

KANDUNGAN LOGAM BERAT AIR LAUT, SEDIMEN DAN DAGING KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI PERAIRAN MENTOK DAN TANJUNG JABUNG TIMUR

(Heavy Metals Content in Seawater Sediment and *Anadara granosa*, in Mentok and Tanjung Jabung Timur Waters)

Yusma Yennie¹ dan Jovita Tri Murtini¹

ABSTRAK

Pengamatan kandungan logam berat dilakukan di perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur pada bulan Mei, Juli dan Oktober 2002. Pengambilan contoh dilakukan pada jarak 1 mil dan jarak 2 mil dari garis pantai masing-masing pada 3 stasiun. Jenis contoh yang diambil dari tiap stasiun di lokasi perairan adalah air laut, sedimen dan kerang darah untuk dilakukan analisis kandungan logam berat dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*. Selain itu pada lingkungan perairan dilakukan pengamatan terhadap kualitas air yang meliputi: pH, salinitas, DO dan COD serta kondisi fisik perairan pada saat pengambilan contoh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan merkuri air laut dan sedimen tertinggi diperoleh saat pengambilan contoh bulan Mei pada jarak 1 mil baik di perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur. Rata-rata kandungan merkuri air laut di perairan Tanjung Jabung Timur lebih tinggi (1.49 *ppb*) dibandingkan di perairan Mentok (1.12 *ppb*), untuk sedimen rata-rata kandungan merkuri lebih tinggi di perairan Tanjung Jabung Timur (4.95 *ppb*) dibandingkan di perairan Mentok (3.89 *ppb*). Rata-rata kandungan logam berat daging kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan Tanjung Jabung Timur (Hg: 0.4 *ppb*, As: 12.6 *ppb*, Cd: 13 *ppb*, Cu: 10.4 *ppb*, Pb: 0.1 *ppb*) lebih tinggi dibandingkan di perairan Mentok (Hg: 0.3 *ppb*, As: 11.6 *ppb*, Cd: 13 *ppb*, Cu: 6 *ppb*, Pb: 0.1 *ppb*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur belum terindikasi tercemar logam berat karena masih berada dibawah ambang batas aman.

Kata kunci: logam berat, *Anadara granosa*, Perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur.

ABSTRACT

Observation of heavy metals content was conducted in Mentok and Tanjung Jabung Timur waters during Mei, July and October 2002. Three sampling points were determined on 1 mile and other three sampling points on 2 miles from the coast line. Heavy metals content were analysed from sea water, sediment and cockles (*Anadara granosa*) made with *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)* method. Water quality i.e. pH, salinity, DO, COD and physical condition of water were also observed during sampling. The results showed that the highest mercury content of sea water and sediment were found in May at one mile off Mentok and Tanjung Jabung Timur waters. The average value of mercury content of sea water in Tanjung Jabung Timur waters was higher than Mentok waters and sediment as well i.e., for sea water (1.49 *ppb* and 1.12 *ppb*) and sediment (4.95 *ppb* and 3.89 *ppb*), respectively. In average, heavy metals content in *Anadara granosa* off Tanjung Jabung Timur waters was higher than Mentok waters, (Hg: 0.4 *ppb*, As: 12.6 *ppb*, Cd: 13 *ppb*, Cu: 10.4 *ppb*, Pb: 0.1 *ppb*) for Tanjung Jabung and for Mentok (Hg: 0.3 *ppb*, As: 11.6 *ppb*, Cd: 13 *ppb*, Cu: 6 *ppb*, Pb: 0.1 *ppb*). The datas showed Mentok and Tanjung Jabung Timur waters had not been found heavy metals contamination because still below threshold. Based on the results, it is concluded that both Mentok and Tanjung Jabung Waters are categorized as inpolluted waters as the heavy metals content remains below its threshold values.

Key words: heavy metal, *Anadara granosa*, Mentok and Tanjung Jabung Timur Waters.

PENDAHULUAN

Pencemaran laut dibatasi sebagai dampak negative (pengaruh yang membahayakan) bagi kehidupan biota, sumber daya, kenyamanan ekosistem laut serta kesehatan manusia yang di-

sebabkan oleh pembuangan bahan-bahan atau limbah secara langsung atau tidak langsung yang berasal dari kegiatan manusia (Dahuri, 2003). Pencemaran logam berat merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di perairan pesisir. Wilayah pesisir merupakan daerah perikanan yang sangat penting karena potensial untuk perikanan budidaya dan tangkap. Oleh sebab itu perlu mendapat perhatian karena ba-

¹ Peneliti Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.

nyaknya bahan berbahaya seperti logam berat yang dibuang ke sungai akan bermuara ke laut. Bahan pencemar logam berat yang berasal dari kegiatan industri, transportasi, pertambangan dan pertanian yang masuk ke perairan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan sehingga dapat mengakibatkan terganggunya ekosistem alami wilayah tersebut.

Penurunan kualitas perairan berhubungan dengan penurunan kualitas biota yang hidup di perairan tersebut. Selanjutnya penurunan kualitas biota yang hidup di perairan tersebut akan berdampak negatif pada konsumen. Kualitas dan keamanan konsumsi produk-produk perikanan merupakan hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan, karena menyangkut kepercayaan konsumen dalam dan luar negeri terhadap produk yang dihasilkan (Murtini *et al.*, 2003). Penyebab tidak amannya suatu produk untuk dikonsumsi adalah akibat adanya senyawa/bahan kimia, mikroorganisma dan cemaran fisik berbahaya yang tidak dikehendaki keberadaannya atau jumlahnya melebihi ketentuan yang telah ditetapkan (Irianto dan Poernomo, 2000).

Kerang merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat karena sifatnya yang *filter feeder* yaitu biota yang cara makannya dengan menyaring air. Biota ini sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisma laut. Logam berat dalam jumlah tertentu dapat bersifat toksik terhadap organisme hidup. Logam-logam berat tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh organisme melalui rantai makanan, yang akhirnya akan membahayakan kesehatan manusia, keadaan ini biasa disebut dengan biomagnifikasi (Dahuri *et al.*, 1996 in Fajrin, 2001). Logam-logam berat terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi racun bagi kehidupan perairan. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan seperti kerang umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh kerang makanan. Sistem rantai makanan menunjukkan bahwa manusia merupakan penumpuk logam berat paling tinggi dalam tubuhnya karena berperan sebagai pemangsa tingkat tinggi (Hutabarat, *et al.*, 1985).

Dampak negatif pencemaran logam berat pada wilayah perairan tidak hanya mengganggu atau membahayakan kehidupan biota dan lingkungan perairan, tetapi juga dapat membahaya-

kan kesehatan manusia. Akibat pencemaran secara tidak langsung dirasakan manusia karena bahan pencemar tersebut bersifat akumulatif yang berdampak kronis dalam tubuh.

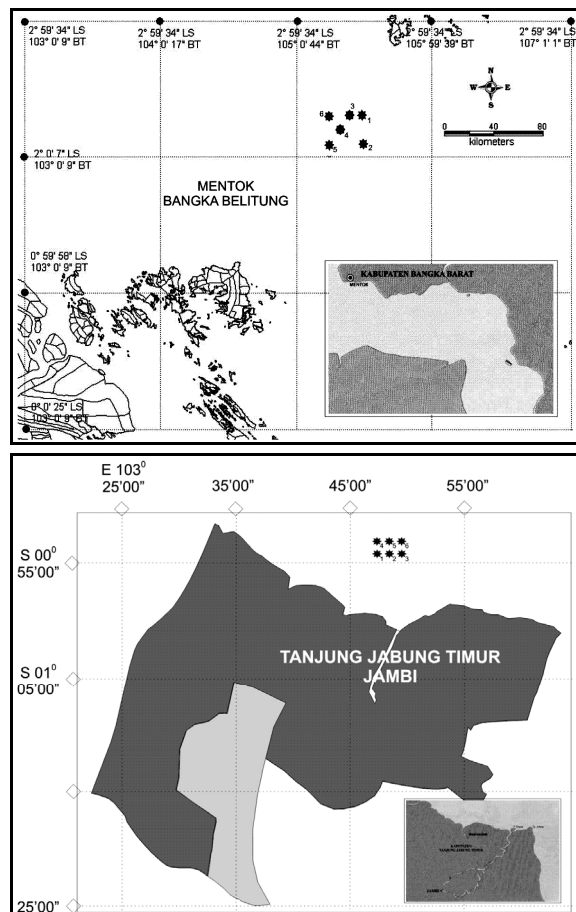
BAHAN DAN METODE

Pengambilan contoh dilakukan di perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur pada jarak 1 *mil* dengan kedalaman 3-10 *m* dan pada jarak 2 *mil* dengan kedalaman 10-14 *m* dari garis pantai masing-masing 3 stasiun. Pengambilan contoh pada jarak 1 *mil* dan 2 *mil* dilakukan karena perairan laut dengan jarak sampai 2 *mil* merupakan habitat hidup kerang dimana lokasi perairan ini merupakan lokasi paling dekat dengan muara sungai sebagai sumber kontaminan. Penetapan stasiun didasarkan atas peta laut yang dikeluarkan Dinas Hidro Oseanografi TNI AL. Dari peta laut dilakukan penentuan posisi untuk 6 stasiun yang akan digunakan untuk menentukan posisi pengambilan contoh. Penentuan posisi stasiun dilakukan dengan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS) dan pengamatan diulang tiga kali yaitu pada bulan Mei, Juli dan Oktober 2002. Contoh yang diambil di lokasi pengamatan adalah air laut dengan menggunakan *water sampler*, sedimen dengan alat *grabe* sedangkan kerang diperoleh dari hasil tangkapan nelayan di perairan setempat yang kemudian dilakukan analisis logam beratnya di laboratorium. Jenis kekerangan yang diambil sebagai contoh adalah kerang yang merupakan potensi daerah setempat yaitu kerang darah (*Anadara granosa*). Posisi pengambilan contoh di perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Analisis kandungan logam berat pada air laut, sedimen dan daging kerang darah (*Anadara granosa*) dilakukan dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (Hutagalung *et al.*, 1997). Pada air laut dan sedimen dilakukan analisis merkuri (Hg) sedangkan pada kerang darah dilakukan analisis Hg, As, Cd, Cu, dan Pb dengan alasan bahwa kerang sebagai bahan makanan atau konsumsi manusia memiliki sifat *filter feeder* untuk mencari makannya sehingga berpotensi memiliki bahaya logam berat yang cukup besar. Selain logam berat, dilakukan analisis kualitas air seperti COD (metode titrasi), suhu (dengan termometer), salinitas (dengan refraktometer) dan pH (dengan pH-meter) dari perairan setempat.

Tabel 1. Posisi Pengambilan Contoh di Perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur.

Jarak	Stasiun	Lintang	Bujur
Perairan Mentok:			
1 mil	1	02° 04' 660 ³³	105° 12' 770 ³³
	2	02° 05' 110 ³³	105° 13' 660 ³³
	3	02° 05' 550 ³³	105° 14' 550 ³³
2 mil	4	02° 05' 440 ³³	105° 13' 330 ³³
	5	02° 06' 000 ³³	105° 13' 110 ³³
	6	02° 06' 500 ³³	105° 14' 000 ³³
Perairan Tanjung Jabung Timur:			
1 mil	1	00° 54' 630 ³³	103° 47' 231 ³³
	2	00° 54' 580 ³³	103° 48' 368 ³³
	3	00° 54' 530 ³³	103° 49' 210 ³³
2 mil	4	00° 53' 788 ³³	103° 47' 210 ³³
	5	00° 53' 738 ³³	103° 48' 160 ³³
	6	00° 53' 688 ³³	103° 49' 210 ³³



Gambar 1. Posisi Pengambilan Contoh di Perairan Mentok dan Tanjung Jabung Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perairan Mentok

Perairan Mentok (Bangka) terletak di depan muara sungai Belo yang dari hulu merupa-

kan daerah pertambangan dan aktivitas rumah tangga serta merupakan daerah pelayaran. Hal tersebut merupakan faktor penyumbang pencemaran perairan laut.

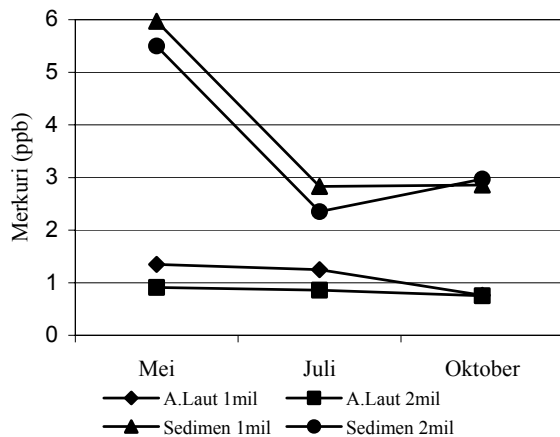
Tabel 2 menunjukkan bahwa oksigen terlarut pada jarak satu mil di bulan Mei berada di bawah batas minimum (3 mg/l), akan tetapi pada jarak dua mil oksigen terlarut cukup baik begitu juga pada bulan Juli dan Oktober. Nilai pH dan salinitas cukup baik untuk perairan perikanan yaitu diatas 7.5 untuk pH. Kandungan COD di perairan Mentok masih cukup baik karena berada dibawah batas minimum yaitu 40 mg/l.

Tabel 2. Hasil Analisis Kondisi di Perairan Mentok Sewaktu Sampling.

No	Jarak	Bulan	Stasiun	pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Suhu (°C)	COD (mg/l)	Kedalaman (m)	Kecepatan (m)
1	1 mil	Mei	1	8.1	29	2.02	30.8	18.00	3.0	0.50
2			2	8.3	27	2.48	30.7	8.00	4.0	1.50
3			3	8.3	25	2.38	30.9	6.00	3.0	1.50
4		Juli	1	7.9	29	3.40	30.0	3.50	4.0	0.75
5			2	8.0	30	4.30	29.1	3.00	4.0	1.00
6			3	8.1	30	3.80	29.5	3.70	3.0	0.75
7		Oktober	1	8.3	32	12.11	29.3	8.80	3.0	1.00
8			2	8.5	32	6.70	29.6	8.00	4.0	1.20
9			3	8.4	31	7.51	29.6	6.40	3.0	0.80
10	2 mil	Mei	1	8.7	26	3.41	31.0	5.20	9.0	2.50
11			2	8.6	25	3.07	30.9	4.40	9.0	3.00
12			3	8.6	27	2.58	30.7	2.00	10.0	4.00
13		Juli	1	8.2	30	3.10	29.2	16.14	8.5	1.50
14			2	8.1	30	3.80	29.6	16.14	12.0	1.50
15			3	8.2	30	4.20	29.8	7.68	14.0	1.25
16		Oktober	1	8.5	33	15.05	29.4	14.60	9.0	3.00
17			2	8.4	31	7.57	30.6	14.60	10.0	3.00
18			3	8.6	31	9.04	29.8	13.77	10.0	2.50

Kandungan merkuri perairan Mentok (Gambar 2) pada jarak satu mil lebih tinggi (1.35 ppb, 1.25 ppb dan 0.76 ppb) dibanding yang berjarak dua mil (.91 ppb, .86 ppb dan .75 ppb) pada setiap pengambilan contoh. Hal ini kemungkinan terjadi karena bahan cemaran yang dibuang ke Sungai Belo masuk ke laut sehingga air laut yang jaraknya lebih dekat dengan muara sungai memiliki kandungan merkuri yang lebih tinggi. Demikian pula kandungan merkuri pada sedimen tertinggi pada jarak satu mil (5.97 ppb) yang diambil pada bulan Mei dibandingkan pada jarak dua mil (5.5 ppb). Dari data yang ditunjukkan terlihat bahwa kandungan merkuri pada sedimen lebih tinggi dibanding kandungan merkuri pada

air laut. Hal ini kemungkinan karena adanya proses pengendapan suspensi bahan-bahan yang mengandung merkuri dan tercampur dengan lumpur dan terakumulasi (Rochyatun, 1997). Secara umum dapat dilihat bahwa perairan Mentok masih cukup baik karena kandungan merkuri masih berada dibawah ambang batas yang ditentukan baik untuk air laut (3 *ppb*) maupun sedimen (20-350 *ppb*).

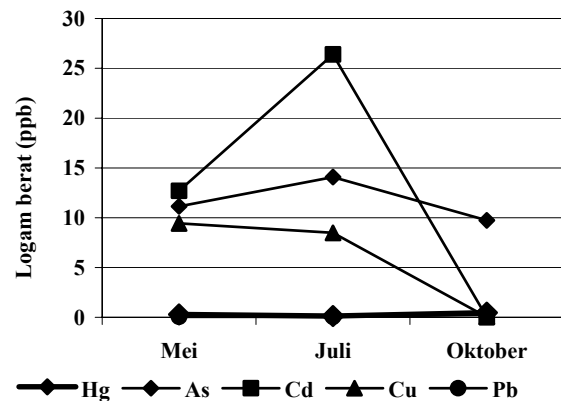


Gambar 2. Kadar Merkuri (*ppb*) Air Laut dan Sedimen di Perairan Mentok.

Sementara itu, pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa kandungan merkuri tertinggi diperoleh dari kerang darah (*Anadara granosa*) yang ditangkap di perairan Mentok pada bulan Oktober (0.48 *ppb*) dibandingkan bulan Mei dan Juli. Kandungan merkuri di perairan Mentok ini secara umum masih berada di bawah batas maksimum pada makanan yang ditetapkan WHO yaitu 500 *ppb*, sama halnya dengan yang ditetapkan Depkes RI. Untuk arsen dan kadmium kandungan tertinggi pada kerang darah terdapat pada hasil tangkapan di bulan Juli (14.08 *ppb* dan 26.9 *ppb*). Sedangkan kandungan tembaga tertinggi terdapat pada bulan Mei (9.43 *ppb*) dan kandungan timbal tertinggi (0.25 *ppb*) diperoleh dari hasil tangkapan kerang darah di bulan Oktober.

Berdasarkan hasil yang diperoleh secara umum kandungan logam berat pada kerang darah yang ditangkap di perairan Mentok masih berada dibawah ambang batas aman yang ditentukan yaitu arsen (1000 *ppb*), kadmium (1000 *ppb*), tembaga (2000 *ppb*) dan timbal (2000 *ppb*) (Anonymous, 1995). Akan tetapi sifat logam berat yang akumulatif dapat berbahaya di dalam

tubuh manusia karena bersifat kronis sehingga dapat menimbulkan penyakit kanker.



Gambar 3. Kadar Logam Berat (*ppb*) Kerang Darah di Perairan Mentok.

Perairan Tanjung Jabung Timur

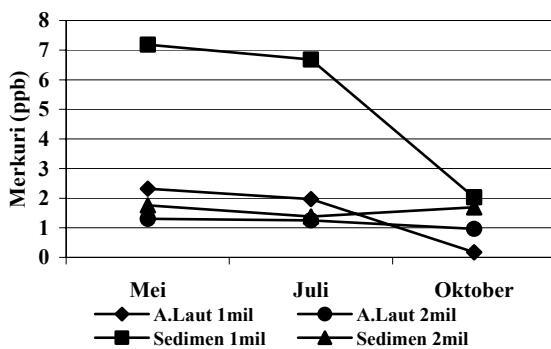
Oksigen terlarut pada setiap pengambilan contoh di bulan Mei, Juli dan Oktober berada di atas batas minimum perairan perikanan yaitu 3 *mg/l* (Tabel 3). Nilai pH air laut cukup baik berkisar antara 8.2 - 8.6, sedangkan salinitasnya sekitar 20 - 29 *ppt*. Kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan-bahan organik (COD) cukup baik berkisar antara 2.10 - 16.20 *mg/l*. Nilai ini berada dibawah batas minimum untuk perairan perikanan yaitu 40 *mg/l*. Di perairan Tanjung Jabung Timur ini banyak terdapat beting-beting (daratan yang muncul karena terjadi surut) dan perlu mendapat perhatian dalam hal pasang surut air laut untuk menghindari kandanya kapal. Pada perairan Tanjung Jabung Timur ini sungai yang memiliki potensi membawa bahan-bahan cemaran adalah bagian hulu sungai Batanghari yang mendapat hasil buangan limbah dari aktivitas rumah tangga dan daerah pelayaran.

Untuk kandungan merkuri di perairan Tanjung Jabung Timur (Gambar 4), diperoleh nilai tertinggi pada jarak satu mil dari garis pantai di bulan Mei dan Juli (2.32 *ppb* dan 1.97 *ppb*), tetapi tidak demikian untuk pengambilan contoh bulan Oktober yaitu pada jarak dua mil (0.96 *ppb*). Sedangkan untuk sedimen kandungan merkuri tertinggi terdapat pada perairan yang berjarak satu mil dari garis pantai pada setiap pengambilan contoh (7.18 *ppb*, 6.68 *ppb* dan 2.03 *ppb*). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lo-

gam berat yang terlarut mengendap bersama suspensi lainnya dan bergabung dengan lumpur. Secara umum kandungan merkuri untuk air laut dan sedimen di perairan Tanjung Jabung Timur masih di bawah batas maksimum untuk perairan perikanan.

Tabel 3. Hasil Analisis Kondisi di Perairan Tanjung Jabung Timur Sewaktu Sampling.

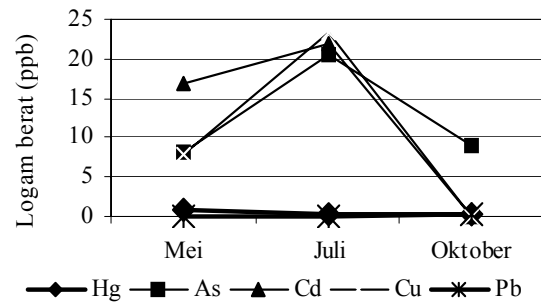
No	Jarak	Bulan	Stasiun	pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	Suhu (°C)	COD (mg/l)	Kedalaman (m)	Kece- rahan (m)
1	1 mil	Mei	1	8.6	26	2.93	29.5	5.30	4.0	1.00
2			2	8.4	25	4.27	29.5	3.80	6.5	1.00
3			3	8.4	20	4.03	29.6	2.10	10.0	1.00
4		Juli	1	8.2	25	4.00	29.5	3.90	8.0	1.00
5			2	8.2	25	4.20	29.5	4.90	10.0	0.75
6			3	7.6	12	3.80	29.6	3.90	5.0	1.00
7		Oktober	1	8.1	28	13.50	29.5	6.00	5.0	1.00
8			2	8.2	26	11.75	29.6	8.00	8.0	3.00
9			3	8.2	29	17.12	29.6	7.20	11.0	3.00
10	2 mil	Mei	1	8.5	25	3.76	29.5	5.60	5.5	1.00
11			2	8.4	20	4.13	29.4	7.60	6.5	1.00
12			3	8.5	25	4.09	29.5	8.00	10.0	1.50
13		Juli	1	8.2	26	3.40	29.4	14.32	10.0	1.00
14			2	8.2	25	3.80	29.5	14.63	12.0	1.25
15			3	8.1	25	3.50	29.2	16.10	12.0	1.25
16		Oktober	1	8.2	29	14.09	29.2	16.00	7.0	1.50
17			2	8.2	27	18.24	29.9	14.65	8.0	3.00
18			3	8.2	27	12.44	29.0	16.20	9.0	2.50



Gambar 4. Kadar Merkuri (ppb) Air Laut dan Sedimen di Perairan Tanjung Jabung Timur.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa kandungan logam merkuri pada kerang darah tertinggi pada bulan Mei (0.74 ppb) dibandingkan bulan Juli dan Oktober (0.21 ppb dan 0.24 ppb). Sedangkan untuk arsen, kadmium dan tembaga kandungan tertinggi diperoleh pada tangkapan bulan Juli (20.62 ppb, 22.0 ppb dan 23.23 ppb)

dibandingkan Mei dan Oktober. Kandungan timbal pada bulan Mei diperoleh paling tinggi (0.050 ppb) dibandingkan bulan Juli dan Oktober. Kandungan logam berat pada kerang darah setiap pengambilan contoh berfluktuasi, hal ini sangat dipengaruhi oleh habitat hidup kerang darah tersebut akan tetapi kandungan logam berat tersebut masih jauh di bawah batas maksimum yang ditentukan.



Gambar 5. Kadar Logam Berat (ppb) Kerang Darah di Perairan Tanjung Jabung Timur.

KESIMPULAN

Kandungan merkuri air laut dan sedimen tertinggi diperoleh saat pengambilan contoh bulan Mei pada jarak satu mil baik di perairan Mentok maupun Tanjung Jabung Timur. Rata-rata kandungan merkuri air laut di perairan Tanjung Jabung Timur lebih tinggi (1.49 ppb) dibandingkan di perairan Mentok (1.12 ppb), untuk sedimen rata-rata kandungan merkuri lebih tinggi di perairan Tanjung Jabung Timur (4.95 ppb) dibandingkan di perairan Mentok (3.89 ppb). Secara umum belum terlihat indikasi pencemaran logam berat pada kedua perairan tersebut. Hal ini dapat dilihat dari kandungan merkuri air laut dan sedimen untuk kedua perairan tersebut masih berada dibawah ambang batas aman yang telah ditentukan.

Rata-rata kandungan logam berat daging kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan Tanjung Jabung Timur (Hg: 0.4 ppb, As: 12.6 ppb, Cd: 13 ppb, Cu: 10.4 ppb, Pb: 0.1 ppb) lebih tinggi dibandingkan di perairan Mentok (Hg: 0.3 ppb, As: 11.6 ppb, Cd: 13 ppb, Cu: 6 ppb, Pb: 0.1 ppb). Pada kedua perairan tersebut kandungan logam berat pada daging kerang darah masih berada dibawah ambang batas aman yang telah ditentukan.

PUSTAKA

- Dahuri, R., 2003. **Keanekaragaman Hayati Laut**. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fajri, N. E. 2001. **Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd dan Pb dalam Air Laut, Sedimen dan Tiram (*Carassostrea cucullata*) di Perairan Pesisir Kecamatan Pedes, Kabupaten Karawang, Jawa Barat**. Tesis Pasca Sarjana. IPB Bogor. 62p.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1985. **Pengantar Oseanografi**. UI-Press. Jakarta.
- Hutagalung, H. P. 1984. **Logam Berat dalam Lingkungan Laut**. Oseana, IX(1): 11-20.
- Hutagalung, H. P., D. Setiapermana dan S. H. Riyono. 1997. **Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota**. Buku 2. Puslitbang Oseanologi. LIPI. 182p.
- Irianto, H. E. dan A. Poernomo. 2000. **Keamanan Konsumsi Produk Perikanan**. Warta Penelitian Perikanan. Puslitbang Perikanan. Jakarta.
- Murtini, J. T., Y. Yennie dan R. Peranginangin. 2003. **Kandungan Logam Berat pada Kerang Darah di Perairan Tanjung Balai dan Bagan Siapiapi**. **Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia**. Edisi Pasca Panen. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan, 9(5): 77-84.
- Rochyatun, E. 1997. **Pemantauan Kadar Logam Berat (Pb, Cd dan Cr) dalam Sedimen di Muara Sungai Dadap (Teluk Jakarta)**, dalam Inventarisasi dan Evaluasi Potensi Laut Pesisir II. Puslitbang Oseanologi. LIPI. Jakarta. p.25-30.
- Saeni, M. S., 1989. **Kimia lingkungan**. PAU IPB, Bogor.