

KONSENTRASI LOGAM BERAT DI AIR, SEDIMEN DAN BIOTA DI TELUK KELABAT, PULAU BANGKA

HEAVY METALS CONCENTRATIONS IN WATER, SEDIMENT AND BIOTA IN KELABAT BAY, BANGKA ISLAND

Zainal Arifin

Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta 14430
Email: zain003@lipi.go.id

ABSTRACT

*Kelabat Bay is a semi enclosed waters divided into two parts, i.e., outer part of Klabat bay facing the Natuna Sea (T Luar) and inner Kelabat bay surrounded by human activities and five river mouths (T Dalam). Study on metal concentrations on sediments and biota was carried out in March and July 2006. Water and sediment samples as well as biota were analyzed using Flame-Atomic Absorption Spectrophotometry (Flame AAS). The result showed that concentrations of the dissolved heavy metals were generally low with ranged as follows, Pb(1,0 – 26,0 $\mu\text{g L}^{-1}$), Cd(<0,1– 3,0 $\mu\text{g L}^{-1}$), Cu(1–2,0 $\mu\text{g L}^{-1}$) dan Zn(1,0–4,0 $\mu\text{g L}^{-1}$). An average of metal concentrations in sediments were as follows, Pb (11,46 mg kg⁻¹), Cd (0,10 mg kg⁻¹), Cu (2,50 mg kg⁻¹) and Zn(13,64 mg kg⁻¹). Average concentrations of Pb, Cu dan Zn in T Dalam was about double compared to that of sediments of T Luar. However, no significant different was observed between west and south-east monsoon. In contrast, concentrations of Cd in sediment was similar throughout Kelabat bay and influenced by seasons. Accumulation of metals by fishes were mostly lower compared to that of shellfishes. The snail *Strombus canarium* accumulated the highest of Pb and Cu, cockle *Anadara sp* was for Cd and Zn.*

Keywords: heavy metals, water, sediment, biota, temporal variation, Kelabat Bay

ABSTRAK

Teluk Kelabat merupakan perairan semi tertutup yang dapat dibagi ke dalam dua bagian yaitu Teluk Kelabat bagian Luar (T Luar) yang berbatasan langsung dengan laut Natuna dan Teluk Kelabat bagian Dalam (T Dalam) berhadapan pemukiman penduduk dan lima muara sungai. Penelitian tentang kandungan logam dalam tiga komponen ekosistem Teluk Kelabat (air, sedimen dan biota) dilakukan pada bulan Maret 2006 (musim barat) dan Juli 2006 (musim tenggara). Analisis logam berat terlarut, di sedimen dan biota menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom dengan nyala (Flame AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam berat terlarut umumnya relatif rendah dengan kisaran sebagai berikut, Pb (1,0 – 26,0 $\mu\text{g L}^{-1}$), Cd (<0,1– 3,0 $\mu\text{g L}^{-1}$), Cu (1–2,0 $\mu\text{g L}^{-1}$) dan Zn (1,0–4,0 $\mu\text{g L}^{-1}$). Konsentrasi rata-rata logam berat dalam sedimen Pb (11,46 mg kg⁻¹), Cd (0,10 mg kg⁻¹), Cu (2,50 mg kg⁻¹) dan Zn (13,64 mg kg⁻¹). Konsentrasi logam Pb, Cu dan Zn di sedimen T Dalam dapat mencapai dua kali lipat lebih tinggi dibanding T Luar, namun demikian ketiga konsentrasi logam tersebut tidak dipengaruhi oleh musim. Sebaliknya, konsentrasi logam Cd cenderung merata di sedimen dan sangat dipengaruhi musim. Konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn pada ikan umumnya lebih rendah dibanding pada jenis kerang-kerangan. Akumulasi Pb dan Cu tertinggi oleh siput gonggong *Strombus canarium*, dan Cd dan Zn tertinggi oleh kerang darah *Anadara sp*.

Kata kunci: logam berat, air, sedimen, biota, variasi temporal, Teluk Kelabat

I. PENDAHULUAN

Teluk Kelabat terletak di pesisir utara Pulau Bangka yang berbatasan langsung dengan Laut Natuna. Teluk Kelabat merupakan perairan semi tertutup yang terdiri dari dua bagian yaitu Teluk Kelabat bagian dalam dan bagian luar. Kedalaman Teluk berkisar antara 1.5 sampai 13 meter dengan tinggi pasang surut 2.0 m (Sachoeamar *et al.*, 2007). Teluk Kelabat bagian dalam (T Dalam) relatif lebih dangkal dibanding bagian luar (T Luar). Hal ini disebabkan oleh pengaruh keberadaan 7 muara sungai dan anak sungai yang masuk ke T Dalam dengan dua diantaranya relatif besar yaitu Sungai Layang di bagian selatan dan Sungai Antan di bagian barat T Dalam (Gambar 1).

Kawasan P Bangka kaya akan endapan mineral berat (timah, bauksit dan besi) serta bahan galian industri berupa endapan lempung kaolin, pasir dan kerikil (sirtu) yang dapat mencapai sekitar 90 % mineral kuarsa (Bakosurtanal, 1999). Kondisi tersebut mendorong tumbuhnya kegiatan penambangan tradisional dan berbagai aktivitas yang berpotensi menghasilkan limbah. Limbah kegiatan penambangan dibuang melalui aliran sungai atau dibuang langsung ke perairan laut, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan.

Dalam sepuluh tahun terakhir, pemerintah propinsi berencana menjadikan Teluk Kelabat sebagai daerah pengembangan perikanan laut yang terpadu. Informasi tentang kondisi lingkungan perairan sangat diperlukan dalam upaya menyusun tata ruang lingkungan bagi pengembangan tersebut. Beberapa hasil penelitian telah dilakukan, seperti konsentrasi logam terlarut (Lestari *et al.*, 2007), kondisi oseanografis perairan (Sachoeamar *et al.*, 2007), dan tingkat daya racun sedimen (Hindarti *et*

al., 2008). Untuk melengkapi kajian tentang kondisi kualitas perairan Teluk Kelabat sebelumnya, penelitian kami bertujuan untuk menduga nilai konsentrasi logam berat di perairan dan biota dalam kaitannya dengan kesehatan lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Stasiun Penelitian

Penentuan stasiun penelitian didasarkan pertimbangan empat aspek yaitu, kegiatan di kawasan daratan yaitu tambang tradisional, muara sungai yang masuk ke Teluk Kelabat dan konsentrasi penduduk disekitar Teluk Kelabat, serta karakteristik oseanografis perairan Teluk Kelabat. Enam belas stasiun yang diamati terbagi dalam dua wilayah yaitu delapan stasiun di T Dalam (St. 1, 2, 3, 7, 8, 10, 13 dan 16), dan delapan stasiun lain di T Luar (St. 4, 6, 9, 11, 14, 15, 17 dan 18; Gambar 1). Posisi stasiun ditentukan dengan menggunakan *Geographic Positioning System* (GPS) Garmin Map 76.

2.2. Pengambilan Data

2.2.1. Pengambilan sampel

Sampling dilakukan pada bulan Maret 2006 mewakili musim barat dan Juli 2006 mewakili musim tenggara. Teknik pengambilan sampel di air dan sedimen berdasarkan prosedur APHA-AWWA-WEF (1992), sedangkan untuk sampel biota berdasarkan Uthe and Chou (1988).

Contoh air laut diambil dari kedalaman 0,1 m dengan *water sampler* (Vandorn bottle) yang volumenya 5,0 liter. Contoh air tersebut segera disaring di lapangan dengan kertas saring selulose nitrat yang berpori (0,45 μ m) dan berdiameter (47mm) yang sebelumnya direndam dalam HNO₃ (1:1). Selanjutnya, sampel air diawetkan dengan HNO₃ pekat sampai pH < 2,

disimpan dalam box pendingin (Batley and Gardner, 1977) dan dikirim ke laboratorium Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI di Jakarta.

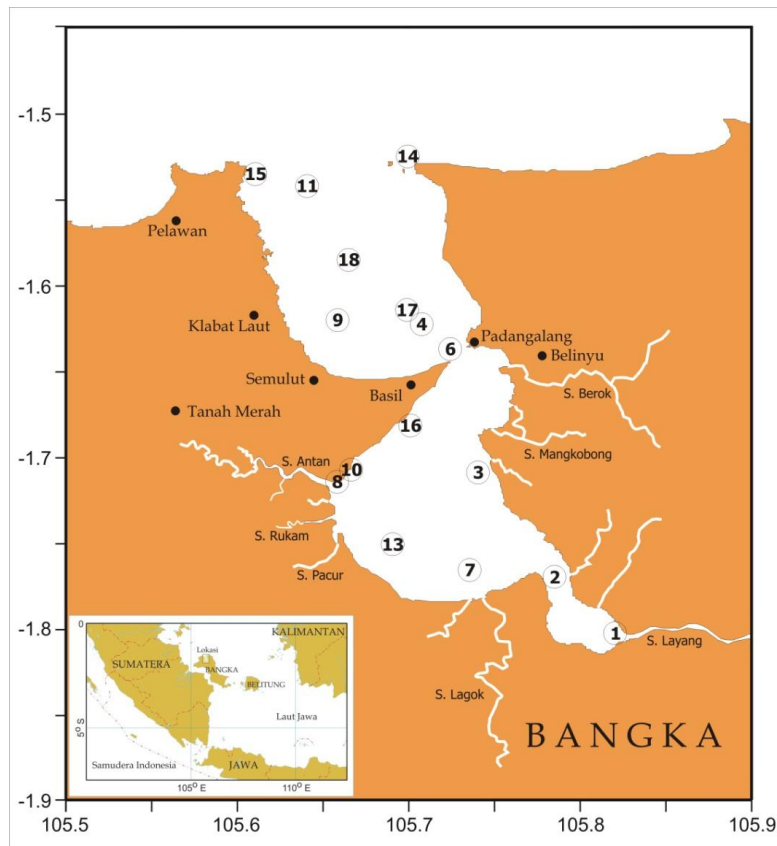
Contoh sedimen diambil dengan menggunakan Smith Mc-Intyre grab (0.5 m²). Contoh sedimen dikumpulkan dari hasil tiga kali penurunan grab, dan dalam setiap grab contoh sedimen hanya pada lapisan teroksidasi yang diambil (2 cm dari permukaan sedimen). Contoh sedimen hasil tiga kali penurunan grab tersebut, kemudian dicampur (komposit) dan diambil sebanyak 250 gram, kemudian dimasukan kedalam botol polietilen. Botol contoh selanjutnya disimpan dalam ice box (suhu 4 °C).

Contoh biota diperoleh dari nelayan yang menangkap ikan di sekitar Teluk Kelabat pada trip ke-2 (Juli, 2006). Jaringan ikan diambil hanya bagian yang dikonsumsi yaitu pada bagian dorsal di

atas garis lateral (lateral line), sedangkan pada moluska diambil seluruh jaringan lunaknya. Contoh jaringan dari tujuh (7) jenis ikan dan dua jenis moluska selanjutnya di simpan dalam *ice box* dan diperlakukan sama seperti sampel air dan sedimen dalam proses transportasinya ke laboratorium.

2.2.2. Analisis di laboratorium

Teknik analisis logam dalam air dan sedimen berdasarkan APHA-AWWA-WEF (1992). Sampel air (250 ml) yang telah disaring dan diawetkan di lapangan dimasukkan dalam corong pisah teflon, kemudian diekstraksi dengan APDC 4% dan MIBK. Fase organik diekstraksi kembali dengan HNO₃ (Bruland *et al.*,1979) dan hasil ekstraksi dalam fase air siap untuk dianalisis.



Gambar 1. Peta stasiun penelitian Teluk Kelabat, Pulau Bangka

Contoh sedimen dari lapangan dimasukkan dalam *beaker teflon* dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 8 jam. Setelah kering dibilas 3 kali dengan air suling bebas logam berat. Kemudian dikeringkan kembali dan digerus hingga homogen. Sebanyak 5,0 gram berat kering contoh sedimen tersebut didestruksi dalam beaker teflon dengan HNO₃/HCl pada suhu ± 100°C selama 8 jam (Loring and Rantala, 1977).

Contoh jaringan biota diletakkan dalam cawan penguap dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 12 jam, setelah dingin kemudian contoh tersebut digerus agar homogen. Contoh daging 4,0 gram berat keing (bk) didestruksi dalam *beaker glass*. dengan 10,0 ml HNO₃ pekat diatas *hot plate* pada suhu 85°C selama 8 jam. Satu jam sebelum proses destruksi berakhir, ke dalam contoh jaringan biota ditambahkan 3,0 ml H₂O₂. Fase cair dipindahkan ke dalam labu ukur dan volume ditepatkan menjadi 20,0 ml dengan menambahkan air suling bebas ion dan didiamkan semalam untuk selanjutnya dianalisis.

Logam berat (Pb, Cd, Cu, dan Zn) dalam contoh air, sedimen dan biota diukur dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) jenis Spektra A-20 Varian plus menggunakan nyala campuran Udara – Asetilen. Kontrol mutu di laboratorium dilakukan dengan menggunakan standar internal untuk logam terlarut, sedangkan untuk sedimen dan jaringan biota menggunakan *certified reference material* (CRM) yang diperlakukan sama dengan sampel lapangan dalam proses analisis logam.

2.3. Analisis Data

Data konsentrasi logam berat terlarut dan residu logam dalam biota dianalisis secara deskriptif dengan melihat kisaran, rata-rata dan standar deviasi, sedangkan konsentrasi logam dalam sedimen dilakukan analisis

kuantitatif. Untuk melihat pengaruh musim dan perbedaan antar lokasi pengamatan terhadap konsentrasi logam berat dalam sedimen digunakan *analysis of variance* (ANOVA) satu arah (*one way anova*) dengan menggunakan systat program (Systat versi 10). Uji F digunakan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat dalam sedimen antar musim (bulan Maret vs. Juli) dan lokasi sampling (Teluk Kelabat bagian Dalam vs. Teluk Kelabat Bagian Luar).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Logam Pb, Cd, Cu dan Zn terlarut

Kandungan logam timbal (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan Seng (Zn) di perairan Teluk Kelabat pada musim barat, MB (Maret) dan musim tenggara, MT (Juli) sangat bervariasi dan umumnya relatif rendah (Tabel 1). Rendahnya konsentrasi logam berat terlarut kemungkinan akibat sebagian besar ion logam teradsorpsi dan terabsorpsi oleh tingginya padatan tersuspensi yang terdiri dari komponen phytoplankton dan partikel sedimen tersuspensi. Sachoemar et al (2007) menyatakan bahwa parameter oseanografi yang dominan adalah konsentrasi khlorofil a (Chl a : 0,67 – 1,53 mg L⁻¹) dan padatan tersuspensi total (29,0 – 29,6 mg L⁻¹). Kedua parameter tersebut sangat berperan sebagai penyerap (scavenger) logam-logam terlarut, yang selanjutnya akan terendapkan (sinking processes) ke dasar perairan.

Konsentrasi Pb terlarut rata-rata di Teluk Kelabat bagian Dalam (T Dalam) pada musim barat (5,6±2,5 µg L⁻¹) dan musim tenggara (3,5±1,6 µg L⁻¹), sedangkan Pb terlarut di T Luar yaitu (3,0±3,9 µg L⁻¹) di musim barat dan (3,6±0,9 µg L⁻¹) di musim tenggara (Tabel 1). Konsentrasi tertinggi ditemukan di muara Sungai Layang (26,0

Tabel 1. Kisaran (rata-rata dan sd) konsentrasi logam berat terlarut (Pb, Cd, Cu dan Zn) di Teluk Kelabat, Propinsi Bangka Belitung. MB: musim barat 2007, MT: musim tenggara 2006; Σ st : jumlah stasiun; MB: musim barat; MT: musim tenggara; tt: dibawah batas deteksi alat FAAS; CPA-ASEAN: *Criterion for protection of aquatic life in ASEAN countries*

Lokasi (Σ st)	Logam berat ($\mu\text{g L}^{-1}$)							
	Pb		Cd		Cu		Zn	
	MB	MT	MB	MT	MB	MT	MB	MT
T Dalam (8)	1,0 -26,0 (5,6 \pm 2,5)	1,0 – 6,0 (3,5 \pm 1,6)	1,0 - 3,0 (1,9 \pm 0,6)	tt	1,0 - 2,0 (1,2 \pm 0,4)	tt	1,0 - 2,0 (1,4 \pm 0,5)	2,0 - 4,0 (2,3 \pm 0,8)
T Luar (8)	1,0 -11,0 (3,0 \pm 3,9)	3,0 – 5,0 (3,6 \pm 0,9)	1,0 - 2,0 (1,4 \pm 0,5)	tt	1,0 - 1,0 (1,0 \pm 0,0)	tt	1,0 - 3,0 (2,0 \pm 1,2)	1,0 - 3,0 (1,9 \pm 0,8)
KLH, 2004	< 10		< 10		< 60		< 100	
CPA- ASEAN	8,5		10,0		2,9		50,0	

$\mu\text{g L}^{-1}$) yang berdekatan dengan daerah penambangan timah tradisional. Konsentrasi rata-rata Pb terlarut di Teluk Kelabat sekitar dua sampai tiga kali lebih rendah dibanding konsentrasi rata-rata Pb terlarut (10,1 \pm 1,44 $\mu\text{g L}^{-1}$) di Teluk Jakarta (Arifin and Fitriati, 2006).

Konsentrasi logam Cd and Cu terlarut di air menunjukkan kecenderungan penurunan dari T Dalam menuju ke T Luar. Konsentrasi rata-rata Cd terlarut pada musim barat di T Dalam dan T Luar masing-masing 1,9 \pm 0,6 $\mu\text{g L}^{-1}$ dan 1,4 \pm 0,5 $\mu\text{g L}^{-1}$, sedangkan Cu terlarut adalah 1,2 \pm 0,4 $\mu\text{g L}^{-1}$ di T Dalam dan 1,0 \pm 0,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ di T Luar (Tabel 1).

Kisaran logam Zn terlarut pada musim barat berkisar antara 1,0 dan 3,0 $\mu\text{g L}^{-1}$, sedangkan pada musim tenggara berkisar antara 1,0 dan 4,0 $\mu\text{g L}^{-1}$. Kisaran konsentrasi Zn relatif sama dengan lokasi-lokasi di Indonesia yang tidak mengalami kontaminasi akibat aktifitas daratan seperti Pelabuhan Ratu, Jawa Barat (1,0 – 3,0 $\mu\text{g L}^{-1}$) dan Delta Berau (1,0 – 10,0 $\mu\text{g L}^{-1}$), (Anindita, 2002; Nugroho *et al.*, 2010).

Secara umum konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn di Teluk Kelabat jauh lebih rendah dibandingkan kriteria kualitas air bagi perlindungan biota laut baik di Indonesia maupun di tingkat ASEAN (Tabel 1). Hal ini memberikan gambaran bahwa konsentrasi ke empat logam tersebut tidak memberikan ancaman bagi kehidupan biota laut di perairan Teluk Kelabat.

3.2. Logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam sedimen

Konsentrasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam sedimen adalah sebagai berikut, Pb rata-rata 11,46 mg kg⁻¹ (kisaran : 1,04–22,01 mg kg⁻¹), Cd rata-rata 0,098 mg kg⁻¹ (tt –0,47 mg kg⁻¹), Cu rata-rata 2,50 mg kg⁻¹ (0,18–6,43 mg kg⁻¹) dan Zn rata-rata 13,64 mg kg⁻¹ (2,27–34,40 mg kg⁻¹). Konsentrasi Pb dalam sedimen di T Dalam rata-rata dua kali lipat lebih tinggi dibanding sedimen di T Luar, dan menunjukkan perbedaan yang signifikan (p=0,003). Namun demikian konsentrasi Pb dalam sedimen tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar

musim. Konsentrasi rata-rata logam Cu dan Zn dalam sedimen menunjukkan hal yang sama dengan konsentrasi Pb di sedimen (Gambar 2). Konsentrasi Cu rata-rata dalam sedimen di T Dalam secara umum dua kali lebih tinggi dibanding T Luar ($p=0,001$), sedangkan untuk Zn rata-rata di T Dalam tiga kali lebih tinggi dibanding Zn di T Luar (Gambar 2).

Berbeda dengan logam Pb, Cu dan Zn, konsentrasi rata-rata logam Cd sangat dipengaruhi oleh musim. Konsentrasi logam Cd dalam sedimen pada musim barat selalu lebih tinggi dan secara signifikan menunjukkan perbedaan yang nyata ($p=0,014$) dibanding konsentrasi Cd rata-rata di musim tenggara, (Gambar 2). Namun demikian Cd rata-rata di sedimen tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara lokasi T Dalam dan lokasi T Luar (Gambar 2).

Konsentrasi rata-rata logam berat (Pb, Cd, Cu dan Zn) di beberapa perairan pantai di Indonesia disajikan pada Tabel 2. Konsentrasi Pb dalam sedimen di Teluk Kelabat relatif sama dengan kondisi sedimen Teluk Jakarta, sedangkan konsentrasi Cd, Cu dan Zn di sedimen Teluk Kelabat jauh lebih baik dibanding Teluk Jakarta, dan relatif sama dengan perairan Delta Berau. Hal ini menggambarkan bahwa keempat logam berat tersebut (Pb, Cd, Cu dan Zn) bukan merupakan ancaman bagi biota yang hidup di perairan Teluk Kelabat. Secara umum berdasarkan konsentrasi logam dalam sedimen, maka Teluk Kelabat lebih baik dibandingkan perairan Teluk Jakarta (Susianingsih, 2005), Pelabuhan Ratu Jawa Barat (Anindita, 2002) dan Pantai Telaga Tujuh Riau (Amin, 2002).

3.3. Logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam biota

Kandungan logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam biota disajikan dalam Tabel 3. Konsentrasi residu rata-rata logam berat

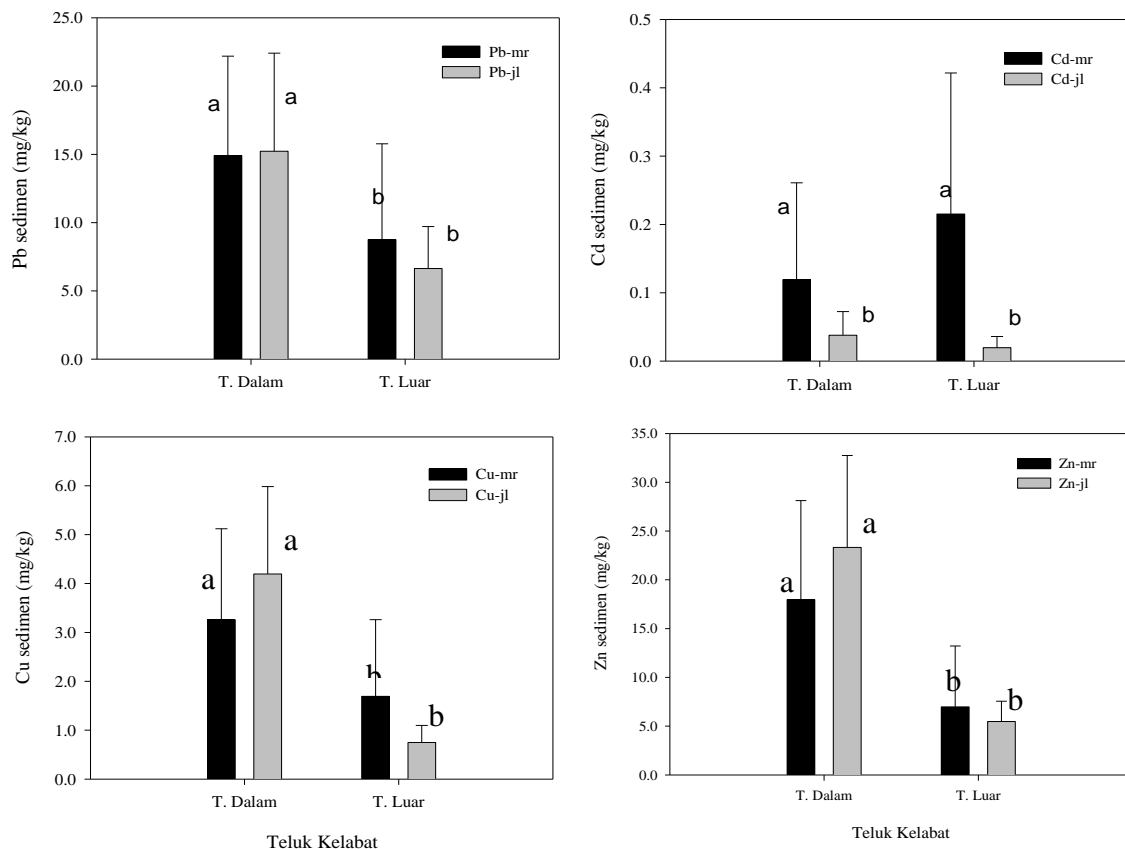
di ikan masing-masing adalah Pb ($5,55\pm 0,94$) mg kg^{-1} , Cd ($0,39\pm 0,09$) mg kg^{-1} , Cu ($0,51\pm 0,12$) mg kg^{-1} , Zn ($13,70\pm 2,99$) mg kg^{-1} . Konsentrasi residu rata-rata pada siput gonggong (*Strombus canarium*) sebagai berikut Pb ($9,26\pm 0,37$) mg kg^{-1} , Cd ($0,57\pm 0,04$) mg kg^{-1} , Cu ($6,73\pm 0,99$) mg kg^{-1} dan Zn ($102,20\pm 38,86$) mg kg^{-1} . Demikian juga pada jenis kerang darah (*Anadara sp.*), residu rata-rata logam berat lebih tinggi dibanding dengan konsentrasi residu pada jaringan ikan, Pb ($6,76\pm 0,72$) mg kg^{-1} , Cd ($4,57\pm 0,48$) mg kg^{-1} , Cu ($3,36\pm 0,14$) mg kg^{-1} , Zn ($107,76\pm 4,47$) mg kg^{-1} . Kerang darah dan siput gonggong merupakan jenis siput yang banyak dikonsumsi masyarakat.

Pengetahuan tentang konsentrasi residu logam berat dalam biota penting dalam kaitannya dengan pengelolaan pantai dan kegiatan perikanan tangkap. Karena hal ini memiliki implikasi bagi kesehatan manusia lewat konsumsi makanan dari laut (seperti, ikan, kerang-kerangan dan udang-udangan). Konsentrasi residu logam dalam jaringan biota akan selalu berfluktuasi dipengaruhi antara lain, umur dan ukuran biota (Al-Yousef *et al.*, 2000), kebiasaan makan biota atau tingkat trofik dalam jaringan (Watanabe *et al.*, 2003), serta spesies atau jenis biota (Qugun *et al.*, 2005; Calta dan Canpolat, 2006, Abdallah and Abdallah, 2008). Tabel 4 menyajikan bahwa konsentrasi residu logam dalam jenis-jenis ikan cukup bervariasi, namun jika dianalisis lebih dalam menunjukkan tren yang sangat nyata bahwa residu logam berat pada jaringan kelompok ikan jauh lebih rendah dibanding pada kelompok kerang-kerangan. Contohnya, pada jenis siput gonggong konsentrasi residu logam berat rata-rata berkisar antara 1,5 dan 8 kali lipat dibanding kelompok ikan.

Konsentrasi residu logam berat dalam jaringan produk perikanan dapat

dibandingkan dengan baku/standar makanan atau dengan kriteria residu bahan kimia yang dirancang bagi perlindungan predator tertinggi seperti ikan-ikan karnivor dan burung pemangsa ikan, atau yang berkaitan dengan kesehatan manusia (ODEC, 2003). Konsentrasi residu maksimum yang diizinkan bagi produk laut untuk kesehatan manusia adalah sebagai berikut, Pb ($1,5 \text{ mg kg}^{-1}$ berat basah, bb)

dan Cd ($0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ bb), sedangkan Cu dan Zn yang merupakan salah satu unsur esensial masing-masing adalah 10 dan 150 mg kg^{-1} bb (FAO, 1983). Baku mutu produk laut FAO (1983) disajikan dalam satuan berat basah, jika dikonversikan kedalam satuan berat kering dengan asumsi produk perikanan laut mengandung kadar air rata-rata 70 % (Uthe and Chou, 1988), maka konsentrasi residu untuk logam non-esensial (Pb dan



Gambar 3. Konsentrasi rata-rata dan standar deviasi logam berat dalam sedimen menurut lokasi pada musim barat (hitam) dan musim tenggara (abu-abu) di Teluk Kelabat. a dan b simbol hasil uji F: a a (tidak berbeda nyata), a b (berbeda nyata)

Cd) adalah 5 dan $0,7 \text{ mg kg}^{-1}$, sedangkan untuk logam esensial Cu dan Zn adalah 33 dan 500 mg kg^{-1} bk. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka sembilan (9) jenis biota perikanan yang diperoleh dari perairan Teluk Kelabat masih dapat dikategorikan aman residu logam, kecuali logam Pb yang telah melampui

konsentrasi residu maksimum. Penelitian lebih lanjut berkaitan dengan kesehatan masyarakat seperti penentuan konsentrasi aman bagi kesehatan masyarakat dapat dilakukan dengan kajian *integrated uptake biokinetics model* yang dikembangkan oleh EPA-Amerika Serikat (ODEC, 2003).

Tabel 2. Kisaran konsentrasi dan rata-rata logam berat Pb, Cd, Cu dan Zn (mg kg^{-1}) di sedimen ekosistem pantai di Indonesia tt – tidak terdeteksi

Ekosistem pantai	Σ St	Waktu riset	Pb	Cd	Cu	Zn	Pustaka
Estuari Digul dan Laut Arafura	26	Mei 2001	3.6–12.4 (7.8)	<0.1	-	-	Hutagulung and Manik (2002)
Pantai Telaga Tujuh (Kep Riau)	5	Juli 2002	82.5–98.3 (88.2)	-	23.7–71.6 (46.3)	48.2–149.3 (96.8)	Amin (2002)
Pelabuhan Ratu, Jabar	8	Mei-2002	7.7–28.9	0.07–0.34	12.9–47.4	72.1–145.4	Anindita (2002)
Teluk Jakarta	23	Jul-2003	5.7–42.9 (22.51)	0.04–0.50 (0.18)	8.6–186.8 (46.1)	51.9–480.5 (172.80)	Arifin <i>et al.</i> (2003)
	23	Jan-2004	3.2–57.8 (18.7)	0.01–0.28 (0.11)	4.8–76.8 (24.1)	4.8–408.5 (139.5)	Susianingsih (2005)
Delta Berau	21	April 2008	3.9–18.7 (12.2)	0.02–0.12 (0.06)	1.58–34.1 (16.5)	1.1–9.0 (6.1)	Arifin (2008b)
Teluk Kelabat	16	Maret, Juli, 2006	1,0– 22,0 (11,46)	tt–0,47 (0,098)	0,2–6,4 (2,50)	2,3–34,4 (13,64)	Penelitian ini

Tabel 3. Konsentrasi residu logam Pb, Cd, Cu dan Zn (mg kg^{-1} berat kering, bk) pada biota ekonomis penting di perairan Teluk Kelabat pada musim tenggara. n- jumlah biota yang dikomposit dalam sampel.

No	Jenis biota	n	Pb	Cd	Cu	Zn
Ikan						
1	Ikan Ekor kuning (<i>Caesio cuning</i>)	2	5,93	0,46	0,33	13,03
2	Ikan Libam/ beronang (<i>Siganus canaliculatus</i>)	3	5,67	0,42	0,57	11,91
	Ikan Lingkis (<i>Siganus sp</i>)	2	7,07	0,51	0,54	13,87
3	Ikan Manyung (<i>Arius thalassinus</i>)	4	4,58	0,35	0,44	15,89
4	Ikan Sebelah (<i>Psettodes erumei</i>)	2	5,09	0,33	0,71	19,07
5	Ikan Lidah (<i>Cynoglossus sp.</i>)	2	4,15	0,26	0,45	10,64
6	Ikan Kurisi (<i>Nemipterus nematopus</i>)	2	5,56	0,35	0,63	9,98
7	Ikan Tanda-tanda (<i>Lethrinus harak</i>)	2	6,33	0,47	0,42	15,19
	Rata-rata (SD)		5.55 (0.940)	0.39 (0.085)	0.51 (0.124)	13.70 (2.994)
Moluska						
8	Siput Gonggong (<i>Strombus canarium</i>) (SD)	30	9,26 (0.368)	0,57 (0.039)	6,73 (0.992)	102,20 (38.856)
9	Kerang darah (<i>Anadara sp.</i>) (SD)	30	6,76 (0.721)	4,57 (0.476)	3,36 (0.143)	107,76 (4.474)
	Guideline marine product (FAO, 1983)	bb	1,5	0,2	10	150
		bk ^{*)}	5,0	0,7	33	500

^{*)} konversi dari bb(berat basah) ke bk(berat kering) dengan asumsi kadar air rata-rata ikan dan kerang 70%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kriteria baku mutu laut nasional (KLH, 2004) dan ASEAN, konsentrasi logam terlarut Pb, Cd, Cu dan Zn di Teluk Kelabat umumnya relatif rendah dan aman bagi kehidupan biota. Konsentrasi Pb, Cu dan Zn di sedimen Teluk Kelabat bagian dalam dua kali lipat lebih tinggi dibanding Teluk bagian luar, dan tidak dipengaruhi oleh faktor musim. Sebaliknya, konsentrasi Cd di sedimen cenderung sama di seluruh sedimen Teluk Kelabat dan sangat dipengaruhi musim. Konsentrasi residu logam berat pada jaringan siput gonggong telah melampaui batas maksimum residu Pb dan Cd, sedangkan kerang darah melebihi batas maksimum residu Cd.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan peneliti yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu Dwi Hindarti MSc., Rahma Puspitasari SSi dan para teknisi Eston Matondang, Abdul Rozak, Triyoni dan Praditya Avianto atas bantuan di lapangan, laboratorium dan penggunaan sebagian data penelitian. Kepada Dr. Asikin Djamali disampikn ucapan terima kasih dalam mengidentifikasi jenis-jenis ikan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdallah, M.A.M and A.M.A. Abdallah. 2008. Biomonitoring study of heavy metals in biota and sediments in the South Eastern coast of Mediterranean sea, Egypt. *Environ. Monit. Assess.*, 146:139-145.

APHA-AWWA-WEF. 1992. Standard Methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA)-American Water Works Association (AWWA)-Water Environment Federation (WEF). 315-317

Al-Yousuf, M.H., M.S. El-Shahawi, and S.M. Al-Ghais. 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lantjam* fish species in relation to body length and sex. *Sci. Total Environ.*, 256: 87-94.

Amin, B. 2002. Distribusi logam berat Pb, Cu dan Zn pada sedimen permukaan di Telaga Tujuh Karimun, Kepulauan Riau. *J. Nat Indonesia*, 5(1):9-16

Anindita, A.D. 2002. Kandungan logam berat Pb, Cu, Ni, Pb dan Zn terlarut dalam badan air dan sedimen pada perairan sekitar Pelabuhan Perikanan, Pelabuhan Ratu, Sukabumi. Skripsi. Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Kelautan, IPB Bogor. 125 p.

Arifin, Z. 2008. Nasib kontaminan logam dan implikasinya pada komunitas bentik di Delta Berau, Kalimantan Timur. Laporan akhir kumulatif Riset Kompetitif Tahun 2006-2008. Puslit Oseanografi – LIPI. Jakarta

Arifin, Z., T. Susana, P. Purwati, R. Muchsin, D. Hindarti, S.H. Riyono, A. Razak, E. Matondang, Salim, and N. Farida. 2003. Ekosistem Teluk Jakarta dan produktivitasnya. Laporan riset Kompetitif Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Penelitian Osanografi – LIPI, 128 p.

Arifin, Z. and M. Fitriati. 2006. Green mussels cultured in highly polluted area of Jakarta Bay, Indonesia. In: (Y. Verhasselt Ed.), *International*

- Conference on Hubs, Harbours and Deltas in Southeast Asia: Multidisciplinary and Intercultural Perspectives* (Phnom-Penh, Cambodia, 6 – 9 February 2006). pp:525-536.
- Bakosurtanal. 1999. Informasi Kawasan Laut dan Pesisir: Selat Bangka Menuju Pengelolaan Sumber Daya yang Berkelanjutan, Bakosurtanal, 44 pp.
- Batley, G. E. and D. Gardner. 1977. Sampling and storage of natural water for trace analysis. *Water Res.*, 11:747-756
- Bruland, K.W., R.P. Franks, G.A. Knauer, and J.H. Martin 1979. Sampling and analytical methods for the determination of copper, cadmium, zinc and nickel at the nanogram per liter in sea water. *Anal. Chem. Acta.*, 105: 233-245.
- Çalta, M and Ö. Canpolat. 2006. The comparison of three cyprinid species in terms of heavy metals accumulation in some tissues. *Water Environ. Res.*, 78(5):548-551.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in Fish and Fishery Products. FAO Fishery Circular No 764: Food and Agriculture Organization: Rome, Italy.
- Hutagalung, H.P. and J. Manik. 2002. Kandungan logam berat di air dan sediment di perairan muara Sungai Digul dan Laut Arafura. Pesisir dan Pantai Indonesia VII, P2O-LIPI, Jakarta.
- Hindarti, D, Z. Arifin, R. Puspitasari, dan E. Rochayatun. 2008. Sediment contaminant and toxicity in Klabat Bay, Bangka Belitung, Indonesia. *Mar. Res. Indonesia*, 33(2):203-212.
- Lestari, J., M. Manik, dan A. Rozak. 2007. Kualitas Perairan Teluk Kelabat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung ditinjau dari Aspek Logam Berat. In (Ruyitno Ed.), *Sumberdaya laut dan Lingkungan Bangka Belitung 2003-2007*. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. p: 23-31.
- Loring, D.H. and R.T.T. Rantala. 1977. Geochemical analysis of marine sediment and suspended particulate matter. Technical Report No. 700 Fisheries and Marine Service. Environmental Canada.
- Nugroho, A., T. Prartono1, and Z. Arifin. 2010. Konsentrasi Cr dan Zn di Air Laut, Padatan Tersuspensi, Organisme dan Partisinya di Sedimen Delta Berau, Kalimantan Timur. *J. Kelautan* (2):447-461
- Oklahoma Department of Environmental Quality (ODEQ). 2003. Fish tissues metal analysis in the Tri-State Mining area. Oklahoma Department of Environmental Quality (ODEQ) – Customer Services Division. 33 p.
- Qugun, H., T.A. Yuzereroglu, F. Kargin, and O. Firat. 2005. Seasonal variation and tissues distribution of heavy metals in shrimp and fish species from the Yumurtalik coast of Iskenderun Gulf, Mediterranean. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 75:707–715.
- Sachoemar, S.I., A. Kristijono and T. Yanagi. 2007. Oceanographic characteristics of Klabat Bay, Bangka island, Indonesia. *Mar. Res. Indonesia*, 32(2):49-54.
- Susianingsih, A. 2005. Pendugaan sebaran spasial logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni di air dan sediment Perairan Teluk Jakarta. Skripsi. Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Kelautan, IPB Bogor. 123 p

- Uthe, J.F. and C.L. Chou. 1988. Factors affecting the measurement of trace metals in marine biological tissue. *Sci. of Total Environ.*, 71:67-84
- Watanabe, K.H., F.W. Desimone, A. Thiyagarajah, W.R. Hartley, and A.E. Hindrichs. 2003. Fish tissue quality in the Lower Mississippi River and Helath Risks from fish consumption. *Sci. Total Environ.*, 302:109-126.