

# KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA POLYCHAETA *Namalycastis* sp. DARI MUARA SUNGAI TERPOLUSI DAN TIDAK TERPOLUSI

Sevi Sawestri<sup>1)</sup>

(Diterima tanggal 15-11-2011; Disetujui tanggal 14-03-2012)

## ABSTRAK

*Namalycastis* (Polychaeta: Nereididae) merupakan makrobentos yang hidup di perairan tawar dan estuari. *Namalycastis* berpotensi sebagai bioindikator. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kandungan logam berat (Pb, Cd, Cu, Cr dan Ni) dari dalam tubuh *Namalycastis* perairan terpolusi (Sunda Kelapa, Teluk Jakarta) dan perairan kurang terpolusi (Way Belau, Teluk Betung Lampung). Kandungan logam ditentukan dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Koleksi *Namalycastis* yang ditemukan di kedua lokasi terdiri dari 2 spesies, yaitu *N. abiuma* dan *N. cf borealis*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan logam dalam bagian tubuh *Namalycastis* dari Sunda Kelapa lebih tinggi dibandingkan dari Way Belau. Kandungan logam tertinggi dalam *Namalycastis* dari kedua lokasi adalah Cu. Tingginya kadar Cu dalam *Namalycastis* disebabkan proses akumulasi Cu dari habitatnya serta sifat Cu sebagai logam esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme.

**Kata Kunci:** *Namalycastis*, Polychaeta, logam berat, Way Belau, Sunda Kelapa.

## ABSTRACT

*Namalycastis* (Polychaetes: Nereididae) is macro benthos that live in freshwater and estuarine. *Namalycastis* is potentially used as bioindicator. The aim of this research was to study the content of heavy metals (Pb, Cd, Cu, Cr, and Ni) in the *Namalycastis* body from polluted (Sunda Kelapa, Jakarta Bay) and unpolluted habitats (Way Belau, Betung Bay Lampung). The metal concentrations were determined by using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) analysis method. The *Namalycastis* collections consist of 2 species, i.e. *N. abiuma* and *N. cf borealis*. The result showed that the content of heavy metals in *Namalycastis* body from Sunda Kelapa was higher than from Way Belau. The highest metal content in *Namalycastis* body from both locations is Cu. The reasons highest Cu in *Namalycastis* are accumulation process from their habitat also the Cu metal essential for growth and development organism.

**Keywords:** *Namalycastis*, Polychaetes, heavy metal, Way Belau, Sunda Kelapa.

## PENDAHULUAN

Kajian kondisi kesehatan lingkungan dapat dilakukan dengan analisis fisika-kimia dan biologi. Konsep analisis biologi adalah pemanfaatan suatu spesies atau populasi yang menggambarkan status kualitas lingkungan (1). Salah satu jenis organisme yang banyak dimanfaatkan sebagai bioindikator adalah makrobentos yang berukuran dari 0,5–2 cm (2). Polychaeta merupakan anggota makrobentos yang sering dimanfaatkan sebagai organisme bioindikator (3).

*Namalycastis* termasuk ke dalam Kelas Polychaeta, Ordo Phyllodocida, Famili Nereididae, dan Subfamili Namanereidinae. *Namalycastis* umumnya hidup di perairan tawar dan estuari (4). Beberapa anggota *Namalycastis* sering ditemukan di kawasan mangrove, zona litoral, rawa-rawa, vegetasi *Pandanus*, dan perairan sungai (5,6). *Namalycastis* termasuk biota yang memiliki toleransi tinggi terhadap penurunan konsentrasi oksigen sehingga keberadaannya dapat

<sup>1</sup> Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum Balitbang Kelautan dan Perikanan-KKP. Jl. Beringin No. 8 Mariana, Palembang Sumatra Selatan 30763 Indonesia. Telp 0711-7537205. Email: sawestri@yahoo.co.id.

dijadikan petunjuk perubahan lingkungan atau bioindikator. Beberapa anggota *Namalycastis* mudah beradaptasi pada kondisi laboratorium dan banyak digunakan sebagai biota uji seperti yang dilakukan oleh Varshney dan Sahabidi (1988).

Penelitian mengenai kandungan logam berat pada *Namalycastis* dan spesies grupnya telah dilakukan sebelumnya. Beberapa di antaranya uji biotoksikologi logam, *N. abiuma* bersifat kurang toleran terhadap Hg (7). Selain itu, penelitian *bioassay* toksisitas Hg, Pb, dan Cu terhadap *Namanereis merukensis* (spesies grup *N. abiuma*) yang dikoleksi dari Pantai Versova di Bombay India, menunjukkan LC50 Hg, Pb, dan Cu berturut-turut 0.041 mg/L, 3.75 mg/L, dan 0.55 mg/L (8).

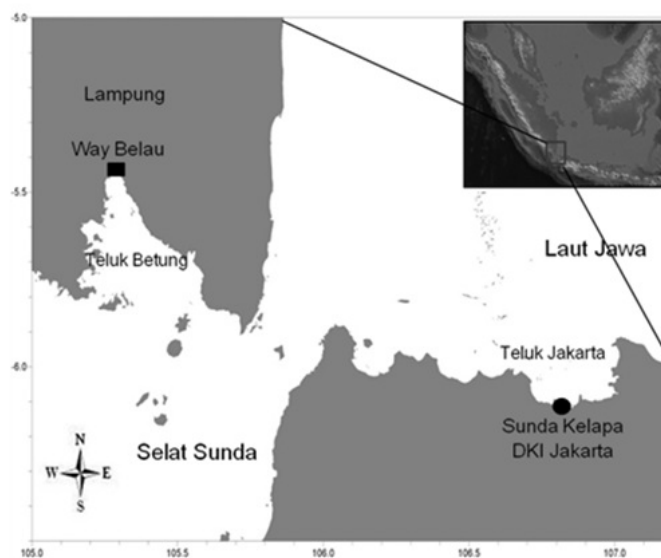
Penelitian ini dilakukan di dua lokasi yang memiliki kondisi lingkungan berbeda, yaitu Sunda Kelapa dan Way Belau. Kondisi sedimen di Sunda Kelapa - Teluk Jakarta telah terkontaminasi bahan pencemar berupa beberapa logam berat, yaitu Pb 14.41-31.3 ppm, Cd 0.01-0.05 ppm, Cu 9.75-26.6 ppm

dan Ni 4.18-9.63 ppm (9). Sedangkan perairan Way Belau Lampung, mengandung logam Pb, Cu, dan Cd yang kadarnya masih berada dibawah kriteria PP No. 82 tahun 2001 tentang Mutu Air Kelas III (Pb<0.03 ppm, Cu<0.02 ppm dan Cd<0.01 ppm) (10).

Pengukuran kandungan logam dalam tubuh *Namalycastis* yang dikoleksi dari Indonesia belum pernah dilakukan sebelumnya. Berkaitan dengan kurangnya informasi tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan sebagai salah satu studi pendahuluan mengenai kemampuan *Namalycastis* sebagai bioindikator logam berat.

## METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bulan Januari–Februari 2009. Pengambilan koleksi *Namalycastis* dilakukan di perairan muara Sungai Ciliwung, Sunda Kelapa Teluk Jakarta (muara terpolusi) dan muara Way Belau, Teluk Betung Lampung (muara tidak terpolusi) (Gambar 1). Lokasi penelitian berada di muara sungai yang berjarak ± satu km dari pantai.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian. Sunda Kelapa Jakarta ( ), Way Belau Lampung ( ), insert Pulau Jawa dan Sumatra Indonesia.

Pada masing-masing lokasi penelitian dibuat enam titik pengambilan koleksi *Namalycastis* di sepanjang tepian sungai menuju arah pantai sebagai ulangan dengan menggunakan ukuran bingkai kuadran 50 x 50 cm<sup>2</sup> dengan kedalaman sedimen 20 cm. Jarak antara titik pengambilan koleksi *Namalycastis* dengan sungai  $\pm 1$  m.

Pengambilan koleksi *Namalycastis* dilakukan secara *hand sorting* (dengan tangan) pada saat perairan surut rendah. *Namalycastis* dimasukkan ke dalam wadah plastik bersama dengan sedimen lumpur supaya tetap hidup, selanjutnya dimasukkan ke dalam *ice box* dan dibawa ke laboratorium untuk disortir jenis-jenis yang didapatkan.

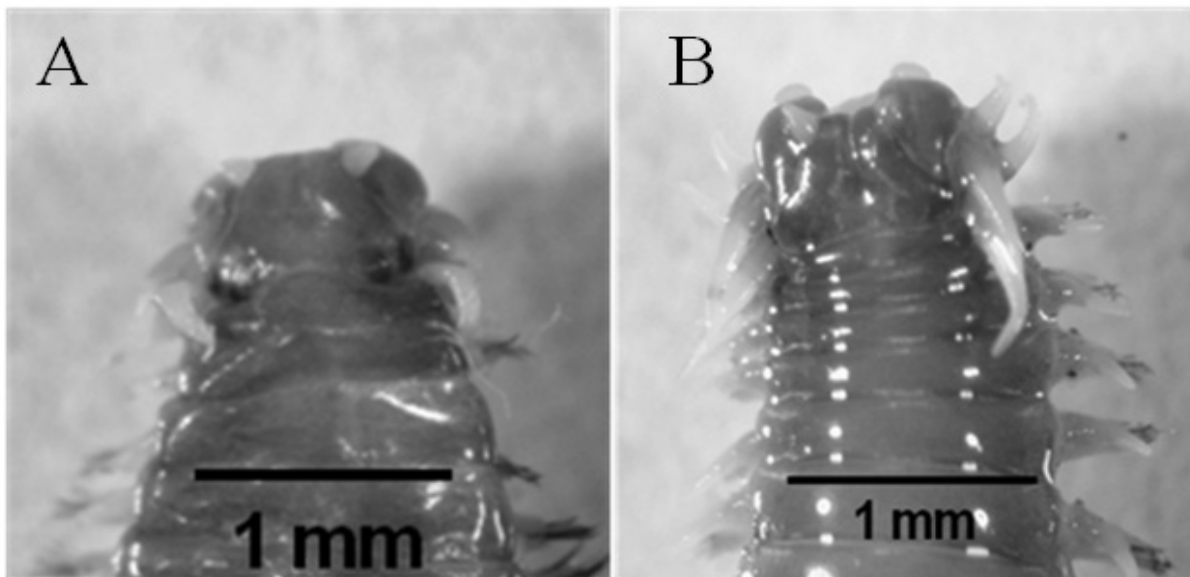
*Namalycastis* dibersihkan lalu dipotong bagian anterior (sebanyak  $\pm 10$  segmen) dan posterior (sebanyak  $\pm 15$  segmen) untuk keperluan identifikasi. Potongan anterior dan posterior *Namalycastis* disimpan dalam alkohol 70%, sedangkan sisa tubuh *Namalycastis* bagian tengah (segmental) untuk keperluan pengukuran logam berat dimasukkan dalam plastik *test tube* dan disimpan dalam *freezer* -15 °C (11).

Identifikasi dan pengamatan morfologi *Namalycastis* menggunakan mikroskop (binocular *high power* Leica DMRBE dan binocular stereoskopis Leica M 40). Setelah identifikasi untuk keperluan deskripsi morfologi digunakan kamera Lucida untuk menggambar ciri-ciri morfologi. Identifikasi *Namalycastis* berdasarkan referensi identifikasi (4, 5). Identifikasi spesimen dilakukan di Laboratorium Sumber Daya Laut Pusat Penelitian Oseanografi, lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Ancol Jakarta Utara.

Penentuan logam berat Pb, Cd, Cu, Cr, dan Ni pada bagian tubuh (segmen tengah sekitar 11-162) *Namalycastis* dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SAA). Sebanyak 12-45 individu bagian tubuh *Namalycastis* dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C. Selanjutnya sebanyak 0.27–0.55 g sampel kering *Namalycastis* dimasukkan ke dalam gelas beker dan didestruksi menggunakan 5 ml HNO<sub>3</sub> (65%) dan 5-10 tetes H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%) hingga larutan jernih (11). Larutan disaring ke dalam labu takar dan ditepatkan dengan aquades hingga 10 ml. Analisis SSA untuk pengukuran Pb dilakukan pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 217 nM, Cd 228,8 nM; Cu 324,8 nM; Cr 205,5 nM; dan Ni 231,6 nM. Kadar logam dihitung dengan cara membandingkan nilai absorbansi logam (yang sama) dalam sampel dengan standar. Data kandungan logam dalam bagian tubuh *Namalycastis* dari kedua lokasi dianalisis berdasarkan uji T menggunakan program Minitab pada tingkat kepercayaan 0,05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis *Namalycastis* yang ditemukan di Sunda Kelapa Teluk Jakarta dan Way Belau Lampung terdiri atas *N. abiuma* dan *N. cf borealis* (Gambar 2). Berdasar hasil pengukuran kadar logam dalam bagian tubuh, *N. cf borealis* dari Sunda Kelapa lebih tinggi dibandingkan dari Way Belau (Tabel 1). Tingginya kandungan logam berat pada *Namalycastis* dari Sunda Kelapa dibandingkan dari Way Belau, kemungkinan besar disebabkan oleh pengaruh habitat Sunda Kelapa yang lebih terpolusi dibandingkan Way Belau. Seperti diketahui perairan Sunda Kelapa merupakan gabungan



**Gambar 2.** *Namalycastis* sp. (A) *N. abiuma*, (B) *N. cf borealis*.

dari muara tiga sungai besar di DKI Jakarta, yaitu Sungai Ciliwung, Krukut, dan Angke. Indeks pencemaran air sungai Ciliwung, Krukut, dan Angke termasuk kategori tercemar berat (12). Kualitas sedimen di muara sungai Ciliwung telah tercatat terkontaminasi logam berat Pb, Cd, Cu, dan Ni. Kandungan logam dalam sedimen di perairan Teluk Jakarta menunjukkan bahwa sedimen Teluk Jakarta bagian tengah mengandung Pb 2,21-69,22 ppm, Cd <0,001-0,28 ppm, Cu 3,36-50,65 ppm, dan Ni 0,42-15,58 ppm (13). Sedangkan kualitas perairan Way Belau masih berada di bawah kisaran logam Pb, Cd, dan Cu berdasarkan kriteria PP No. 82 tahun 2001 tentang Mutu Air Kelas III (10).

Sifat *Namalycastis* yang hidup di sedimen pada kedalaman ± 20 cm, serta bersifat sebagai organisme pemangsa (raptorial feeder) dan filter feeder memungkinkan menyerap sejumlah logam berat. Hasil penelitian kandungan logam dalam tubuh *Lycastis ouanaryensis* (spesies grup *N. abiuma*), menunjukkan korelasi kandungan logam dalam tubuh dengan logam dalam sedimen disebabkan oleh perilaku makan cacing tersebut di permukaan sedimen yang merupakan tempat utama masuknya logam dalam sedimen (14). Dengan demikian, perilaku makan *Namalycastis* menentukan penyerapan logam berat di dalam tubuhnya.

**Tabel 1.** Kadar logam dalam bagian tubuh *Namalycastis* dari Sunda Kelapa dan Way belau

Lokasi	Sampel	Jumlah Individu (n)	Kadar (µg/g. kering)				
			Pb	Ni	Cr	Cd	Cu
Sunda Kelapa	<i>N. cf borealis</i>	44-45	13.85±2.95	1.16±0.28	5.60±0.89	0.20±0.07	62.81±9.98
	<i>N. abiuma</i> *	12-27					
Way Belau	<i>N. cf borealis</i>	12	2.40±1.18	0.24±0.10	0.22±0.10	0.01±0.00	17.81±14.05
	<i>N. abiuma</i>	21-35	2.20±1.52	0.17±0.06	0.16±0.05	0.02±0.01	13.57±1.99

Ket: \* Jumlah *N. abiuma* dari Sunda kelapa sangat sedikit sehingga tidak cukup untuk pengukuran logamnya. Kadar air *N. cf borealis* dari Sunda Kelapa 80%; *N. abiuma* dan *N. cf borealis* dari Way Belau, masing-masing 98%.

**Tabel 2.** Baku mutu kandungan logam ( $\mu\text{g/g}$ ) dalam tubuh berbagai organisme perairan

Logam	EC, 2001 <sup>(22)</sup>	FDA, 2001 <sup>(23)</sup>	FAO, 1983 <sup>(24)</sup>	Shu-ying & Dong-liang, 1994 <sup>(25)</sup>
Cd	0.05-0.1 (Ikan)	3 (Krustasea)	0.5	0.6 (Ikan)
	0.5 (Krustasea)	4 (Moluska)		2 (Krustasea)
	1 (Moluska)			5.5 (Moluska)
Cr	-	12 (Krustasea)	-	-
		13 (Moluska)		
Ni	-	70 (Krustasea)	-	5.5 (Ikan)
		80 (Moluska)		
Cu	-	-	30	20 (Ikan)
				100 (Krustasea)
				100 (Moluska)
Pb	-	-		2 (ikan)
				2 (Krustasea)
				10 (Moluska)

Ket: - (tidak ada informasi yang tersedia).

Kandungan logam berat di dalam tubuh *Namalycastis* dari Sunda Kelapa maupun Way Belau memiliki kecenderungan pola yang hampir sama. Kadar logam tertinggi ( $\mu\text{g/g}$ , berat kering) di dalam tubuh *Namalycastis* dari Sunda Kelapa berturut-turut adalah  $\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Cd}$ , sedangkan dari Way Belau berturut-turut adalah  $\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ni}$  dan  $\text{Cr} > \text{Cd}$ . Secara umum kandungan logam di dalam tubuh *Namalycastis* dari Way Belau masih berada di bawah baku mutu logam dalam tubuh berbagai organisme perairan (Tabel 2). Kandungan logam Cd, Cr dan Ni di dalam tubuh *N. cf borealis* dari Sunda Kelapa juga masih berada di bawah baku mutu logam dalam tubuh berbagai organisme perairan (15, 16, 17, 18). Sedangkan kandungan Cu dan Pb dalam tubuh *Namalycastis* Sunda Kelapa sudah melebihi batas baku mutu logam dalam tubuh berbagai organisme perairan. Tingginya kadar Cu dalam *Namalycastis* disebabkan proses akumulasi Cu dari habitatnya. Pada habitat yang tidak terpolusi, laju ekskresi

logam oleh suatu organisme akan berjalan seimbang dengan laju absorpsinya, namun hal ini tidak berlaku pada habitat yang terpolusi. Sifat bioavailabilitas logam Cu yang lebih tinggi dibandingkan logam lainnya akan mempengaruhi proses akumulasi Cu oleh *Namalycastis*. Kemungkinan lain penyebab tingginya kadar Cu dalam *Namalycastis* adalah sifat Cu yang merupakan logam esensial atau dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya (fungsi enzimatik). Beberapa mekanisme reaksi enzimatik dalam organisme membutuhkan logam Cu.

Kandungan logam berat dalam Polychaeta telah banyak diteliti (Tabel 3), diantaranya *Lycastis ouanaryensis* (Polychaeta: Nereidae) dari Teluk Thane di India (14), *Marphysa sanguine* (Polychaeta: Eunicidae) dari estuari Sado di Portugal (19), serta *Arenicola marina* (Polychaeta: Arenicolidae) dari Laut Barent di Rusia (20). Hasil penelitian *Namalycastis* menunjukkan kecenderungan pola kandungan

**Tabel 3.** Penelitian kandungan logam ( $\mu\text{g/g}$ ) dalam berbagai jenis Polychaeta

Jenis	Pb	Cd	Cu
<i>Lycastis ouanaryensis</i>	1-35 $\mu\text{g/g}$	0.3-0.5 $\mu\text{g/g}$	4.2-95 $\mu\text{g/g}$
<i>Marphysa sanguine</i>	5.7-7.5 $\mu\text{g/g}$	0.48-0.65 $\mu\text{g/g}$	160.5-223.8 $\mu\text{g/g}$
<i>Arenicola marina</i>	0.8 $\pm$ 0.3 $\mu\text{g/g}$	0.34 $\pm$ 0.27 $\mu\text{g/g}$	6.8 $\pm$ 1.8 $\mu\text{g/g}$
<i>N. cf borealis</i>	0.97-3.80 $\mu\text{g/g}$	0.01 $\mu\text{g/g}$	5.72-39.98 $\mu\text{g/g}$
<i>N. abiuma</i>	0.76-5.13 $\mu\text{g/g}$	0.01-0.03 $\mu\text{g/g}$	10.71-16.55 $\mu\text{g/g}$
<i>N. cf borealis</i>	10.50-18.16 $\mu\text{g/g}$	0.14-0.34 $\mu\text{g/g}$	51.48-76.71 $\mu\text{g/g}$

logam yang mirip dengan *L. ouanaryensis*, *M. sanguine*, dan *A. marina*, yaitu logam Cd lebih rendah dibandingkan Pb dan Cu. Namun, kandungan logam Cd dalam *Namalycastis* hasil penelitian ini masih lebih rendah dari hasil penelitian Athalye dan Gokhale (1991), Zauke et al. (2003), serta Garces dan Costa (2009). Sedangkan kadar logam Pb dalam tubuh *N. cf borealis* dari Sunda Kelapa memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan *M. sanguine* dan *A. marina*. Perbedaan kandungan logam dalam *Namalycastis* dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya disebabkan oleh perbedaan jenis spesies, kemampuan fisiologis organisme, dan kondisi habitat. Bioakumulasi logam dalam suatu organisme tergantung pada bioavailabilitas, absorpsi (up-take), tingkat ambang batas (threshold), dan efisiensi fisiologi organisme dalam mengekskresikan kelebihan logam (14).

Kerja utama logam dalam tubuh adalah menghambat kerja enzim dan proses sintesisnya. Efek tersebut timbul akibat adanya interaksi logam dengan gugus sulfidril (SH) pada enzim, dan dapat mempengaruhi berbagai organel subseluler (21). Beberapa penelitian tentang efek logam berat menunjukkan bahwa logam Cu dapat mengganggu perkembangan larva cacing laut *Galeolaria caespitosa*

(22). Pengaruh logam Cu, Pb, Cd, Cr, Ni, Zn, Hg, Al, dan Fe dapat mengganggu perkembangan embrio dan larva *Hydroides elegans* (23). Selain itu, pengaruh logam Cu juga dapat menyebabkan penekanan sistem imun (immuno-suppression), penurunan fagositosis, serta pembentukan secretory, dan erythrocytic rosettes pada *E. complanata* (24). Perubahan fisiologi pada koleksi *Namalycastis* dapat dipengaruhi oleh logam-logam tersebut, namun mekanisme dan pengaruhnya masih perlu diteliti lebih lanjut.

Pengukuran kandungan logam pada *Namalycastis* dalam penelitian ini tidak menggunakan seluruh bagian tubuh organisme (whole body) seperti yang dilakukan oleh Athalye dan Gokhale (1991), serta Garces dan Costa (2009). Hal ini dilakukan karena bagian anterior dan posterior tubuh digunakan untuk identifikasi. Perlakuan tersebut mungkin dapat menyebabkan hasil pengukuran kandungan logam yang diperoleh akan lebih rendah dari hasil sebenarnya (menggunakan seluruh bagian tubuh). Rahang (jaws) yang terletak di ujung buccal cavity *Nereis* bagian anterior tubuh mengandung logam Zn (25). Rahang *Polychaeta* jenis cacing pasir (Sandworm) mengandung kurang dari 1% total logam Ag, Cd, Cu, Fe, dan Pb dalam tubuh, sedangkan

pada rahang *Glycera dibranchiate* (Polychaeta: Glyceridae) mengandung sebanyak 13% Cu dari total keseluruhan logam rahang. Parapodia, yang terletak di sepanjang bagian tengah tubuh, merupakan tempat pertukaran gas pada *Namalycastis*. Parapodia memiliki karakter morfologi lembab, banyak mengandung kapiler darah dan berstruktur tipis. Struktur tersebut memungkinkan logam berdifusi masuk ke dalam tubuh *Namalycastis* melalui parapodia. Namun demikian, secara umum kandungan logam berat dalam *Namalycastis* dari Sunda Kelapa lebih tinggi dibandingkan Way Belau.

#### KESIMPULAN

Pengukuran logam berat menunjukkan bahwa kandungan logam tertinggi dalam *Namalycastis* dari kedua lokasi adalah Cu. Kandungan logam N. cf borealis dari Sunda Kelapa Teluk Jakarta lebih tinggi dibandingkan dari Way Belau Lampung. Kandungan logam berat pada N. abiuma dari Way Belau lebih rendah dibandingkan N. cf borealis dari Sunda Kelapa dan Way Belau.

#### DAFTAR PUSTAKA

- (1) Khan SA, Murugesan P, Lyla PS, Jaganathan S. 2004. A new indicator macro invertebrate of pollution and utility of graphical tools and diversity indices in pollution monitoring studies. *Current Scie* 87:1508-1510.
- (2) Dauer DM. 1993. Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Mar Poll Bull* 26:249-257.
- (3) Surugiu V. 2005. The Use of Polychaetes as Indicators of Eutrophication and Organics Enrichment of Coastal Waters: a Study Case – Romanian Black Sea Coast. Rumania: *Analele Științifice ale Universității “Al.I. Cuza” Iași*.
- (4) Baoling W, Ruiping S, Yang DJ. 1985. *The Nereidae (Polychaetous Annelids) of the Chinese Coast*. Beijing: China Ocean Pr.
- (5) Glasby CJ. 1999. The Namanereidinae (Polychaeta: Nereididae). *Rec Aust Mus* 25:1-144.
- (6) Glasby CJ, Mogi M, Takahashi K. 2003. Occurrence of the Polychaete *Namalycastis hawaiiensis* Johnson, 1903 (Nereididae: Namanereidinae) in *Pandanus* leaf axils on Palau, West Pacific. *The Beagle Rec of The Mus and Art Galleries of The Northern Territory* 19:97-99.
- (7) Reish DJ, Gerlinger TV. 1997. A review of the toxicological studies with Polychaetous Annelids. *Bulletin of Marine Science* 60:584-607.
- (8) Varshney PK, Sahabidi. 1988. Toxicity of mercury, copper and lead in the Polychaete *Namanereis merukensis* Horst. *Indian J Mar Scien* 17:83-84.
- (9) Muhajair, Edward, Ahmad F. 2004. Akumulasi logam berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Cr dalam sedimen di muara Sungai Cisadane, Ciliwung dan Citarum, Teluk Jakarta. *Jurnal Sorihi* 3:83-98.
- (10) Yudha IG. 2007. Kajian pencemaran logam berat di wilayah pesisir kota Bandar Lampung. Di dalam: Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNILA. Lampung: Universitas Lampung.
- (11) [IAEA] International Atomic Energy Agency. 1980. *Element Analysis of Biological Materials*. Vienna: IAEA.

- (12) [BPLHD] Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup. 2008. Data Pemantauan Kualitas Air Sungai di Propinsi DKI Jakarta. Jakarta: BPLHD.
- (13) Rochyatun E, Rozak A. 2007. Pemantauan kadar logam dalam sedimen di perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains* 11:28-36.
- (14) Athalye RP, Gokhale KS. 1991. Heavy metal in the Polychaete *Lycastis ouanaryensis* from Thane creek, India. *Marine Pollution Bulletin* 22:233-236.
- (15) EC. 2001. Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001. *Official Journal of European Communities* 1:1-77.
- (16) FAO. 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. *FAO Fishery Circular* 464:5-100.
- (17) FDA. 2001. *Fish and Fisheries Products Hazards and Control Guidance, third ed.* US: Centre for food Safety and Applied Nutrition US Food and Drug Administration.
- (18) Shu-ying G, Dong-liang Z. 1994. Heavy metal concentration and its evaluation in the organisms from Meizhou Bay. *Chin j Oceanol Limnol* 12:1-6.
- (19) Garces J, Costa MH. 2009. Trace metals in populations of *Marphysa sanguine* (Montagu, 1813) from Sado estuary: effect of body size on accumulation. *Scie Mar* 73:605-616.
- (20) Zauke GP, Clason B, Savinov VM, Savinov T. 2003. Heavy metal of inshore benthic invertebrates from the Barents Sea. *The Science of the Total Environment* 306:99-110.
- (21) Lu FC. 1995. *Toksikologi Dasar.* Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- (22) Ross KE, Bidwell JR. 2001. A 48-h larval development toxicity test using the marine polychaete. *Arch Environ Contam Toxicol* 40:489-496.
- (23) Thilagam H, Gopalakrishnan S, Vijayayel K, Vivek Raja P. 2008. Effluent toxicity test using developmental stages of the marine polychaete *Hydroides elegans*. *Arch Environ Contam Toxicol* 54:674-683.
- (24) Marcano L et al. 1997. Coelomic fluid lysozyme activity induction in the Polychaete *Eurythoe complanata* as a biomarker of heavy metal toxicity. *Bull Environ Contam Toxicol* 59:22-28.
- (25) Broomell CC, Mattoni MA, Zok FW, Herbert W. 2006. Critical role of zinc in hardening of *Nereis* jaws. *J Exp Biol* 209:3219-3225.