

# KONSENTRASI LOGAM BERAT DI PERAIRAN, SEDIMEN DAN BIOTA DENGAN FAKTOR BIODAKUMULASINYA DI PERAIRAN BATU BELUBANG, KAB. BANGKA TENGAH

Hasti Wahyuni<sup>1</sup>, Setia Budi Sasongko<sup>2</sup>, Dwi P. Sasongko<sup>2</sup>

1). Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

Email : hasti\_marine03@yahoo.co.id

2) Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.

## Abstract

*The reduction of land that used for land-based mining caused the shift of mining from land-based mining to off-shore mining, that used to named Floating Inkonvensional Mining. This type of mining caused waters quality degradation. This research aimed to analyze Pb, Cd, and Zn content in water, sediment, and biota so that the value of the bio-accumulation factor can be analyzed. The locations determination was conducted by using purposive random sampling method and the implementation was using GPS Garmin 60 in June 2013. The sea water sampling was using the water sampler, the sediment sampling was using paralon pipe, the plankton sampling was using the plankton-net, the shellfishes sample was collected from the fishermen, and the chavies and squids sample was got from Bagan in the waters of Pulau Panjang. The analysis of the metal in water and sediment was refer to the prosedur standard method (APHA, 2005), while the analysis of the heavy metal in the planktons and the tissue of the biota was refer to SNI 2354.5:2011. The content of metal was compared with the quality standard that have been determined. The Cd and Zn content in water was under the sea water quality standard for sea biota. The Pb in the waters have been exceeded the quality standard that have been determined in Kepmen LH no. 51 Tahun 2004. The Pb, Cd, and Zn content in sediment was lower and far away from the quality standard that have been determined by Norwegia and Irlandia. The heavy metal content in *Anadara granosa*, *Stolephorus*, sp, and *Loligo chinensis*, gray which were got caught in the waters of Batu Belubang was lower than the national quality standard (SNI 2731.1:2010). The value of bio-concentration factor (BCFs-w) showed that the highest ability of sediment to accumulate Pb was existed in station number 2, i.e. 10,037 l/kg. The value of bio-concentration factor (BCFo-s) showed the plankton ability to accumulate Pb in sediment (1,26) was higher than its ability to accumulate Zn in sediment (1,22), while its ability to accumulate metal in water (BCFo-w) was as high as 8,275 in station number 2. The value of bio-concentration factor (BCFo-s) showed that the shellfish, chavies, and squid ability in accumulating metal in sediment was as high as 0,713; 0,564 and 0,703. The value of bio-accumulation of shellfish in sediment was higher because sediment was the habitat of shellfish. Floating Inkonvensional Mining have contribution in spreading heavy metal, that was contained in the soil, to the waters. This condition needs supervision to control TI Apung growth in this location so that does not pollute the waters.*

**Kata kunci :** Lead (Pb), Cadmium (Cd), Zink (Zn), Water, Sediment, Plankton, Shellfish, Chavies, Squid, Batu Belubang, Floating Inkonvensional Mining, Bio-concentration Factor (BCF).

## I. PENDAHULUAN

Pertambangan timah di Indonesia dimulai sejak abad ke-18 yang berada di bawah kontrol negara yang berbeda. Pada awal penambangan di bawah kontrol Sultan Palembang, kemudian membuat kontrak dengan VOC dan kemudian beralih ke

tangan Inggris serta kemudian diambil alih oleh Belanda lagi. Setelah Indonesia merdeka tambang timah dinasionalisasi menjadi PN. Timah dan kemudian pada masa orde baru berubah namanya menjadi PT. Timah Bangka Tbk (Erman, 2010).

Perubahan kontrol terhadap timah setelah era reformasi memberi ruang gerak kepada masyarakat untuk memasarkan timah (Erman, 2010). Hal ini juga kemudian menyebabkan penambangan di Bangka tumbuh dan berkembang tak terkendali. Seiring dengan merosotnya hasil yang didapatkan dari penambangan yang dilakukan di darat, maka masyarakat berkembang dengan mengusahakan penambangan lepas pantai yang biasanya diusahakan oleh masyarakat di wilayah pesisir. Mekanisme dalam penambangan timah lepas pantai yang langsung membuang limbah tailing ke perairan menyebabkan kondisi tercemar. Limbah tailing timah mengandung logam berat Pb, Cd dan Cr yang telah melebihi baku mutu Kep No. 51/MENLH/2004 (Kurniawan, 2013). Herman, 2006 menyatakan bahwa penambangan logam dasar melakukan pembuangan *tailing* dengan kandungan timbal yang signifikan. Penelitian lain menyebutkan bahwa kandungan logam (Fe, As, Al, Pb dan Zn) di beberapa kolong bekas tambang timah telah melebihi baku mutu berdasarkan HK.00.06.1.52.4011-KBPOM,2009 untuk air minum atau budidaya perairan (Brahmana *et al*, 2004; Henny dan Susanti, 2009).

Tingginya kandungan logam di perairan dan sedimen akan menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat dalam tubuh biota perairan. Kandungan logam berat dalam tubuh siput gonggong (Pb dan Cd) dan kerang darah (Cd) di perairan Teluk Kelabat yang terdapat aktivitas penambangan telah melebihi batas maksimum cemaran dalam tubuh biota (Arifin, 2012). Ashraf., *et al.* 2012 menyebutkan bahwa terjadi bioakumulasi logam berat pada ikan dengan urutan  $Sn > Pb > As > Zn > Cu$  pada daerah bekas penambangan timah Bestari Jaya Malaysia. Henny (2011) menyatakan bahwa terjadinya bioakumulasi logam berat Fe, Zn, Pb dan Al pada daging ikan yang dibudidayakan pada kolong bekas penambangan timah.

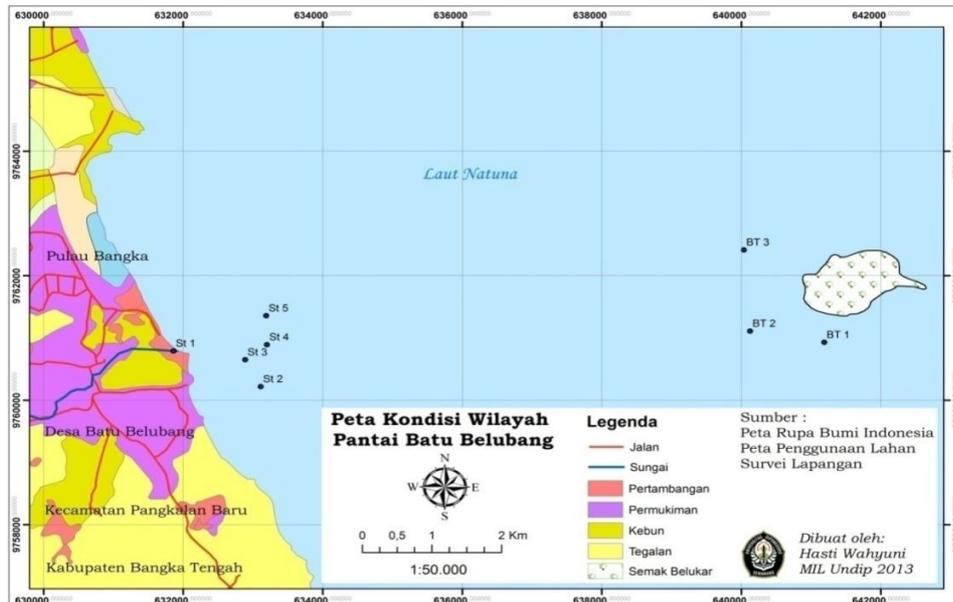
Desa Batu Belubang yang berada di Kecamatan Pangkalan Baru Kabupaten

Bangka Tengah merupakan kawasan perikanan tangkap. Pengembangan wilayah ini menjadi perhatian pemerintah karena berdekatan dengan Pulau Semujur, Pulau Panjang yang merupakan kawasan pengelolaan 1 KKLD Kabupaten Bangka Tengah dengan luas 3.136,6 hektar dengan pemanfaatan sebagai pusat penelitian, rehabilitasi, pemukiman, perikanan budidaya (SK Bupati No. 125.1/309/1/2006). Desa ini merupakan desa yang berada dalam pembinaan Bakorkamla. Seperti halnya desa-desa pesisir lainnya, di desa ini juga terdapat TI Apung yang diusahakan oleh masyarakat. Kegiatan ini mulai diusahakan di Batu Belubang pada tahun 2000/2001 tetapi masih dalam skala kecil dan sempat menurun pada tahun 2006 dan merebak kembali pada tahun 2010 (Marfiani, *et al.*, 2012). Mengingat pentingnya desa ini sebagai penunjang dalam keberhasilan KKLD Kabupaten Bangka Tengah maka perlu menganalisis kualitas perairan di kawasan TI Apung masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat di perairan, sedimen dan biota dan mengkaji kemampuan (*Bioconcentration factor*, BCF) plankton, kerang darah, ikan teri dan cumi-cumi dalam mengakumulasi logam Pb, Cd dan Zn yang terkandung dalam habitatnya dalam kaitannya dengan pengelolaan lingkungan dengan tepat.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Stasiun Penelitian

penentuan stasiun pengamatan dilakukan secara *purposive random sampling*. Pertimbangan dalam penentuan stasiun mewakili daerah muara sungai yang masuk ke perairan pesisir Batu Belubang, tambang inkonvensional masyarakat yang berada di pesisir pantai dan kawasan tambat labuh perahu nelayan. Posisi stasiun ditentukan dengan menggunakan *Geographic Positioning System* (GPS) Garmin GPS 60. Stasiun Pengambilan sampel terlihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Stasiun Pengambilan sampel

## 2.2 Pengambilan Data

### 2.2.1 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel air laut menggunakan *Water sampler*. Sampel air diambil 1000 ml disetiap stasiun dan di simpan dalam botol *polyethylene* (PE) serta diawetkan dengan asam nitrat pekat ( $\text{HNO}_3$ ) hingga PH mencapai  $< 2$  dan didinginkan pada suhu  $4^\circ\text{C}$  (Bolorma, *et al.*, 2006; Özmen, *et al.* 2004). Pengambilan sampel sedimen menggunakan pipa paralon. Sampel sedimen yang diambil adalah lapisan teroksidasi (2 cm dari permukaan sedimen). Sampel sedimen yang diambil sebanyak 250 gram, kemudian dimasukkan ke dalam kantong polietilen. Kantong sampel selanjutnya disimpan dalam *ice box* pada suhu  $4^\circ\text{C}$  (Arifin, 2011, Søndergaard *et al.*, 2011).

Pengambilan sampel plankton menggunakan jaring dengan lebar mata 20  $\mu\text{m}$ , lebar mulut jaring 50 cm dan panjang jaringan 1,5 m. teknik pengoperasian jaring plankton adalah jaring plankton dimasukkan ke dalam air laut dan tarik dengan jarak sekitar 20 m, selanjutnya botol penampung plankton yang berada di ujung dimasukkan

ke dalam stoples plastik. Pengambilan contoh plankton dilakukan 4 – 6 kali (Harteman, 2011).

Pengambilan sampel kerang (*Anadara granosa*) diperoleh dari nelayan pengumpul kerang yang berada di sekitar stasiun penelitian. Jaringan kerang yang diambil adalah jaringan lunaknya. Sampel jaringan lunak kerang tersebut selanjutnya disimpan dalam *cool box* pada suhu  $4^\circ\text{C}$ . Pengambilan sampel ikan teri (*Stolephorus sp.*), dan Cumi-cumi (*Loligo chinensis*. Gray, 1849) diperoleh dari nelayan bagan yang berada di sekitar perairan semujur. Sampel yang diambil untuk teri adalah seluruh bagian tubuh ikan tersebut. hal ini dikarenakan bagian yang biasa dikonsumsi adalah semua bagian tubuh organisme. Sampel cumi-cumi yang dianalisis adalah kelenjar pencernaan dari cumi-cumi tersebut. Bustamante, *et al.*, 2002 menyatakan bahwa kandungan cadmium yang tinggi terdapat di kelenjar pencernaan cumi-cumi. Sampel ini kemudian disimpan dalam *cool box* pada suhu  $4^\circ\text{C}$ .

### 2.2.2 Analisa di Laboratorium dan Data

Analisis logam di air dan sedimen berdasarkan *prosedur standard method* (APHA, 2005). Sampel air yang telah disaring dan diawetkan di lapangan sebanyak 100 ml ditambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> dididihkan dan dievaporasi di *hot plate* sampai volume sampel 10 – 20 ml, tambahkan lagi HNO<sub>3</sub> bila diperlukan sampai destruksi selesai (larutan jernih), jadikan volume sampel 100 ml dengan akuades. Setelah itu dapat dianalisis dengan (AAS) *thermo scientific tipe ICE 3000*. Kandungan logam di air dibandingkan dengan Baku mutu air laut untuk biota laut dalam Kep No. 51/MENLH/2004.

Sampel sedimen yang sudah dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 12 jam ditimbang sebanyak 0,5 gram kemudian ditambahkan 100 ml akuades, 1 ml HNO<sub>3</sub> dan 10 ml HCl. Setelah itu lakukan destruksi dengan mengatur program *microwave*. Pindahkan hasil destruksi ke labu takar 50 ml kemudian tetapkan dengan tanda batas dengan akuades. Setelah itu dapat dianalisis dengan (AAS) *thermo scientific tipe ICE 3000*. Kandungan logam berat di Sedimen dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Norwegia dan Irlandia.

Analisis logam berat di plankton dan jaringan biota berdasarkan SNI 2354.5:2011. Sampel jaringan biota diletakkan di cawan penguap dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 12 jam. Selanjutnya timbang contoh kering sebanyak 0,5 g kedalam tabung sampel (*vessel*) kemudian dicatat beratnya (W). tambahkan secara berurutan 5 ml – 10 ml HNO<sub>3</sub> 65% dan 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Setelah itu lakukan destruksi dengan mengatur program *microwave*. Pindahkan hasil destruksi ke labu takar 50 ml kemudian tetapkan dengan tanda batas dengan akuades. Logam berat Pb, Cd dan Zn pada sampel air, sedimen dan biota dianalisa dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) *thermo scientific tipe ICE 3000*. Kandungan logam berat yang terdapat di

biota dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 2731.1:2010.

### 2.3 Analisa Bioakumulasi Logam di Biota

Kajian kemampuan plankton dan biota konsumsi mengakumulasi Pb, Cd dan Zn dalam air laut dan sedimen dianalisis menggunakan faktor biokonsentrasi (BCF). Analisis faktor biokonsentrasi dilakukan berdasarkan kandungan logam berat dalam biota dibagi dengan logam berat yang terkandung di dalam laut atau sedimen. Faktor biokonsentrasi dihitung dengan rumus sebagai berikut (Connell dan Miller, 2006):

$$C_B = K_B/C_W$$

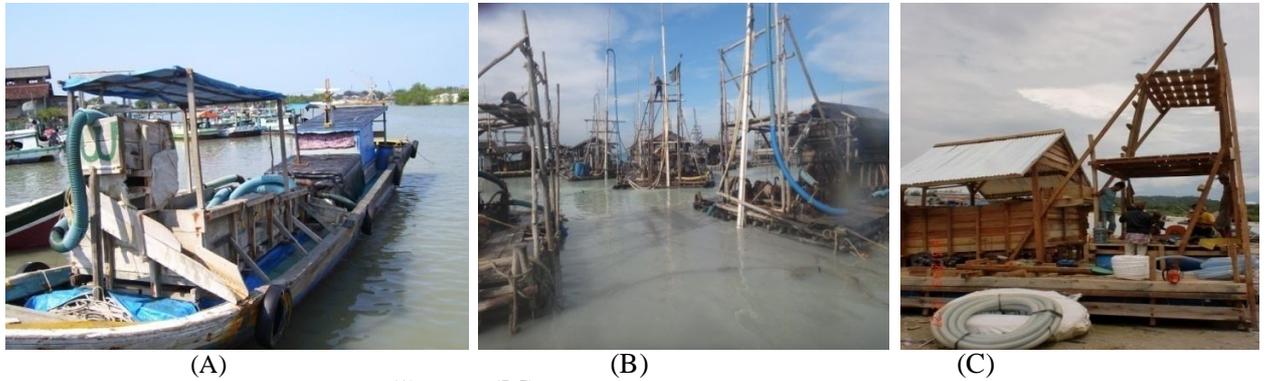
C<sub>B</sub> adalah faktor biokonsentrasi, K<sub>B</sub> adalah kandungan logam berat dalam biota laut. C<sub>W</sub> adalah kandungan logam berat dalam air atau sedimen.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Tipe-tipe TI Apung

Tambang inkonvensional (TI) merupakan sebutan untuk penambangan yang dilakukan oleh masyarakat dengan menggunakan peralatan sederhana. Tambang Inkonvensional ini juga terus berinovasi sampai sekarang menggunakan peralatan mesin untuk membantu kerja tangan. Inovasi ini pun terjadi pada TI Apung. TI apung manual yang pertama kali diusahakan oleh masyarakat dengan memanfaatkan perahu nelayan sebagai sakan untuk penambangan sampai pada TI dengan menggunakan berbagai macam mesin dengan pelampung menggunakan drum yang disebut dengan TI Tower. Penambangan yang dilakukan oleh masyarakat Batu belubang belum mengenal TI Tower hanya sampai pada TI Rajuk. TI Rajuk merupakan TI yang menggunakan besi yang berujung runcing untuk menembus tanah sampai pada cadangan timah yang diharapkan oleh penambang. Panjang rajuk ± 10 meter sesuai dengan lokasi cadangan timah yang akan diambil. Material yang sudah dirajuk tersebut kemudian dihisap dengan pipa hisap untuk selanjutnya bisa diayak didalam

ayakan sakan. Bentuk modifikasi TI Apung terlihat pada gambar 2 dibawah ini :



Sumber : Dokumen Pribadi, 2006<sup>(A)</sup>, 2013<sup>(B,C)</sup>

Gambar 2. Modifikasi TI Apung dan TI Apung yang terdapat di Batu Belubang  
(A) TI Apung Manual, (B) TI Rajuk (Batu Balubang), (C) TI Tower

### 3.3 Kandungan Logam di Air, Sedimen dan Plankton

Kandungan Logam berat di air disajikan dalam tabel 1. Kandungan logam berat Pb di air laut yang terdeteksi pada stasiun 1 dan 2 menandakan bahwa kandungan logam Pb lebih tinggi dibandingkan Cd dan Zn. Hal ini sesuai dengan penelitian Herman, 2006 yang menyatakan bahwa kegiatan penambangan logam dasar yang langsung membuang *tailing* terdapat kandungan timbal yang signifikan. Kandungan logam Pb di stasiun 3,4 dan 5 serta kandungan logam Cd dan Zn lebih kecil dari 0,0001 mg/l (*tidak terdeteksi alat*). Pada stasiun 2 juga terdeteksi kadar timbal yang tinggi dimana lokasi tersebut merupakan tambat labuh perahu nelayan. Kandungan Pb meningkat karena ada aktivitas perkapalan dan bahan bakar pada kapal menghasilkan buangan Pb (Rossi, *et al.*, 2008; Rochyatun *et al.*, 2006). Hasil penelitian yang dilakukan di Maarmorilik, bagian barat Greenland menyebutkan bahwa kandungan logam Pb di air laut bekas penambangan lepas pantai sampai 440 mg/l (Søndergaard *et al.*, 2011). Rendahnya kandungan logam berat yang terlarut di air dikarenakan tingginya padatan tersuspensi

yang terdiri dari plankton dan padatan tersuspensi (Arifin, 2011; Hartemen, 2012).

Kandungan logam di sedimen di perairan Batu Belubang disajikan pada tabel 4. Sedimen Perairan Batu Belubang mengandung logam lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam di air. Kandungan logam Zn yang tidak terdeteksi di air laut, terlihat bahwa di sedimen terdapat kandungan logam yang terdeteksi walaupun masih berada di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh Norwegia dan Irlandia. Rochyatun *et al.*, 2006 menyebutkan bahwa rendahnya kadar logam berat dalam air laut, bukan berarti tidak berdampak negatif terhadap perairan, namun lebih disebabkan karena kemampuan perairan tersebut untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi. Hal ini juga dikarenakan air laut yang berada di wilayah tersebut cenderung berpindah karena pengaruh arus maupun pasang surut. Laut yang terbuka dapat dengan mudah membawa logam terlarut ke wilayah lain sehingga bisa saja mencemari lokasi yang lain. Hal ini terlihat dari gambaran arus dan kedalaman di perairan Batu Belubang.

Kondisi demikian menunjukkan bahwa sedimen berperan penting dalam

menyerap logam berat yang terdapat dalam air laut. Partikel tersuspensi dapat menyerap logam berat sehingga mengurangi bioavailabilitas logam tersebut (Rossi, et al., 2008). Logam Pb di sedimen berkisar antara 0,0918 mg/kg – 0,1897 mg/kg menunjukkan bahwa daerah tersebut terdapat kandungan Pb walaupun penambangan di daerah tersebut tidak menambahkan bahan kimia (Pb) dalam proses penambangannya. Zhu *et al.*, 2010 menyebutkan bahwa kontaminan logam Pb di sedimen Laut Cina Selatan sebagian besar berasal dari proses pelapukan alami batuan.

Kandungan logam berat Cd dan Zn dalam air tidak terdeteksi oleh alat sehingga semua nilai sampel lebih kecil atau sama dengan 0,0001 mg/l. Kondisi demikian menyebabkan nilai Cd dan Zn rata-rata 0,0001 dengan ragam nol, sehingga keterkaitan kandungan Cd dan Zn dalam sedimen dan plankton dengan Cd dan Zn yang terdapat dalam air laut tidak dapat dianalisis. Tidak terdeteksinya kandungan

logam Zn di perairan menunjukkan bahwa kadar Zn di perairan Batu Belubang lebih rendah dari kadar normal Zn dalam air laut. Waldichuck, 1974 yang dikutip oleh Tarigan *et al.*, 2003 menyebutkan Kadar Normal Zn dalam air laut adalah 2,0 ppb atau 0,002 ppm. Kandungan logam Zn sedimen di perairan Batu Belubang berkisar antara 0,0565 mg/kg – 0,1806 mg/kg. Kadar logam yang lebih tinggi dari air laut di perairan Batu Belubang dikarenakan pH di perairan tersebut kecuali stasiun 1 relatif bersifat basa (pH = 8,0) sehingga logam sukar larut dan mengendap di perairan. Rochyatun (2006) menyebutkan bahwa pH yang relatif basa di lokasi tempat logam sukar larut dan mengendap ke dasar perairan. Kandungan logam Zn di air tidak terdeteksi oleh alat, namun hanya terdeteksi di sedimen. Hal ini juga terjadi pada kandungan logam Hg di muara sungai Kahayan dan Katingan (Hartemen, 2012) dan pada logam berat As, Pb dan Hg di Delta Sungai Kuning China (Cui, *et al.*, 2011)

Tabel 1. Kandungan Logam Berat di Air dan Sedimen di Daerah Penambangan Timah Masyarakat

Logam Berat	Stasiun					Baku Mutu
	1	2	3	4	5	
<b>Timbal (Pb)</b>						
Air (ppm)	0,09260	0,01890	ttd	ttd	ttd	Kepmen LH No. 51 tahun 2004 (0,008 mg/l)
Sedimen (Mg/Kg)	0,1486	0,1897	0,1728	0,0918	0,1251	IADC/CEDA, 1997 (Norwegia) (>30 mg/kg) Jeffrey et al., 1985 (Irlandia) (100 mg/kg)
<b>Kadmium (Cd)</b>						
Air (ppm)	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	Kepmen LH No. 51 tahun 2004 (0,001 mg/l)
Sedimen (Mg/Kg)	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	IADC/CEDA (Norwegia) (<0,25 mg/kg) Jeffrey et al., 1985 (Irlandia) (1,5 mg/kg)
<b>Seng (Zn)</b>						
Air (ppm)	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	Kepmen LH No. 51 tahun 2004 (0,05 mg/l)
Sedimen (Mg/Kg)	0,1665	0,1806	0,0812	0,0565	0,0817	IADC/CEDA (Norwegia) (> 150mg/kg) Jeffrey et al., 1985 (Irlandia) (100 mg/kg)

Ttd : tidak terdeteksi dimana batas deteksi alat 0,0001 mg/l  
Sumber : Wahyuni et al., 2013

Kandungan Logam Pb, Cd dan Zn di Plankton terlihat pada tabel 2. Kandungan logam Pb dan Zn di plankton lebih tinggi dari kandungan logam di air. Logam Pb di plankton berada pada kisaran 0,1041 mg/kg – 0,2422 mg/kg. Hal ini sejalan dengan dengan Penelitian Rossi *et al.*, 2008 menyatakan bahwa kadar Pb di fitoplankton lebih tinggi dari kandungan logam di air. Logam Zn di plankton berkisar antara 0,0573 mg/kg – 0,1657 mg/kg. logam Zn merupakan unsur essential bagi pertumbuhan semua jenis hewan dan tumbuhan dan bersifat toksik pada jumlah yang besar (Widowati, *et al.*, 2008). Kandungan logam Cd merupakan kandungan logam yang paling toksik di perairan. Namun, berdasarkan hasil laboratorium kandungan logam Cd di

plankton tidak terdeteksi. Tau, *et al.*, 2012 menuliskan kandungan Cd plankton di Danau Taihu, China merupakan kandungan yang paling rendah diantara logam Cu, Zn, Cr, Ni dan Pb.

Tabel 2. Kandungan logam berat di plankton (mg/kg)

Jenis logam	Stasiun				
	1	2	3	4	5
Pb	-	0,1564	0,2422	0,1041	0,2106
Cd	-	ttd	ttd	ttd	ttd
Zn	-	0,0573	0,1657	0,0792	0,0920

### 3.3 Kandungan Logam di Biota

Kandungan logam di Biota terlihat pada tabel 3. berikut :

Tabel 3. Kandungan Logam di biota (mg/kg)

Sp	Ikan Teri			Cumi-cumi			Kerang Darah		
	Pb	Cd	Zn	Pb	Cd	Zn	Pb	Cd	Zn
1	ttd	ttd	0,0568	ttd	0.0163	0.08	ttd	ttd	0.0763
2	ttd	ttd	0,071	ttd	0.043	0.0792	ttd	ttd	0.0933
3	-	-	-	ttd	0.016	0.0796	ttd	ttd	0.0729

#### 3.3.1 Kandungan Logam di Ikan Teri

Kandungan logam Pb dan Cd tidak terdeteksi di ikan teri, sedangkan kandungan Zn terdeteksi sebesar berkisar 0,0568 mg/kg–0,0710 mg/kg. Nilai ini masih di bawah batas maksimum konsentrasi logam Zn yang dibolehkan dalam otot biota laut sebesar 100 mg/kg berat kering (Degree of genera director of food and drug supervision No. 03725/B/SK/VII/89 concering maximum limit of metals in food (Soegianto, 2008 *dalam* Ruaney, et al; 2012). Berdasarkan batas aman konsentrasi logam Zn yang dapat diterima secara internasional (NSW Healt, 2001 *dalam* Ruaney, et al; 2012) adalah sebesar 7 mg/kg berat badan per minggu (WHO 1982).

#### 3.3.2 Kandungan Logam di Cumi-cumi

Kandungan logam Pb di cumi-cumi tidak terdeteksi. Kandungan logam Cd di cumi-cumi terdeteksi sebesar 0,0160 mg/kg–0,0430 mg/kg. Kandungan ini masih berada

dalam ambang batas kandungan logam Cd di cumi-cumi sebesar 1,0 mg/kg (SNI 2731.1:2010) dan telah melebihi ambang batas maksimum jika konsentrasi logam yang dibolehkan di European Regulation 466/2001/EC (0,1 mg/kg). Kadar Kadmium hanya terdeteksi di cumi-cumi. Hal ini dikarenakan kandungan logam ini dideteksi pada kelenjar pencernaan cumi-cumi. Bustamante, et al.,2002 menyatakan bahwa kandungan cadmium yang tinggi terdapat di kelenjar pencernaan cumi-cumi.

#### 3.3.3 Kandungan Logam di Kerang Darah

Kandungan logam Pb dan Cd di kerang darah tidak terdeteksi oleh alat. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan logam Pb dan Cd tersebut masih berada jauh di bawah baku mutu yang ditetapkan. Kandungan logam Zn berkisar antara 0,0729 mg/kg – 0,0933 mg/kg. Nilai ini masih jauh

dari batas cemaran yang di bolehkan dalam baku mutu yang ditetapkan.

### 3.4 Bioakumulasi Logam di Sedimen dan Air

Nilai faktor biokonsentrasi logam Pb dari air ke sedimen pada stasiun 1 sebesar 1,605 sedangkan pada stasiun II sebesar 10,037 (tabel 8). Besarnya nilai BCF di stasiun 2 karena pengaruh arus yang menyebabkan konsentrasi logam dalam air dapat mengendap ke dalam perairan. Sedangkan pada stasiun 1 kondisi arus sangat tinggi sehingga kandungan logam di sedimen terlarut di air yang menyebabkan kandungan logam di air tinggi. Tidak terdeteksinya kandungan logam di air pada stasiun 3,4 dan 5 mengindikasikan bahwa sebagian besar senyawa Pb yang berada di lokasi penambangan berbentuk partikel atau endapan, dan hanya sebagian kecil yang berbentuk terlarut dalam air. Berdasarkan pengamatan di lapangan bahwa sumber pencemar berupa tailing penambangan timah yang berbentuk partikel tersuspensi.

Tabel 8. Nilai faktor biokonsentrasi (BCFs-w) logam Pb

Sampel	Konsentrasi logam Pb dan Nilai BCFs-w		
	Sedimen (mg/kg)	Air (mg/l)	nilai BCF
I	0.1486	0.0926	1.602
II	0.1897	0.0189	10.037
III	0.1728	-	-
IV	0.0918	-	-
V	0.1251	-	-
<b>Rata-rata</b>			<b>5.821</b>
<b>St. Dev</b>			<b>5.963</b>
<b>Nilai BCF rata-rata</b>	<b>0.1456</b>	<b>0.0558</b>	<b>2.612</b>

### 3.5 Bioakumulasi Logam di Plankton

Tabel 9. Nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-s) logam Zn pada plankton

Sp	Konsentrasi logam Zn dan Nilai BCFo-s		
	Sedimen (mg/kg)	Plankton (mg/kg)	nilai BCF
I	0.1665	-	-
II	0.1806	0.0573	0.317275748
III	0.0812	0.1657	2.040640394
IV	0.0565	0.0792	1.401769912
V	0.0817	0.092	1.126070991
<b>Rata-rata</b>			<b>1.221439261</b>
<b>Standar Deviasi</b>			<b>0.714193346</b>

Nilai faktor biokonsentrasi logam Zn di plankton terhadap sedimen berkisar antara 0,317 – 2,041 dengan rata-rata 1,221 dan standar deviasi sebesar 0,71. Faktor biokonsentrasi menunjukkan bahwa plankton di Perairan Batu Belubang dapat mengakumulasi sebesar 1,221 kali lipat logam Zn yang terkandung dalam sedimen.

Tabel 10. Nilai faktor biokonsentrasi(BCFo-s) logam Pb pada plankton

Sp	Konsentrasi logam Pb dan Nilai BCFo-s		
	Sedimen (mg/kg)	Plankton (mg/kg)	nilai BCF
I	0.1486	-	-
II	0.1897	0.1564	0.824459673
III	0.1728	0.2422	1.40162037
IV	0.0918	0.1041	1.133986928
V	0.1251	0.2106	1.683453237
<b>Rata-rata</b>			<b>1.260880052</b>
<b>Standar Deviasi</b>			<b>0.367396492</b>

Nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-s) logam Pb pada plankton berkisar antara 0,825-1,684 dengan rata-rata sebesar 1,261. Faktor biokonsentrasi menunjukkan bahwa plankton di Perairan Batu Belubang dapat mengakumulasi sebesar 1,261 kali lipat logam Zn yang terkandung dalam sedimen. Jika dibandingkan kemampuan plankton

dalam mengakumulasi logam Pb > logam Zn dalam sedimen. Kondisi demikian dikarenakan logam Zn masih merupakan logam yang esensial bagi plankton dalam proses pertumbuhannya sehingga kadar dalam tubuh plankton tersebut sebagian kecil telah digunakan. Berbeda halnya dengan logam Pb yang sama sekali tidak dibutuhkan oleh tubuh. Kemampuan plankton dalam mengakumulasi logam ini tidak jauh berbeda. Kondisi ini dikarenakan kecenderungan plankton mengakumulasi logam di perairan. Hal ini terlihat pada tabel 11 dibawah ini, dimana nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-w) logam Pb pada plankton terhadap air 8,275. Jika berdasarkan nilai rata-rata nilai faktor bioakumulasi sebesar 3,199.. Penelitian Hartemen, 2012 menyebutkan bahwa plankton dapat mengakumulasi 2-4 kali lipat logam Pb, 5-6 kali lipat logam Hg dan 1 kali lipat logam Cd dalam air laut. Walaupun umur plankton jauh lebih pendek dibandingkan ikan, tetapi kemampuan mengakumulasi logam berat dalam air laut jauh lebih tinggi.

Tabel 11. Nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-w) logam Pb pada plankton

Sp	Konsentrasi logam Pb dan Nilai BCFo-w		
	Air (mg/kg)	Plankton (mg/kg)	nilai BCF
I	0.0926	-	-
II	0.0189	0.1564	8.275
III	-	0.2422	-
IV	-	0.1041	-
V	-	0.2106	-
<b>Rata-rata</b>	<b>0.0558</b>	<b>0.178</b>	<b>3.199</b>

Tingginya nilai BCF logam di air membuktikan bahwa fitoplankton sangat efektif dalam penyerapan logam. Kondisi demikian juga terlihat dalam penelitian Henny, 2011 dimana kandungan logam Zn di kolong bekas penambangan timah dengan kisaran 16 -  $2,6 \times 10^4$  mg/kg, sedangkan kandungan logam Pb berada pada kisaran

6,3– $4,7 \times 10^2$  mg/kg. Besarnya kemampuan plankton dalam mengakumulasi logam ini akan berdampak pada kandungan logam yang ada pada tingkat rantai makanan yang lebih tinggi seperti ikan herbivor, ikan karnivor, ikan omnivor dan moluska lainnya seperti cumi-cumi yang merupakan predator.

#### 4.6.2 Bioakumulasi Logam di Biota

Tabel 12. Nilai faktor biokonsentrasi(BCFo-s) logam Zn pada biota

Sampe l	Konsentrasi logam Zn dan Nilai BCFo-s			
	Sedime n	Kerang	Teri	Cumi-cumi
I	0.1665	0.0763	0.0568	0.08
II	0.1806	0.0933	0.071	0.0792
III	0.0812	0.0729	-	0.0796
IV	0.0565	-	-	-
V	0.0817	-	-	-
<b>Rata-rata</b>	<b>0.1133</b>	<b>0.081</b>	<b>0.064</b>	<b>0.0796</b>
<b>St Dev</b>	<b>0.056</b>	<b>0.011</b>	<b>0.010</b>	<b>0.0004</b>
<b>Nilai BCF</b>		<b>0.713</b>	<b>0.564</b>	<b>0.703</b>

Faktor biokonsentrasi (BCF) menunjukkan bahwa kemampuan kerang mengakumulasi logam Zn di sedimen sebesar 0,713, teri (0,564) dan cumi-cumi (0,703). Kerang dan cumi-cumi lebih mampu mengakumulasi logam berat Zn dibandingkan ikan Teri. Kemampuan kerang lebih tinggi karena kerang merupakan biota yang habitatnya berada di sedimen yang berdekatan dengan kawasan penambangan dan cara makannya adalah *filter feeder*. Kecilnya faktor bioakumulasi logam Zn pada kerang di sedimen dikarenakan teri cenderung termasuk ikan yang bergerombolan sehingga konsentrasi logam berat yang terkandung di sedimen tersebut dikonsumsi oleh banyak ikan teri sehingga kandungannya lebih kecil.

#### IV. KESIMPULAN

Kandungan logam berat Pb, Cd dan Zn di air di perairan Batu Belubang masih berada di bawah ambang batas baku mutu nasional (Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004) kecuali Pb pada stasiun 1 yang telah melebihi baku mutu. Kandungan logam berat Pb, Cd dan Zn di sedimen relatif rendah dari standar yang ditetapkan oleh Norwegia dan Irlandia.

Kandungan logam berat di Kerang, Ikan Teri dan Cumi-cumi yang tertangkap di perairan Batu Belubang masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan secara nasional (SNI 2731.1:2010) dan Internasional kecuali cumi-cumi dengan standar yang ditetapkan oleh Eropa yang telah melebihi batas. Penambangan masyarakat yang berada di perairan Batu Belubang telah mengalami penurunan setelah melonjak drastis pada tahun 2010. Penurunan ini juga diiringi adanya kebijakan pemerintah desa dalam membatasi kawasan penambangan masyarakat. Hal ini memberi kesempatan bagi lingkungan untuk dapat memperbaiki kondisinya (*Self purification*) sehingga mempengaruhi menurunnya konsentrasi logam berat.

Nilai faktor biokonsentrasi pada plankton, kerang darah, ikan teri dan cumi-cumi adalah : Nilai faktor biokonsentrasi (BCFs-w) menunjukkan bahwa kemampuan sedimen dalam mengakumulasi logam Pb tertinggi pada stasiun 2 yaitu 10,037 l/kg. Nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-s) menunjukkan kemampuan plankton dalam mengakumulasi logam Pb di sedimen (1,26) lebih tinggi dari pada kemampuan plankton dalam mengakumulasi logam Zn di sedimen (1,22), sedangkan kemampuan Plankton dalam mengakumulasi logam di air (BCFo-w) sebesar 8,275 pada stasiun 2. Nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-s) menunjukkan kemampuan kerang, ikan teri dan cumi dalam mengakumulasi logam di sedimen sebesar 0,713; 0,564 dan 0,703. Nilai bioakumulasi kerang terhadap sedimen lebih tinggi dikarenakan sedimen merupakan habitat kerang.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan Perencana Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Pusbindiklatren BAPPENAS) atas biaya penelitian yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas tugas belajar yang diberikan oleh Pemerintah Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal, 2011. Konsentrasi logam berat di air, sedimen dan biota di Teluk Kelabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 3 : 104 – 114
- Ashraf MA., Maah MJ., and Yusoff I. 2012. *Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish Species Collected From Former Tin Mining Catchment*. Int. J. Environ. Res., 6 (1) 2009 – 218
- Bolormaa, Oyuntsetseg; Baasansuren, Jamsranjav; Kawasaki, Katsunori; Watanabe, Makiko; Hattori, Tashiyuki. 2006. PIXE analysis of heavy metals in water samples from a mining area in Mongolia. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 243 : 161 – 166.
- Bustamante, P; Cosson, RP; Caurant, F, Miramand, P; 2002. Cadmium detoxification processes in the digestive gland of cephalopods in relation to accumulated cadmium concentrations. *Marine environmental research* 53,3; 227-241.
- Connell, Miller, 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Penerbit Universitas Indonesia; Jakarta.
- Erman, Erwiza. 2010. Aktor, Akses dan Politik Lingkungan di Pertambangan Timah Bangka. *Masyarakat Indonesia* Edisi XXXVI/No.2/2010
- Harteman E. 2012. “Deteksi Kandungan Hg, Cd, Pb di Tulang sirip Keras Ikan Sembilang (*Plotosus Canius* Web & Bia) di Muara Sungai Kahayan dan Katingan”. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika* Vol 1 No. 1 Juni 2012.
- Marfirani, Risa; Adiatma, Ira. 2012. Pergeseran Mata Pencarian Nelayan Tangkap menjadi Nelayan Apung di Desa Batu Belubang. *Prosiding seminar nasional pengelolaan*

*sumberdaya alam dan lingkungan 1*.  
Program Magister dan Doktor Ilmu  
Lingkungan Universitas Diponegoro,  
11 September 2012.

Pb isotopes. *Marine Pollution Bulletin*  
60 : 2144-2153.

Özmen, H; Külachi, F; Çukurovali, A;  
Doğru, M. 2004. Concentrations of  
heavy metal and radioactivity in  
surface water and sediment of Hazar  
Lake (Elaziğ, Turkey). *Chemosphere*  
55: 401-408

Rochyatun, E; Kaisupy, M. Taufik; Rozak,  
Abdul. 2006. Distribusi Logam Berat  
dalam air dan sedimen di Perairan  
Muara Sungai Cisadane. *Makara  
Sains* 10 (1) : 35-40.

Rossi, Nadège; Jamet, Jean-Louis. 2008. In  
situ heavy metals (copper, lead and  
cadmium) in different plankton  
compartments and suspended  
particulate matter in two coupled  
Mediterranean coastal ecosystems  
(Toulon Bay, France). *Marine  
Pollution Bulletin* 56: 1862-1870.

Søndergaard, Jens; Asmund, Gert; Johansen,  
Poul. Rigét, Frank. 2011. Long-term  
response of an arctic fiord system to  
lead-zinc mining and submarine  
disposal of mine (Maarmorilik, West  
Greenland). *Marine Environmental  
Research* 71: 331-341.

Wahyuni, Hasti. 2013. Kandungan Logam  
Berat pada Air, Sedimen dan Plankto  
di Daerah Penambangan Masyarakat  
Desa Batu Belubang Kabupaten  
Bangka Tengah. *Prosiding Seminar  
Nasional Pengelolaan Sumberdaya  
Alam dan Lingkungan II*. Program  
Magister dan Doktor Ilmu  
Lingkungan Universitas Diponegoro,  
27 Agustus 2013.

Zhu, Laimin; Guo, Laodong; Gao, Ziyong;  
Yin, Guan; Lee, Ben; Wang, Fei; Xu,  
Jiang. 2010. Source and distribution  
of lead in the surface sediments from  
the South China Sea as derived from