

**STUDI BIOAKUMULASI LOGAM BERAT MERKURI (Hg) PADA TERIPANG LOKAL  
(*Phyllophorus* sp.) DARI PANTAI TIMUR SURABAYA – JAWA TIMUR**

**STUDY OF BIOACCUMULATION HEAVY METAL MERCURY (Hg) ON LOCAL SEA  
CUCUMBER (*Phyllophorus* sp.) FROM SURABAYA EAST COAST – EAST JAVA**

**Rr. Febrina Anggraini Putri, Endang Dewi Masithah dan Muhammad Arief**

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga  
Kampus C Mulyorejo - Surabaya, 60115 Telp. 031-5911451

**Abstract**

Sea cucumber is a commodity fishery that is traded international. One of the sea cucumber that has economic value is the local sea cucumber (*Phyllophorus* sp.) believed that contain compounds can be immunomodulatory. *Phyllophorus* sp. is one of the three dominant species of sea cucumbers in abundance and distribution in the Surabaya East Coast (Winarni, dkk., 2010). Coastal environmental issues that deserve the attention is the problem of heavy metal pollution in coastal waters. The highest toxicity of heavy metals for aquatic animals and humans are mercury (Hg) (Widowati dkk, 2008).

The purpose of this study was to determine levels of heavy metals bioaccumulation of mercury (Hg) in the local sea cucumber (*Phyllophorus* sp.) From the East Coast Surabaya and to determine the heavy metal content of mercury (Hg) in the local sea cucumber (*Phyllophorus* sp.) has exceeded the threshold or does not. The experiment was conducted on the East Coast Surabaya and analisis of heavy metal Mercury (Hg) in Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya. The method used is the method of field observation and analyzed descriptively.

The results showed levels of mercury bioaccumulation of heavy metals (Hg) from BC<sub>Fo-w</sub> value from 454.78– 802.05 and BC<sub>Fo-s</sub> from 31,42 – 111,26. This shows *Phyllophorus* sp. have the ability to accumulate heavy metals with low until middle accumulation level category. Mercury content of the *Phyllophorus* sp. obtained range from 0.031 to 0.061 ppm, sea water ranged from 0.0015 to 0.0023 ppm and sediments ranged from 0.0417 to 0.112 ppm. Mercury levels in *Phyllophorus* sp. and sediment is below the NAB, but the sea water has exceeded from NAB. Water quality parameters are still in normal conditions in accordance with the quality standards KMLH (2004) that temperatures 26-28 ° C, pH 7-8, salinity ranged from 28-29 ‰, DO value range 4-5 mg / L and brightness between 2-3 m.

**Keywords :** bioaccumulation, mercury, local sea cucumber, surabaya east coast

---

**Pendahuluan**

Teripang termasuk dalam filum Echinodermata, kelas Holothuroidea (Nontji, 2002). Teripang merupakan komoditi perikanan yang diperdagangkan secara internasional (Darsono, 2003). Salah satu teripang yang memiliki nilai ekonomis adalah teripang lokal (*Phyllophorus* sp.) yang diyakini mengandung senyawa yang bersifat immunomodulator (Winarni, dkk., 2010).

Pantai Timur Surabaya merupakan ujung dari pembuangan limbah hasil aktivitas manusia. Perairan Kali Surabaya ditemukan mengandung logam berat merkuri (Hg) dengan nilai 0,1 ppm (Sardjono, 2012). Tingkat toksisitas logam berat paling tinggi terhadap hewan air dan manusia adalah merkuri (Hg) (Widowati dkk., 2008).

Bioakumulasi adalah pengambilam (*uptake*) zat kimia dari lingkungan oleh makhluk hidup yang diartikan sebagai terdapatnya

pencemar dalam organisme dengan konsentrasi lebih besar daripada konsentrasi di lingkungan (Soemirat, 2005). Suatu organisme dikatakan mampu mengakumulasi logam berat apabila memiliki nilai BCF lebih dari satu. Bila perairan habitat teripang tercemar oleh logam berat merkuri (Hg) maka akan berpengaruh pula terhadap bioakumulasi merkuri dalam tubuh teripang. Dengan dasar tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bioakumulasi bahan pencemar logam berat merkuri (Hg) pada teripang lokal (*Phyllophorus* sp.) dari Pantai Timur Surabaya.

**Metodologi**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Pebruari hingga bulan April 2013. Penelitian dilaksanakan pada beberapa tempat, yaitu pengambilan sampel dari Pantai Timur Surabaya dan pengujian logam berat Merkuri

(Hg) di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya.

Penelitian ini menggunakan beberapa alat, yaitu untuk pengambilan sampel adalah *Global Positioning System* (GPS), transek  $1 \times 1$  m<sup>2</sup>, plastik pembungkus, label, *cool box*, *water sampler*, *egman grab*. Peralatan untuk mengukur kualitas air adalah termometer, refraktometer, pH *papper* dan DO test kit. Peralatan untuk analisis logam berat adalah satu perangkat alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Teripang Lokal (*Phyllophorus* sp.), air laut dan sedimen yang diambil langsung dari Pantai Timur Surabaya. Bahan-bahan yang digunakan untuk preparasi sedimen dan teripang sebelum dianalisis kandungan logam berat merkuri dalam alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) seperti HNO<sub>3</sub> pekat, larutan standar Merkuri (Hg), dll.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi lapangan. Metode observasi adalah pengamatan terhadap suatu obyek yang diteliti baik secara langsung maupun tak langsung untuk memperoleh data yang harus dikumpulkan dalam penelitian (Satori dan Komariah, 2009). Analisa data dilakukan secara deskriptif.

Penentuan titik *sampling* mengacu pada penelitian lanjutan oleh Winarni, dkk. (2010) terdapat 3 stasiun pengambilan dengan total 9 titik *sampling* yang mewakili perairan Pantai Timur Surabaya. Sampel diambil dalam satu waktu dengan tiga kali pengulangan untuk masing-masing titik *sampling*.

Sampel teripang dilakukan melalui penyelaman dengan menggunakan metode plot kuadrat (transek). Plot berukuran  $1 \times 1$  m<sup>2</sup> diletakkan di dasar perairan sesuai dengan titik *sampling* dengan estimasi jarak pengambilan sampel dua kilometer dan sampel teripang dimasukkan dalam kantong plastik, diberi label sesuai dengan kode lokasi, dan disimpan di dalam *cool box* untuk selanjutnya dilakukan pemeriksaan logam berat merkuri di laboratorium.

Sampel air laut diambil pada tiap titik yaitu sebanyak sembilan titik. Sampel air laut diambil menggunakan *water sampler*. Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman yang berbeda yaitu air dekat permukaan dan badan air, kemudian sampel air digabungkan (dikomposit) menjadi satu (Hutagalung, dkk, 1997). Sampel yang diambil untuk uji logam berat Merkuri sebanyak  $\pm 600$  ml dan diawetkan dengan HNO<sub>3</sub> hingga pH < 2. Kemudian sampel air segera disimpan kedalam

*cool box* dan selanjutnya dilakukan pemeriksaan logam berat Merkuri di laboratorium.

Menurut Arifin (2011), sampel sedimen diambil dengan menggunakan *Ekman grab* (0.5 m<sup>2</sup>). Sampel 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). Sampel sedimen hasil tiga kali penurunan *grab* tersebut, kemudian dicampur (komposit) dan diambil sebanyak 250 gram, kemudian dimasukkan kedalam plastik pembungkus. Sampel selanjutnya disimpan dalam *cool box* (suhu 4°C) dan selanjutnya diujikan ke laboratorium.

Pemeriksaan kandungan merkuri pada teripang, air laut dan sedimen dilakukan di BBLK. Logam berat yang diukur kadarnya adalah merkuri (Hg) dengan metode pembacaan *Atomic Adsorbent Spectrophotometry* (AAS merk ZEE Nit 700).

Menurut U.S EPA (2003), faktor biokonsentrasi adalah rasio ( dalam liter per kilogram jaringan) dari konsentrasi akumulasi bahan kimia oleh organism akuatik sebagai hasil pengambilan secara langsung dari lingkungan perairan, melalui membran insang atau permukaan tubuh lainnya. Penghitungan bioakumulasi Merkuri (Hg) dihitung sesuai dengan U.S EPA (2003), dengan rumus :

$$BCF = C_t/C_w$$

Keterangan :

BCF : *Bioconcentration factor*

C<sub>t</sub> : konsentrasi polutan pada lapisan tubuh organisme

C<sub>w</sub> : konsentrasi polutan pada perairan organism

Penghitungan BCF ada dua macam, yaitu BCF<sub>o-w</sub> ialah rasio konsentrasi total merkuri pada lapisan tubuh organisme dengan konsentrasi metil merkuri pada air laut. BCF<sub>o-s</sub> ialah rasio konsentrasi total merkuri pada lapisan tubuh organisme dengan konsentrasi total merkuri pada sedimen.

Parameter utama yang diamati adalah kadar logam berat Merkuri (Hg) yang terdapat pada Teripang Lokal (*Phyllophorus* sp.), air laut dan sedimen pada masing-masing stasiun di Pantai Timur Surabaya. Parameter penunjang meliputi kualitas air antara lain suhu, pH, salinitas dan oksigen terlarut (DO). Pengukuran suhu menggunakan termometer, pH dengan pH *papper*, salinitas menggunakan refraktometer dan oksigen terlarut dengan DO test kit.

**Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, didapatkan perubahan dalam titik pengambilan sampel dari titik acuan awal namun tidak mengubah jumlah titik pengambilan *sampling*. Titik *sampling* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik *Sampling* Penelitian

Titik <i>Sampling</i>	Posisi Baru
B1	S 07°14'13,69"; E 112°50'2,00"
B2	S 07°14'6,18"; E 112°52'50,47"
B3	S 07°14'22,13"; E 112°55'25,94"
D1	S 07°16'3,25"; E 112°51'48,31"
D2	S 07°16'16,63"; E 112°54'12,13"
D3	S 07°16'43,51"; E 112°56'47,52"
E1	S 07°18'30,82"; E 112°52'8,58"
E2	S 07°18'53,08"; E 112°54'47,07"
E3	S 07°18'45,61"; E 112°57'16,41"

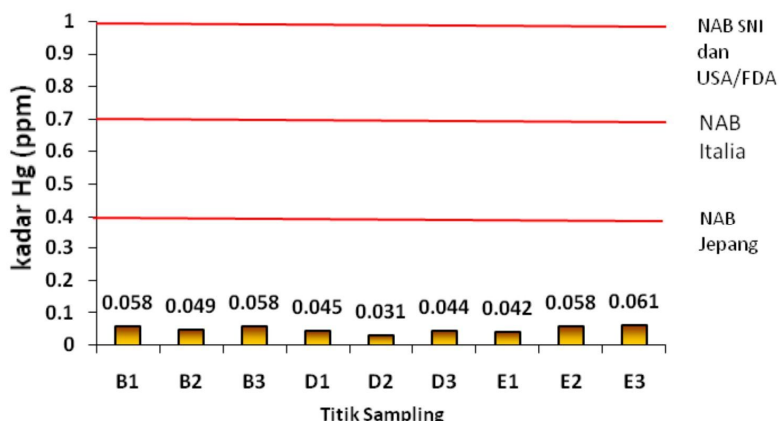
Menurut hasil analisis Merkuri (Hg) pada teripang menunjukkan kadar rerata Merkuri (Hg) tertinggi pada titik *sampling* E3 senilai  $0,061 \pm 0,0067$  ppm dan kadar rerata

terendah pada titik *sampling* D2 sebesar  $0,031 \pm 0,0014$  ppm. Hasil analisis kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada Teripang Lokal (*Phyllophorus* sp.) dapat dilihat pada Gambar 1.

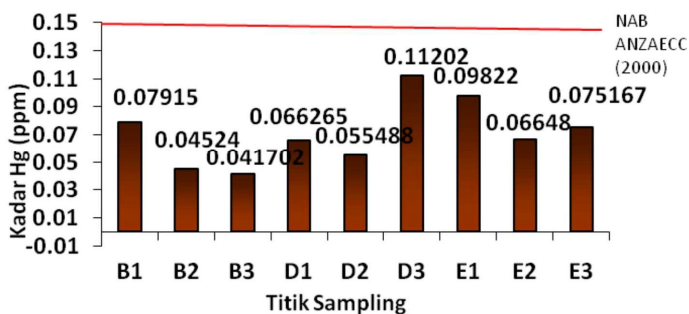
Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh, kadar rerata Merkuri (Hg) pada sedimen tertinggi pada titik *sampling* D3 sebesar  $0,112 \pm 0,003$  ppm dan kadar rerata Merkuri (Hg) pada sedimen terendah terdapat pada titik *sampling* B3 senilai  $0,0417 \pm 0,0008$  ppm. Kadar rerata merkuri (Hg) pada sedimen dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari hasil tersebut diperoleh data kadar Merkuri (Hg) dengan nilai rerata tertinggi terletak pada titik E3 sebesar  $0,0023 \pm 0,0005$  ppm dan nilai rerata terendah pada titik D2 sebesar  $0,0015 \pm 0,0002$  ppm. Kadar metal merkuri diperoleh kadar tertinggi pada titik E3 sebesar  $0,000725$  ppm dan terendah pada titik D2 sebesar  $0,000484$  ppm. Analisis kadar Merkuri (Hg) pada air laut pada masing-masing titik *sampling* dapat dilihat Gambar 3.

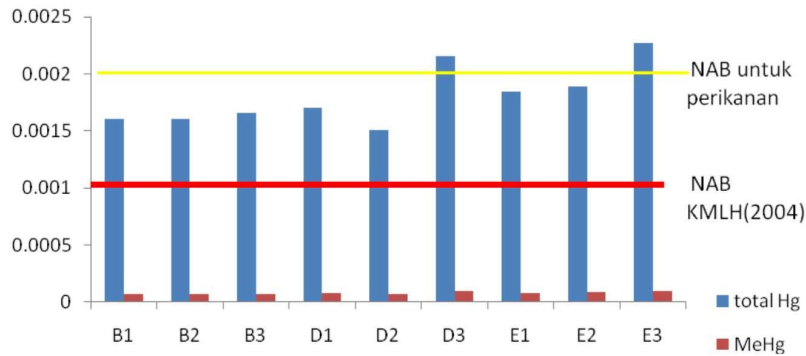
Berikut adalah nilai kadar faktor biokonsentrasi Teripang Lokal (*Phyllophorus* sp.) berdasarkan perhitungan membandingkan



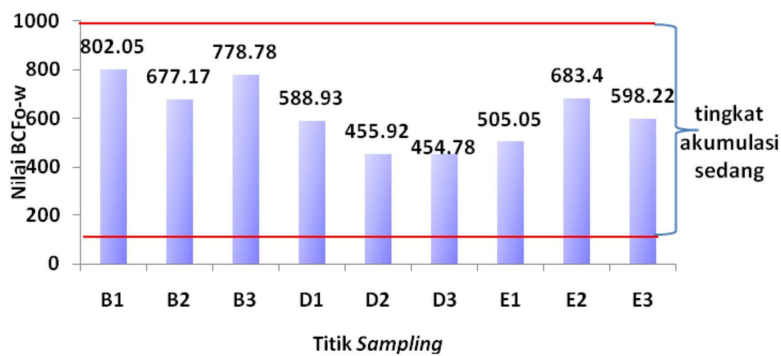
Gambar 1. Kadar Rerata Merkuri (Hg) pada Teripang Lokal (*Phyllophorus* sp.)



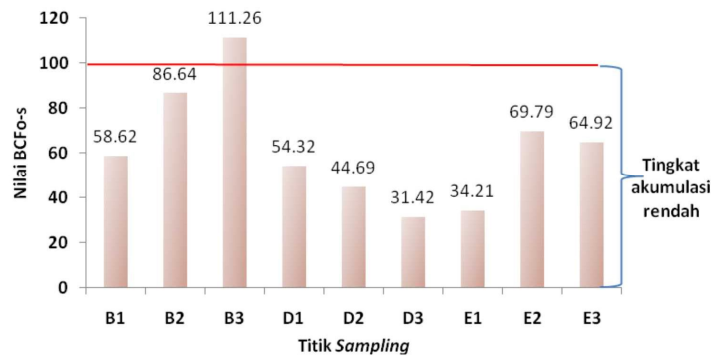
Gambar 2. Kadar Rerata Merkuri (Hg) pada Sedimen



Gambar 3. Kadar Rerata Total Merkuri (Hg) dan Metil Merkuri pada Air Laut



Gambar 4. Nilai Biokonsentrasi Merkuri (Hg) Teripang dengan Air Laut



Gambar 5. Nilai Biokonsentrasi Merkuri (Hg) Teripang dengan Sedimen

kadar Merkuri (Hg) pada tubuh teripang dengan kadar metil merkuri (Hg) pada air laut dan nilai faktor biokonsentrasi dari teripang dengan sedimen.

Hasil penghitungan menunjukkan nilai faktor biokonsentrasi pada teripang lokal (*Phyllophorus* sp.) dengan air laut memiliki nilai  $BCF_{o-w}$  tertinggi berada pada titik *sampling* B1 yaitu 802,05 dan nilai  $BCF_{o-w}$  terendah pada titik *sampling* D3 senilai 454,78. Nilai faktor biokonsentrasi tubuh teripang dengan sedimen memiliki kisaran 31,42 – 111,26. Titik *sampling*

yang memiliki nilai  $BCF_{o-s}$  tertinggi terletak pada titik B3 dan nilai  $BCF_{o-s}$  terendah terletak pada titik D3. Nilai Faktor Biokonsentrasi  $BCF_{o-w}$  dan  $BCF_{o-s}$  dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan kisaran suhu perairan antara 26 – 28 °C. Suhu terendah terdapat pada titik B3 dan titik D3, sedangkan suhu tertinggi terdapat pada titik D1, E1 dan E2. Nilai pH memiliki kisaran 7-8, pH terendah pada titik D1 dan D2, sedangkan nilai pH tertinggi terdapat pada titik

lainnya. Pantai Timur Surabaya memiliki kadar salinitas berkisar antara 28 – 29 ‰ dan kandungan oksigen terlarut dengan kisaran nilai 4 – 5 mg/L. Sedangkan kecerahan pada saat pengamatan pada masing-masing titik *sampling* berkisar antara 2 – 3 m.

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa titik *sampling* E3 memiliki kadar rerata Merkuri (Hg) pada tubuh teripang tertinggi sebesar  $0,061 \pm 0,0067$  ppm dan terendah pada titik *sampling* D2 sebesar  $0,031 \pm 0,0014$  ppm. Hal ini merujuk pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Winarni, dkk (2010), bahwa kadar Merkuri pada teripang di titik E3 sebesar 0,059 ppm. Adanya kesamaan pola pada hasil kadar Merkuri yang tinggi pada tubuh teripang yang merunut pada muara Kali Wonorejo dan Kali Dadapan. Hal tersebut juga didukung dengan banyaknya pabrik yang beroperasi di wilayah Surabaya Timur seperti kompleks perindustrian yang bergerak di bidang industri cat dan beberapa pabrik kertas. Pabrik kertas memberikan kontribusi yang cukup besar dalam pencemaran logam berat Merkuri. Pabrik kertas merupakan salah satu penyebab adanya pencemaran merkuri di kali Surabaya (Arisandi, 2012).

Kadar Merkuri (Hg) pada tubuh teripang menggunakan beberapa rujukan sebagai baku mutu untuk menentukan Nilai Ambang Batas, yaitu SNI sebesar 1,0 ppm yang juga merujuk pada USA-FDA sebesar 1,0 ppm, Jepang 0,3-0,4 ppm, Australia 1,0 ppm, Italia 0,7 ppm dan Kanada 0,3 – 0,4 ppm (BSN, 2009). Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kadar Merkuri (Hg) pada tubuh teripang berada dibawah Nilai Ambang Batas dari baku mutu yang menjadi acuan baik standart nasional dan internasional. Hal ini mendukung dalam keamanan pangan olahan teripang yang tidak membahayakan bagi kesehatan manusia. Dari tiga stasiun yang terdiri dari sembilan titik *sampling* dinyatakan kadar Merkuri (Hg) berada dalam kondisi yang masih aman untuk memenuhi standar ekspor ke pasar manca negara dan aman untuk dikonsumsi serta diperdagangkan ke pasar lokal.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, kadar Merkuri (Hg) sedimen tertinggi pada titik *sampling* D3 sebesar  $0,112 \pm 0,003$  ppm dan terendah pada titik *sampling* B3 senilai  $0,0417 \pm 0,0008$  ppm. Baku mutu untuk sedimen laut untuk menentukan Nilai Ambang Batas merujuk pada ANZAECC (2000), Australia dan Selandia Baru menyebutkan batasan sebesar 0,15 – 1,0 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kadar Merkuri (Hg) pada sedimen di Pantai Timur Surabaya berada

dibawah ambang batas. Menurut EPA (1997), NAB sedimen laut sebesar 0,6 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Merkuri (Hg) pada sedimen masih dalam kondisi aman untuk kehidupan organisme bentik.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data kadar Merkuri (Hg) pada air laut dengan nilai terendah pada titik D2 sebesar  $0,0015 \pm 0,0002$  ppm dan nilai tertinggi terletak pada titik E3 sebesar  $0,0023 \pm 0,0005$  ppm. Bila dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas air laut bagi biota laut oleh KMLH (2004) menyebutkan sebesar 0,001 ppm. Data ini menunjukkan bahwa kadar Merkuri (Hg) pada air laut telah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang aman bagi biota laut. Hal ini menunjukkan bahwa masukan logam berat baik yang berasal dari peluruhan mineral logam secara alami, proses geologis, maupun berbagai kegiatan yang berasal dari daratan telah berpengaruh terhadap fluktuasi kadar logam berat Merkuri (Hg).

Bila diamati dari nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) Merkuri (Hg) pada teripang dengan air laut (BCFo-w) menunjukkan hasil penghitungan yaitu berkisar 454.78 - 802.05 dan nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) Merkuri (Hg) pada tubuh teripang dengan sedimen (BCFo-s) antara 31,42 – 111,26. Menurut Van Esch (1977) dalam Pratono (1985), ada tiga kategori yang dikemukakan untuk faktor konsentrasi yaitu, tingkat akumulasi rendah, jika faktor konsentrasi antara 1 hingga 100. Tingkat akumulasi sedang, jika faktor konsentrasi antara 100 hingga 1000. Tingkat akumulasi tinggi, jika faktor konsentrasi lebih dari 1000. Pada hasil penelitian menunjukkan tingkat akumulasi sedang antara tubuh teripang dengan air laut karena nilai BCFo-w diantara 100 – 1000 dan tingkat akumulasi rendah antara teripang dengan sedimen karena nilai BCFo-s diantara 0 – 100. Menurut Soemirat (2005), bioakumulasi menjadi berbahaya apabila rasio organik/lingkungan sebesar 100-1000. Dari hasil penghitungan  $BCF > 1$ , menunjukkan teripang lokal (*Phyllophorus* sp.) berpotensi mengakumulasi logam berat Merkuri (Hg) dengan kategori sedang dan memasuki tingkat berbahaya. Proses terjadinya akumulasi MeHg dalam hewan air disebabkan oleh pengambilan merkuri oleh hewan air lebih cepat daripada proses eksresi (Chamid, dkk., 2010).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kualitas air di Pantai Timur Surabaya yaitu suhu berkisar 26 – 28 °C, kecerahan antara 2 – 3 m, pH memiliki kisaran 7-8, salinitas berkisar antara 28 – 29 ‰ dan kadar oksigen terlarut

kisaran nilai 4 – 5 mg/L. Menurut KMLH (2004), baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan parameter fisika dan kimia yaitu suhu : 28 – 30 °C, kecerahan : >3 m, pH : 7 – 8,5, salinitas : 33 – 34 ‰ dan oksigen terlarut : > 5 mg/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi perairan di Pantai Timur Surabaya masih berada pada batas normal dari baku mutu yang ada.

### Kesimpulan

Teripang lokal (*Phyllophorus* sp.) memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam berat merkuri (Hg) karena memiliki nilai BCF > 1 dengan kategori tingkat akumulasi rendah. Kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada teripang lokal (*Phyllophorus* sp.) diperoleh kisaran 0,031 – 0,061 ppm. Kandungan Merkuri (Hg) pada air laut berkisar 0,0015 – 0,0023 ppm. Kadar merkuri (Hg) pada sedimen sebesar 0,0417 – 0,112 ppm.

### Daftar Pustaka

- ANZAEEC. 2000. The Guidelenies Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Mangament Council of Australia and New Zealand. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality Vol 1.
- Arifin, Z. 2011. Konsentrasi Logam Berat di Air, Sedimen dan Biota di Teluk Kelabat, Pulau Bangka. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Vol.3 : Jakarta. 11hal.
- Arisandi, P. 2012. Menyusuri Jejak Prigi di Bantaran Kali. Warta Unair. Online. <http://www.unair.ac.id/>. Diakses tanggal 9 November 2012. 3 hal.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI Maksimum Cemar Logam Berat. SNI 7387:2009. ICS 67.220.20. BSN : Jakarta
- Chamid, C. N. Yulianita dan P. Renosori. 2010. Kajian Tingkat Konsentrasi Merkuri (Hg) pada Rambut Masyarakat Kota Bandung. Prosiding SNaPP Edisi Eksakta : Universitas Islam Bandung
- Darsono, P. 2003. Sumberdaya Teripang dan Pengelolaannya. Jurnal. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI : Jakarta. 9 hal.
- EPA, Water Monitoring Report. 1997. Sediment Quality Monitoring of the Port Rivers Estuary, Report 1. United State of America
- Hutagalung, H.P, D. Setiapermana dan S.H Riyono. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. Puslitbang Oseanologi. LIPI : Jakarta. 182 hal.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan : Jakarta.
- Pratono, T. 1985. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu) Dan Seng (Zn) Dalam Tubuh Kerang Hijau (*Mytilus Viridis*, L.) Yang Dibudidayakan Di Perairan Ancol, Teluk Jakarta. Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Sardjono, E dalam Surabaya Post. 2012. Ada Mercury di Air Surabaya. Surabaya Post. Selasa, 24 April 2012 Pukul 14.43 WIB.
- Satori, D. dan A. Komariah. 2009. Metodologi Penelitian Kualitatif. Alfabeta : Bandung.
- Soemirat, J. 2005. Toksikologi Lingkungan. Gadjah Mada University Press: Jogjakarta.
- U.S Environment Protectin Agency. 2003. Methodology for Deriving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health (2000). Technical Suport Documen. Vol.2. Final. U.S EPA : Washington