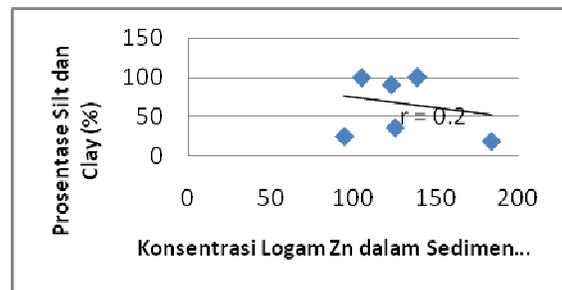
Gambar 7. Hubungan antara Logam Pb dan Prosentase Lumpur dalam Sedimen



Gambar 8. Hubungan antara Logam Cd dan Prosentase Lumpur dalam Sedimen



Gambar 9. Hubungan antara Logam Cu dan Prosentase Lumpur dalam Sedimen



Gambar 10. Hubungan antara Logam Zn dan Prosentase Lumpur dalam Sedimen

Konsentrasi logam berat di estuari dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dan

ukuran butir sedimen. Ukuran butir sedimen yang sangat halus, banyak mengandung bahan organik. Munir (1994) *dalam* Sahara (2009) menyatakan bahwa partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan

kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat logam dari pada partikel sedimen yang lebih besar. Tabel 2 memperlihatkan parameter lingkungan yang diukur selama penelitian.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kedalaman dan Kecepatan Arus.

Parameter	Stasiun						
	1	2	3	4	5	6	7
Kecepatan Arus (m/det)	0,14	0,075	0,06	0,07	0,09	0,07	0,06
Kedalaman (m)	1,1	1,9	1,6	0,9	0,75	1	3

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Konsentrasi logam berat Pb, Cd, dan Cu dalam sedimen berkorelasi positif terhadap bahan organik dan ukuran butir sedimen. Sedangkan logam Zn berkorelasi negative baik terhadap bahan organik maupun ukuran butir. Logam berat Pb, Cd, dan Cu keberadaannya sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dan ukuran butir sedimen.

Daftar Pustaka

- Arifin, Z dan D. Fadhlina. 2009. Fraksinasi Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam Sedimen dan Bioavailabilitasya bagi Biota di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol 14 (1) : 27-32
- Amin, B. 2000. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, dan Ni pada Ikan Gelodok (*Periothalmus sp*) dari Pelabuhan Dumai, Riau. *Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP*, Tahun V : 29-33
- Bilinski, H, S. Kozar, M. Plavsic, Kwokal, Z and Branica, M. 1991. Trace Metal Adsorption on inorganic Solid Phases Under Estuarine Conditions. *Marine Chemistry*, 32 (1991) : 225-233.
- Budiarti, A, Kusreni, Musinah. S. 2010. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) dalam Udang Putih (*litopenaeus vannamei*) Yang Diperoleh Dari Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Perairan Pantai Kota Semarang.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. UNWIN HYMAN. LONDON.
- Hutabarat, S. dan Hewart M. E., 1985. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia.
- Loring, D.H. and R.T. Rantala. 1977. Geochemical analysis of marine sediment and suspended particulate matter. Technical Report No.700. Fisheries and Marine Service. Environmental Canada.
- Mc Lean, S.E and Bledsoe, B. E. 1992. Behaviour of Metal in Soils. EPA Ground water Issue.
- Palar, H. 2004, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Qamarulbadri, R. 2006. Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) dan Cadmium (Cd) dalam Air, Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Darah (Anadara granosa) di Muara Sungai Banjir.
- Rahayuningsih, S. K. 2007. *Pedoman Analisa Sedimen lepas di Laboratorium Geologi Laut, Bidang Dinamika Laut*. Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI. Jakarta
- Sahara, E. 2009. Distribusi Pb dan Cu pada berbagai ukuran partikel Sedimen di Pelabuhan Benoa. Bali. *JURNAL KIMIA* 3 (2), JULI 2009 : 75-80.
- Sanusi, H.S. 2006. *Kimia Laut, Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 188h.
- Siaka, M., C.M. Owens, and G.F. Birch, 2000, Distribution of Heavy Metals Between Grain Size, *Review Kimia*, Vol. 3 (2).
- Thomas, C dan L. I. Bendell-Young. 1998. Linking The Sediment Geochemistry of An Intertidal Region to Metal Availability in The Deposit Feeder *Macoma balthica*. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 173:197-213. Luhe, Germany.
- Yang, T., Liu Q., Chan L., dan Liu Z. 2007. Magnetic signature of heavy metals pollution of sediments: case study from the East Lake in Wuhan, China. *Journal of Environmental Geology* (2007) 52:1639–1650