

Konsentrasi Pb, Cu, Zn Terlarut di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dan Pola Sebarannya Terhadap Salinitas dan Padatan Tersuspensi Total

Lilik Masluka

Jurusan Ilmu Kelautan FPIK-UNDIP, Kampus Tembalang, Semarang, Telp/Fax : (024)7474698
Lilik-masluka@yahoo.com

Abstrak

Logam berat di perairan ditemukan dalam bentuk terlarut maupun terikat dalam partikel (seston). Selama di estuari, konsentrasi logam berat akan berubah karena adanya proses pengenceran, adsorpsi dan desorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola sebaran logam berat terlarut Pb, Cu dan Zn di muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. Pengukuran parameter kimia dan fisika dilakukan bulan September 2005 pada 7 (tujuh) stasiun. Analisis pola sebaran logam berat terlarut menggunakan diagram mixing. Hasil menunjukkan bahwa logam mengalami proses pengurangan (removal) pada salinitas 5–15 ‰. Konsentrasi logam terlarut dipengaruhi oleh total padatan tersuspensi air.

Kata kunci: Pb, Cu, Zn, pola sebaran, salinitas, padatan tersuspensi total

Abstract

Trace metals in the aquatic environment are formed either in dissolved or particulate fractions. Within an estuary, the metals are influenced by dilution, adsorption and desorption processes, so their concentrations will change through either removal or addition. The objective of this study was mainly to determine distribution pattern of trace metal in the river mouth of Banjir Kanal Barat, Semarang. Field measurement of physical and chemical parameter were done in September 2005 at 7 stations within the river mouth. Analysis of dissolved metal distribution pattern were carried out by mixing graph method. The result showed that the dissolved metal was underwent removal process at the salinities of 5–15 ‰. The concentration of dissolved metal was influenced by total suspended solid of the water.

Key words : Pb, Cu, Zn, distribution pattern, salinity, total suspended solid

Pendahuluan

Logam berat terdapat di seluruh lapisan alam, namun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Di dalam air laut konsentrasinya berkisar 10^{-5} – 10^{-3} ppm. Beberapa logam berat umumnya dibutuhkan oleh organisme hidup pada kadar yang rendah untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Namun sebaliknya bila kadarnya meningkat, logam berat berubah sifat menjadi racun (Phillips, 1980; Hutagalung & Manik, 2002). Peningkatan kadar logam berat dalam air laut terjadi karena masuknya limbah yang mengandung logam berat. Limbah yang banyak mengandung logam berat biasanya berasal dari kegiatan industri, pertambangan, pemukiman dan pertanian.

Muara sungai merupakan wilayah pesisir semi tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan menerima masukkan air tawar dari daratan, melalui sistem sungai yang bermuara. Aliran

air sungai membawa sejumlah komponen, termasuk logam berat dalam bentuk terlarut dan tersuspensi ke daerah tersebut. Di muara sungai material tersuspensi dapat bertindak sebagai sumber bagi komponen yang terlarut, dan sebaliknya komponen yang terlarut dapat menjadi sumber bagi komponen tersuspensi (Libes, 1998; Sanusi, 2006). Selain itu material dalam bentuk tersuspensi ini juga akan mengalami penenggelaman membentuk sedimen di dasar. Sedimen ini tidak bersifat statis, karena adanya berbagai proses fisika, kimia dan biologi, komponen tersebut dapat kembali ke kolom air.

Di muara sungai 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

(Burton & Liss, 1976; Sanusi, 2006). Proses destabilisasi menyebabkan konsentrasi logam terlarut di estuari mengalami pengurangan (*removal*) dan menambah konsentrasinya dalam sedimen.

Estuari bertindak sebagai filter bahan-bahan kimia, termasuk logam berat, yang terbawa oleh aliran sungai. Filter ini bekerja terutama melalui perubahan dari fase terlarut menjadi fase partikel. Pengaruh filter dapat bervariasi dari estuari satu ke estuari lainnya, tergantung dari tipe estuari yang sangat ditentukan oleh faktor lokal seperti keadaan pasang surut dan debit air sungai (Chester, 1990).

Penelitian ini bertujuan untuk menduga pola sebaran logam Pb, Cd, Cu dan Zn terlarut ditinjau dari nilai sebaran salinitas dan mengetahui pola hubungan antara logam terlarut dengan nilai padatan tersuspensi (TSS) di muara sungai Banjir Kanal Barat Semarang.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September–Oktober 2005. Pengambilan sampel air laut untuk mengetahui kadar logam beratnya dilakukan 2 kali yaitu pada tanggal 8 dan 22 September 2005. Lokasi penelitian terletak di sekitar Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang ($110^{\circ} 23' 23.5''$ - $110^{\circ} 23' 56''$ BT dan $06^{\circ} 56' 30''$ - $06^{\circ} 58' 7.5''$ LS) (Gambar 1). Analisis logam berat Pb, Cd, dan Cu dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PZO-LIPI), Jakarta dan analisis padatan tersuspensi total (TSS) dilakukan di Laboratorium Kelautan, Universitas Diponegoro, Jepara.

Sampel air permukaan diambil dengan *Van Dom Water Sampler* berkapasitas 2 liter dan disimpan dalam botol *polyethylen* yang diletakkan dalam *ice box*. Di laboratorium, sebelum dianalisa logam berat terlarutnya, air disaring dengan menggunakan kertas saring *Nucleopore* berukuran pori 0,45 mm (Apte & Day 1998; Supangat & Muawanah 2000), yang telah direndam dalam HCl 6N selama seminggu dan dibilas dengan *aquadest*. Setelah disaring sampel air diawetkan dengan menambahkan HNO₃ (pH<2) (Hutagalung *et al.*, 1997). Kertas saring yang telah digunakan dikeringkan dalam oven, kemudian digunakan untuk menghitung total padatan tersuspensi dan kandungan logam berat dalam seston. Pengukuran logam berat menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometry*), tipe spectra AA yang mempunyai ketelitian 0,001 dan batas deteksi minimal 0,001 ppm. Untuk masing-masing pengukuran dilakukan 3 kali ulangan.

Kecenderungan pola hubungan antara logam berat terlarut dengan salinitas dianalisa dengan menggunakan *mixing graph* (Chester, 1990; Apte & Day, 1998) yaitu

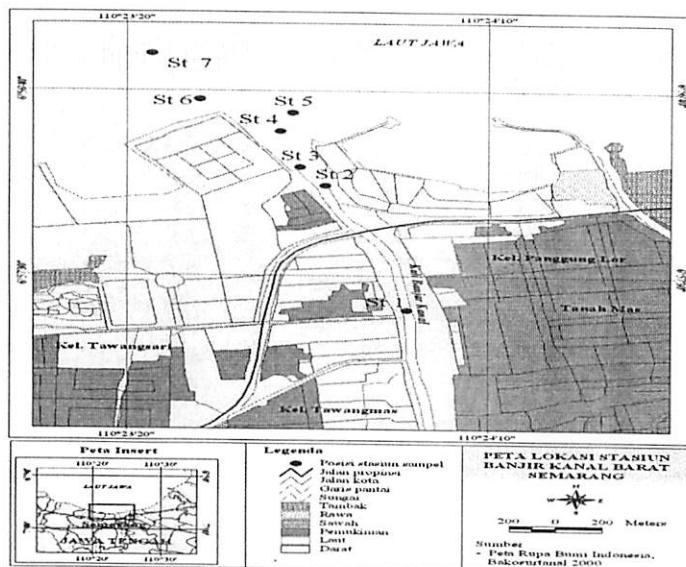
dengan menghubungkan nilai konsentrasi elemen terlarut dengan nilai yang bersifat konservatif, yang dalam penelitian ini menggunakan nilai salinitas. Adapun untuk mendapatkan nilai *theoretical dilution line* (TDI) ditarik suatu garis dari nilai konsentrasi yang berada pada salinitas rendah ($0^{\circ}/_{\infty}$) ke nilai konsentrasi pada salinitas paling tinggi ($32^{\circ}/_{\infty}$). *Mixing graph* ini digunakan untuk melihat kekonservatifan suatu elemen terlarut (Chester 1990; Apte & Day, 1998).

Hasil dan Pembahasan

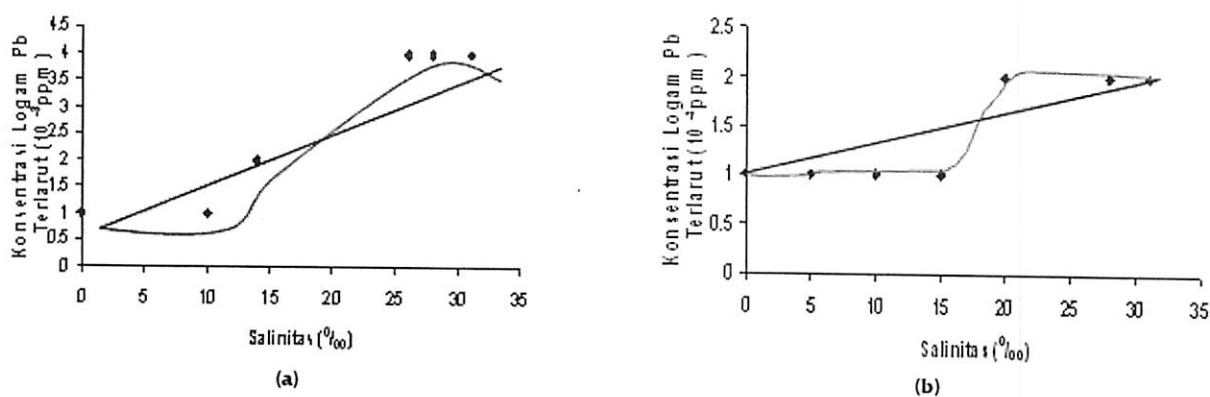
Muara merupakan tempat bertemunya air tawar dari sungai dan air asin yang berasal dari laut. Air tawar yang berasal dari sungai mempunyai densitas lebih kecil daripada air laut, sehingga air tawar akan mengambang diatas air laut. Karakter atau sifat dari masing-masing muara berbeda. Perbedaan ini terutama disebabkan oleh adanya variasi pasang surut dan masukan air sungai, yang kemudian mempengaruhi proses pencampuran. Pada tipe estuari tercampur sebagian, adanya arus pasang surut menimbulkan gesekan dan pergolakansehingga terjadi pencampuran yang lebih efektif dalam kolom air. Air laut akan tercampur keatas dan air tawar akan tercampur ke bawah.

Proses pencampuran massa air sungai dan massa air laut di muara secara umum akan memberikan pengaruh terhadap perubahan konsentrasi logam berat terlarut. Hal ini disebabkan adanya proses pengenceran dan proses destabilisasi partikel, yang kemudian diikuti proses pengendapan. Sebelum terjadi proses destabilisasi, partikel-partikel ini mengadsorpsi elemen atau senyawa kimia anorganik terlarut (termasuk logam berat) maupun organik terlarut (Chester 1990; Sanusi *et al* 2005). Proses pengenceran menyebabkan konsentrasi logam berat berubah jadi naik atau menurun di sepanjang daerah estuari, tergantung dari sumber utama logam yang bersangkutan. Apabila sumber utama berasal dari sungai, adanya proses pengenceran oleh air laut menyebabkan konsentrasi logam akan menurun sepanjang perubahan nilai salinitas dan sebaliknya apabila sumber utama berasal dari laut, konsentrasi logam berat menjadi naik dengan bertambahnya nilai salinitas (Chester 1990).

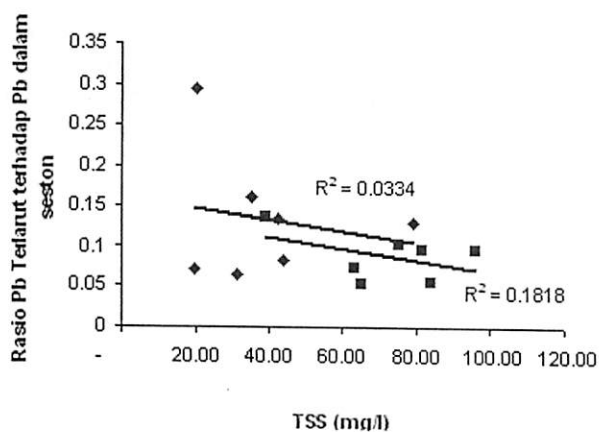
Di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang konsentrasi Pb terlarut mengalami kenaikan dengan bertambahnya nilai salinitas (Gambar 2) dan nampak bahwa konsentrasi Pb terlarut di air laut relatif lebih tinggi daripada di air tawar. Chester (1990) menyatakan apabila konsentrasi suatu elemen relatif melimpah di air laut maka dapat diasumsikan dari lautlah sumber elemen tersebut. Kegiatan perkapalan merupakan salah satu penyumbang Pb terbesar bagi lingkungan perairan (Miessler & Tarr, 1991), yang



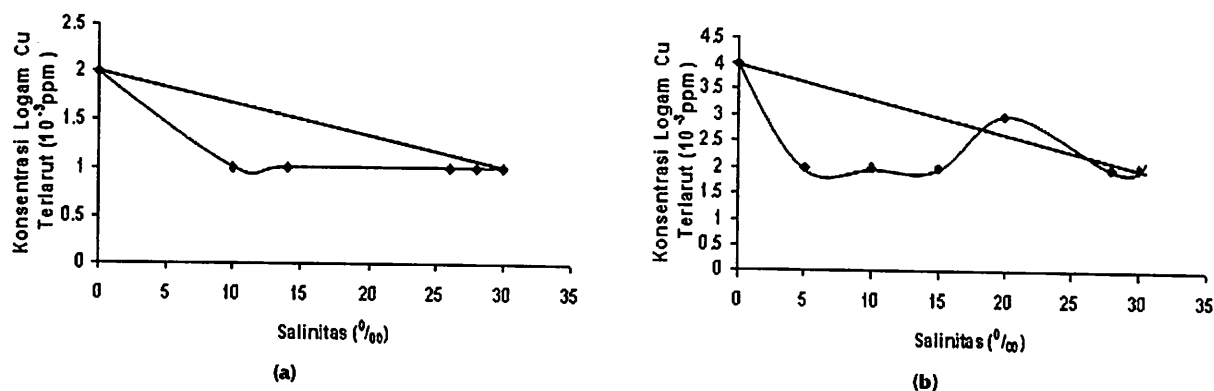
Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel air di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang.



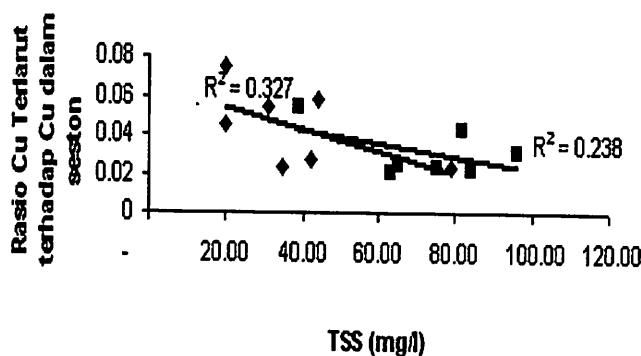
Gambar 2. Pola sebaran Pb terlarut di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang pada berbagai salinitas air laut pada tanggal 8 (a) dan 22 (b) September 2005



Gambar 3. Pola hubungan logam Pb dengan TSS di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang pada tanggal 8 (♦) dan 22 (■) September 2005



Gambar 4. Pola sebaran Cu terlarut di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang pada berbagai salinitas air laut pada tanggal 8 (a) dan 22 (b) September 2005



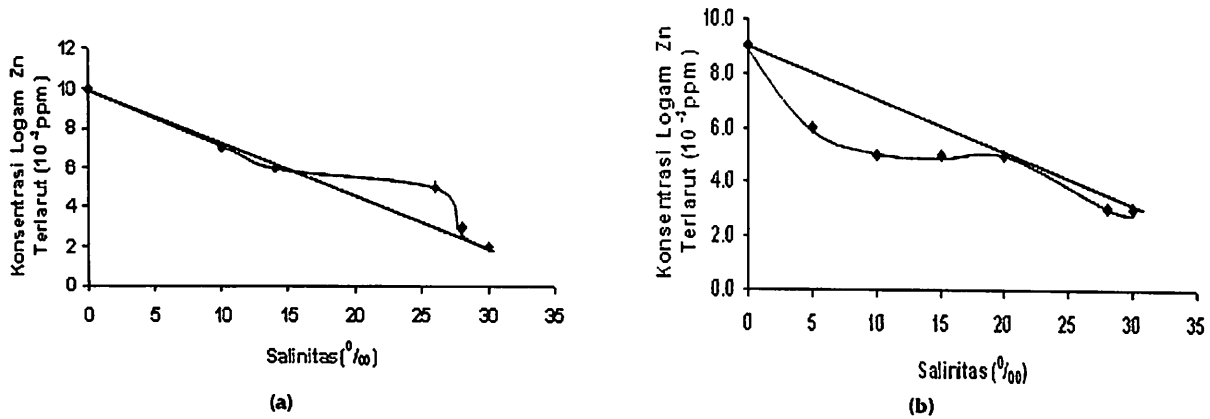
Gambar 5. Pola hubungan logam Cu dengan TSS di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang pada tanggal 8 (♦) dan 22 (■) September 2005

antara lain berasal dari buangan bekas cuci dan sisa lainnya dari kapal atau oleh adanya kecelakaan kapal di laut. Karena lokasi penelitian berada di muara Sungai Banjir Kanal Barat yang berdekatan dengan pelabuhan (berada di sebelah timur) maka diduga sumber pencemar Pb berasal pelabuhan tersebut ini. Kemudian oleh adanya arus, bahan pencemar ini memasuki wilayah muara Sungai Banjir Kanal Barat. Pada waktu pasang logam Pb ini masuk ke muara dan selama berada disana mengalami pengenceran, *adsorpsi* dan *desorpsi*. Proses *adsorpsi* menyebabkan konsentrasi logam berat menjadi berkurang (*removal*), sementara proses *desorpsi* menyebabkan penambahan (*addition*). Proses-proses ini di muara Sungai Banjir Kanal Barat dapat dilihat dari pola sebaran Pb terhadap salinitas (Gambar 2). Pada tanggal 8 dan 22 September 2005, proses *removal* berturut-turut terjadi di wilayah bersalinitas 10‰ dan 10-15‰ serta mengalami penambahan pada salinitas 20‰.

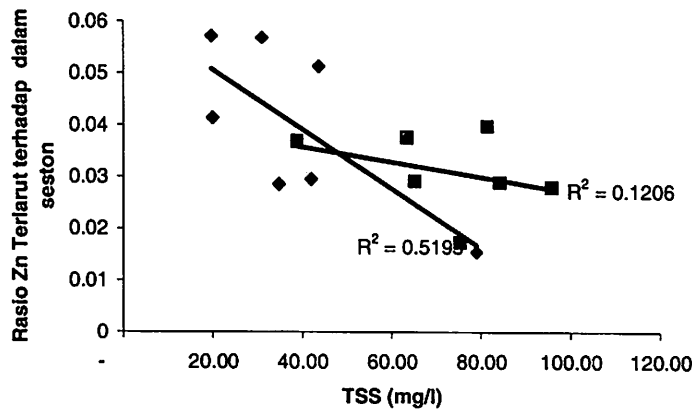
Pola hubungan antara Pb terlarut dengan padatan tersuspensi total (TSS) dapat dilihat melalui rasio konsentrasi Pb terlarut terhadap konsentrasinya dalam seston dan kadar TSS (Gambar 3). Grafik tersebut

memperlihatkan bahwa kenaikan nilai TSS diikuti dengan turunnya nilai konsentrasi Pb terlarut, meskipun pengaruh TSS ini sangat kecil. Diduga Konsentrasi Pb terlarut mengalami proses adsorpsi oleh TSS. Menurut Sanusi (2006) proses *removal* di perairan sangat dipengaruhi oleh nilai padatan tersuspensi, sehingga diasumsikan bahwa peningkatan TSS akan diikuti dengan penurunan konsentrasi Pb terlarut.

Selama penelitian konsentrasi logam Cu di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang mengalami penurunan dengan bertambahnya salinitas (Gambar 4) dan terlihat konsentrasi Cu relatif melimpah di air tawar (sungai) dan mengindikasikan bahwa Cu bersumber dari air sungai. Tong dkk (1999) menjelaskan bahwa logam Cu yang berada di perairan berasal dari 2 sumber yaitu secara alamiah sebagai akibat dari peristiwa pengikisan batuan mineral dan berasal dari kegiatan industri seperti textile, pelapisan logam, pestisida dan cat. Di daerah hulu sungai Banjir Kanal Barat terdapat kegiatan-kegiatan industri antara lain tekstil (PT. Daimatex, Sinar Panca Jaya, Panca Tunggal), logam dan mesin (PT. Raja Besi), farmasi (Paphros), dan keramik (PT. Queen Keramik dan Alam Jaya Sakti) (Bappedal, 2002). Industri-industri tersebut



Gambar 6. Pola sebaran Cu terlarut di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang pada berbagai salinitas air laut pada tanggal 8 (a) dan 22 (b) September 2005



Gambar 7. Pola hubungan logam Zn dengan TSS di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang pada tanggal 8 (♦) dan 22 (■) September 2005

diduga ikut berperan sebagai pemasok bahan pencemar, termasuk logam Cu di muara Sungai Banjir Kanal Barat. Chester (1990) menyatakan bahwa apabila konsentrasi elemen lebih tinggi pada salinitas 0‰, dapat dikatakan bahwa sumber elemen tersebut berasal dari sungai.

Gambar 4 menunjukkan bahwa logam Cu di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang mengalami proses *removal* di wilayah salinitas 5–15‰. Perubahan nilai konsentrasi Cu di muara ini berhubungan dengan proses *adsorpsi* dan *desorpsi* oleh partikel, yang kemudian terjadi pengendapan materi. Penelitian Chester (1990) di Estuari Savannah dan Ogeeche (USA) menunjukkan logam Cu mengalami *removal* pada salinitas menengah (5–20‰), yang dalam eksperimen lanjutannya disimpulkan bahwa penambahan Cu pada salinitas dibawah 5‰ disebabkan oleh adanya pelepasan dari material tersuspensi sedangkan penambahan pada salinitas diatas 20‰ sebagai hasil resuspensi sedimen.

Untuk melihat proses adsorpsi Cu di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang maka diplotkan rasio konsentrasi Cu terlarut dan dalam seston terhadap nilai TSS (Gambar 5). Gambar tersebut menunjukkan bahwa peningkatan nilai TSS menurunkan nilai konsentrasi Cu terlarut. Akan tetapi pengaruh ini cukup kecil. Diduga terdapat faktor lain yang lebih dominan yang menyebabkan penurunan nilai konsentrasi Cu terlarut ini, yaitu proses pengenceran.

Pola sebaran logam Zn terlarut di muara Sungai Banjir Kanal Barat mengalami penurunan dengan bertambahnya nilai salinitas (Gambar 6) dan konsentrasi Zn terlarut di laut relatif lebih melimpah daripada di sungai. Seperti halnya Cu, logam Zn di daerah penelitian juga bersumber dari aliran air sungai. Bryan (1976) menjelaskan secara alami sumber logam Zn berasal dari erosi batuan di daerah hulu sungai dan dari aktivitas manusia yaitu buangan limbah. Seng digunakan dalam industri baja, cat, karet, tekstile, dan

kertas. Sehingga adanya industri-industri tersebut di daerah hulu sungai ikut berperan sebagai sumber logam Zn (Effendi, 2003), selain dari sumber alamiahnya sendiri (erosi batuan).

Keberadaan logam Zn terlarut di muara Banjir Kanal Barat pada pengambilan tanggal 22 September 2005 mengalami *removal* pada salinitas 5–10‰. Penelitian Chester (1990) di Sungai Amazon menemukan bahwa elemen mengalami penurunan secara tajam di daerah terjadinya *mixing* (salinitas mencapai 15‰). Tingginya alkalinitas di perairan menyebabkan proses *flocculation* atau *adsorpsi* elemen dari fase terlarut, sehingga menyebabkan konsentrasi logam dalam bentuk suspensi lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi logam terlarutnya (Fohl *et al*, 1998)

Hubungan antara rasio logam Zn terlarut terhadap Zn dalam seston dengan padatan tersuspensi total (TSS) di muara Banjir Kanal Barat (Gambar 7) menunjukkan bahwa peningkatan nilai TSS mengakibatkan penurunan rasio logam berat Zn terlarut terhadap Zn dalam seston yang disebabkan oleh proses *adsorpsi* logam berat terlarut tersebut oleh padatan tersuspensi.

Kesimpulan

Di perairan muara Banjir Kanal Barat ditemukan logam berat Pb terlarut dengan konsentrasi yang lebih tinggi daripada di sungai, sedangkan konsentrasi Cu dan Zn terlarut lebih tinggi di air sungai daripada di muara. Di muara tersebut dimana merupakan daerah awal terjadinya *mixing* konsentrasi logam Pb, Cu dan Zn terlarut mengalami proses *removal* pada salinitas 5–10‰. Padatan tersuspensi total (TSS) hanya sedikit berpengaruh terhadap konsentrasi logam berat terlarut dan keberadaannya lebih banyak dipengaruhi oleh adanya proses pengenceran.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir.Tri Partono, M.Sc dan Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc atas bimbingan dan sarannya. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Lab. Pencemaran, P3O-LIPI, Jakarta; LPWP, Jepara dan Lab. Kelautan atas ijin analisis dan peminjaman alat-alat yang dibutuhkan selama penelitian.

Daftar Pustaka

Apte, S.C. & G.M. Day 1998. Dissolved metal concentration in the Torres Strait and Gulf of Papua. *Marine Pollution Bulletin*. 36(4) : 298–304

Bappedal Propinsi Jawa Tengah. 2002. Laporan

Program Kali Bersih Tahun 2002. Pemerintah Propinsi Jawa Tengah. Semarang.

- Bryan, G.W. 1976. Heavy metals contamination in The Sea. In Johnston (Ed). *Marine Pollution*. Academic Press. New York.
- Burton, J. D & P.S. Liss. 1976. *Estuarine Chemistry*. Academic Press. New York.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. UNWIN HYMAN. London
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Fohl, C, U. Hennings, I. Petersohn & H. Siegel. 1998. Trace Metal Budget, Transport, Modification and Sink in the Transition Area between the Oder and Peene Rivers and the Southern Pomeranian Bight. *Marine Pollution Bulletin* 36(8): 598-616
- Hutagalung, H.P., Setiapermana, D, & Riyono, S.H. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Blota*. Buku 2. Jakarta : Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Hutagalung, H.P. & J. Manik. 2002. *Kandungan Logam Berat dalam Air dan sedimen di Perairan Muara Sungai Digul dan Arafura. Pesisir dan Pantai Indonesia VII*. P3O-LIPI. Jakarta.
- Libes, S.M. 1998. *Marine Pollution : An Introduction to Marine Biogeochemistry*. John Willey and Sohns, Inc. New York.
- Miessler, G.L. & D.A. Tarr. 1991. *Inorganic Chemistry*. 3 rd Ed. Prentice Hall. USA.
- Philips, J.D.H. 1980. Proposal for monitoring studies on the contamination of the east seas by trace metal and organochlorine. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme. FAO-UNEP, Manila, May 1980. 1 – 35.
- Sanusi HS, M Fitriati & Haerudin. 2005. Peranan Padatan Tersuspensi Mereduksi Logam Berat Hg, Pb dan Cd Terlarut dalam Kolom Air Teluk Jakarta. *Ilmu Kelautan* 10(3): 165-168
- Sanusi HS. 2006. *Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Supangat & Muawanah. 2000. *Pengantar Kimia dan Sedimen dasar Laut*. BRKP. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.