

Kandungan logam berat dalam sedimen di Perairan Teluk Wawobatu, Kendari, Sulawesi Tenggara

Heavy metals content in sediment in Wawobatu Bay Waters, Kendari, Southeast of Sulawesi

Edward*

Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI), Jln. Pasir Putih 1, Ancol Timur, Jakarta 14330. Tel/fax: 021.64715038, 021.64711848. *Email: ekewe07@mail.com

Abstract. Examination of heavy metals content in sediment of Wawobatu Bay Waters, Kendari was conducted in June 2011. Sediment samples were collected using gravity core at 5 research stations. Heavy metals content were measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The purpose of this research was to examine the heavy metals content in sediment and to predict the quality of sediment based on index analysis approach (geoaccumulation index and pollution load index). The results showed that Pb was ranged from 3.704 pp to 21.892 ppm, Cd was 0.784-1,385 ppm, Cu was 3,451-12,193 ppm, and 24.838 ppm, to 69.973 ppm and 37.289 ppm to 72.329 ppm for Zn and Ni, respectively. It is concluded that the content of these heavy metals were lower compared to threshold value stated by The Stated Ministry Office for Life Environment 2004 and Ontario sediment Guideline 2008. In general the heavy metals content in Station 4 was higher than the other stations. This is caused by the differences in sediment texture in each station, while station 4 is situated in estuary and it has a black clay sediment texture. In addition, the content of Ni was higher than the others examined heavy metals. Based on I-geo values that the sediment in this waters is categorized as unpolluted by Pb, Cu, Zn, and Ni ($I_{geo} < 0$), and moderate polluted category by Cd ($1 < I_{geo} < 2$). In addition, based on PLI values, sediments of Wawobatu bay was unpolluted by Pb, Cu, Zn, Ni and Cd.

Keywords: Heavy metals; sediments; Wawobatu Bay; Kendari

Abstrak. Pengamatan kandungan logam berat dalam sedimen di Perairan Teluk Wawobatu, Kendari telah dilakukan pada bulan Juni 2011. Contoh sedimen diambil dengan menggunakan gravity core pada 5 stasiun penelitian. Kandungan logam berat diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat dalam sedimen serta memprediksi kualitas sedimen berdasarkan pendekatan analisis indeks (Indeks geoakumulasi dan Indeks Beban Pencemaran). Hasilnya menunjukkan, kandungan Pb berkisar 3,704-21,892 ppm, Cd 0,784-1,385 ppm, Cu 3,451-12,193 ppm, Zn 24,838-69,973 ppm, dan Ni 37,289-72,329 ppm. Kandungan ke lima logam tersebut masih lebih rendah dari nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup 2010 dan baku mutu sedimen Ontario (*Ontario Sediment Guideline*) 2008. Kandungan logam berat dalam sedimen di Stasiun 4 lebih tinggi dibandingkan dengan Stasiun lainnya. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tekstur sedimen di masing-masing stasiun. Stasiun 4 berada di muara sungai dan mempunyai sedimen dengan tekstur berupa lumpur berwarna hitam. Kandungan logam Ni lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain, hal ini menunjukkan adanya masukan sedimen dari Teluk Kendari dan Teluk Lasolo yang terbawa oleh arus, disamping yang berasal dari darat yang masuk melalui aliran sungai. Berdasarkan nilai indeks geoakumulasi (I_{geo}) sedimen di perairan ini termasuk kategori tidak tercemar oleh Pb, Cu, Zn, dan Ni ($I_{geo} < 0$), dan tercemar sedang oleh Cd ($1 < I_{geo} < 2$). Namun berdasarkan nilai indeks beban pencemaran (PLI), sedimen di perairan ini belum tercemar oleh logam berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni.

Kata Kunci: Logam berat; sedimen; Teluk Wawobatu; Kendari.

Pendahuluan

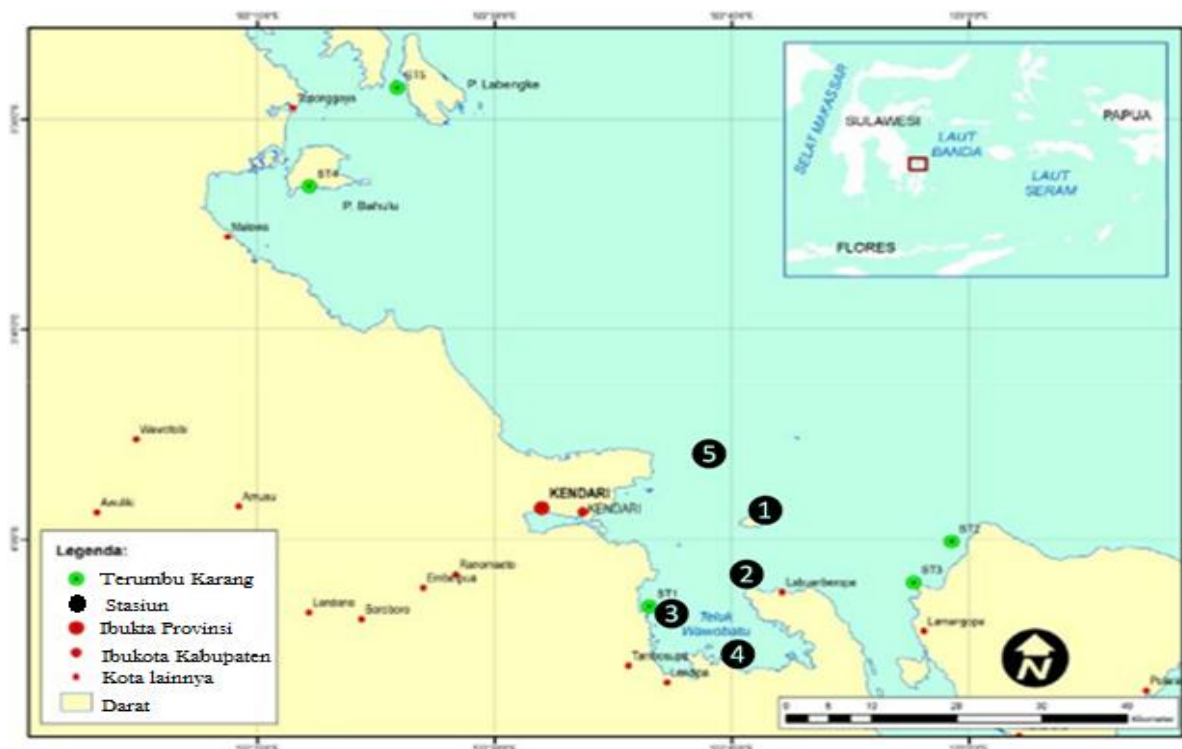
Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki beberapa sungai besar yang tersebar di empat kabupaten dan sebagian besar bermuara ke pesisir timur Perairan Kendari dan Laut Banda. Sungai-sungai tersebut antara lain adalah Sungai Lasolo, Sungai Roraya, Sungai Sampolawa, Sungai Wandasa, Sungai Kabangka Balano dan Sungai Laeya. Aliran sungai-sungai tersebut melintasi berbagai kawasan, antara lain kawasan permukiman, pertanian dan industri/pertambangan, sehingga banyak membawa lumpur/sedimen dan kontaminan yang bersifat toksik ke Perairan Kendari. Salah satu dari kontaminan tersebut adalah logam berat. Logam berat yang terakumulasi di

perairan dapat mengkontaminasi manusia melalui rantai makanan. Logam berat dalam kadar yang rendah dibutuhkan oleh organisme perairan, namun dalam kadar tinggi yang melebihi nilai ambang batas dapat bersifat racun dan mengganggu kesehatan (Malik, 2004; Rainbow, 2007). Paquin *et al.* (2003) dalam Bashir *et al.* (2012) menyatakan bahwa limbah industri dapat menyebabkan kontaminasi logam berat pada perairan pantai atau sungai. Meng *et al.* (2008) dan Qin *et al.* (2006) melaporkan adanya kontaminasi logam berat pada perairan pantai dan estuari di Teluk Bohai Tianjin China akibat berbagai kegiatan di darat dan di perairan laut. Logam berat juga dapat berasal dari aktivitas industri, pertanian, perkotaan dan pertambangan (Duruibe *et al.*, 2007; Srinivasa *et al.*, 2007). Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam berat dapat bertindak sebagai karsinogen melalui mekanisme oksidatif yang menghasilkan radikal bebas dan spesies oksigen reaktif, menyerang dan merusak DNA serta enzim penting lainnya (Misra *et al.*, 2010) (Acton, 2013) (Hadjiladis, 1997). Toksikologi dan karsinogenisasi logam berat merupakan bidang pengetahuan yang banyak mendapat perhatian dari para ilmuwan (Bal dan Karpaszak, 2002).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni dalam sedimen serta memprediksi kualitas sedimen berdasarkan pendekatan analisis indeks (Indeks geoakumulasi, I-geo) dan Indeks Beban Pencemaran (Pollution Load Index, PLI). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan kepada Pemda setempat dalam rangka pengelolaan lingkungan perairan Teluk Wawobatu, Kendari secara berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di perairan Teluk Wawobatu, Kendari Sulawesi Tenggara pada tanggal 12-17 Juli 2011 dengan menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya VIII (Gambar 1). Contoh sedimen diambil pada 5 stasiun penelitian dengan menggunakan *gravity core*. Contoh sedimen dimasukkan ke dalam botol polietilen yang sebelumnya telah dicuci/direndam dalam HNO₃ (6 N) dan dibilas dengan air suling. Setelah tiba di laboratorium, contoh sedimen dimasukkan dalam cawan teflon dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelah kering dikocok beberapa kali dengan air suling (Westerlund and Magnuson, 1981). Contoh sedimen dikeringkan kembali pada suhu 100 °C selama 24 jam, kemudian digerus hingga halus. Sebanyak 5 gram contoh sedimen kering dimasukkan dalam cawan teflon, didestruksi dengan menggunakan HNO₃/HCl pekat dan biarkan pada suhu ruang $\pm$ 4 jam. Destruksi dilanjutkan pada suhu 90 °C selama 8 jam. Kandungan Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni ditentukan dengan AAS menggunakan nyala api dari campuran udara-aseton. Analisis dilakukan di laboratorium kimia anorganik Pusat Penelitian Oseanografi LIPI Jakarta.



Gambar 1. Peta Teluk Wawobatu yang menunjukkan lokasi penelitian. Bulatan hitam dengan angka 1-5 adalah stasiun penelitian.

Tingkat pencemaran logam berat dalam sedimen ditentukan dengan menggunakan Faktor Kontaminasi (CF), Indek Geoakumulasi (I-geo) dan Indek Beban Pencemaran (PLI) (Rabee *et al.*, 2011), (Qingjie *et al.*, 2008), (Parizanganeh *et al.*, 2012), (Veerasingam *et al.*, 2012), (Shams *et al.*, 2012) dengan rumus: Faktor Kontaminasi (CF) = $C_x / C_{background}(B_n)$. $C_f < 1$, tingkat kontaminasi rendah, $1 < C_f < 3$, tingkat kontaminasi sedang, dan $3 < C_f < 6$, tingkat kontaminasi cukup, $C_f > 6$, tingkat kontaminasi sangat tinggi. Indeks Geoakumulasi (I-geo) = $\log_2 (C_x / 1,5 B_n)$, C_x = Konsentrasi logam X dalam contoh, B_n = konsentrasi normal logam X di alam, 1,5 = konstan, I-geo < 0, tidak tercemar, $0 < I\text{-geo} < 1$, tercemar ringan, $1 < I\text{-geo} < 2$, tercemar sedang $2 < I\text{-geo} < 3$, tercemar cukup parah, $3 < I\text{-geo} < 4$, tercemar parah, $4 < I\text{-geo} < 5$, tercemar luar biasa parah, I-geo > 5, tercemar sangat luar biasa parah, dan Indek Beban Pencemaran (Pollution Load Index, PLI) = $[CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \dots CF_n]^{1/n}$, n = Jumlah logam, PLI < 1, tidak tercemar, PLI 1-2, tidak tercemar sampai tercemar ringan, PLI 2-4, tercemar sedang, PLI 4-6, tercemar parah, PLI 6-8, tercemar sangat parah, PLI 8-10, tercemar luar biasa parah.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan Pb berkisar 3,704-21,892 ppm dengan rerata 9,677 ppm. Kandungan Pb tertinggi dijumpai di stasiun 4 yakni 21,892 ppm dan terendah di Stasiun 5 yakni 3,704 ppm, Kandungan Pb rerata hasil pengamatan ini yakni 9,677 ppm relatif tinggi, Edward (2010, 2011) mendapatkan kandungan Pb rerata di perairan Maluku Tenggara yang relatif masih alami dan belum tercemar yakni di Elat 0,042 ppm, di Ngilngof, Tual 3,352 ppm, dan di Ohoimas 3,376 ppm. Kadar Pb normal di permukaan bumi < 12,5 ppm (Harikumar *et al.*, 2010; Mohiuddin *et al.* 2010). Oleh karena itu kadar Pb di perairan ini termasuk kategori normal. *Canadian Council of Ministers for the Environment* (CCME, 2002) dan KMNLH (2010) menetapkan Nilai Ambang Batas Pb dalam sedimen untuk perlindungan biota masing-masing adalah 35 ppm dan 36,8 ppm. Hasil pengukuran kandungan logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Wawobatu, Kendari disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan logam berat dalam sedimen di Teluk Wawobatu, Kendari

Stasiun	Jenis logam berat				
	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni
1	6.828	1.050	3.451	24.838	47.651
2	6.372	0.784	4.020	25.296	54.907
3	9.590	1.325	5.173	33.819	37.289
4	21.892	1.385	12.193	69.973	72.329
5	3.704	0.963	5.630	33.488	48.899
Min	3.704	0.784	3.451	24.838	37.289
Mak	21.892	1.385	12.193	69.973	72.329
SD	7.140	0.251	3.519	18.664	12.907
Rerata	9.677	1.101	6.093	37.482	52.215
Rerata ±	9.677±	1.101±	6.093±	37.482±	52.215±
SD	7.140	0.251	3.519	18.664	12.907
KMNLH (2010)	36,8	6,2	108	271	75*

* Ontario Sediment Guideline (2008)

Kadar Cd dalam sedimen berkisar 0,784-1,385 ppm dengan rerata 1,101 ppm. Kadar Cd tertinggi dijumpai di Stasiun 4 dan terendah di Stasiun 2, hal ini menunjukkan bahwa Stasiun 4 lebih banyak menerima masukan limbah yang mengandung Cd dibandingkan dengan stasiun lain. Kadar Cd rerata ini relatif tinggi, Edward (2010; 2011), mendapatkan kadar Cd rerata di perairan Maluku Tenggara yang relatif masih alami dan belum tercemar yakni di perairan Elat 0,009 ppm, di Ohoimas 0,251 ppm dan di Ngilngof 0,263 ppm. Kadar rerata Cd alami yang terdapat di lapisan permukaan bumi adalah 0,2 ppm (Mohiuddin *et al.*, 2010). *Canadian Council of Ministers for the Environment* (CCME, 2002) dan KMNLH(2010) menetapkan Nilai Ambang Batas Cd dalam sedimen untuk perlindungan biota masing-masing adalah 0,6 ppm dan 6,2 ppm. Menurut Solomon dan Forstener (1984 dalam Siddique dan Aktar, 2012) kadar Cd dalam sedimen yang tidak tercemar adalah 0,11 ppm, dengan demikian maka sedimen di perairan ini telah tercemar oleh Cd.

Kadar Cu dalam sedimen berkisar 3,451-12,193 ppm dengan rerata 6,093 ppm. Kadar Cu tertinggi dijumpai di Stasiun 4 dan terendah di Stasiun 1. Kadar Cu rerata hasil penelitian ini relatif tinggi, Edward (2011, 2010) mendapatkan kadar Cu rerata di perairan Maluku Tenggara yang relatif tidak tercemar dan masih alami yakni di Elat 0,067 ppm, di Ohoimas 0,251 ppm dan di Ngilngof 0,039 ppm. *Canadian Council of Ministers for the Environment* (CCME, 2002) menetapkan Nilai Ambang Batas Cu dalam sedimen untuk perlindungan biota

adalah 35,7 ppm. KMNLH (2010) menetapkan Nilai Ambang Batas Cu dalam sedimen untuk kehidupan biota adalah 108 ppm. Kadar Cu rerata alami yang terdapat di permukaan bumi adalah 70 ppm (Odat dan Alshammara, 2011), dengan demikian bila mengacu pada CCME dan KMNLH di atas maka kadar Cu masih pada ketegorinormal.

Kadar Zn dalam sedimen di perairan Kendari berkisar 24,838-69,973 ppm dengan rerata 37,482 ppm. Kadar Zn tertinggi dijumpai di stasiun 4 dan terendah di Stasiun 1. Kadar Zn rerata ini relatif masih rendah bila dibandingkan dengan kadar rerata Zn di alam yakni 95 ppm (Odat dan Alshammara, 2011). Edward (2011, 2010), mendapatkan kadar Zn rerata di perairan Elat yang relatif tidak tercemar dan masih alami 0,067 ppm, di Ohoimas 0,888 ppm dan di Ngilngof 14,39 ppm. *Canadian Council of Ministers for the Environment* (CCME, 2002) menetapkan Nilai Ambang Batas Zn dalam sedimen untuk perlindungan biota adalah 123 ppm. KMNLH (2010) menetapkan Nilai Ambang Batas Zn dalam sedimen untuk kehidupan biota adalah 271 ppm. Dengan demikian bila mengacu kepada CCME dan KMNLH di atas dapat dikatakan bahwa kadar Zn dalam sedimen di perairan ini masih normal dan belum berbahaya untuk kehidupan biota laut perairan.

Kadar Ni berkisar 37,289 ppm sampai dengan 72,329 ppm dengan rerata 52,215 ppm. Kadar Ni tertinggi dijumpai di stasiun 4 dan terendah di Stasiun 3. Kadar Ni alami rerata yang terdapat di permukaan bumi adalah 31 ppm (*Ontario Sediment Guidelines*, 2008). Edward (2010) mendapatkan kadar Ni rerata di perairan Ohoimas Maluku Tenggara yang relatif tidak tercemar dan masih alami 0,959 ppm, di Ngilngof 0,910 ppm, di Bangka Utara 7,168 ppm, di Bangka Timur 5,111 ppm, dan di Bangka Selatan 5,056 ppm (Prasetya *et al.*, 2010). *Ontario Sediment Guideline* (2008) menyatakan kadar Ni dalam sedimen yang dapat membahayakan biota laut adalah 75 ppm. Berdasarkan *Ontario Sediment Guideline* tersebut kadar Ni rerata dalam sedimen di perairan ini belum berbahaya bagi biota laut.

Secara umum terlihat bahwa kadar Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni di Stasiun 4 lebih tinggi dibandingkan stasiun lain. Hal ini disebabkan karena tekstur sedimen di Stasiun 4 lebih banyak mengandung lumpur dibandingkan stasiun lain dan berada di daerah muara. Keadaan yang serupa pernah dijumpai di Teluk Jakarta sebagaimana yang dilaporkan oleh Rochyatun *et al.* (2007) bahwa kandungan logam berat yang tinggi dalam sedimen dengan tekstur lumpur dibandingkan dengan sedimen yang teksturnya bukan lumpur. Umumnya lumpur kaya akan bahan organik dan mineral lempung. Logam mempunyai kapasitas yang tinggi untuk membentuk kelat/ligand dengan senyawa organik (Sardanet *et al.*, 2011). Claudia *et al.* (2004) menyatakan, distribusi logam berat pada sedimen laut dipengaruhi oleh tekstur, kandungan mineral lempung (*clay minerals*), bahan organik, oksida-oksida dari logam besi dan mangan serta kalsium karbonat. Logam-logam tersebut akan terakumulasi pada lapisan permukaan dari sedimen (Praveena *et al.*, 2008). Espericueta *et al.* (2006 dalam Yang *et al.*, 2010) menyatakan logam cenderung terikat dalam sedimen dengan butiran permukaan halus dan bahan organik. Wangersky (1986 dalam Yang *et al.*, 2010) melaporkan pengayaan logam terjadi dalam sedimen yang kaya bahan organik, hal ini disebabkan karena adanya interaksi antara gugus fungsi senyawa organik dengan logam (Mulligan dan Yong, 2006). Nguyen *et al.* (2010) dalam penelitiannya di Vietnam, melaporkan adanya korelasi positif antara kandungan logam Pb, Cu dan Ni dengan kandungan bahan organik. Fukue *et al.* (2006) menyatakan bahwa kandungan logam yang tinggi dalam sedimen ada kaitannya dengan kandungan bahan organik yang dihasilkan oleh humus. Diduga hal ini yang menyebabkan tingginya kadar logam berat di Stasiun 4 dibandingkan stasiun lain. Secara keseluruhan kadar Ni paling tinggi dibandingkan dengan logam lain. Kadar Ni yang tinggi ini berasal dari Teluk Lasolo yang terbawa arus, masuk dan mengendap di perairan Teluk Wawobatu, mengingat di kawasan pantai Lasolo banyak beroperasi tambang nikel, disamping yang berasal dari Teluk Kendari dan aliran sungai yang bermuara ke perairan Teluk Wawobatu..

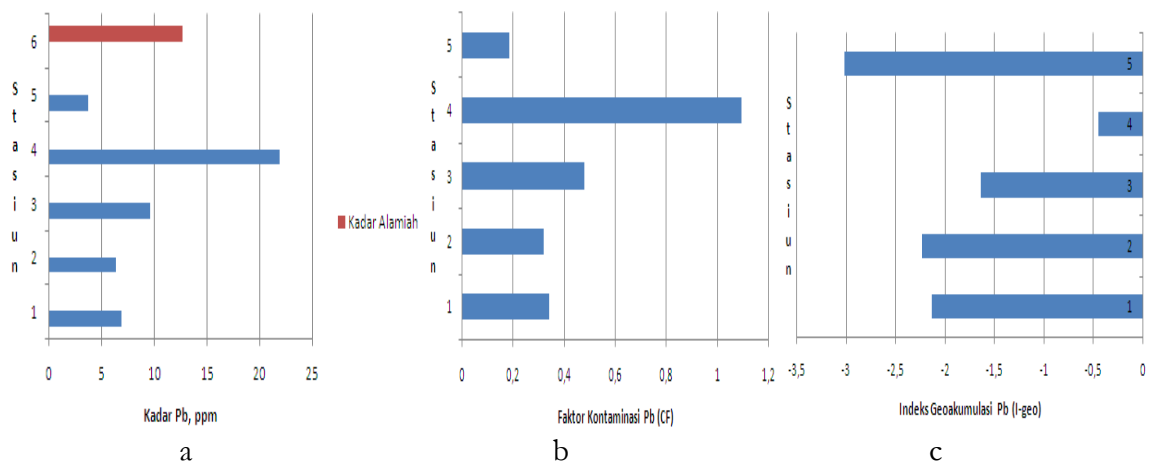
Pada Tabel 2 berikut disajikan hasil analisis indeks dari sedimen. Dari tabel tersebut dapat dilihat faktor kontaminasi (CF) Pb berkisar 0,185-1,094 dengan rerata 0,483 (<1) yang berarti bahwa sedimen termasuk kategori terkontaminasi rendah. Nilai indeks geoakumulasi (I-geo) Pb berkisar -3,018 sampai dengan -0,454 dengan rerata -1,897 (<0), yang berarti sedimen tidak tercemar oleh Pb. Faktor kontaminasi (CF) Cd berkisar 2,616-4,616 dengan rerata 4,616. Nilai ini lebih besar dari 3 dan lebih kecil dari 6, yang berarti sedimen termasuk kategori terkontaminasi cukup. Indeks geoakumulasi (I-geo) Cd berkisar 0,8-1,621 dengan rerata 1,259. Nilai ini lebih besar dari 1 dan lebih kecil dari 2, yang berarti sedimen termasuk kategori tercemar ringan. Faktor kontaminasi (CF) Cu berkisar 0,049-0,174 dengan rerata 0,086 (<1) yang berarti sedimen termasuk kategori terkontaminasi rendah. Indeks geoakumulasi (I-geo) Cu berkisar -4,965 sampai -3,107 dengan rerata -4,275 (<0), yang berarti sedimen termasuk kategori tidak tercemar oleh Cu. Faktor kontaminasi (CF) Zn berkisar 0,261-0,736 dengan rerata 0,394 (<1) yang berarti sedimen termasuk kategori terkontaminasi rendah. Indeks geoakumulasi (I-geo) Zn berkisar -4,298 sampai 1,026 dengan rerata -2,402 (<0), yang berarti sedimen termasuk kategori tidak tercemar oleh Zn. Faktor kontaminasi (CF) Ni berkisar 0,497-0,964 dengan rerata 0,695 (<1), yang berarti sedimen termasuk kategori terkontaminasi rendah. Indeks geoakumulasi (I-geo) Ni berkisar -

1,595 sampai -0,639 dengan rerata -1,142 (<0), yang berarti sedimen termasuk kategori tidak tercemar oleh Ni.

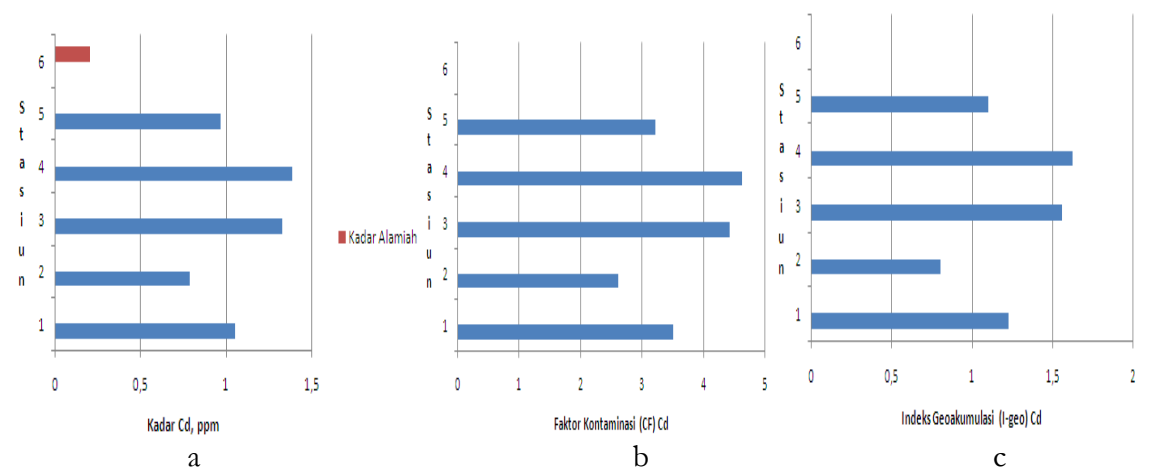
Pada Tabel 3 berikut disajikan nilai indeks beban pencemaran (PLI) di setiap stasiun. Dari tabel tersebut dapat dilihat nilai PLI berkisar 0,391-0,909 dengan rerata 0,517, nilai ini lebih kecil dari 0 ($PLI < 0$), yang berarti secara keseluruhan sedimen di perairan Teluk Wawobatu, Kendari ini tidak tercemar oleh logam Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni.

Tabel 2. Kadar Pb (ppm), faktor kontaminasi (CF) dan indeks geoakumulasi (I-geo) dalam sedimen di Teluk Wawobatu, Kendari

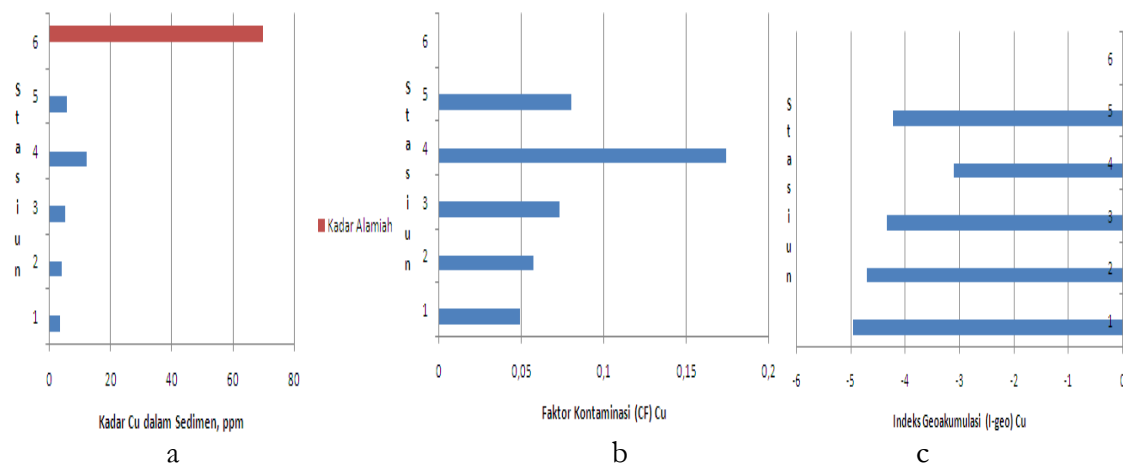
Stasiun	Pb		Cd		Cu		Zn		Ni	
	CF	I-geo	CF	I-geo	CF	I-geo	CF	I-geo	CF	I-geo
1	0,341	-2,135	3,5	1,222	0,049	-4,965	0,261	-2,522	0,635	-1,241
2	0,318	-2,235	2,613	0,800	0,057	-4,717	0,266	-4,298	0,732	-1,035
3	0,479	-1,645	4,416	1,557	0,073	-4,351	0,355	-2,077	0,497	-1,595
4	1,094	-0,454	4,616	1,621	0,174	-3,107	0,736	-1,026	0,964	-0,639
5	0,185	-3,018	3,21	1,097	0,080	-4,237	0,352	-2,089	0,651	-1,204
Min	0,185	-3,018	2,613	0,8	0,049	-4,965	0,261	-4,298	0,497	-1,595
Mak	1,094	-0,454	4,616	1,621	0,174	-3,107	0,736	-1,026	0,964	-0,639
SD	0,356	0,945	2,613	0,338	0,050	0,714	0,196	1,194	0,172	0,347
Rerata	0,483	-1,897	4,616	1,259	0,087	-4,275	0,394	-2,402	0,695	-1,142



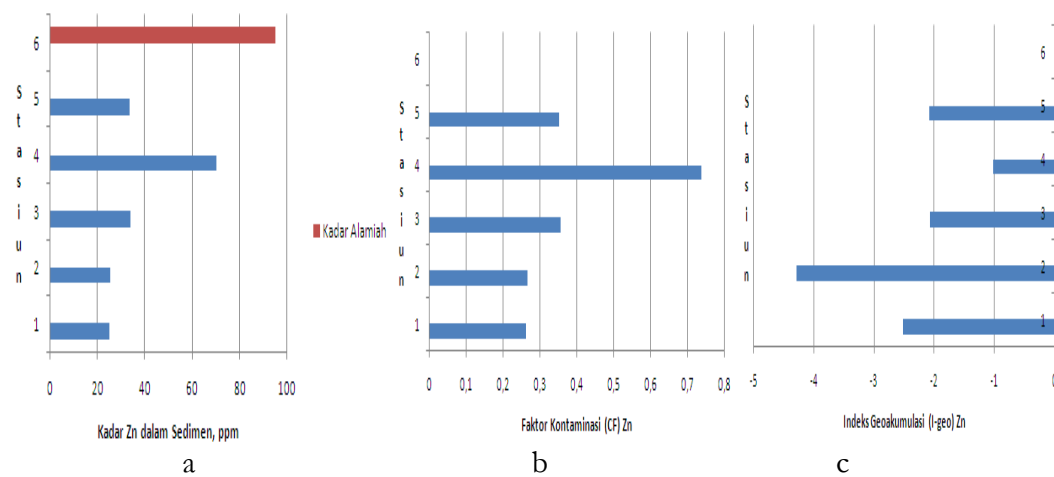
Gambar 1. Konsentrasi logam berat Pb (a), faktor kontaminasi (b) dan indeks geoakumulasi (c) berdasarkan stasiun penelitian



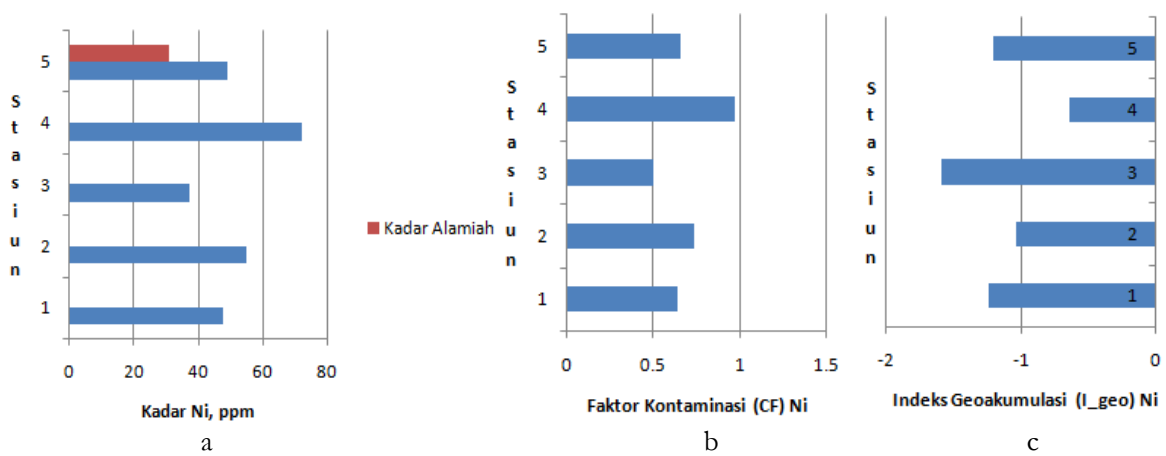
Gambar 2. Konsentrasi logam berat Cd (a), faktor kontaminasi (b) dan indeks geoakumulasi (c) berdasarkan stasiun penelitian



Gambar3. Konsentrasi logam berat Cu (a), faktor kontaminasi (b) dan indek geoakumulasi (c) berdasarkan stasiun penelitian



Gambar 4.Konsentrasi logam berat Zn (a), faktor kontaminasi (b) dan indek geoakumulasi (c), berdasarkan stasiun penelitian



Gambar 5.Konsentrasi logam berat Ni (a), faktor kontaminasi (b) dan indek geoakumulasi (c), berdasarkan stasiun penelitian

Tabel 3. Nilai PLI logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Wawobatu, Kendari

Stasiun peneliti an	Teluk Bay					PLI (Pollution Load Index) (CF PbxCFCdxCFCuxCFZnxCFNi) ^{1/5}
	Konsentrasi logam berat					
	CF Pb	CF Cd	CF Cu	CF Zn	CF Ni	
1	0,341	3,5	0,049	0,261	0,635	0,394
2	0,318	2,613	0,057	0,266	0,732	0,391
3	0,479	4,416	0,073	0,355	0,497	0,486
4	1,094	4,616	0,174	0,736	0,964	0,909
5	0,185	3,21	0,080	0,352	0,651	0,404
Min	0,185	2,613	0,049	0,261	0,497	0,391
Max	1,094	4,616	0,174	0,736	0,964	0,909
SD	0,356	0,838	0,050	0,196	0,172	0,222
Rerata	0,483	3,671	0,087	0,394	0,685	0,517 (<1)

Kesimpulan

Secara rerata kadar Ni>Zn>Pb>Cu>Cd, data ini menunjukkan sedimen lebih banyak mengakumulasi logam Ni dibandingkan dengan yang lain. Kandungan Ni yang tinggi ini berasal dari Teluk Lasolo yang di kawasan pantainya banyak beroperasi tambang nikel. Selain itu juga berasal dari Teluk Kendari dan aliran sungai yang bermuara ke perairan Teluk Wawobatu. Kadar logam berat yang tinggi di Stasiun 4 disebabkan oleh perbedaan tekstur sedimen. Tekstur sedimen di Stasiun 4 didominasi oleh lumpur yang berwarna hitam. Kadar Pb, Cd, Zn, Cu dan Ni masih lebih rendah dari nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup (2010) dan Baku Mutu Sedimen Ontario (2008). Kadar Pb, Cu dan Zn masih lebih rendah dari kadar alamnya, sedangkan Cd dan Ni lebih tinggi. Data ini menunjukkan sedimen di perairan ini telah terkontaminasi oleh Cd dan Ni. Secara keseluruhan, berdasarkan nilai PLI, sedimen di perairan Teluk Wawobatu, Kendari ini termasuk kategori tidak tercemar (PLI<1) dan belum berbahaya untuk kehidupan biota laut yang hidup dan mencari makan dalam sedimen, dan berdasarkan nilai I-geo, sedimen di perairan ini termasuk kategori tercemar sedang oleh Cd (0<I-geo<2), dan tidak tercemar oleh Pb, Cu, Zn, dan Ni (I-geo<0).

Daftar Pustaka

- Acton, A.Q. 2013. Heavy metals-advances in research and application. Published by Scholarly Editions, Atlanta, Georgia.
- Bashir, A.F.M. S.Othman, A.G.Mazlan. 2012. Evaluation of trace metal levels in tissues of two commercial fish species in Kapar and Mersing Coastal Waters, Peninsular Malaysia. Research Article. Hindawi Publishing Corporation. Journal of Environmental and Public Health Volume 2012, 10 p.
- Bal, W., K.S. Karpaszak. 2002. Induction of oxidative DNA damage by carcinogenic metals. Toxicology, 127:55-62.
- Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME). 2002. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life summary table. Winnipeg, MB. 7 p.
- Claudia, G.V, D.S. Batista, N.J.A. Batista. 2004. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niterói Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil. An. Acad. Bras. Ciênc, 76(2) : 1-10.
- Duruibe, O.J, M.O.C. Ogwuegbu, J.N. Ekwurugwu. 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. International Journal of Physical Sciences, 2(5): 112-118.
- Edward. 2010. Kandungan logam berat di perairan Ohoimas, Tual Maluku Tenggara. Makalah pada Seminar Perikanan Nasional – STP, Jakarta, 1-2 Desember 2010.
- Edward. 2011. Kualitas air laut dan sumberdaya perikanan di perairan Elat, Kepulauan Kai Besar Maluku Tenggara. Laporan Penelitian LIPI-RISTEK. 119 hal.
- Fukue, M., Y. Sato, K. Uehara, Y. Kato, Y. Furukawa. 2006. Contamination of sediment and proposed containment technique in a wood pool in Shimizu, Japan. In: Contaminated sediments: evaluation and remediation techniques STP. 1482, 32-43.
- Harikumar, P.S., T.S. Jisha. 2010. Distribution pattern of trace metal pollutants in the sediments of an urban wetland in the southwest coast of India. International Journal of Engineering Science and Technology. 2(5): 840-850.

- Hadjiliadis, D.Nick (Edt). 1997. Cytotoxic, mutagenic and carcinogenic potential of heavy metals related to human environment. Springer-Science+Business Media, BV. Przesieka, Poland.
- KMNLH. 2010.State environment minister's decision draft.<http://www.klh.go.id>. Diakses Tanggal 16 Februari 2012.
- Malik, A. 2004.Metal bioremediation through growing cells.Environment International, 30 (2): 261–278.
- Misra, S., S.P. Dwivedi, R.B. Singh. 2010. A review on epigenetic of heavy metals carcinogenics on human health. The Open Nutraceuticals Journal (3) : 188-193
- Mulligan, C.N., R.N. Yong. 2006.Overview of natural attenuation of sediments. In: Contaminated sediments: evaluation and remediation techniques, STP. 1482: 210-222.
- Nguyen, L.T., Huong, M. Ohtsubo, L. Li, T. Higashi, M. Kanayama. 2010. Heavy metal characterization and leachability of organic matter-rich river sediments in Hanoi, Vietnam. International Journal Soil, Sediment, and Water. 3 (5): 1-20
- Mohiuddin, M.K, H.M. Zakir, K. Otomo, S. Sharmin., N. Shikazono. 2010. Geochemical distribution of trace metal pollutants in water and sediments of downstream of an urban river. International Journal Environmental Science Technology, 7 (1): 17-28.
- Meng, W., Y. Qin, B. Zheng, L. Zhang. 2008. Heavy metals pollution in Bohai Tianjin China. Journal of Environmental Science,20(7): 814-819.
- Ontario Sediment Guideline. 2008. Guidelines for identifying, assessing and managingcontaminated sediment in Ontario: In Integrated Approach. Prepared by Rachael Fletcher, Environmental Monitoring and Reporting Branch. Pauls Welsh and Tim Fletcher Standard Development Branch Ontario Ministry of Enviroment.
- Odat, S., A.M. Alshammara. 2011. Seasonal variations of soil heavy metal contaminants along urban roads: A case study from City of Hail, Saudi Arabia. Jordan Journal of Civil Engineering, 5(4): 581-591.
- Parizanganeh, H.A., V. Bijnavand, A.A. Zamzani, A. Hajabolfath. 2012. Concentration, distribution and comparasion of total and bioavailable heavy metals in top soils of Banab District in Zanjan Province. Open Journal of Soil Science, (2): 123-132.
- Prasetya,N.B.A., W. Aulia, A. Syahbana,Edward. 2010. Studi awal kadarlogam berat (Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni) dalam air laut dan sedimen di perairan Pulau Bangka.Buku Perairan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Sumberdaya Laut dan Oseanografi : 136-151.
- Praveena, S.M, M. Radojevic,M.H. Abdullah, A.Z. Aris. 2008. Application of sediment quality guidelines in the assessment of mangrove surface sediment in Mengkabong Lagoon, Sabah, Malaysia. IranJournal Environmental Health Science Engineering,5(1): 35-42.
- Qingjie, G., D. Jun, X. Yunchuan, W. Qingfei, Y. Liqiang. 2008. Calculating pollution indices by heavy Metals in ecological geochemistry assessment and a case study in Parks of Beijing. Journal of China University of Geosciences, 19(3): 230-241.
- Qin, Y.W., W. Meng, B.H. Zhang, Y.B. Su. 2006. Contaminative features of heavy metals for tidal sediment cores in Tianjin Bohai Bay. Huan Jing Ke Xue, 27(2): 268-73.
- Rainbow, P.S. 2007. Trace metal bioaccumulation: Models, metabolic availability and toxicity. Environmental International,33: 576-582.
- Srinivasa, R., M. Bhavesh, D. Sunil, J. Manish, K. Leena. 2007. Bioaccumulation of heavy metals in some comercial fishes and crabs of Gulf of Cambay, India Curricula Science, (92): 1489-1491.
- Rabee,A.M., Y.F. Al-Fatlawy, A.N.A. Own, M.Nameer. 2011. Using pollution load index (pli) and geoaccumulation index (i-geo) for the assessment of heavy metals in Tigris river sediment in Bagdad Region. Journal of Al-Nahrain University, 14(4): 108-114.
- Sardans, J., F. Montes,J. Penuelas. 2011. Electrothermal atomic absorption spectrometry to determine As, Cd, Cr, Cu, Hg, and Pb in soils and sediments: A review and perspectives. Soil and sediment contamination,20: 447-491.
- Siddique, M.A.M.,M. Aktar. 2012. Heavy metals in salt marsh sediments of porteresia bed along the Karnafully River Coast, Chittagong.Soil and Water Resources, 7(3): 117–123.
- Shams, M.T., S. Ray, M.I. Kabir, T. Purkayastha. 2012. Assessment of heavy metals contamination in incinerated medical waste. ARPN Journal of Science and Technology, 2(10): 904-911.
- Veerasingam, S., R. Venkatachalapathy, T. Ramkumar. 2012. Heavy Metals and ecological risk assessment in marine sediments of Chennai, India. Carpathian Journal of Earth and Enviromental Sciences, 7(2): 111-124.
- Westerlund, S.,B. Magnuson. 1981. Solvent extraction procedures combined with back titration for trace metals determinations by atomic absorption spectrometry. Analytica Chimica Acta. 131: 63-72.

Yang, X, B. Xiang, M. Yang. 2010. Relationships among heavy metals and organic material from Lake Nanhu, and Urban Lake in Wuhan China. *Journal of Freshwater Ecology*, 25(2): 243-249.