

# ANALISIS LOGAM BERAT MERKURI (Hg) PADA GASTROPODA, LUMPUR DAN AIR DI TELUK AMURANG KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Christy B. D. J. Kiwol<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Kristen Indonesia, Tomohon

Diterima 07-07-2008; Diterima setelah direvisi 01-08-2008; Disetujui 09-08-2008

## ABSTRACT

**Kiwol, C. B. D. J.**, 2008. Heavy Metal Analysis of Mercury (Hg) in the Sea Water, Sediment and Gastropod at Amurang Bay, South Minahasa. Regency.

The purpose of this study is to know the "Concentration of Heavy Metal Mercury in Gastropods, Sediment and Sea water at Amurang Bay. As the concentration of these heavy metals in living things (gastropod), sediment, and sea water being figured up that it will be known the level of heavy metal contaminant in Amurang Bay. This study was approached by purposive sampling method and Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) of the Laboratory of Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan (BARISTAND) used to analyze the sample. The result has been showed that the concentration of Mercury (Hg) that found in sea water, sediment and gastropod from Amurang Bay were in the range between 0,04 – 0,82 ppm, 19,61 – 39,63 ppm and 14,67 – 23,89 respectively. Based on Environment Quality Standard reference the Mercury (Hg) concentration that has been found in this study from Amurang Bay being under safety limit level.

**Keywords :** heavy metal, mercury, sea water, sediment, gastropod

## PENDAHULUAN

Gencarnya pertumbuhan ekonomi saat ini, semakin terasa adanya tekanan-tekanan di dalam lingkungan hidup manusia. Pertumbuhan Ekonomi biasanya dipacu oleh pertumbuhan industri baik pangan, kimia, pertambangan, pariwisata dan pertanian. Untuk mengantisipasi hal tersebut Pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan Undang-Undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Implementasi dari undang-undang tersebut sehingga dikeluarkannya peraturan-peraturan operasionalnya termasuk di dalamnya ketentuan-ketentuan tentang baku mutu lingkungan.

Di dalam sistem air laut logam-logam selain berasal dari aktivitas manusia juga berasal dari pasokan dari daerah daratan dan wilayah pesisir yang meliputi sungai dan pengikisan oleh gerakan gelombang. Ada juga pasokan dari laut berupa logam-logam yang dilepas oleh gunung berapi di bawah permukaan laut (*underwater volcano*) dan dari partikel endapan oleh proses kimiawi.

Laut merupakan tempat bermuaranya sungai yang mengangkut berbagai bahan buangan diantaranya logam berat seperti Merkuri dan Timbal (Pb), yang berasal baik dari kegiatan industri maupun limbah rumah sakit dan obat-

obatan pertanian yang berlebih pestisida, herbisida, (DDT). Di Teluk Amurang terdapat areal hutan mangrove dan beberapa sungai baik kecil maupun besar yang bermuara ke laut dengan membawa semua bahan buangan yang mengandung logam atau non logam.

Sebagai unsur, Merkuri berbentuk cair (Lu, 1995). Seperti unsur-unsur logam berat lainnya, Merkuri juga terdapat di seluruh alam, namun distribusinya tidak merata. Dalam air tanah (ground water) kadar Merkuri berkisar antara 0,01 – 0,07 ppb (Keckes and Miettinen, 1972 dalam Rompas, 1991 dan Rompas, 1995). Dalam air laut kadar Merkuri (Hg) berkisar antara 0,1 – 0,2 ppb. Dalam tanah berkisar antara 30 – 500 ppb, sedangkan dalam batu-batuan vulkanik kadar Merkuri berkisar antara 10 – 100 ppb (Rompas, 1991 dan Rompas 1995). Menurut Lu (1995), kadar Merkuri dalam udara umumnya sangat rendah. Kadarnya dalam air di daerah yang tidak tercemar sekitar 0,1 µg/l, tetapi angka ini dapat setinggi 80 µg/l di tempat yang dekat dengan endapan bijih Hg. Dalam makanan kecuali ikan, kadarnya sangat rendah, biasanya dalam rentang 5 – 20 µg/kg.

Teluk Amurang saat ini merupakan wilayah tempat kegiatan industri serta sebagai tempat

buangan berbagai macam limbah yang berasal dari sungai-sungai yang bermuara di Teluk Amurang. hal ini akan berakibat terjadinya perubahan lingkungan akibat pencemaran yang disebabkan oleh limbah diantaranya logam berat seperti Merkuri serta melalui proses biomagnifikasi dapat menyebabkan akumulasi logam berat tersebut pada organisme (Gastropoda) yang berada di pesisir pantai Teluk Amurang.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan Dan Alat**

Sampel lumpur, air dan gastropoda yang diambil di daerah Kawangkoan Bawah, Rumoong bawah dan Mobongo sekitar Teluk Amurang, Analisis akan dilakukan pada Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado. Sedangkan waktu pelaksanaannya yakni bulan Juni sampai Juli 2007. Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer Serapan Atom.

### **Teknik Pengambilan Sampel Air**

Sampel diambil pada tiga titik dengan tiga kali pengulangan. Sampel diambil dengan menggunakan botol kaca pada kedalaman 30-40 cm dari permukaan air, kemudian penutupnya dibuka sehingga air masuk dan langsung ditutup rapat-rapat.

Setelah itu sampel diberi label atau tanda dan dimasukkan kedalam kotak pendingin atau *cool box*, agar tetap awet, kemudian dibawa ke Laboratorium untuk dianalisis. Pada waktu bersamaan dilakukan pengukuran terhadap parameter kualitas air di daerah pengambilan sampel uji seperti pH, salinitas dan suhu.

### **Teknik Pengambilan Sampel Gastropoda**

Gastropoda yang dijadikan sampel penelitian diambil dari Teluk Amurang pada daerah intertidal dengan substrat sedimen pada saat air laur surut. Sampel diambil dan dimasukkan kedalam botol kaca dalam keadaan hidup kemudian dimasukkan ke dalam wadah (*cool box*). Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

### **Ekstraksi Sampel**

Sampel yang ada dikeluarkan dari cangkangnya untuk dibersihkan kemudian dipisahkan tiap lokasi selanjutnya diberi label. Sebelum ekstraksi, sampel terlebih dahulu ditimbang pada neraca analitik sebanyak 10 gram,

kemudian dipotong menjadi bagian-bagian kecil agar mudah digerus sehingga menghasilkan homogenat. Setelah itu homogenat yang ada ditambahkan HCl 6 N sebanyak 10 tetes, kemudian direndam dalam aseton sebanyak 50 ml selama 24 jam untuk selanjutnya disaring menggunakan corong pemisah. Hasil dari saringan lapisan aseton tadi menghasilkan jaringan sisa yang ada lapisan aseton. Lapisan aseton yang didapat disimpan sedangkan jaringan sisa yang ada direndam kembali dengan aseton sebanyak 30 mL dan dibiarkan selama 10 jam kemudian disaring. Hasil saringan tersebut mendapatkan lapisan aseton dan jaringan sisa. Jaringan sisa yang didapat dibuang, sedangkan lapisan aseton yang kedua ini digabungkan dengan lapisan aseton yang pertama untuk disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Hasil dari pemisahan dengan sentrifus mendapatkan endapan dan supernatan. Endapan yang di dapat dibuang sedangkan supernatan pada bahan jaringan dievaporasi dengan rotary vacuum evaporator.

### **Teknik Pengambilan Sampel Sedimen**

Lokasi pengambilan sampel sedimen tepatnya di daerah mangrove Desa Kawangkoan bawah, Rumoong, Mobongo di Teluk Amurang, sampel diambil pada tiga titik dengan tiga kali pengulangan.

Sampel diambil dengan menggunakan pipa paralon berdiameter empat cm. Sampel sedimen diambil pada air surut. Pipa dimasukkan kedalam sedimen sampai pada kedalaman 30 cm (lampiran 5), kemudian ujung pipa di atas ditutup, dan diangkat perlahan-lahan. Sedimen yang ada di dalam pipa dikeluarkan dan dimasukkan kedalam kantong plastik kemudian dimasukkan kedalam *cool box*.

Bersamaan dengan pengambilan sampel, dilakukan pengukuran parameter lingkungan seperti suhu dengan menggunakan termometer batang. Termometer batang dimasukkan kedalam sedimen dan ditunggu sampai 3 -5 menit kemudian diangkat dan dilihat berapa suhu pada sedimen. Pada saat pengukuran bagian atas ditutup untuk menghindari pengaruh sinar matahari langsung. Untuk pengukuran derajat keasaman (pH) dengan menggunakan kertas pH, dimana kertas pH dicelupkan pada sedimen kemudian diangkat dan dicocokkan untuk melihat berapa nilai pH pada sedimen

### Pengujian Merkuri

Analisis Merkuri yang terdapat dalam sampel air menggunakan alat AAS dimana sebelum dibaca dengan AAS dilakukan preparasi sampel dengan prosedur sebagai berikut Bapedal (2001):

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Konsentrasi Merkuri dalam Air

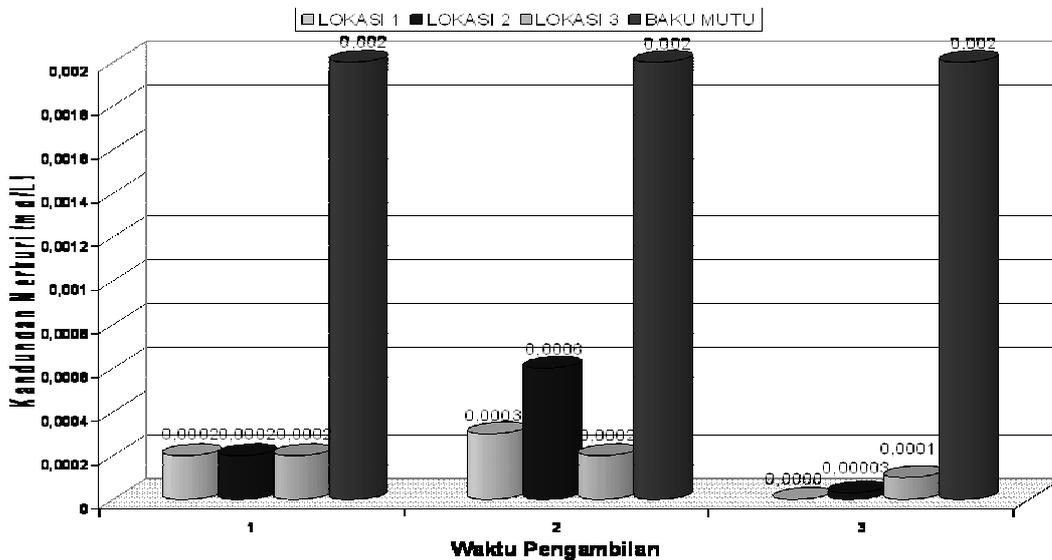
Berdasarkan hasil analisis laboratorium sampel air laut menggunakan metode analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), kandungan Merkuri dalam air laut di Teluk Amurang Minahasa Selatan, berkisar 0,0001 - 0,0008 mg/L atau rata-rata 0,0003 mg/L. Rata-rata kandungan Merkuri per lokasi seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rata-Rata dan Simpangan Baku Kandungan Merkuri (mg/L) dalam Air Laut per Lokasi

Lokasi	Waktu Pengambilan		
	1	2	3
1	0,0002 ± 0,0000	0,0003 ± 0,0001	0,0000 ± 0,0000
2	0,0002 ± 0,0000	0,0006 ± 0,0002	0,0003 ± 0,0000
3	0,0002 ± 0,0000	0,0002 ± 0,0002	0,0001 ± 0,0001

Hasil ini jika dibandingkan dengan baku mutu air golongan C sesuai Keputusan Menteri Negara dan Lingkungan Hidup Nomor : KEP-20/MENKLH/I/1990, tentang pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan yang menetapkan batas kandungan Merkuri dalam air Golongan C merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan yaitu 0,002 ppm (lampiran 6), maka konsentrasi Merkuri yang

terdapat dalam air laut di Teluk Amurang lebih rendah dari nilai ambang batas yang telah ditentukan. Dari Tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa kandungan Merkuri dalam air laut di Teluk Amurang yang tersebar di lokasi 1, 2 dan 3 dengan rentang pengambilan 7 hari dalam 3 kali pengambilan, tidak memperlihatkan perbedaan kenaikan kandungan (Gambar 1).



**Gambar 1.** Grafik Perbedaan Kandungan Merkuri Dalam Air Berdasarkan Waktu Pengambilan.

Rendahnya kandungan Merkuri dalam air laut di Teluk Amurang (berada di bawah ambang batas) diduga karena kegiatan penambangan di daerah aliran sungai yang bermuara di Teluk

Amurang belum memberikan kontribusi terhadap peningkatan kandungan Merkuri.

Bervariasinya kandungan merkuri dari setiap lokasi dipengaruhi oleh keadaan lokasi dan kondisi alam yang cerah dan intensitas cahaya

matahari cukup tinggi sehingga mempengaruhi kelarutan dan penguapan bahan kimia air termasuk logam merkuri.

### Konsentrasi Merkuri dalam Sedimen

Berdasarkan hasil analisis sampel sedimen yang diambil dari daerah Teluk Amurang Minahasa Selatan, kandungan Merkuri dalam sedimen berkisar 0,0004 - 0,1700 ppm atau rata-rata 0,07 ppm seperti Tabel 2.

**Tabel 2.** Rata-Rata dan Simpangan Baku Kandungan Merkuri (ppm) dalam Sedimen per Lokasi.

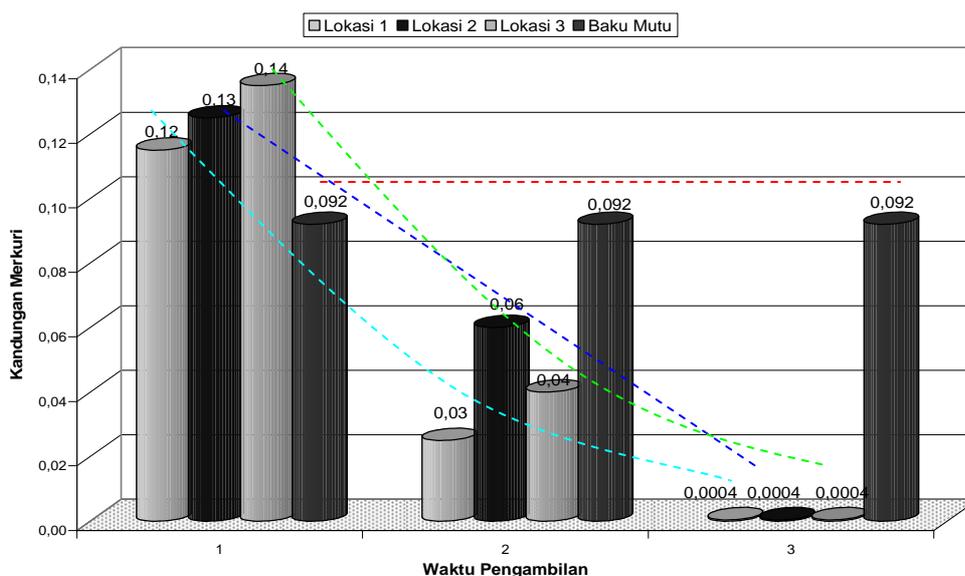
Lokasi	Waktu Pengambilan		
	1	2	3
1	0,12± 0,02	0,03± 0,02	0,0004± 0,0000
2	0,13± 0,02	0,06± 0,00	0,0004± 0,0000
3	0,14± 0,05	0,04± 0,01	0,0004± 0,0000

Hasil analisis kandungan merkuri dalam sedimen pada tiga lokasi untuk tiga pengambilan terjadi peningkatan jika dibandingkan dengan hasil analisis sampel air, hal ini dapat terlihat dalam Tabel 3. Kandungan merkuri dalam sedimen lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan merkuri yang ada dalam air, baik lokasi maupun waktu pengambilan, hal ini jelas bahwa merkuri yang ada telah terjadi pengendapan dalam sedimen.

Sorensen (1984) menyatakan bahwa sedimen berperan penting dalam proses pembentukan metil-Merkuri, sebab di dalam lingkungan sedimen terdapat mikroorganisme yang mampu merubah Merkuri anorganik menjadi Merkuri organik (metil-Merkuri). (Gambar 2). Mikroorganisme dalam sedienn berperan dalam peroes pembentukan metil merkuri ( $\text{HgCH}_3$ )

artinya dari merkuri anorganik menjadi merkuri organik. Kemudian Anonimous (1990) mengatakan kebanyakan logam berat akan tetap berikatan dengan sedimen bila tidak ada pergerakan masa air dari dasar perairan.

Jika hasil analisis ini dibandingkan dengan standar baku sedimen yang dikeluarkan *National Research Council Canada – Conseil National da Recherche Canada* (NRC-CNRC) yakni  $0,092 \pm 0,009$ , maka konsentrasi Merkuri yang terdapat dalam sedimen di Teluk Amurang sudah melewati nilai ambang batas yang telah ditentukan. Dari Tabel 2 di atas, dapat dilihat bahwa kandungan Merkuri dalam sedimen di Teluk Amurang yang tersebar lokasi 1, 2 dan 3 dengan rentang pengambilan 7 hari dalam 3 kali pengambilan, memperlihatkan adanya kenaikan kandungan (Gambar 2).



**Gambar 2.** Grafik perbedaan kandungan Merkuri dalam sedimen berdasarkan waktu pengambilan.

Tingginya kandungan Merkuri dalam sedimen pada lokasi 1 disebabkan karena pada waktu pengambilan sampel air laut dalam keadaan surut, sehingga Merkuri yang ada dalam sedimen tidak dipengaruhi oleh air laut.

Kebanyakan logam berat akan tetap di sedimen sampai ada pergerakan oleh masa air dari dasar perairan (*Up welling*) sehingga dapat terakumulasi dengan organisme yang mempunyai nilai ekonomis dan tanpa diketahui organisme tersebut dikonsumsi oleh manusia (Anonimous, 1990).

### Konsentrasi Merkuri dalam Gastropoda

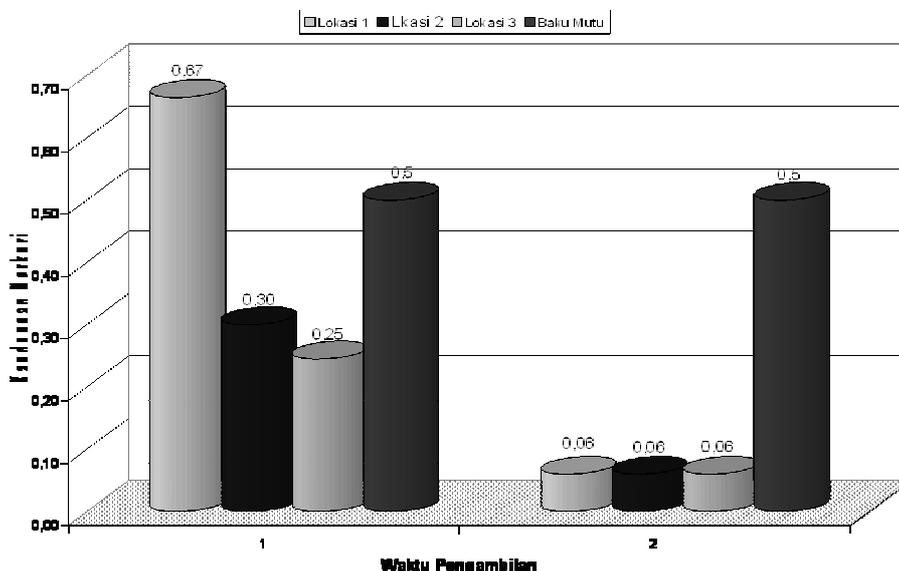
Hasil analisis kandungan merkuri pada gastropoda hanya dilakukan pada 2 kali pengambilan sampel. Karena pada pengambilan ketiga ait pasang cukup tinggi sehingga sulit untuk mendapatkan hewan tersebut. Namun hasil analisis terhadap tubuh gastropoda pada pengambilan sampel pertama sangat beragam namun cukup tinggi. Lokasi pertama lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi kedua dan ketiga, hal ini berbeda dengan kandungan merkuri pada sedimen. Tingginya kandungan merkuri dalam gastropoda menandakan sebagian dari merkuri telah terabsorpsi oleh hewan tersebut dan terakumulasi.

**Tabel 3.** Rata-Rata dan Simpangan Baku Kandungan Merkuri (ppm) dalam Gastropoda per Lokasi

Lokasi	Waktu Pengambilan	
	1	2
1	0,66± 0,46	0,06± 0,00
2	0,03± 0,56	0,06± 0,42
3	0,24± 0,49	0,06± 0,00

Dari Tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa kandungan Merkuri dalam gastropoda di Teluk Amurang yang tersebar di lokasi 1, 2 dan 3

dengan rentang pengambilan 7 hari dalam 2 kali pengambilan (Gambar 3).



**Gambar 3.** Grafik perbedaan Kandungan Merkuri Dalam Gastropoda Berdasarkan Waktu Pengambilan.

Hasil yang diperoleh jika dibandingkan dengan baku mutu makanan yang dikeluarkan oleh WHO (1990) yakni 0,5 ppm, maka kandungan Merkuri dalam biota laut (gastropoda) telah melewati baku mutu tersebut, ini disebabkan karena logam berat dapat terkontaminasi pada

jaringan tubuh dan rangka karang melalui asosiasinya dengan sedimen. Juga gastropoda merupakan karnivora, filter feeder, graser, suspension, feeder, plankton feeder dan parasit (Hughes, 1986; Day, 1969), sehingga melalui cara makan itulah akan membuat semua kandungan

yang terdapat dalam makanan baik plankton maupun sedimen masuk kedalam tubuh gastropoda. Keberadaan logam berat terlarut di perairan laut yang berasal dari kegiatan industri dapat masuk dan terakumulasi pada ikan dan biota laut lainnya. Karena Logam berat merupakan bahan beracun yang bioakumulatif (Clark, 1986), maka jika manusia mengkonsumsi ikan atau biota laut lainnya yang telah terkontaminasi logam berat dan akan terakumulasi pada tubuh manusia

Menurut Supriharyono (2000) Semakin kecil ukuran sedimen semakin besar daya absorpsinya terhadap logam berat. Kondisi ini menyebabkan kemungkinan terjadinya kontaminasi logam berat pada binatang karang sangat besar di daerah pertambangan.

Dari hasil penelitian Niode (2002) memperlihatkan bahwa kandungan Merkuri yang

terdapat dalam jaringan tubuh gastropoda cenderung meningkat seiring bertambahnya ukuran tubuh. Pada 10 sampel gastropoda memiliki kandungan merkuri 0,03 - 0,99 ppm.

Supriharyono (2000) menyatakan bahwa selain bersifat mematikan, logam berat seperti Merkuri juga bisa memberikan pengaruh yang tidak mematikan (sublethal) pada organisme laut. Pengaruh sublethal ini dibedakan atas tiga macam, yaitu ; 1) menghambat pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi, 2) menyebabkan terjadinya perubahan morfologi, dan 3) menyebabkan terjadinya perubahan morfologi.

#### Parameter Lingkungan

Hasil pengukuran parameter penunjang seperti suhu, pH dan salinitas dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Rata-Rata Parameter Lingkungan

Parameter	L o k a s i		
	1	2	3
Suhu (°C)	31	31	31
Ph	6,5	6,5	6,5
Salinitas (‰)	23,5	24	34,6

Pengukuran suhu dilokasi penelitian untuk tiap pengamatan tidak nampak adanya variasi yang nyata yakni mempunyai nilai rata-rata 31 °C, sedangkan pH 6,5 dan merupakan nilai normal diikuti salinitas berkisar antara 23,5 – 34,6 ‰. Nilai rata-rata dari hasil pengukuran ini menunjukkan sebaran pH di lokasi relatif sama dan homogen, dimana nilai pH yang relatif sama di setiap titik merupakan hal yang umum di perairan laut. Hal ini sesuai dengan standar baku mutu yang dikeluarkan oleh pemerintah RI melalui Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yang menyatakan nilai pH 6 – 9 dapat digunakan dalam budidaya perikanan dan mendekati kondisi netral yang tidak menyebabkan kondisi perairan asam.

Begitu juga dengan hasil pengukuran suhu di lokasi penelitian untuk setiap lokasi pengamatan tidak nampak adanya variasi yang nyata dimana parameter suhu di perairan mempunyai nilai rata-rata 31°C. Kaligis (1985) menyatakan ini disebabkan suhu air laut terutama pada bagian permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari dan intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan laut yang berubah menurut waktu.

Pada saat pengukuran suhu cuaca lokasi penelitian berada dalam keadaan cerah sehingga

suhu yang diperoleh yakni rata-rata 31°C, hal ini didukung oleh Nontji (1993) menyatakan keadaan ini masih normal karena kisaran suhu air permukaan di perairan nusantara bervariasi antara 28°C - 31°C. Selanjutnya suhu dapat mempengaruhi kelarutan Timbal di perairan dengan mengatur laju pertumbuhan dari bentuk lingkungan, kelarutan zat-zat alamiah dan pencemar serta kestabilan bahan pencemar.

Untuk hasil pengukuran salinitas yang dilakukan pada lokasi penelitian untuk tiap titik pengambilan sampel mendapatkan nilai salinitas rata-rata di perairan Teluk Amurang diperoleh 23,6 – 24 Ppt, ini disebabkan karena masuknya air sungai di lokasi penelitian sehingga terjadi perubahan salinitas yang tidak selalu konstan, dimana masuknya air sungai ke dalam lautan dapat mengakibatkan turunnya salinitas.

Menurut Nontji (1993) sebaran salinitas di lingkungan perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai meningkatnya daya toksik suatu logam. Namun perairan yang dekat dengan muara sungai mempunyai kisaran salinitas yang sangat dipengaruhi oleh air laut dan air tawar.

Hubungan interaksi antara arus pasang dengan estuari menyebabkan terjadinya proses

pengadukan pencampuran. Pada saat pasang daerah estuaria didominasi oleh air laut yang mengakibatkan naiknya salinitas, sebaiknya saat surut perairan mengalami pencampuran oleh air sungai yang mengakibatkan rendahnya salinitas.

## KESIMPULAN

Kandungan Merkuri yang terdapat dalam Air, Sedimen dan Gastropoda yang berasal dari Teluk Amurang berkisar antara 0,0001 – 0,0008 ppm untuk air, Sedimen 0,0004 - 0,0017 ppm dan Gastropoda 0,03 - 0,99 ppm. Konsentrasi Merkuri yang terdapat pada Air Laut, Sedimen dan Gastropoda di Teluk Amurang berada dibawah ambang batas dan belum tercemar tetapi harus dikontrol secara rutin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990. *The State of Marine Environmental. GESAMP*. Black Well Scientific Publication.
- Arrsa, M. 2000. *Timbal (Pb) (Pb): Pemanfaatan, Bahaya, dan Penanggulangannya*. Lab, Kimia Dasar. F-Mipa Universitas Udayana Denpasar.
- Kaligis F.G.J, 1985. *Studi Tentang Suhu, Salinitas, Kecerahan, TSS, TDS dan Flora Bakteri di Estuari Kali Jengki Manado*. FPIK UNSRAT Manado
- Lu, F.C. 1995. *Toksikologi Dasar ; Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*. Penerbit. UI. Jakarta.
- Niode, Y., 2002. *Telaah Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Jaringan Tubuh Gastropoda di Muara Sungai Talawaan Bajo*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNSRAT.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. PT. Djambatan. Jakarta.
- Rompas, R. M., 1991. *Pestisida dan Hydragirum Dalam Ekosistem Perairan*. Bahan Penataran Marine Ecologi. UNSRAT. Manado.
- Rompas, R.J. 1995. *Kemampuan Tumbuhan Air Tumpe (Monochoria vaginalis) Menyerap Logam Berat Hg dan Zn*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Supriharyono, M.S. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Sorensen, E.M., 1984. *Metil Poisoning In Fish*. Mcludes Bibliography References and Index Library of Congress Cataloging An Publicating Data. USA.
- World Health Organization, 1978. *Air quality in Selected Urban Areas in 1975 – 1976*. WHO Publication No. 41. Geneva, Switzerland.