

## Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu ) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*) di Kawasan Pantai Keranji Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Bangka Barat

Lena Selpiani<sup>1)</sup>, Umroh<sup>2)</sup>, Dwi Rosalina<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi,  
Universitas Bangka Belitung

<sup>2,3)</sup>Dosen Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi,  
Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu Babel IV Jl. Balunijuk Kec. Merawang PangkalPinang  
Bangka Belitung

### Abstrak

Pantai Keranji merupakan kawasan perairan yang terbuka, sedangkan Pantai Teluk Kelabat merupakan kawasan perairan tertutup. Kedua perairan tersebut memiliki sumberdaya laut salah satunya adalah Kerang Darah. Banyaknya limbah seperti logam berat Pb dan Cu di perairan memberi pengaruh bagi kehidupan organisme. Kerang Darah merupakan hewan yang dijadikan bioindikator di perairan, karena bersifat *deposit feeder* atau *filter feeder* mampu mengakumulasi logam berat dalam jumlah tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada kerang darah, serta mengetahui parameter lingkungan perairan. Penentuan stasiun penelitian menggunakan metode *purposive sampling* dan analisis data secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam berat tertinggi pada Kerang Darah adalah Cu 0,428 ppm, dan terendah adalah Pb 0,0001 ppm. Konsentrasi logam berat tertinggi pada air laut adalah Cu 1,95 ppm, dan terendah adalah Pb 0,0009 ppm. Konsentrasi logam berat tertinggi dalam sedimen adalah Cu 0,6995 ppm, dan terendah Pb 0,0004 ppm. Nilai BCF menunjukkan kemampuan Kerang Darah mengakumulasi logam berat rendah. Analisis logam berat tertinggi adalah Cu.

**Kata Kunci :** Kerang Darah, Logam Berat, Pb, Cu, Pantai Keranji dan Teluk Kelabat

### Abstract

Keranji Beach is an open seas, while Kelabat bay is closed seas. Both of these waters have marine resources such as *Anadara granosa*. The amount of waste such as Pb and Cu in the waters affect on the organism life. *Anadara granosa* is an animals used as bio-indicators, because it can accumulate heavy metals in very small amounts. This study aims to analyze the concentration of Pb and Cu in *Anadara granosa*, and to know parameters of water environment. Determination of research stations used purposive sampling method and descriptive data analysis. The results showed the highest concentrations of heavy metals in *Anadara granosa* is Cu 0.428 ppm, and the lowest is Pb 0.00001 ppm. The highest concentration of heavy metals in the waters is Cu 1.95 ppm, and the lowest is Pb 0.0008 ppm. The highest concentration of heavy metals in sediments is Cu 0.6995 ppm, and the lowest is Pb 0.0004 ppm. BCF indicates the ability of *Anadara granosa* accumulate heavy metals lowest. Analysis of heavy metals highest is Cu.

**Keywords :** *Anadara granosa*, Heavy Metal, Pb, Cu, Keranji Beach, and Kelabat Bay

### Pendahuluan

#### Latar Belakang

Pantai Keranji yang terletak di Desa Bhaskara Bakti Kabupaten Bangka Tengah merupakan kawasan perairan yang terbuka.

Kawasan Pantai Keranji dijadikan sebagai daerah penambangan timah secara apung oleh masyarakat setempat, atau bisa dikenal dengan TI (Tambang Inkonvensional) apung. Penambangan laut akan menyisakan

limbah yang mengandung logam berat baik logam yang dibutuhkan (*esensial*) oleh organisme contohnya adalah Cu, Zn, Fe, Co, Mn maupun logam yang tidak dibutuhkan (*non esensial*) oleh organisme seperti Pb, Cd, Cr, Hg. Logam tersebut bisa menimbulkan efek toksik di dalam tubuh jika dalam jumlah berlebih. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut akan diikuti oleh peningkatan kadar logam berat dalam tubuh biota laut khususnya Kerang Darah.

Kerang Darah merupakan salah satu jenis *bivalvia* yang mampu menyerap logam berat. Kerang Darah hidup menetap di suatu lokasi tertentu di dasar air. Jenis kerang ini banyak digunakan sebagai indikator pencemaran logam. Hal ini disebabkan karena, sifat bioakumulasinya terhadap logam berat. Lingkungan yang memiliki tingkat kandungan logam berat yang melebihi jumlah yang diperlukan dapat menghambat pertumbuhan Kerang Darah sehingga dalam keadaan ini keberadaan logam berat dalam lingkungan adalah pencemaran bagi Kerang Darah (Darmono 2001).

Pantai Keranji terletak di Desa Bhaskara Bakti Kabupaten Bangka Tengah memiliki sumberdaya laut salah satunya adalah Kerang Darah. Pantai Teluk Kelabat terletak di Desa Pusuk Kabupaten Bangka Barat, merupakan perairan semi tertutup

yang menghadap ke perairan Laut Cina Selatan. Pantai Teluk Kelabat juga memiliki sumberdaya laut salah satunya Kerang Darah. Penelitian mengenai Kerang Darah di Pantai Keranji dan Pantai Teluk Kelabat belum pernah dilakukan, karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi logam berat pada Kerang Darah di Pantai Keranji dan Teluk Kelabat, sehingga bisa dimanfaatkan sebagai bioindikator.

### **Tujuan Penelitian**

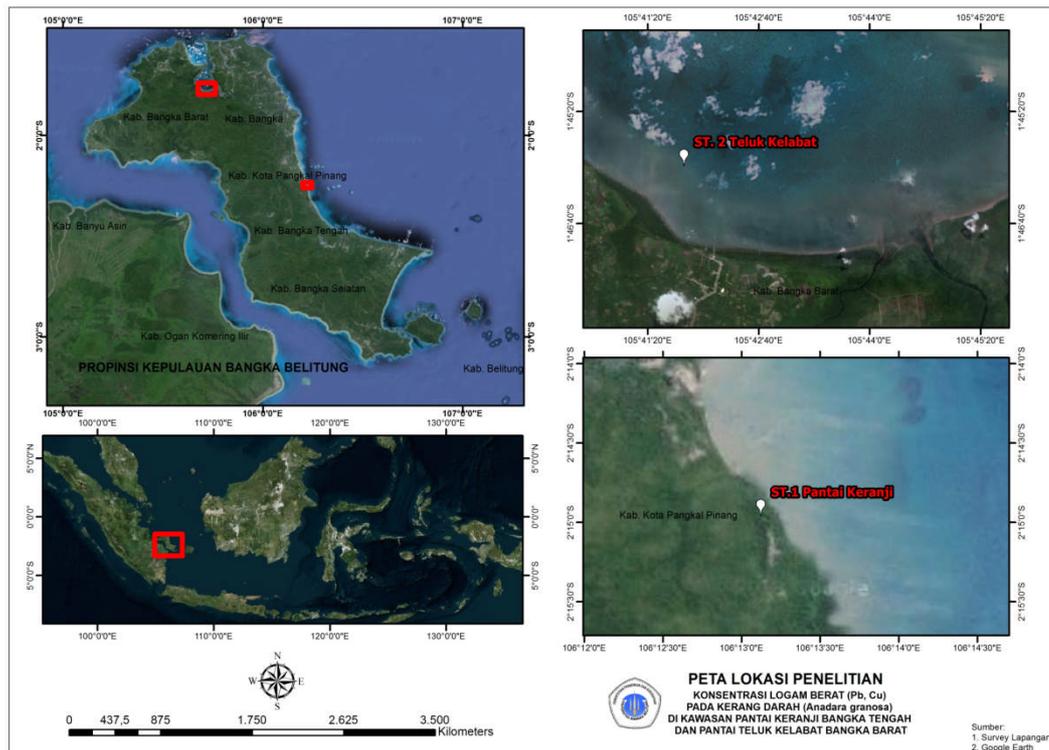
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis konsentrasi logam berat Pb dan Cu yang terdapat pada Kerang Darah
2. Mengetahui parameter lingkungan perairan Pantai Keranji lingkungan dan Teluk Kelabat yang sesuai bagi kehidupan Kerang Darah

### **Metode Penelitian**

#### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – September tahun 2014. Lokasi penelitian dilakukan di kawasan Pantai Keranji Kabupaten Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Kabupaten Bangka Barat (Gambar 1). Analisis sampel dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan dan Smelter PT. TININDO INTER NUSA Kabupaten Bangka.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## Alat dan Bahan

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah Transek kuadrat yang berfungsi sebagai plot pengambilan sampel dan GPS (*Global Positioning System*) merk Garmin, yang berfungsi untuk pengambilan titik koordinat. AAS Shimadzu AA -7000 yang berfungsi untuk mengukur konsentrasi logam berat.

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel Kerang Darah, air dan sedimen yang digunakan untuk menganalisis kandungan logam berat.

## Prosedur Penelitian

### Penentuan Lokasi Pengamatan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Purposive Sampling* yaitu suatu metode yang ditentukan atas dasar pertimbangan sendiri,

dimana lokasi penelitian dibagi menjadi 2 dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Stasiun 1 : Daerah Pantai Keranji Kabupaten Bangka Tengah dengan titik koordinat S  $1^{\circ}46'46.42''$  E  $105^{\circ}42'81.70''$ .
- Stasiun 2 : Daerah Pantai Teluk Kelabat Kabupaten Bangka Barat dengan titik koordinat S  $2^{\circ}14'32.42''$  E  $106^{\circ}12'52.02''$ .

### Pengambilan Sampel Kerang Darah

Pengambilan sampel Kerang Darah dilakukan secara random dengan menggunakan transek. Waktu pengambilan Kerang Darah dilakukan pada saat surut untuk mempermudah dalam pengambilan, karena habitat pada umumnya membenamkan diri dalam pasir atau pasir berlumpur. Metode pengambilan sampel Kerang Darah dilakukan dengan transek kuadrat. Transek yang digunakan berukuran 50 cm x 50 cm. Penelitian ini menentukan 3 titik pada setiap stasiun dengan satu kali

pengambilan sampel. Sampel Kerang Darah yang ada di dalam transek diambil secara langsung menggunakan tangan dan dimasukkan ke dalam plastik sampel yang telah diberi label. Sampel diambil secukupnya secara utuh dan setelah sampai di darat sampel dicuci dengan air laut kemudian dibilas dengan air bersih atau aquadest. Sampel dibersihkan dari kotoran lumpur dan binatang-binatang yang menempel. Sampel yang telah dimasukan ke dalam plastik diberi kode untuk diidentifikasi dan dianalisis di laboratorium.

### Pengambilan Sampel Air Laut

Pengambilan sampel air laut diambil dengan menggunakan botol ukuran 1 liter yang dimasukkan ke dalam air laut sampai airnya penuh dan botolnya ditutup kemudian botolnya dikeluarkan dari dalam air.

### Pengambilan Sampel Sedimen

Contoh substrat diambil pada setiap stasiun dengan menggunakan *core sampler*, kemudian diambil secukupnya dan dimasukkan ke dalam plastik Rumahlatu (2011).

### Analisis Data

#### Analisis Logam Berat

Untuk mendapatkan konsentrasi logam berat Pb dan Cu yang sebenarnya maka digunakan rumus (Hutagalung *et al.*, 1997) :

$$\text{Konsentrasi Pb dan Cu ppm} = \frac{D \times V}{W}$$

Keterangan :

D = Kadar hasil pengukuran dengan AAS

V = Volume akhir larutan contoh (ml)

W = Berat contoh biota (g)

Setelah kandungan logam berat dalam air diketahui maka data tersebut digunakan untuk menghitung kemampuan Kerang Darah dalam mengakumulasi logam berat Pb dan Cu melalui tingkat biokonsentrasi

faktor (BCF) dengan rumus sebagai berikut (Janssen *et al.* 1997 dalam Sawestri, 2006):

$$BCF = \frac{C_f}{C_w}$$

Keterangan :

C<sub>f</sub> adalah konsentrasi logam pada Kerang Darah (ppm)

C<sub>w</sub> adalah konsentrasi logam pada air (ppm)

Nilai : BCF > 1 = Organisme memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam dalam tubuhnya

BCF ≤ 1 = Organisme tersebut memiliki kemampuan rendah dalam mengakumulasi dalam tubuhnya

### Analisis Deskriptif

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif sesuai dengan baku mutu lingkungan yang terdapat dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, yaitu tentang baku mutu air laut untuk biota laut yang digunakan untuk membandingkan hasil konsentrasi logam berat Pb dan Cu dalam air laut, dan Analisis Parameter lingkungan Perairan terhadap baku mutu yang telah ditetapkan, serta baku mutu menurut SK Depkes RI No.0375/B/SK/1989 untuk biota konsumsi pada logam Cu (20 ppm), dan baku mutu menurut SNI No 7387:2009 untuk pangan pada logam Pb (1,5 ppm) yang digunakan untuk membandingkan hasil konsentrasi logam berat Pb dan Cu dalam Kerang Darah terhadap baku mutu yang ditetapkan. Baku mutu menurut *Canadian Environmental Quality Guide Lines* (2002) Pb = 30,2 ppm dan baku mutu menurut US-EPA (2004) Cu = 49,98 ppm, yang digunakan untuk membandingkan hasil konsentrasi logam berat dalam sedimen terhadap baku mutu yang ditetapkan.

**Hasil dan Pembahasan**

**Hasil**

**Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu dalam Kerang Darah**

Berdasarkan pengukuran logam berat Pb dan Cu pada daging Kerang Darah diketahui bahwa, hasil analisis konsentrasi pada stasiun 1 menunjukkan konsentrasi logam berat tertinggi yang didapatkan adalah Cu dengan konsentrasi 0,428 ppm,

sedangkan kadar logam berat terendah yaitu Pb dengan konsentrasi 0,00001 ppm. Stasiun 2 kadar logam berat tertinggi yaitu Cu dengan konsentrasi 0,3745 ppm, sedangkan konsentrasi logam berat terendah yaitu Pb dengan konsentrasi 0,00001 ppm. Sebagaimana tertera pada (Tabel 1).

Tabel 1. Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Kerang Darah

Sampel	Konsentrasi Logam Berat Pb (ppm)		Konsentrasi Logam Berat Cu (ppm)	
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 1	Stasiun 2
Kerang Darah	0,00001	0,00001	0,428	0,3745
<b>Baku mutu</b>	<b>1,5</b>		<b>20</b>	

Ket : Baku Mutu Menurut SNI No 7387:2009 Untuk Pangan Pada Logam Pb 1,5 ppm  
 Baku Mutu Menurut SK Depkes RI No.03725/B/SK/1989 Untuk Biota Konsumsi Logam Cu 20 ppm

**Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Air Laut**

Berdasarkan pengukuran logam berat Pb dan Cu pada air laut diketahui bahwa, hasil analisis konsentrasi di stasiun 1 menunjukkan kadar logam berat tertinggi adalah Cu dengan konsentrasi 1,95 ppm,

sedangkan kadar logam berat terendah adalah Pb dengan nilai 0,0009 ppm. Stasiun 2 kadar logam berat tertinggi adalah Cu yaitu 1,1 ppm, sedangkan kadar logam berat terendah yaitu Pb dengan konsentrasi 0,0008 ppm. Sebagaimana ditampilkan pada (Tabel 2).

Tabel 2 . Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Air Laut

Sampel	Konsentrasi Logam Berat Pb (ppm)		Konsentrasi Logam Berat Cu (ppm)	
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 1	Stasiun 2
Air Laut	0,0009	0,0008	1,95	1,1
<b>Baku mutu</b>	<b>0,0008</b>		<b>0,0008</b>	

Ket : Baku Mutu Air Untuk Biota Laut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004  
 Pb : 0,0008 ppm, Cu : 0,0008 ppm

**Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu dalam Sedimen**

Berdasarkan pengukuran logam berat Pb dan Cu pada sedimen diketahui bahwa, Konsentrasi logam berat tertinggi di stasiun 1 adalah Cu dengan konsentrasi 0,6995 ppm, sedangkan kadar logam berat

terendah adalah Pb dengan nilai 0,00005 ppm. Stasiun 2 kadar logam berat tertinggi adalah Cu dengan konsentrasi 0,5955 ppm, sedangkan kadar logam berat terendah adalah Pb yaitu 0,00004 ppm. Sebagaimana ditampilkan data pada (Tabel 3).

Tabel 3. Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Sedimen

Sampel	Konsentrasi Logam Berat Pb (ppm)		Konsentrasi Logam Berat Cu (ppm)	
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 1	Stasiun 2
Sedimen	0,00005	0,00004	0,6995	0,5955
<b>Baku mutu</b>	<b>30,2</b>		<b>49,98</b>	

Ket : Baku Mutu *Canadian Environmental Quality Guide Lines* (2002) Pb = 30,2 ppm, US-EPA (2004) Cu = 49,98 ppm

#### Nilai Faktor Biokonsentrasi Faktor (BCF) Pb dan Cu

Hasil perhitungan nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) menunjukkan bahwa nilai BCF tertinggi pada stasiun 1 adalah logam berat Cu dengan nilai 0,2194 ppm,

sedangkan nilai BCF terendah adalah Pb dengan nilai 0,0111 ppm. Pada stasiun 2 nilai BCF tertinggi adalah Cu yaitu 0,3405 ppm, sedangkan nilai BCF yang terendah adalah Pb dengan nilai 0,0125 ppm. (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai Faktor Biokonsentrasi Faktor (BCF) Pb dan Cu.

BCF	Logam berat (ppm)	Stasiun 1	Stasiun 2
		Pb	0,0111
	Cu	0,2194	0,3405

#### Analisis Parameter Fisika Kimia Perairan

Parameter lingkungan diukur untuk mengetahui kondisi perairan pantai Keranji Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Bangka Barat. Parameter – parameter yang diukur meliputi Suhu, DO, pH, Salinitas, Laju sedimentasi, TSS, Nitrat dan Fosfat. Berdasarkan hasil pengukuran terhadap parameter fisika kimia diketahui bahwa, Suhu tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 31,7°C dan suhu terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 31°C. Kadar DO tertinggi terdapat pada stasiun 1 dengan nilai 6,7 mg/l sedangkan kadar DO terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 6,0 mg/l. Nilai pH perairan tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 8 sedangkan nilai pH terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 7. Salinitas

perairan di stasiun 1 adalah 30, sama dengan di stasiun 2 yaitu 30. Laju sedimentasi tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu dengan nilai 155,00 gram/cm<sup>2</sup>/hari dan terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu dengan nilai 133,00 gram/cm<sup>2</sup>/hari. TSS tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 400 mg/l dan terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 200 mg/l. Kadar Nitrat berkisar antara 136,7997- 442,1151 mg/kg. Kadar Nitrat tertinggi yaitu stasiun 1 sebesar 442,1151 mg/kg dan terendah yaitu stasiun 2 sebesar 136,7997 mg/kg. Fosfat berkisar antara 14,675-14838 mg/100g. Kadar Fosfat tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu 14,838 mg/100g dan kadar Fosfat terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu 14,675 mg/100g. Sebagaimana tertera pada (Tabel 5 dan 6).

Tabel 5. Analisis Parameter Lingkungan Perairan Pantai Keranji dan Teluk Kelabat

Stasiun	Parameter					
	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	Laju Sedimentasi (gram/cm <sup>2</sup> /hari)	Salinitas (‰)	TSS (mg/l)
1	31,7	6.0	8	133,00	30	400
2	31	6,7	7	155,00	30	200
<b>Baku mutu</b>	<b>28-30,</b>	<b>&gt; 5</b>	<b>7-8,50</b>	<b>1-10 = Dampak Kecil 10-50 = Dampak Sedang-Bahaya &gt; 50= Bahaya</b>	<b>0,5-30</b>	<b>20</b>

Ket: Standart Ketentuan Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, dan Pastorok dan Bilyard (1985) dalam Kordi (2010)

Tabel 6. Hasil Pengukuran Tipe Substrat dan Bahan Organik ( N dan P )

Stasiun	Tekstur Substrat		Tipe Substrat	Bahan Organik	
	Pasir %	Lanau dan Lempung		N (mg/100g)	P
1	99,61	0,39	Pasir Berlumpur	442,1151	14,675
2	97,52	2,48	Pasir Berlumpur	136,7997	14,838

### Pembahasan

#### Konsentrasi Logam Berat Cu dan Pb dalam Kerang Darah

Nilai konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada daging Kerang Darah di Pantai Keranji dan Teluk Kelabat yang tertera pada Tabel 1, antara kedua stasiun relatif tidak jauh berbeda. Nilai konsentasi belum melebihi baku mutu yang ditetapkan. Menurut baku mutu SK Depkes RI No.0375/B/SK/1989 untuk biota konsumsi pada logam Cu adalah 20 ppm, serta baku mutu menurut SNI No 7387:2009 untuk pangan pada logam Pb adalah 1,5 ppm.

Rendahnya konsentrasi logam berat dalam tubuh Kerang Darah di sebabkan karena, logam berat yang masuk ke dalam tubuh Kerang Darah belum terserap ke dalam jaringan tubuh. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Rudiyantri, (2009) logam berat yang terlarut maupun berada di sedimen dapat masuk ke jaringan tubuh

Kerang Darah, dan akibat adanya depurasi terhadap Kerang Darah menyebabkan logam berat yang belum terakumulasi ke dalam tubuh ini, kemudian tereliminasi dan terlarut kembali ke dalam kolom air. Umur Kerang Darah juga mempengaruhi rendahnya konsentrasi logam berat yang ada di dalam tubuh Kerang Darah, dimana semakin besar ukuran Kerang Darah maka kandungan logam berat akan menurun.

Rudiyantri, (2009) menyatakan bahwa Kerang Darah yang berukuran kecil (muda) memiliki kemampuan akumulasi yang lebih besar dibandingkan dengan Kerang yang berukuran lebih besar (tua). Semakin besar ukuran (tua) kerang maka akan semakin baik kemampuannya dalam mengeliminasi logam berat. Konsentrasi logam berat sudah melebihi baku mutu yang ditetapkan, akan berdampak terhadap Kerang Darah, dimana menurut Prasetya *et al.*, (2010) batas toleransi Kerang Darah

mengalami kematian dalam tenggang waktu 96 jam, bila kadar Cu berkisar 0,16-0,5 ppm dan Pb sebesar 0,1-0,2 ppm. Akumulasi dari logam berat tidak mengakibatkan kematian terhadap Kerang Darah yang dijadikan sebagai bioindikator. Menurut Heru dan Heny (2006) karena kemampuan hidup Kerang Darah relatif lebih tahan terhadap polutan, Kerang Darah dapat mengatur tingkat metabolisme oksigen dengan baik sehingga masih dapat hidup pada keadaan di mana kadar oksigen sangat sedikit.

Konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada Pantai Keranji dan Pantai Teluk Kelabat menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Faktor yang mempengaruhi hasil konsentrasi tidak jauh berbeda yaitu kualitas perairan dari kedua stasiun tersebut, salah satunya adalah nilai pH, nilai pH di kedua stasiun tersebut tidak jauh berbeda. Kisaran pH yang didapatkan pada saat penelitian 7-8, kisaran ini cenderung stabil. Nilai pH perairan memiliki hubungan yang erat dengan sifat kelarutan logam berat, dimana kenaikan pH dapat menyebabkan penurunan logam berat. Hal ini diperkuat pernyataan (Palar, 2008) bahwa kenaikan pH di perairan akan diikuti dengan penurunan kelarutan logam berat, karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur. Menurut Antelo *et al.*, (2007), salah satu faktor yang dapat meningkatkan pH di air diakibatkan oleh lepasnya ion-ion positif (kation). Meningkatnya pH di air terjadi akibat proses deprotonisasi yang banyak mengandung gugus negatif. Gugus ini ketika masuk ke dalam air yang mengandung pH air yang rendah (ion  $H^+$  tinggi), maka gugus fungsi negatif ini akan mengikat ion  $H^+$  karena adanya gaya elektrostatik antara ion. Ikatan ilmiah disebut sebagai ikatan kovalen koordinasi yang dapat membentuk senyawa kompleks.

Faktor pasang surut juga mempengaruhi konsentrasi logam berat dalam penelitian ini. Moriarty (1989) dalam Cahyani *et al.* (2012) menyatakan bahwa siklus pasang surut menyebabkan kuantitas logam berat pada satu satuan massa air tertentu akan menjadi menurun. Salinitas juga dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi logam berat, dimana nilai salinitas yang didapatkan pada saat penelitian 30 ‰. Menurut Suryono (2006), salinitas tinggi menyebabkan peningkatan pembentukan ion klorida. Peningkatan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi ion logam berat pada perairan, karena bereaksinya ion logam tersebut dengan ion klorida, akibat bereaksinya ion-ion tersebut mengakibatkan partikel organik membentuk gumpalan sehingga lama-kelamaan logam berat akan mengendapan ke dasar perairan.

Faktor lain yang mempengaruhi tidak jauh berbedanya kandungan logam berat pada stasiun 1 dan 2 adalah kandungan logam pada sedimennya. Konsentrasi logam yang tidak jauh berbeda dari sedimen menyebabkan akumulasi pada kerang untuk logam juga tidak jauh berbeda, mengingat sifat dari kerang yaitu *filter feeder* yaitu proses makan dengan cara menyerap dan menyaring partikel-partikel yang terdapat dalam perairan dan sedimen, serta lambat menghindarkan diri dari polusi, sehingga akumulasi logam oleh Kerang Darah belum melebihi NAB (nilai ambang batas). Selain itu tidak jauh berbedanya konsentrasi logam berat pada Kerang Darah dikarenakan stasiun 1 merupakan suatu kawasan perairan terbuka, sedangkan pada stasiun 2 merupakan perairan tertutup. Perairan tertutup, menyebabkan konsentrasi logam berat yang memang sudah tersedia di perairan tersebut akibat pengikisan batuan dan masukan dari daratan oleh aliran sungai, hanya terakumulasi di sekitar badan perairan. Hal ini dikarenakan perairan tersebut berupa teluk, sehingga partikel-partikel logam

berat yang telah mengendap ke dasar perairan akan tersuspensi/terakumulasi kembali ke badan perairan akibat adanya faktor pasang surut dan gelombang. Berbeda halnya dengan perairan terbuka pantai Keranji, adanya faktor pasang surut dan gelombang, akan membawa partikel-partikel yang terakumulasi mengandung logam berat menyebar dari lokasi tersebut ke lokasi yang lain.

### **Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu dalam Air Laut**

Konsentrasi logam berat Pb dan Cu di dalam air laut lebih besar di Pantai Keranji dibandingkan dengan Pantai Teluk Kelabat. Hasil analisis konsentrasi logam berat Pb dan Cu di dalam air laut sebagaimana tertera pada Tabel 2. Konsentrasi logam berat Pb pada air laut di kedua stasiun, tidak jauh berbeda, sedangkan logam Cu berbeda. Berdasarkan dengan baku mutu logam berat untuk air laut dari Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 nilai ambang batas untuk Pb dan Cu adalah 0,008 ppm. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa kadar logam berat Pb pada stasiun 1 sudah melebihi nilai ambang batas sedangkan Pb pada stasiun 2 belum melebihi dan untuk logam Cu pada air laut di stasiun 1 dan 2 sudah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan.

Konsentrasi logam berat Pb pada Perairan Pantai Keranji dan Perairan Pantai Teluk Kelabat menunjukkan hasil yang relatif sama, akan tetapi nilai kandungan logam Cu pada Pantai Keranji lebih tinggi dibandingkan dengan Pantai Teluk Kelabat. Tingginya konsentrasi logam Cu yang terdapat di Pantai Keranji disebabkan oleh adanya keberadaan aktivitas penambangan timah apung sehingga kadar Cu di perairan menjadi bertambah. Aktivitas tersebut merupakan salah satu faktor terjadinya peningkatan konsentrasi logam berat, melalui proses penambangan dan pengolahan seperti penggalan, pengerukan, pencucian, pembakaran dan lain – lain.

Proses tersebut menghasilkan logam dari sisa pencucian, hasil tersebut merupakan sumber dari pencemaran lingkungan dari hasil pembuangan limbah penambangan timah di perairan tersebut.

Faktor lain yang menambah jumlah kandungan logam Cu yaitu penggunaan pada pupuk maupun pestisida. Tingginya konsentrasi logam Cu dibandingkan Pb berdasarkan karakteristik Cu, menurut Palar (2008) merupakan logam yang ketersediaannya di alam memang lebih banyak dibandingkan dengan logam Pb, logam berat Cu berasal dari pengikisan batuan oleh hempasan gelombang dan erosi. Pengikisan batuan tersebut menghasilkan Cu sehingga menambah jumlah Cu yang ada di perairan, karena Cu memiliki sifat kelarutan yang lebih tinggi dari Pb oleh karena itu dalam kondisi ini kadar Cu selalu lebih tinggi dibandingkan Pb. Jika dilihat dari kepentingan biota perairan, Cu termasuk kedalam unsur *esensial*, dimana dalam kadar yang rendah dibutuhkan oleh organisme sebagai Koenzim dalam proses metabolisme tubuh, sifat racunnya baru muncul dalam kadar yang tinggi.

Pantai Teluk Kelabat merupakan perairan tertutup, akan tetapi mempunyai kandungan logam berat hampir sama dengan pantai keranji, hal ini disebabkan adanya kegiatan penambangan di daratan, aliran sungai yang mengalir ke laut membawa kandungan logam dari daratan ke perairan laut dan terakumulasi di laut. Menurut Palar (2008) logam berat Pb dan Cu dapat masuk ke badan perairan tidak hanya dari hasil penambangan, akan tetapi logam – logam tersebut masuk ke badan perairan melalui proses pengikisan dari batuan mineral akibat hempasan gelombang, serta aktivitas manusia diantaranya air buangan limbah, pembuangan sampah, lumpur juga dapat memperbanyak kandungan logam berat di badan perairan.

Faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi logam berat tidak jauh berbeda di Perairan Pantai Keranji dan Pantai Teluk Kelabat adalah adanya perubahan kondisi kualitas perairan tersebut. Kondisi Perairan Pantai Keranji seperti, suhu yaitu  $31,7^{\circ}\text{C}$ , sedangkan Pantai Teluk Kelabat kisaran suhu yaitu  $31^{\circ}\text{C}$ . Nilai suhu yang tidak jauh berbeda tersebut menyebabkan konsentrasi logam berat di perairan di kedua stasiun juga tidak jauh berbeda. Tinggi rendahnya suhu mempengaruhi kandungan logam di perairan. Menurut Mulyanto (1996), konsentrasi logam berat terakumulasi dengan bertambahnya atau meningkatnya suhu lingkungan, yang berakibat partikel logam berat bergerak lebih cepat sehingga lebih cepat terakumulasi. Rochyatun et al., (2006) menyatakan walaupun terjadi peningkatan sumber logam berat, namun konsentrasinya dalam air dapat berubah setiap saat, hal ini terkait dengan berbagai macam proses yang dialami oleh senyawa tersebut selama dalam kolom air.

### **Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu Sedimen**

Hasil analisis logam Pb dan Cu pada sedimen sebagaimana tertera pada Tabel 3. Berdasarkan baku mutu menurut *Canadian Environmental Quality Guide Lines* (2002)  $\text{Pb} = 30,2 \text{ ppm}$ , *US-EPA* (2004)  $\text{Cu} = 49,98 \text{ ppm}$ . Nilai tersebut apabila dibandingkan dengan baku mutu dapat dikatakan bahwa konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada Perairan Pantai Keranji dan Perairan Pantai Teluk Kelabat belum melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan.

Rendahannya konsentrasi logam Pb dalam sedimen di kedua stasiun pada penelitian ini, dipengaruhi oleh aktivitas seperti buangan yang berasal dari industri pabrik baterai, kawat, kaleng, tidak terdapat di kedua lokasi penelitian ini. Oktavianus dan Salami (2005) dalam Amin (2007), mengungkapkan bahwa Pb berasal dari industri-industri seperti pabrik baterai, amunisi, kawat dan logam campuran serta

penambahan. Rendahnya penyerapan juga dipengaruhi oleh pasang surut, dimana lokasi penelitian masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan musiman. Penyebaran logam berat Cu pada sedimen di kedua perairan mempunyai nilai paling tinggi jika dibandingkan dengan Pb. Tingginya konsentrasi logam Cu dapat dipengaruhi oleh jenis substrat yang terdapat di kedua stasiun penelitian adalah pasir berlumpur. Ukuran partikel sedimen berperan penting terhadap daya akumulasi logam berat. Hal ini sesuai dengan pendapat Sahara (2009), yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel, semakin besar kandungan logam beratnya. Hal ini disebabkan karena partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang lebih besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat Cu dari pada partikel sedimen yang lebih besar. Amin (2002) menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel sedimen akan semakin tinggi kandungan logam berat yang ada di dalamnya karena mempunyai daya akumulasi yang tinggi.

Penyebab tingginya Cu pada sedimen dimungkinkan karena di daerah tersebut merupakan tempat berlabuhnya kapal-kapal serta pembuangan limbah yang berasal dari permukiman penduduk yang limbahnya mengandung Cu terbuang ke laut, sehingga limbah dari kapal – kapal tersebut dapat menyebabkan kadar Cu di perairan tersebut menjadi tinggi. Selain itu kedua lokasi ini mempunyai letak berdekatan dengan kapal para nelayan yang mana banyak terbuat dari kayu. Menurut Connel and Miller (2006), logam Cu banyak dipakai sebagai pengawet kayu. Selain aktivitas seperti jalur kapal nelayan, pertanian serta permukiman penduduk, merupakan salah satu penyebab peningkatan kelarutan logam Cu.

## Nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) Pb dan Cu

BCF berfungsi untuk mengetahui kemampuan Kerang Darah dalam mengakumulasi logam berat. Berdasarkan hasil perhitungan nilai BCF pada Tabel 4, menunjukkan bahwa kemampuan Kerang Darah dalam mengakumulasi logam berat Pb dan Cu masih rendah, melalui kriteria perhitungan BCF yang telah ditentukan  $BCF \leq 1$ . Rendahnya kemampuan Kerang Darah dalam mengakumulasi logam berat disebabkan karena, logam berat yang masuk ke dalam tubuh Kerang Darah belum terserap ke dalam jaringan tubuh. Menurut Hutagalung, (1990) dalam Amriani *et al.* (2011), rendahnya kemampuan Kerang Darah dalam mengakumulasi logam berat, dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, jenis logam berat, jenis atau ukuran organisme, lama pemaparan, serta kondisi lingkungan perairan seperti suhu, pH, dan salinitas. Jenis logam berat berpengaruh terhadap akumulasi Kerang Darah, dimana logam berat sebagian ada yang dibutuhkan (*esensial*) oleh organisme dalam kadar tertentu.

Hasil antara perhitungan nilai Pb dan Cu, nilai Cu lebih tinggi dibandingkan dengan Pb. Logam Cu kemungkinan lebih besar diserap karena logam berat Cu merupakan unsur *esensial* (dibutuhkan) bagi biota dalam kadar tertentu. Hal ini diperkuat oleh pendapat Hutagalung, (1997), yang menyatakan bahwa kemampuan beberapa logam berat dalam berikatan dengan asam amino mengikuti urutan sebagai berikut :  $Hg > Cu > Ni > Pb > Co > Cd$ , maka logam berat yang paling besar keberadaannya pada saat diserap adalah logam Cu kemudian logam Pb. Asam amino merupakan komponen utama penyusunan protein, yang membentuk senyawa organik yang mengandung gugus amino dan gugus asam. Asam amino yang dihubungkan oleh ikatan kimia yang disebut peptida akan membentuk protein, ikatan ini sangat sulit dipecahkan. Rantai

samping pada asam amino memberikan sifat kimia, ketika berinteraksi masukan ke dalam molekul protein dan bagaimana sel-sel mencernanya (Chairunisa, 2011).

Penyerapan logam Cu di kerang pada penelitian ini belum melebihi baku mutu yang ditetapkan. Kerang yang secara terus-menerus menyerap logam yang berada di perairan tersebut, menyebabkan semakin besar pula akumulasi Cu oleh Kerang. Akumulasi logam yang besar untuk Kerang, menyebabkan kerang akan berada pada titik jenuh untuk penyerapan logam dan dapat menyebabkan kematian pada kerang tersebut. Menurut Rudiyantri, (2009) bioakumulasi dari banyak makhluk hidup di lingkungan perairan dianggap sebagai perpindahan dari sedimen ke air, kemudian ke organisme. Kandungan bahan kimia dalam organisme adalah sebuah hasil pengambilan dari respirasi, sedangkan kandungan dalam sedimen atau partikel terlarut disebabkan oleh adsorpsi dan proses sedimentasi.

## Analisis Parameter Lingkungan Perairan

Hasil pengukuran suhu perairan pada saat penelitian diperoleh hasil yang tidak jauh berbeda pada stasiun 1 yaitu  $31,7^{\circ}C$  dan pada stasiun 2 yaitu  $31^{\circ}C$ . Kisaran suhu secara umum di Perairan Indonesia berkisar  $28-31^{\circ}C$ . Menurut baku mutu Kepmen LH No 51 tahun 2004 untuk biota laut berkisar  $28-30^{\circ}C$ . Berdasarkan hal tersebut, kisaran suhu pada stasiun 1 dan stasiun 2 pada penelitian ini dapat menunjukkan bahwa suhu perairan tersebut sudah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, sehingga suhu ini dapat mengganggu kehidupan Kerang Darah.

Hasil pengukuran pH perairan di stasiun 1 dan stasiun 2, menunjukkan nilai yang cenderung stabil pada kisaran 7 - 8, dimana pH tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 8, dan pH terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 7. Berdasarkan kisaran nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa, kondisi ke dua perairan masih tergolong baik dan

mampu ditoleransi oleh Kerang Darah sehingga keadaan ini dapat mendukung kehidupan Kerang Darah. Menurut baku mutu KepMen Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yaitu 7 – 8,5.

Salinitas di kedua stasiun menunjukan kisaran yang sama yaitu dengan nilai 30‰. Menurut Razak (1998) salinitas yang terukur masih berada dalam ambang batas aman karena kisaran salinitas optimum bagi pertumbuhan organisme laut yaitu 32-36‰. Menurut baku mutu KepMen Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 biota laut dapat bertahan hidup pada kisaran salinitas 33-34‰. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi salinitas perairan pada stasiun 1 dan stasiun 2 masih tergolong baik dan masih bisa ditoleransi oleh Kerang Darah.

Hasil pengukuran TSS pada stasiun 1 dan stasiun 2 menunjukan hasil dengan kisaran 200-400 ppm. Dimana TSS tertinggi terdapat di stasiun 1 yaitu 400 ppm, sedangkan TSS terendah terdapat di stasiun 2 yaitu 200 ppm. Tingginya TSS pada stasiun 1 disebabkan oleh adanya penambangan timah apung di sekitar perairan tersebut, adanya pengerukan tanah tersebut terus diaduk oleh arus dan gelombang yang dapat meningkatkan TSS. Kordi (2010) menyatakan bahwa pengerukan di daerah pesisir dapat menyebabkan erosi tanah dan meningkatkan jumlah pelumpuran yang juga dapat meningkatkan jumlah padatan tersuspensi. Pada stasiun 2 TSS dapat disebabkan dari sedimen yang mengalir dari badan sungai. Menurut Kordi (2010) sedimen yang masuk ke badan sungai akhirnya bermuara ke wilayah pesisir dan laut, sehingga dalam hal ini nilai TSS pada stasiun 1 dan stasiun 2 sudah melebihi ambang batas aman, nilai padatan tersuspensi total (TSS) pada stasiun pengamatan telah melebihi baku mutu yang ditetapkan untuk kelangsungan kehidupan biota laut. Menurut Alabaster dan Lioyd (1982) dalam Effendi (2003), menyatakan

bahwa nilai TSS 81 - 400 mg/liter kurang baik bagi kepentingan perairan, sedangkan nilai padatan TSS menurut baku mutu KepMen Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 biota laut adalah 20 ppm.

Pengukuran laju sedimentasi dari kedua stasiun menunjukan nilai dengan kisaran 133,00 - 155,00 (gram/cm<sup>2</sup>/hari). Dimana laju sedimentasi tertinggi terdapat di stasiun 2 yaitu 155,00 (gram/cm<sup>2</sup>/hari) dan terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu 133,00 (gram/cm<sup>2</sup>/hari). Laju sedimentasi ini dipengaruhi oleh arus dan gelombang yang membawa sedimen, rendahnya laju sedimentasi pada stasiun 1 disebabkan oleh substrat di stasiun 1 merupakan substrat pasir berlumpur sehingga substrat yang dibawa oleh arus dan gelombang tidak dalam jumlah yang banyak, dibandingkan dengan stasiun 2 yang merupakan 100% substrat berlumpur. Kategori tentang laju sedimentasi menurut Pastorok dan Bilyard (1985) dalam Kordi (2010) pada kedua stasiun menunjukan >50, yang menyatakan bahwa nilai >50 berada dalam tingkat dampak bahaya.

Pengukuran DO pada saat penelitian menunjukan hasil yang tidak jauh berbeda dengan kisaran nilai 6,0-6,7 mg/l. Berdasarkan Surakitti (1989) untuk dapat bertahan hidup rata-rata biota air, diperlukan kadar oksigen terlarut minimum sebanyak 4-5 mg/l. Nilai konsentrasi DO terdapat pada stasiun 2 yaitu 6,7, nilai DO terdapat pada stasiun 1 yaitu 6,0. Rendahnya nilai konsentrasi DO pada stasiun 1 dapat disebabkan oksigen dimanfaatkan untuk mengurai limbah yang masuk ke perairan, penurunan kadar oksigen terlarut di dalam air merupakan indikasi kuat adanya pencemaran (Jaya, 2005). Kandungan oksigen terlarut pada penelitian ini masih sesuai bagi kehidupan Kerang Darah.

Hasil pengukuran nitrat pada stasiun 1 memiliki kadar nilai tertinggi yaitu 442,1151 mg/kg dibandingkan dengan stasiun 2 yaitu 136,7997. Menurut baku

mutu Kepmen LH No 51 tahun 2004 untuk biota laut kadar nitrat di kedua stasiun tersebut sudah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan yaitu 0,008. Tingginya kadar nitrat pada stasiun 1 disebabkan oleh adanya aktivitas penambangan timah apung sehingga menyisakan limbah dan meningkatkan kadar nitrat pada stasiun 1.

Hasil pengukuran kadar fosfat nilai tertinggi terdapat pada stasiun 2. Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya tumbuhan mangrove di sepanjang Pantai Teluk Kelabat. Paytan dan McLaughlin (2007) dalam Risamasu *et al.*, (2011) menyebutkan fosfat berasal dari pelapukan, senyawa fosfat yang terikat di sedimen dapat mengalami dekomposisi dengan bantuan bakteri maupun melalui proses abiotik menghasilkan senyawa fosfat terlarut yang dapat mengalami difusi ke kolom air. Serasah yang dihasilkan oleh hutan mangrove antara lain mengandung N dan P yang tinggi dan akan terlarut dalam air dan perlahan mengendap ke dasar perairan. Bila dibandingkan dengan baku mutu nitrat dan fosfat untuk air laut dan biota laut dari Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 nilai ambang batas di kedua stasiun tersebut sudah melebihi ambang batas yang ditentukan yaitu 0,015 ppm.

## Simpulan dan Saran

### Simpulan

1. Analisis konsentrasi logam berat tertinggi pada daging Kerang Darah di Pantai Keranji dan Teluk Kelabat yaitu Cu dan terendah Pb. Masing-masing lokasi tersebut belum melebihi ambang batas yang ditentukan.
2. Hasil Analisis Parameter Fisika Kimia Perairan yang meliputi: Suhu, DO, pH dan Salinitas selama pengamatan masih pada kisaran normal dan dapat ditoleransi oleh Kerang Darah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antelo J, Arce F, Avena M, Fiol S, Lopez R, Macias F, 2007. *Adsorption of a soil humic acid at the surface of goethite and its competitive interaction with phosphate. Geoderma* 138 (1-2) : 12-19.
- Amin, B. 2002. Distribusi logam berat Pb, Cu, dan Zn pada Sedimen-sedimen di perairan Telaga Tujuh Karimun Kepulauan Riau. *Jurnal Natur Indonesia*. 5(1):9-16.
- Amin, M. 2007. Kajian Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Pada Air, Sedimen dan Makrozoobentos di Perairan Waduk Cirata, Provinsi Jawa Barat. [Tesis]. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Amriani., Boedi, H dan Agus, H. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa* L.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda Bengalensis* L.) Di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 9(2):45-50.
- Cahyani, M. D., Ria, A., dan Bambang Y. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Research*, 1 (2) : 73 – 79.
- Chairunisa, R. 2011. Karakteristik Asam Amino Daging Kerang Tahu (*Meretrix Meretrix*), Kerang Salju (*Pholas Dactylus*) Dan Keong Macan (*Babylonia Spirata*). [Skripsi]. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Connel, D. W dan Miller, G. J. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terjemahan Koestoer, Y. UI Press. Jakarta.

- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia (UI) Press. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Heru, U., Heny, S. 2006. Faktor Bioakumulasi Pb Oleh Kerang Darah (*Anadara granosa*). Hasil Penelitian dan Kegiatan PTLR. ISSN 0852 – 2979.
- Hutagalung, H. P., Setiapmana D., dan Riyono S.H.1997. Metode Analisis Air laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. P3O LIPI. Jakarta. 182: 59-77.
- Jaya., S.B. 2005. Pengamatan Kualitas Air Sungai Way Terusan WTR 20 dan WTR 30 berdasarkan Parameter Fisik dan Kimia. [Tugas Akhir]. Tidak Diterbitkan. Bandar Lampung: Program Pasca Sarjana. Universitas Lampung.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup : No. 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. Jakarta.
- Kordi, K. M. G. H. 2010 Ekosistem Terumbu Karang, Potensi, Fungsi dan Pengelolaan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Mulyanto. 1996. Studi Tentang Konsentrasi Merkuri (Hg) dan Hubungannya dengan Kondisi Insang Kerang Bulu (*Anandra maculosa Reeve*) di Perairan Pantai Kenjeran Surabaya. [Tugas Akhir]. Tidak Diterbitkan. Malang: Program Pasca Sarjana Brawijaya. Malang.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Razak, H. 1986. Kandungan Logam Berat di Perairan Ujung Waktu dan Jepara. Oseanologi di Indonesia, 21 (1) : 1-20.
- Risamasu, F. J. L., dan Prayitno, H. B. 2011. Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan. Ilmu Kelautan, 16 (3) : 135-142.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M. T., dan Rozak, A. 2006. Distribusi Logam Berat dalam Air dan sedimen di perairan Muara Sungai Cisadane. MAKARA SAINS.10 (1) : 35 – 40.
- Rudiyanti, S. 2009. Biokonsentrasi Kerang Darah (*Anadara granosa linn*) Terhadap Logam Berat Cadmium (Cd) Yang Terkandung Dalam Media Pemeliharaan Yang Berasal Dari Perairan Kaliwungu. Seminar Nasional. Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Di seminarkan di semarang 22 Februari tahun 2009 pada seminar Expo.
- Rumahlatu, D. 2011. Konsentrasi Logam Berat Kadmium Pada Air, Sedimen, dan *Diadema setosum* (Echinodermata, Echinoidea) di Perairan Pulau Ambon. Ilmu Kelautan. 16 (2) : 78 – 85.
- Sawestri, S.2006.Kandungan Logam Dalam Tunuh Cacing Laut *Namalycastis*
- Surakitti. 1989. Program Ilmu Fisik dan Ilmu Biologi. Jakarta. Intan Pariwara.
- Suryono, C. A. 2006. Bioakumulasi Logam Berat Melalui Sistem Jaringan Makanan dari Lingkungan pada Kerang Bulu *Anadara inflanta*. Jurnal Ilmu Kelautan. 9 (1) : 1-9.
- US-EPA, 2004, *The Incidence and Severity of Sediment Contamination in Surface Waters of the United States, National Sediment Quality Survey: Second Edition*. United States Environmental Protection Agency, Standards and Health Protection Division, Washington, DC 20460.