

Polusi Logam Berat Antropogenik (As, Hg, Cr, Pb, Cu dan Fe) pada Pesisir Kecamatan Tugu Kota Semarang Jawa Tengah

Chrisna Adhi Suryono

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275
Email : chrisna _as@yahoo.com

Abstrak

Konsentrasi logam berat telah ditemukan dalam sedimen laut, air tanah dan air laut di daerah pesisir Tugu Semarang. Enam logam berat seperti (As, Hg, Cr, Pb, Cu and Fe) telah diteliti. Secara nyata terlihat bahwa logam (As, Hg, Cr, Pb, Cu and Fe) menurun konsentrasinya dari sedimen, air laut dan air tanah, dan konsentrasi tertinggi terdapat dalam sedimen laut dan terendah terdapat pada air tanah. Konektivitas logam berat dalam sedimen, air laut dan air tanah diakibatkan oleh perubahan pH dan salinitas pada sedimen dan air. Peningkatan aktifitas reklamasi, buangan air limbah baik dari industri maupun pemukiman kemungkinan menyebabkan peningkatan logam berat di wilayah pesisir Tugu Semarang.

Kata Kunci: Logam berat, sedimen, air laut, air tanah

Abstrack

The concentrations of metals in the marine sediment, groundwater and marine water were found in coastal areas of Tugu Semarang. Six metals (As, Hg, Cr, Pb, Cu and Fe) in coastal areas in Tugu Semarang were examined. The gradually decreased concentrations (As, Hg, Cr, Pb, Cu and Fe) in sediment, marine water and groundwater, and the highest concentration of metals found in marine sediment and the lowest in coastal groundwater. The connectivity of metals in marine sediment, groundwater and marine waters was consequently pH and salinity of land and water environment. The increasing number of reclamation, disposal water from industrial and urban areas may be to support the increasing metals on the coastal areas of Tugu Semarang.

Kata Kunci: Metals, sediment, marine water, groundwater

PENDAHULUAN

Perkembangan daerah pemukiman dan industri di daerah pesisir Semarang 30 tahun ini berkembang sangat cepat, sehingga banyak lahan yang belum stabil dimanfaatkan untuk keperluan tersebut (Suryono, et al., 2008). Hal tersebut nampak di pesisir Kota Semarang dimana lahan industri menggunakan lahan hasil reklamasi sedangkan pemukiman memanfaatkan daerah bekas rawa atau tambak. Daerah baru tersebut relatif belum stabil kondisi kimianya dimana air tanah masih payau dan masukan polutan baik dari

tanah reklamasi yang menjadi sedimen di dasar perairan. Selama ini tanah yang digunakan untuk mereklamasi tidak pernah dianalisa secara geokimia hal ini yang diduga menambah kontaminasi logam berat baik yang ada dalam sedimen maupun air laut (Rochaddi & Suryono, 2009).

Banyak penelitian yang menyatakan bahwa reklamasi memberi efek buruk pada lingkungan karena terjadinya reaksi kimiawi antara *pore water* dan sedimen di kawasan reklamasi tersebut yang berdampak buruk pada lingkungan pesisir (Pagliai et al., 1985; Hall, 1989; Smith et al.,

1995). Banyak penelitian tentang proses kimiawi dan fisik dalam sistim aersedimen di daerah pesisir dan estuaria. Sedimen laut banyak dipercaya bertindak selaku filter bagi banyak logam yang berasal dari daratan sebelum menetap di dasar laut dan mengakumulasinya (Tam and Wong, 2000; Yu *et al.*, 2000; Morillo *et al.*, 2004). Sebagian besar penelitian yang dikakukan saat ini terfokus pada kontaminasi sedimen oleh logam berat dan identifikasi sumber pencemarnya belum mengarah pada proses infiltrasi sedimen, air laut bahkan ke air tanah .

Akumulasi logam berat dalam sedimen laut seharusnya menjadi perhatian karena beberapa jenis logam akan menjadi sumber kontaminan bila karakteristik kimiawi fisik lingkungan terjadi perubahan. Markiewicz-Patkowska *et al.* (2005) menginformasikan dalam penelitian di laboratorium menunjukkan penyerapan dan pelepasan metal tanah ke dalam meteraial tanah menuju solution.

Simpson *et al.* (2004) menginformasikan pergerakan metal di sedimen ke dalam air tanah di daerah estuarine/ pesisir sangat di pengaruhi dan dikontrol oleh pH dan salinitas air. Kawasan pesisir Tugu Semarang merupakan daerah yang masih tersisa lahan pasang surut yang dipergunakan untuk tambak. Perbatasan sebelah barat kawasan tersebut adalah kompleks industri kayu lapis sedangkan perbatasan sebelah timur adalah daerah bandara dan reklamasi Marina sedangkan sebelah selatan berupa pemukiman dan darah industri. Melihat kondisi tersebut dimana air tanah banyak digunakan untuk industri, air laut sering pasang tinggi sehingga membanjiri daerah tambak dan buangan industri maupun polutan dari tanah reklamasi, diduga daerah tersebut akan mengalami peningkatan polutan terutama logam berat baik di air tanah, sedimen laut maupun air laut itu sendiri.

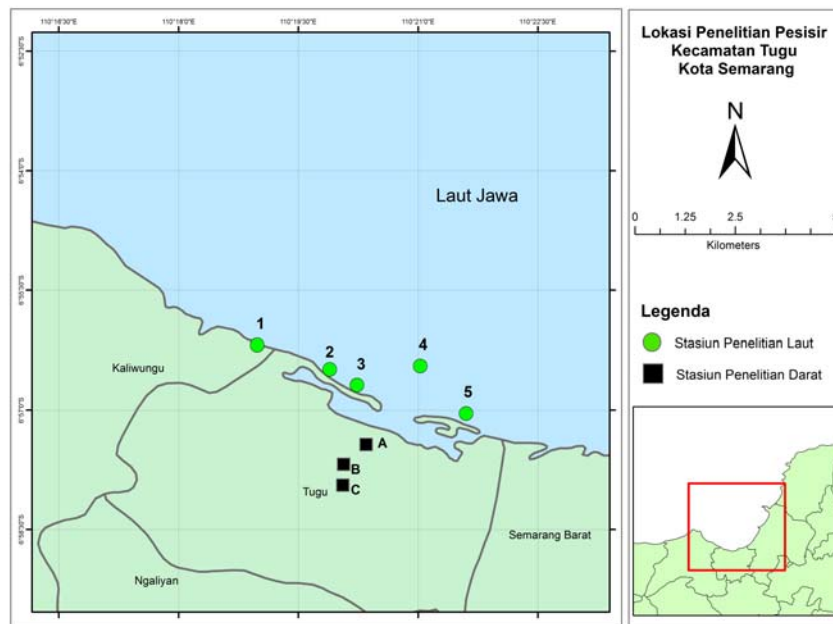
Maka dalam penelitian ini bertujuan mencari kaitan antara logam berat dalam air tanah dan logam berat yang ada pada sedimen laut dan air laut di pesisir Kecamatan Tugu Kota Semarang.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut, sedimen laut dan air tanah yang diambil dari darah pesisir Tugu Semarang. Sampel sedimen dan air laut diambil pada lima titik di perairan sedangkan sample air tanah di ambil pada tiga titik pada sumur dangkal. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan ekman grab sedangkan sample air laut dan air tanah menggunakan water bottle sampler. Pengulangan pengambilan sample dilakukan sebanyak tiga kali.

Sampel yang diambil berupa air tanah , sedimen dasar dan air laut pada kelima titik tersebut untuk diamati kandungan logam berat dari jenis Arsen (As), Mercury (Hg), Chromium (Cr), Lead (Pb), Cuprum (Cu) dan Ferrum (Fe). Karena sempitnya wilayah pengambilan sampel di wilayah tersebut dan hampir homogenya kondisi lingkungan maka sampel dibagi dalam tiga kriteria yaitu sedimen, air laut dan air tanah untuk analisa logam berat. Sampel yang berupa air tanah , sedimen dan air laut yang didapat dianalisa di laboratorium untuk menentukan kandungan logam berat dengan menggunakan alat AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). Parameter kunci yang diukur pada air adalah pH dan salinitas dilakukan secara in-situ dengan menggunakan portable electronic instruments (Horiba). Sampel sedimen yang diambil dikeringkan pada suhu 80°C selama 2 hari kemudian dihancurkan dan dilarutkan dengan KNaCO₃ dan HCl. Prosedur analisa kandungan logam berat dalam sediment dan air meliputi proses destruksi dan penentuan kadar logam berat didalamnya. Prosedur analisa mengacu pada Greenberg, *et al.* (1985) dan Galanopoulou (2005).

Masuknya logam berat kedalam air tanah di wilayah pesisir dapat juga terjadi karena adanya intrusi air laut kedalam air tanah , dimana air laut yang konsentrasinya lebih tinggi dan membawa garam yang berikatan dengan logam berat ikut masuk kedalam air tanah. Hal



Gambar 1. Stasiun Penelitian di Pesisir Kecamatan Tugu Kota Semarang

Tabel 1. Rata Rata konsentrasi logam berat dalam air tanah, air laut dan sedimen laut di pesisir Kecamatan Tugu Semarang

Sampel		Logam Berat					
		As (ppb)	Hg (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)
Air tanah	A	0.54	<0.005	<0.004	<0.001	<0.005	2.81
	B	0.13	<0.005	<0.004	<0.001	<0.005	2.61
	C	<0.001	<0.005	<0.004	<0.001	<0.005	0.2
Air Laut	1	2.97	<0.005	0.16	0.75	<0.005	1.29
	2	1.75	<0.005	0.16	0.74	<0.005	0.63
	3	2.73	<0.005	0.15	0.76	<0.005	1.54
	4	2.93	<0.005	0.15	0.82	<0.005	0.41
	5	3.24	<0.005	0.14	0.79	<0.005	1.3
Sedimen	1	285.59	<0.84	11.44	9.86	7.15	27560
	2	216.3	<0.84	11.77	10.45	4.42	25910
	3	<5.45	<0.84	2.01	3.94	1.7	1682
	4	307.64	<0.84	7.23	7.84	6.01	15440
	5	288.74	<0.84	9	10	11.91	21290

inilah yang akan dibuktikan dalam dalam penelitian ini, keterkaitan antara logam berat dalam air laut, sedimen dan dalam air tanah dangkal di wilayah pesisir Tugu Semarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat yang

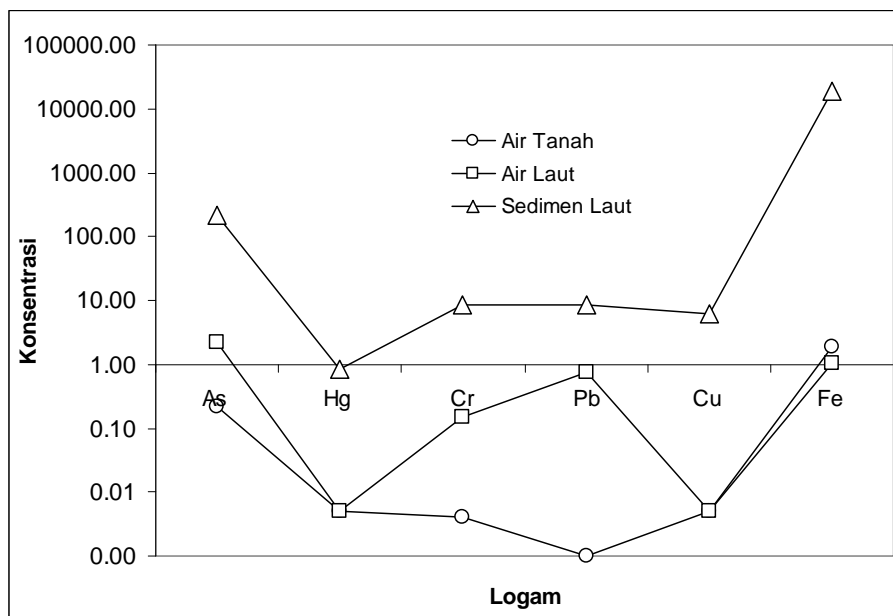
terdapat di air tanah daerah pesisir Tugu Kota Semarang secara umum lebih rendah bila dibandingkan dengan dengan konsentrasi yang ada di sedimen laut dan air laut. Appelo, & Postma (1996) menyatakan tingginya logam berat dalam sedimen dibandingkan dengan di dalam air dikarenakan penyerapan sedimen terhadap partikel partikel logam lebih dominan karena logam mempunyai kecenderungan untuk berikatan dengan

hidroksida dan bahan organik dalam sedimen. Dari perdidat tersebut dapat dapat dimengerti mengapa logam dalam sediment lebih tinggi daripada dalam air.

Melihat data yang ada logam berat yang terdidat dalam air tanah sangat kecil dan hampir tidak terdeteksi oleh AAS hal ini tentunya masukan logam berat dari daratan dapat dikatakan sangat kecil atau tidak ada. Hal ini dapat dimengerti karena pola aliran air tanah yang ada di Semarang mengalir dari timur kearah barat mngikuti kontur topogafi Semarang, hal ini telah diungkapkan (Suryono, dkk 2007). Lebih lanjut Sabdono *et al.* (2007) menginformasikan bahwa bahwa air tanah di pesisir Utara Pulau Jawa seperti Jakarta, Semarang dan Surabaya telah terkontaminasi oleh logam berat dan pestisida. Meskipun arah aliran tanah di Kota Semarang dari Selatan ke Utara (dari perbukitan menuju daerah pesisir). Namun di daerah pesisir Kota Semarang kususnya daerah Tugu sebagian besar air tanah dangkalnya berupa air payau (salinitas berkisar 3-7 ppt sedangkan pH 4-6). Adanya air tanah yang bersifat asam di daerah pesisir tentunya menimbulkan pertanyaan karena seharusnya air tanah tersebut bersifat

basa. Simpson *et al.* (2004) menyatakan bahwa pergerakan logam dalam sedimen tergantung secara eksternal naik turunnya pH dalam sediment dan air sehingga logam dalam sediment dapat berpindahkan ke dalam air. Sifat asam pada air tanah dan basa pada air laut maupun sedimen akan mengubah reaksi sehingga garam yang bersibat basa akan melepaskan logamnya menuju ke air tanah yang bersifat asam (Chen & Jiao, 2008). Hal inilah yang diduga menyebabkan adanya logam dalam air tanah di daerah Tugu Semarang. Untuk lebih lanjut ilustrasi kemungkinan masuknya logam berat dari laut (sediment dan air laut) ke air tanah di wilayah pesisir Tugu Semarang dapat di lihat Gambar 2.

Secara umum keberadaan logam dalam air tanah pesisir dapat dikatakan terjadi intrusi air laut ke dalam air tanah sehingga air terasa payau. Intrusi air laut ke dalam air tanah lebih berbahaya bila logam logam yang ada di dalam garam tersebut terdidat logam berat sehingga secara kimiawi akan terlepas kearah asam (air tanah) sehingga membentuk garam dari logam berat dalam air tanah (Freeze, and Cherry, 1979). Masuknya logam berat dari sedimen laut



Gambar 2. Konsentrasi logam berat dalam sedimen, air laut, air tanah dan kecenderungan arah aliran

ke air tanah sebenarnya tidak secara kebetulan namun ada peran dari naik turunnya pH dalam air sedimen dan salinitas (Jiao et al. 2001) and (Jiao, 2002). Kemungkinan lain yang mungkin terjadi adanya logam berat dalam air tanah dangkal di wilayah tersebut secara geologis daerah tersebut batuanannya mengandung logam berat yang tinggi (Kelepertsis & Alexakis., 2004). dan (Jiao et al. 2005). Hal tersebut juga terlihat tingginya konsentrasi logam berat di daerah penelitian yang tinggi terutama di sedimen yang diambil di perairan. Logam berat terdapat dalam sedimen laut juga mungkin dari berbagai sebab diantaranya dari daratan yang terbawa oleh air kemudian mengendap atau dari sedimen itu sendiri yang secara geologis memang tinggi logam beratnya terlebih tidak jauh dari daerah tersebut merupakan daerah reklamasi yang kemungkinan logam sudah ada pada material yang digunakan untuk reklamasi. Chen & Jiao (2008) menginformasikan bahwa tanah yang digunakan untuk reklamasi di teluk Shenzhen mengandung logam berat yang tinggi dengan adanya sifat asam dasar perairan maka memacu lepasnya logam dari tanah reklamasi menuju air tanah dan air laut. Selama ini di Semarang tanah yang digunakan untuk reklamasi tidak pernah dianalisa terlebih dahulu secara geokimia sehingga tidak di ketahui kandungan logam berat yang ada dalam material reklamasi tersebut.

Bila dilihat kecenderungan konsentrasi logam berat dalam sedimen, air laut dan air tanah menunjukkan adanya konektifitas konsentrasi logam berat antar ketiga kondisi tersebut dari yang berkonsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah atau dari kadar garam tinggi ke rendah mengikuti hukum osmose. Bila diuji secara korelasi menunjukkan bila logam berat dalam sedimen tinggi maka akan diikuti tingginya logam berat dalam air laut maupun air tanah dengan $r=0,86$. Dari berbagai argumen para peneliti sebelumnya dan hasil penelitian di daerah Tugu Semarang dapat disimpulkan bahwa terjadi konektifitas logam berat dalam air tanah, air laut dan sedimen di wilayah pesisir Tugu Semarang.

UCAPAN TREIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami berikan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah mendanai penelitian ini melalui dana Hibah Penelitian tahun 2011 dan semua pihak yang telah membantu jalannya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Appelo, C.A.J & D. Postma 1996. *Geochemistry, groundwater and pollution*. A.A. Balkema. Rotterdam. P:536.
- Chen, K & Jiao, J. J., 2008. Metal concentrations and mobility in marine sediment and groundwater in coastal reclamation areas: A case study in Shenzhen, China. *Environmental Pollution* 151 (2008) 576 – 584
- Freeze, R.A. & J.A. Cherry.,1979. *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. p: 604.
- Galanopoulou, S., 2005., Mineralogical and geochemical study of surface sediments of Keratsini harbour. *Ph.D Thesis*, National Technical University of Athens, Greece.
- Greenberg, A.E., Trussell, R.R & Clesseri, L.S 1985. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 16th edition. American Public Health Association, 05 15th street NW, Washington, DC 20005.
- Hall, L.A., 1989. The effects of dredging and reclamation on metal levels in water and sediments from an estuarine environment off Trinidad, West Indies. *Environmental Pollution* 56, 189-207.
- Jiao, J.J., 2002. Preliminary conceptual study on impact of land reclamation on groundwater flow and contaminant migration in Penny's Bay. Hong Kong., *Geologist* (8): 14-20
- Jiao, J.J., Leung, C.M., Chen, K.P., Huang, J.M. & Huang, R.Q., 2005. Physical and chemical processes in the subsurface system in the land reclaimed from the sea. In: *Collections of Coastal Geo-Environment and Urban Development*. China Dadi Publishing House, Beijing, China, pp. 399-407

- Jiao, J.J., Nandy, S. & Li, H.L., 2001. Analytical studies on the impact of reclamation on groundwater flow. *Ground Water* 39 (6), 912 - 920
- Kelepertsis, A., & Alexakis, D. 2004. The impact of mining and metallurgical activity of the Lavrion Sulfide deposits on the geochemistry of bottom sea sediments east of the Lavreotiki Peninsula, Greece. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 8 (1), 40–46.
- Markiewicz-Patkowska, J., Hursthouse, A. & Przybyla-Kij, H., 2005. The interaction of heavy metals with urban soils: sorption behaviour of Cd, Cu, Cr, Pb and Zn with a typical mixed brownfield deposit. *Environment International* 31, 513-521.
- Morillo, J., Usero, J. & Gracia, I., 2004. Heavy metal distribution in marine sediments from Southwest coast of Spain. *Chemosphere* 55, 431-442.
- Pagliai, A., Varriale, A., Crema, R., Galletti, M. & Zunarelli, R., 1985. Environmental impact of extensive dredging in a coastal marine area. *Marine Pollution Bulletin* 16, 483-488.
- Rochaddi, B & Suryono, C.A., 2009., Pestisida organoklorin pada aqifer dangkal di wilayah pesisirkota semarang. *Ilmu Kelautan* 14(3):155-159
- Sabdon, A., Suryono, C.A., Rochaddi, B & Susanti, B.T., Persistence of Organochlorine on Household Wells of Java Urban Areas, Indonesia., *Journal of Applied Sciences* 8 (12): 2318 – 2323
- Simpson, S.L., Maher, E.J. & Jolley, D.F., 2004. Processes controlling metal transport and retention as metal-contaminated groundwaters efflux through estuarine sediments. *Chemosphere* 56, 821-831.
- Smith, J.A., Millward, G.E. & Babbedge, N.H., 1995. Monitoring and management of water and sediment quality changes caused by a harbour impoundment scheme. *Environment International* 21 (2), 197-204.
- Suryono, C.A. & Rochaddi, B.. 2008., Arsenic Contamination of the Coastal Aquifer in the North Coast of Java Indonesia, *Ilmu Kelautan* 13 (1): 25 -30
- Suryono, C.A., Sabdon, A., Rochaddi, B & Susanti, B. T., 2007., Physico-chemical Characteristic and Heavy Metal Content in Shallow Groundwater of Semarang Coastal Region., *Ilmu Kelautan* 12 (4): 227 – 232
- Tam, N.F.Y. & Wong, Y.S., 2000. Spatial variation of metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. *Environmental Pollution* 110, 195-205.
- Yu, K.T., Lam, M.H.W., Yen, Y.F. & Leung, A.P.K., 2000. Behavior of trace metals in the sediment pore waters of intertidal mudflats of a tropical wetlands. *Environmental Toxicology and Chemistry* 19(30):535-542.