

**Distribusi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Serta Potensi Bioakumulasi  
Pada Ikan Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin  
(Studi Kasus : DAS Sekonyer, Kalimantan Tengah)**

**Kharisma Hidayanti**

Program Studi Teknik Mesin Universitas Antakusuma Pangkalan Bun

*email: kharisma.4313@gmail.com*

---

**ABSTRAK**

Adanya Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di desa Aspai yang berada di hulu sungai Sekonyer, Kalimantan Tengah diketahui memberikan pengaruh terhadap penurunan kualitas air sungai. Sejak tahun 1990, PETI tersebut telah beroperasi dan menggunakan merkuri dalam proses amalgamasi. Tidak hanya penambangan emas, saat ini penambang juga melakukan penambangan pasir zirkon (puya) secara bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambangan terhadap kualitas perairan serta ikan dengan menguji kadar logam berat seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan seng (Zn) dalam air, sedimen dan ikan. Pengambilan sampel dilakukan secara grab sampling pada tujuh (7) titik lokasi yaitu daerah sebelum dan sesudah area tambang serta sungai Sekonyer Kanan. Sampel ikan merupakan ikan apapun yang diperoleh di sekitar lokasi penelitian. Dari hasil uji diketahui kadar Zn, Cd dan Hg dalam air secara berurutan adalah 145,43 ppb; 6,3 ppb; 4,38 ppb. Berdasarkan berdasarkan PP RI No. 82/2010, kadar Cd berada di bawah baku mutu tetapi Zn dan Hg melebihi baku mutu (Zn 50 ppb, Hg 2 ppb). Untuk uji logam pada sedimen, semua logam berada dibawah standar kecuali Hg (0,82 mg/kg, baku mutu 0,18 mg/kg) berdasarkan EPA Standar karena Indonesia masih belum memiliki regulasi mengenai kadar logam di sedimen. Kondisi serupa juga ditunjukkan pada sampel ikan. Studi pada ikan menunjukkan tingginya kandungan merkuri melebihi baku mutu dan tingginya faktor bioakumulasi (BCF) Hg (rasio >1000). Urutan potensi akumulasi logam dari penelitian ini adalah Zn > Hg > Cd.

**Kata kunci**

PETI  
Logam berat  
Bioakumulasi  
DAS Sekonyer  
Aspai

---

**PENDAHULUAN**

Kegiatan penambangan emas merupakan salah satu sumber pencemaran sungai yang terjadi di banyak tempat. Salah satu penambangan emas di Kalimantan Tengah yaitu di desa Aspai yang berada di

hulu sungai Sekonyer. DAS Sekonyer merupakan batas bagian barat Taman Nasional Tanjung Puting (TNTP) dengan panjang sungai ±49 km dari hulu Natai Tengah sampai muara Sekonyer, lebar ±6-12 m dan kedalaman 0,5-6m (Bonke dalam

Nurudin, 2013). Aktivitas tambang emas telah beroperasi sejak tahun 1990 (Indarwati, dkk 2007). Sebagaimana penambangan emas tradisional di tempat lain, pada umumnya digunakan metode amalgamasi untuk memperoleh biji emas. Amalgamasi merupakan proses untuk memperoleh logam emas dari ore dengan menggunakan merkuri (Palapa dan Alfonds, 2015). Saat ini tidak hanya dilakukan penambangan emas tetapi juga penambangan pasir zirkon (puya). Penambang mengambil pasir dari dasar sungai kemudian dengan menggunakan mesin, pasir tersebut disedot dan dialirkan ke atas bak miring yang sudah dilengkapi dengan karpet. Pasir yang tertahan di karpet dibersihkan kemudian dilakukan proses amalgamasi. Selain itu, aliran air dari bak miring ditampung ke dalam bak yang selanjutnya digunakan untuk mensortir pasir biasa dengan zirkon. Hasil samping dari kegiatan penambangan baik dari penambangan zirkon maupun ekstraksi emas ini langsung dibuang ke badan sungai. Indarwati, dkk (2007) menyebutkan bahwa telah terjadi pencemaran berskala rendah hingga berat pada DAS Sekonyer akibat adanya penambangan emas tradisional dan beberapa parameter pencemar air seperti Cd, Hg, Zn, Cu melebihi baku mutu standar di Indonesia.

Kontaminasi logam berat pada sistem akuatik umumnya dalam bentuk terlarut atau tersuspensi sehingga pada akhirnya akan mengendap di dasar atau masuk ke dalam tubuh organisme (Baby, dkk 2010). Bartoli (2011) juga menjelaskan bahwa logam berat dari kegiatan antropogenik umumnya masuk ke lingkungan sebagai senyawa inorganik kompleks atau ion hidrat yang dapat dengan mudah berikatan dengan permukaan partikel sedimen melalui proses fisik dan ikatan kimia. Ikan diketahui mampu mengakumulasi logam berat dari air maupun sedimen dengan cara melalui proses adsorpsi dengan sedimen, absorpsi dengan air, atau dari sumber makanan yang terkontaminasi dan selanjutnya akan terjadi proses biomagnifikasi melalui rantai makanan sehingga beresiko terhadap kesehatan manusia yang mengkonsumsi ikan tersebut (Philips dalam Jinhu, 2014). Oleh

sebab itu, studi pada sedimen dan ikan banyak dilakukan sebagai bioindikator pencemaran pada lingkungan akuatik. Meskipun pada faktanya banyak logam yang toksik dan berbahaya seperti Hg, Cd dan Pb, ada logam penting dan diperlukan dalam jumlah yang kecil pada ikan seperti Fe, Cu, Mn dan Zn (Jalal et al, 2013). Pada kadar tertentu, beberapa logam seperti Zn, Cu, Fe dan Mn dianggap penting karena berperan dalam proses metabolisme tubuh seperti Zn yang berperan dalam proses metabolisme dan fisiologi tubuh dan Cu yang merupakan unsur penting pada berbagai enzim yang diperlukan dalam sintesis hemoglobin (Sivaperumal dalam Mastan, 2014).

Studi pada ikan yang terkena dampak penambangan emas di Sulawesi Utara oleh Kambey dkk (2001) membuktikan bahwa kegiatan penambangan menyebabkan ikan mengandung merkuri empat kali lipat dari yang direkomendasikan oleh WHO untuk dikonsumsi. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari PETI terhadap kualitas air dan sedimen sungai serta bagaimana potensi bioakumulasi pada ikan yang terdapat di aliran sungai. Kadar logam pada air dan sedimen akan terkait dengan jarak dari PETI dan faktor geologis lokasi penelitian serta kadar logam pada ikan akan tergantung pada faktor-faktor seperti habitat, pola pergerakan di air, serta faktor seperti umur, ukuran dan distribusi geografis yang menyebabkan variasi dalam akumulasi logam diantara ikan meskipun pada spesies yang sama (El-Moselhy, dkk, 2013).

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian adalah di DAS sungai Sekonyer, Kabupaten Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah. Jumlah titik pengambilan sampel air dan sedimen adalah tujuh (7) titik dengan total panjang lokasi penelitian ialah 138,33 km. Titik koordinat lokasi sampling ditentukan dengan menggunakan GPS dan dapat dilihat pada Tabel 1. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan secara grab sampling dan setiap titik diambil tiga titik (tepi dan tengah sungai). Sampel air diambil

dengan menggunakan water sampler, diawetkan dengan HNO<sub>3</sub> hingga pH < 2 kemudian disimpan di pendingin. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan Eckman grab berdasarkan titik sampel air tetapi pada Titik 6, sedimen tidak dapat diambil oleh alat. Untuk sampel ikan merupakan ikan apapun yang diperoleh dari sungai yang diambil dengan menggunakan perangkap dan dipancing. Hasilnya diperoleh 21 sampel air, 18 sampel sedimen dan sembilan (9) sampel ikan. Adapun jenis sampel ikan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Parameter logam berat dalam penelitian ini adalah: Zink (Zn), Kadmium (Cd) dan merkuri (Hg). Ekstraksi sampel air untuk analisa Cd/Zn dan Hg secara berurutan

menggunakan SNI 6989:2009 dan standard method. Ekstraksi sampel sedimen untuk analisa Zn/Cd dan Hg menggunakan EPA Method 200.2 dan 7471 sedangkan ekstraksi ikan menggunakan EPA Method 200.3 untuk Zn/Cd dan EPA Method 245.6 untuk merkuri. Pengujian kandungan logam dari hasil ekstraksi menggunakan AAS untuk Cd dan Zn, CVAAS untuk Hg dan GFAAS untuk Cd dan Zn pada ikan. Hasil pengukuran berupa mg/l dan dalam µg/l untuk CVAAS sehingga perlu dikonversi ke dalam hitungan berdasarkan Persamaan 1 dan Persamaan 2. Untuk ikan, selain analisa logam juga dilakukan perhitungan mengenai faktor bioakumulasi (BCF) pada tubuh ikan dengan menggunakan Persamaan 3.

Tabel 1. Titik koordinat sampling

Titik	Deskripsi Lokasi	Titik Koordinat	Jenis Sampel
1	Desa Aspai	S 02 <sup>0</sup> 36.605' E 111 <sup>0</sup> 54.323	Air dan sedimen
2	Desa Aspai	S 02 <sup>0</sup> 37 131' E 111 <sup>0</sup> 53.789	Air dan sedimen
3	Anak sungai	S 02 <sup>0</sup> 40.083' E 111 <sup>0</sup> 53.983'	Air, sedimen dan ikan
4	Sungai simpang kiri	S 02 <sup>0</sup> 40.177' E 111 <sup>0</sup> 54.059'	Air, sedimen, ikan
5	Sungai simpang kiri	S 02 <sup>0</sup> 42.436' E 111 <sup>0</sup> 53.702'	Ikan
6	Sungai simpang kanan	S 02 <sup>0</sup> 44.115' E 111 <sup>0</sup> 53.516'	Air dan sedimen
7	Tanjung Harapan	S 02 <sup>0</sup> 49.68' E 111 <sup>0</sup> 47.94'	Air
8	Muara sungai	S 02 <sup>0</sup> 46.878' E 111 <sup>0</sup> 43.063'	Air dan sedimen
9	Muara sungai	S 02 <sup>0</sup> 46.875' E 111 <sup>0</sup> 43.026'	Ikan

Kadar logam di air =  
 Hasil AAS/CV AAS x faktor pengenceran (fp)  
**(Persamaan 1)**

Sedangkan untuk kadar Cd/Zn/Hg di sedimen dan ikan =  
 Cd/Zn/Hg =

$$\frac{\text{Hasil AAS/CV/GFAAS} \times \text{Volume} \times \text{faktor dilusi}}{\text{berat sedimen}}$$

**(Persamaan 2)**

Faktor Bioakumulasi (BCF)  

$$\text{BCF} = \frac{\text{Konsentrasi pada ikan}}{\text{Konsentrasi pada air}}$$

**(Persamaan 3)**

Tabel 2. Jenis sampel ikan dan udang, alat tangkap yang digunakan dan jumlah ikan

Jenis Biota	Alat Tangkap	Jumlah (Ekor)
Haruan ( <i>Channa striatus</i> )	Pancing	2
Baung ( <i>Hemibagrus nemurus</i> )	Perangkap	2
Lele ( <i>Clarias gariepinus</i> )	Perangkap	2
Ketoprak/Patung ( <i>Pristolepis fasciatus</i> )	Perangkap	1
Gulamah/Binuhung ( <i>Nibea albiflora</i> )	Perangkap	1
Udang Galah ( <i>Marcibrachium rosenbergii</i> )	Perangkap	1

Hasil penelitian dibandingkan dengan dengan baku mutu yaitu : standar air dengan PP RI No. 82/2001 untuk perairan kelas III, EPA Standard untuk sedimen, SNI 7387:2009 (untuk Hg dan Cd pada ikan) serta peraturan dari SK Dirjen POM Nomor 3725/B/SKNTI/89 untuk Zn pada ikan. Evaluasi secara statistik mengenai logam pada ikan terhadap berat badan dilakukan untuk mengetahui bagaimana potensi akumulasi logam pada berbagai ukuran ikan yang diperoleh dari wilayah studi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar logam berat di air

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Zn dan Hg berfluktuasi sedangkan Cd rata-rata tidak terdeteksi kecuali pada Titik 7 yang

berada dekat dengan muara sungai dan kadarnya melebihi baku mutu (0,01 ppm). Rata-rata kadar Zn 0,145 ppm (baku mutu 0,05 ppm) dengan nilai tertinggi berada pada Titik 2 (0,251 ppm) diikuti dengan Titik 6 (0,233ppm) dan terendah pada Titik 5 (0,035 ppm). Kadar Hg pada air rata-rata adalah 4,38 ppb dengan kadar tertinggi pada Titik 1 (8,06 ppb) dan Titik 7 (7,54 ppb). Hasil analisa kondisi fisik perairan sungai dan pengujian logam dapat dilihat pada **Tabel 3**. Zn dan Hg melebihi baku mutu PP RI No 82/2001. Tingginya kadar logam pada air terkait dengan nilai pH yang cenderung asam sehingga ion bebas logam dengan mudah terikat ke dalam air dan meningkatkan kelarutan logam.

Tabel 3. Kondisi fisik dan hasil analisa logam pada sampel air

Parameter	Lokasi							BM PP 82/2001 Kelas III
	1	2	3	4	5	6	7	
pH	4,4	4,1	3,55	4,03	3,83	4,16	6,67	6-9
Suhu	29,7	27,9	27,3	27,3	26,4	26,9	27,5	°C
TDS (mg/l)	35,8	34,6	53,9	57,3	33,6	206,2	7,49	1000
TSS (mg/l)	345,5	96,7	0,00	149,3	20,0	58,0	1793	400
Zn (ppm)	0,16	0,25	0,13	0,131	0,04	0,23	0,08	0.05
Cd (ppm)	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	0,04	0.01
Hg (ppb)	8,1	2,77	0,97	3,89	3,96	3,49	7,54	2

Kadar logam berfluktuasi terkait jaraknya terhadap lokasi tambang. Semakin jauh dari lokasi tambang, kadar Zn semakin menurun namun kembali meningkat pada Titik 6 yang berada di desa Tanjung Harapan. Sementara itu, kadar Hg pada setiap lokasi berfluktuasi dan tidak terpengaruh terhadap jarak. Secara keseluruhan, fluktuasi dapat terjadi karena adanya penyerapan logam oleh

mangrove dan tanaman air yang banyak tumbuh di sepanjang aliran sungai. Zn dianggap sebagai logam essensial bagi tanaman sehingga terjadi penurunan nilai Zn pada setiap titik lokasi. Sebagai contoh pada Titik 2 dan Titik 4 terjadi penurunan kadar Zn karena diantara lokasi tersebut terdapat banyak *Nypa fruticans*, *pandanus sp*, dan *E.crassipes* yang diketahui mampu menyerap

polutan di air. Kondisi demikian tidak terjadi pada Hg karena merupakan logam non-essensial bagi tanaman. Sedimen mangrove juga diketahui mampu mengakumulasi logam karena sedimen merupakan zat yang anaerobik, kaya akan sulfida dan senyawa organik sehingga mampu mengikat logam berat yang berasal dari air (Pumijumpong & Bussarin, 2012).

Pada Titik 6 yang berada di desa Tanjung Harapan kadar Zn kembali meningkat. Hal ini dapat terjadi karena adanya pengaruh dari buangan limbah domestik dari warga desa berupa *greywater* dan *blackwater*. Demikian pula peningkatan kadar Hg pada Titik 7 yang berlokasi di muara sungai. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya pasang surut air. Muara sungai merupakan daerah percampuran dari aliran sungai dengan laut yang memiliki berbagai macam komposisi dan pada akhirnya berinteraksi baik secara fisik maupun kimia (Paul, 1992). Oleh sebab itu pasang surut air akan menyebabkan perubahan pada kualitas air. Indarwati, dkk (2007) menyebutkan bahwa sejumlah logam berat berada pada kadar yang melebihi baku mutu pada sampel air yang diambil dari perairan di teluk Kumai. Dengan demikian, masuknya air dari teluk ke sungai Sekonyer melalui proses pasang surut air turut menyebabkan bertambahnya beban pencemar di sungai.

### **Kadar logam berat di sedimen**

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi Cd pada sedimen dari semua titik lokasi tidak terdeteksi sebagaimana kadar Cd pada air. Kadar Zn rata-rata adalah 29,84 mg/kg dengan kadar tertinggi pada Titik 7 dan terendah pada Titik 3 sementara kadar Hg rata-rata 0,82 mg/kg dengan kadar tertinggi pada Titik 1 dan terendah pada Titik 5. Hasil pengamatan mengenai kandungan logam berat pada sedimen dapat dilihat pada **Tabel 4**. Jika dibandingkan dengan standar maka kadar Zn masih dibawah baku mutu tetapi tidak demikian dengan Hg.

Kondisi serupa juga dijelaskan oleh Akin dkk (2007) yang menjelaskan kadar Zn pada sedimen dari sungai Tigris berada pada rentang 20,06-48,16 mg/kg dan Cd tidak terdeteksi. Hampir seluruh sampel sedimen dari wilayah studi memiliki kadar Hg yang cukup tinggi dan berfluktuasi terhadap jarak. Kondisi serupa juga dijelaskan oleh Prilia dkk (2013) dimana sedimen dari sungai Ciberang yang terkontaminasi oleh penambangan emas mengandung merkuri tinggi hingga 43.508,33 mg/m<sup>3</sup> (standar EPA 180 mg/m<sup>3</sup>).

Kebanyakan sedimen dari wilayah studi merupakan partikel halus yang kaya mineral dan senyawa organik sehingga mampu menyerap ion logam dan membentuk senyawa kompleks (Gadow and Schafer dalam Jin dkk 2012). Oleh sebab itu, konsentrasi Hg pada sedimen memiliki kemampuan tinggi untuk mengikat Hg dari air.

Tabel 4. Hasil analisa logam pada sampel sedimen (mg/kg)

Logam	Titik Lokasi Sampling						Baku mutu EPA
	1	2	3	4	5	7	
Zn	25,00	42,54	17,48	22,40	21,75	49,89	121
Cd	ttd	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	0,99
Hg	3,09	0,17	0,52	0,31	0,07	0,12	0,18

Ket. ttd = tidak terdeteksi

### **Kadar logam berat pada ikan dan udang**

Dalam batas tertentu, Zn tidak berbahaya karena perannya dalam proses metabolisme tubuh dalam proses biologis seperti metabolisme asam nukleat, protein, karbohidrat dan asam lemak (Hogstrand dan Wood, 1996). Sehingga kadar Zn biasanya

lebih tinggi dibandingkan Cd. Zn mencegah toksisitas Cd dan Pb (Mastan, 2014) karena interaksi Cd dan Zn merupakan interaksi yang kompetitif sehingga apabila kadar Zn rendah maka efek toksik Cd meningkat dan akan terlihat tanda-tanda defisiensi Zn (Petering dkk dalam Goyer, 1977). Selain itu, Hg

dikenal sebagai zat toksik menjadi banyak perhatian dalam berbagai studi pada ikan mengingat unsur ini sangat berbahaya terutama jika masuk ke lingkungan akuatik. Dalam lingkungan akuatik, Hg dalam bentuk inorganik dan berubah menjadi Hg organik melalui proses metilasi (Havelkova, dkk 2008). Proses metilasi dari Hg inorganik oleh organisme pada sedimen akuatik dan ikan dapat meningkatkan kadar metil-Hg yang masuk secara langsung baik melalui air maupun rantai makanan (Myers dalam Ahmad dkk 2015).

Hasil logam pada ikan dapat dilihat pada Tabel 5 dan diketahui kadar Cd, Zn, Hg rata-rata pada sampel ikan dan udang secara berurutan 0,0382 mg/kg; 7,67 mg/kg; 0,56 mg/kg. Kadar Cd dan Zn tertinggi pada *P.fasciatus* diikuti dengan *M.rosenbergii* sedangkan kadar Hg tertinggi pada *C.striatus* dan *C.gariepinus*. Jika dibandingkan dengan standar, logam Hg pada ikan melebihi baku mutu. Kadar Cd yang rendah juga ditunjukkan oleh Dwiyoitno dkk (2008) dimana kadar Cd pada *O.Stiratus* dari sungai Barito lebih rendah dibandingkan logam lain seperti Hg, Pb dan Cu demikian pula pada *H.stornii* dari sungai Kahayan lebih rendah dibanding Hg dan Pb (Budiarti & Rini, 2008). Sementara itu, 45% dari total sampel ikan yang berasal dari Tatelu, Sulawesi Utara memiliki kadar Hg melebihi baku mutu WHO ( $0,58 \pm 0,44$   $\mu\text{g/g}$ ; BM  $0,5$   $\mu\text{g/g}$ ) (Castilhos dkk, 2006).

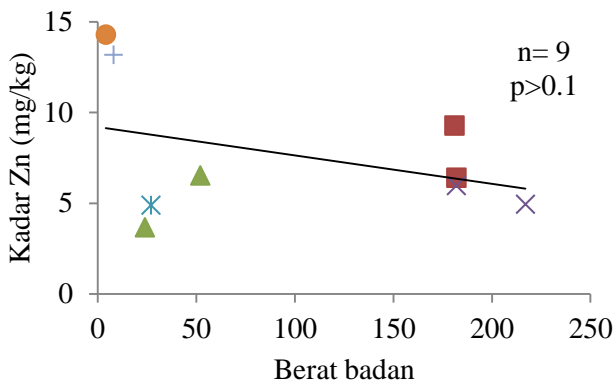
Tabel 5. Hasil analisa logam rata-rata pada sampel ikan dan udang

Jenis Ikan	Kadar Logam (mg/kg)		
	Cd	Zn	Hg
<i>Hemibagrus nemurus</i>	0,003	7,84	0,31
<i>Nibeal biflora</i>	0,002	4,87	0,32
<i>Pristolepis fasciatus</i>	0,004	14,29	0,30
<i>Clarias gariepinus</i>	0,003	5,44	0,58
<i>Channa striatus</i>	0,005	5,10	1,07
<i>Marcibrachium rosenbergii</i>	0,01	13,18	0,51
Baku Mutu (Ikan/Udang)	0,05/0,5	40	0,5/0,5

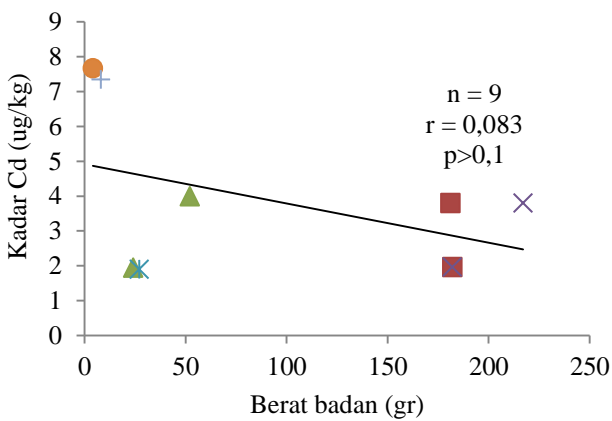
Pada ikan, konsentrasi kebanyakan logam (kecuali Hg) umumnya berbanding terbalik dengan umur dan ukuran (Jeziarska dan Malgorzata, 2006). Sebagaimana yang dijelaskan oleh Jinhu dkk (2014) dimana konsentrasi Zn dan Cu pada ikan dari teluk Laizahou memiliki korelasi negatif terhadap panjang ikan karena terkait dengan sistem metabolit, massa pertumbuhan jaringan dan pengaruh dilusi dari peningkatan kandungan lipid terhadap pertumbuhan ikan. Spesies akuatik yang lebih kecil lebih sensitif terhadap logam berat sehingga cenderung mengakumulasi logam lebih besar daripada spesies yang lebih besar. Kondisi berbeda dijelaskan oleh Widianarko, dkk (1999) yang menyebutkan konsentrasi logam Zn dan Cu tidak tergantung pada berat ikan. Pada studi ini, diketahui Zn memiliki korelasi negatif dan tidak signifikan terhadap berat badan ( $r = 0,01$ ; Gambar 3a) demikian pula pada Cd ( $r = 0,08$ ; Gambar 3b) pada tingkat signifikansi 0,1.

Kadar Hg juga memiliki korelasi negatif terhadap berat badan ikan ( $r = -0,124$ , Gambar 3c) pada tingkat signifikansi 0,1. Hal serupa dijelaskan oleh Ahmad dkk (2015) dimana kadar Hg memiliki korelasi negatif terhadap ukuran cumi dan udang. Kondisi berbeda dijelaskan oleh Kamaruzzaman dkk (2007) dimana ikan berukuran besar seperti *Mytus nemurus* dan *Ompok bimaculatus* memiliki konsentrasi Hg yang lebih tinggi daripada *Pristolepis fasciata* dan *Osteochilus hasseltii* yang berukuran kecil.

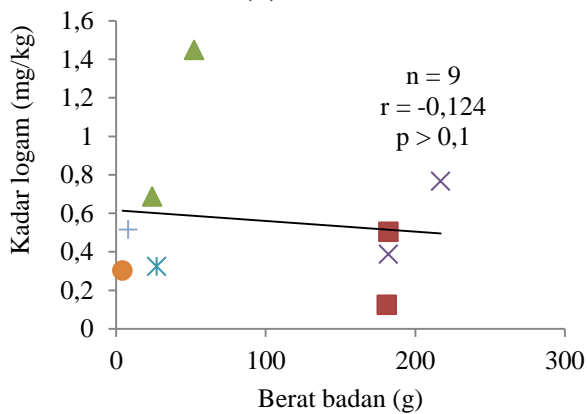
Korelasi positif terhadap kadar Hg terhadap panjang dan berat ikan merefleksikan akumulasi Hg terhadap waktu (Ahmad dkk 2015). Perbedaan akumulasi logam pada ikan dapat disebabkan oleh faktor diantaranya karena adanya perbedaan afinitas logam terhadap jaringan tubuh ikan, perbedaan uptake, deposisi dan ekskresi logam (Jeziarska dan Malgorzata, 2006) sehingga kadar logam dari setiap ikan akan berbeda meskipun berasal dari sumber perairan yang sama.



(a) Zn



(b) Cd



(c) Hg



Gambar 3. Hubungan antara berat badan terhadap kadar (a) Cd dan (b) Zn (c) Hg pada ikan

Kadar Hg juga dapat dihubungkan dengan *feeding habit* ikan. Proses biomagnifikasi akan terjadi dari produsen ke organisme tingkat tinggi. Pada perairan tercemar berat, residu logam Hg lebih tinggi pada ikan predator daripada non-predator (Havelkova, dkk 2008). Dalam studi ini, konsentrasi Hg tinggi pada ikan karnivora dibandingkan ikan herbivora. Hal ini dapat dilihat dari *C.striatus* yang merupakan karnivora memiliki kadar Hg lebih tinggi daripada *P.fasciatus*. Demikian pula *C.gariepinus* yang merupakan *benthic feeder* sehingga dapat mengakumulasi logam baik dari air, makanan dan sedimen (Gbem dkk, 2001).

**Faktor bioakumulasi**

Chojnacka dalam Paramata dkk (2011) menyebutkan proses bioakumulasi melibatkan dua tahap yang pertama penyerapan terhadap permukaan sel dan yang kedua merupakan proses pengangkutan aktif melalui membran sel ke bagian dalam sel. Maka, manusia sebagai konsumen tingkat tinggi memiliki peluang yang besar terpapar logam berat yang berada di lingkungan. Untuk mengukur perbandingan antara logam di ikan dan di lingkungannya maka digunakan faktor bioakumulasi (BCF). Faktor bioakumulasi menjadi berbahaya apabila rasio organik/lingkungan=100-1000 (Soemirat, 2009). Pengukuran BCF pada studi ini merupakan perbandingan antara logam pada ikan dan air serta perhitungan tidak dilakukan pada *N.albiflora* karena ikan tersebut diperoleh dari nelayan setempat yang memperoleh ikan dari muara sungai. Kadar Cd pada air kebanyakan berada pada rentang yang tidak terdeteksi kecuali pada Titik 7 sehingga pengukuran BCF Cd hanya pada *M.rosenbergii*. Adapun hasil perhitungan BCF dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Faktor bioakumulasi (BCF) pada setiap jenis ikan

Jenis Ikan	BCF		
	Zn	Hg	Cd
<i>Hemibagrus nemurus</i>	60,01	80,84	-
<i>Channa striatus</i>	38,31	1103,34	-
<i>Clarias gariepinus</i>	41,64	148,29	-
<i>Pristolepis fasciatus</i>	109,33	83,11	-
<i>M. rosenbergii</i>	166,86	40,08	6,04

Penilaian terhadap tingginya nilai BCF mengindikasikan tingginya potensi akumulasi logam berat pada tubuh ikan (Ibrahim dan Hossam, 2013). Pada studi ini, potensi akumulasi Zn tertinggi yaitu pada *M. rosenbergii* diikuti oleh *P. fasciatus* (166,86;109,33) sedangkan Hg berpotensi tinggi terakumulasi pada *C. striata* (1103,34). Tingginya nilai BCF pada *C. striata* juga dijelaskan oleh Prilia, dkk (2013) dimana BCF pada ikan ini lebih dari 1000 sedangkan *C. gariaepinus* diketahui berpotensi tinggi dalam mengakumulasi Ni dan Hg (BCF > 100) (Ibrahim dan Hossam, 2013). Akumulasi Hg yang tinggi pada ikan karena adanya sejumlah besar sulfur asam amino pada daging yang merupakan grup sulphydryl yang dengan mudah dan mengikat Hg secara permanen (Zarski, dkk 2010). Sementara itu, rendahnya akumulasi Zn pada daging karena daging bukan merupakan jaringan yang aktif dalam mengakumulasi logam berat (Jalal et al, 2013) serta adanya peran Zn dalam proses metabolisme tubuh ikan. Di samping itu, rendahnya akumulasi logam juga dapat terkait dengan keberadaan tanaman yang dapat mengurangi akumulasi logam pada ikan (Kartika, 2011). Dalam studi ini urutan logam yang berpotensi terakumulasi pada tubuh ikan adalah Zn > Hg > Cd. Hasil ini sesuai dengan Ayandiran, dkk (2008) dimana secara berurutan *C. gariepinus* mengakumulasi logam berat Zn > Fe > Cu > Pb > Hg > Cd.

## KESIMPULAN

Dari analisa terhadap sampel air diketahui logam yang melebihi baku mutu adalah Zn dan Hg (145,43 ppb; 4,38 ppb). Konsentrasi logam berfluktuasi terhadap jarak sampling dengan lokasi tambang. Pada sedimen, Hg diketahui melebihi baku mutu

(0,82 mg/kg). Kondisi serupa juga ditunjukkan pada sampel ikan dan udang. Zn dan Cd berada pada level di bawah baku mutu tetapi Hg pada beberapa jenis ikan melebihi standar. Perhitungan terhadap BCF menunjukkan BCF Zn antara 38-166 sedangkan BCF Hg dari 40-1100. Potensi akumulasi logam Hg tertinggi yang ditunjukkan dengan nilai BCF adalah *C. striatus* (>1000). Urutan kemampuan bioakumulasi pada ikan dari penelitian ini adalah Zn > Hg > Cd. Sumber pencemaran di sungai Sekonyer tidak hanya dari penambangan, namun juga dari kegiatan domestik dan cemaran dari air teluk Kumai yang terbawa saat pasang surut air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N. I., Mohd Fairulnizal Mohd Noh., Wan Rozita Wan Mahiyuddin., Hamdan Jaafar., Ismail Ishak., Wan Nurul Farah Wan Azmi., Yuvaneswary Veloo., Mohd Hairulhisam Hairi, 2015, Mercury levels of marine fish commonly consumed in Peninsular Malaysia, *Environment Science Pollutant Resources*, 22, 3672–3686
- Ahmad, Nurul Izzah., Mohd Fairulnizal Mohd Noh., Wan Rozita Wan Mahiyuddin., Hamdan Jaafar., Ismail Ishak., Wan Nurul Farah Wan Azmi., Yuvaneswary Veloo., Fazlin Anis Mokhtar, 2015, The mercury levels in crustaceans and cephalopods from Peninsular Malaysia. *Environment Science Pollutan Resources*
- Akin, Hulya Karadede., Erhan Unlu, 2007, Heavy Metal Concentrations in Water, Sediment, Fish and Some Benthic Organisms from Tigris River, Turkey, *Environ Monit Assess*, 13, 323–337



- Ayandiran T. A., O. O. Fawole, S. O. Adewoye., M. A. Ogundiran, 2009, Bioconcentration of Metals in The Body Muscle and Gut of *Clarias Gariepinus* Exposed to Sublethal Concentrations of Soap and Detergent Effluent, *Journal of Cell and Animal Biology*, 3(8), 113-118
- Baby, Joseph, Justin S. Raj, Edwin T. Biby, P. Sankarganesh, M.V. Jeevitha, S.U. Ajisha., Sheeja S. Rajan, 2010, Toxic Effect of Heavy Metals on Aquatic Environment, *International J. of Biological and Chemical Science*, 4(4), 939-952.
- Bartoli, G., S. Papa., E. Sagnella., A. Fioretto, 2012, Heavy metal content in sediments along the Calore river: Relationships with physical-chemical characteristics, *Journal of Environmental Management*, 95, S29-S14.
- Budiarti, Aqnes dan Rini Yeni Susanti, 2008, Analisis Kandungan Logam Berat Hg (Hg), Timbal (Pb) dan Cd (Cd) pada Ikan Baung (*Hemibarbus Storti*) yang diperoleh dari Sungai Kahayan Kalimantan Tengah, *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 5(1), 31-33.
- Castilhos, Zuleica C., Saulo Rodrigues-Filho., Ana Paula C. Rodrigues., Roberto C. Villas-Bôas., Shefa Siegel., Marcello M. Veiga., Christian Beinhoff, 2006, Mercury Contamination in Fish from Gold Mining Areas in Indonesia and Human Health Risk Assessment. *Science of Total Environment*, 368, 320-325.
- Dwiyitno, Nugroho Aji., Ninoek Indriati, 2008, Residu Logam Berat Pada Ikan dan Kualitas Lingkungan Perairan Muara Sungai Barito Kalimantan Selatan, *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 3, 147-155
- El-Moselhy, Kh.M, A. I. Othman, H. Abd El-Azem, M.E.A. El-Metwally, 2013, Bioaccumulation of Heavy Metal in Some Tissues of Fish in the Red Sea, Egypt, *Egyptian Journal of Basic and Applied Science*, 1-9.
- Gbem, T.T.. J.K. Balogun, F.A. Lawal., P.A. Annune, 2001, Trace Metal Accumulation in *Clarias gariepinus* Teugels/ Exposed to Sublethal Levels of Tannery Effluent, *The science of the Total Environment*, 271,1-9.
- Goyer, Robert A dan Myron A. Mehlan, 1977, *Toxicology of Trace Element*. Hemisphere Publishing Corporation.
- Havelkova, Marcela, Ladislav Dusek, Danka Nemethova, Gorzyslaw Poleszczuk and Zdenka Svobodova, 2008, Comparison of Mercury Distribution Between Liver and Muscle– A Biomonitoring of Fish from Lightly and Heavily Contaminated Localities, *Sensors*, 8, 4095-4109
- Hogstrand dan Wood, 1996, Effect of Genetic Toxicant in Aquatic Organisms, *Toxicology Of Aquatic Pollution, Society For Experimental Biology Seminar Series*, 57.
- Ibrahim, Ahmed Th. A., Hossam M. Omar, 2013, Seasonal Variation of Heavy Metals Accumulation in Muscles of the African Catfish *Clarias gariepinus* and in River Nile water and Sediments at Assiut Governorate, Egypt, *Journal of Biology and Earth Sciences*, 3(2), B236-B248.
- Indarwati, Maria T., M.S Mahendra., Iw Arthana, 2007, Analisis Kadar Logam Berat Air Sungai Sekonyer di Kabupaten Kotawaringin Barat Kalimantan Tengah, *Ecotrophic*, 2 (2), 1-10.
- Jalal, K.C.A., B. AkbarJohn, M. Habab, A.Y. Mohd dan B.Y. Kamaruzzaman, 2013, Bioaccumulation of Selected Metals in Fresh Water Haruan Fish (*Channa striatus*) Collected from Pahang River Basin, Malaysia, *Oriental Journal of Chemistry*, 29, 1553-1558.
- Jeziarska, Barbara., Malgorzata Witeska, 2006, The Metal Uptake And Accumulation in Fish Living In Polluted Waters, *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation*, 3–23, 107-114.
- Jin, Huafang, Gerd Liebezeit, Daniel Ziehe, 2012, Distribution of Total Mercury in Surface Sediments of the Western Jade

- Bay, Lower Saxonian Wadden Sea, Southern North Sea, *Bull. Environ. Contam. Toxicology*, 88, 597–604.
- Jinhu, Liu., Cao Liang., Huang Wei., Zhang Chuantao., Dou Shuozeng, 2014, Zinc and Copper Bioaccumulation in Fish from Laizhou Bay, the Bohai Sea, *Chinese Journal of Oceanology and Lim*, 32(3), 491-502.
- Kamaruzzaman, B.Y. M.C Ong., A.H Khali, 2007, Mercury Concentration of Four Dominant Species in the Bebar Peat Swampy Forest River, Malaysia, *Pakistan Journal of Biological Science*, 1103-1107.
- Kambey, Joice L., A.P. Farrell., L.I. Bendell-Young, 2001, Influence of Illegal Gold Mining on Mercury Levels in Fish of North Sulawesi's Minahasa Peninsula, Indonesia, *Environmental Pollution*, 114, 299–302.
- Kartika, Ika Nuryuni, 2011, Ekokinetika Logam Zn dan Cu pada Sistem Kolam-Ikan & Tanaman, *Tesis*, Magister. Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Mastan S. A., 2014, Heavy Metals Concentration in Various Tissues of Two Freshwater Fishes, *Labeo rohita* and *Channa striatus*. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 8(2), 166-170.
- Nurudin, Febian Achmad, 2013, Keanekaragaman Jenis Ikan di Sungai Sekonyer Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah, url : <http://lib.unnes.ac.id/19010/1/4411409021.pdf> diakses pada 10 Juni 2014.
- Palapa, Tommy Martho., Alfonds Andrew Maramis, 2015, Heavy Metals in Water of Stream Near an Amalgamation Tailing Ponds in Talawaan –Tatelu Gold Mining, North Sulawesi, Indonesia, *Procedia Chemistry*, 14, 428 – 436.
- Paramata, Sri Delviana, Indah Raya dan Muhamad Zakir, 2011, Pengaruh Penambahan Glutation Pada Bioakumulasi Ion Pb<sup>2+</sup> Dan Cr<sup>6+</sup> Oleh Fitoplankton Laut *Porphyridium Cruentum*. url : <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/6737913acfb054c2944da0ac97abf874.pdf> diakses pada 17 Mei 2015.
- Paul, Shibu M, 1992, *Trace Metal Speciation in the Cochin Estuary*, A Thesis Cochin University of Science and Technology. 6 .
- Pumijumnong, Nathsuda., Bussarin Uppadit, 2012, Accumulation of Heavy Metals in Mangrove Sediments Of Chumphon Province, Thailand, *J. Environ. Res*, 34 (2), 21-38.
- Prilia, Desiana, Katharina Oginawati, Herto Dwi Ariesyady, 2013, Analysis of Mercury in Water and Sediment Distribution and Its Bioaccumulation Potential in Fish in the Small Scale Gold Mining Area (Case Study: Ciberang River, Lebak, Banten), *Journal of Water Sustainability*, 3, 107-116.
- Soemirat, Juli, 2009, *Toksikologi Lingkungan*, Gadjah Mada University Press.
- Widianarko, B, C.A.M. Van Gestel, R.A. Verweij, N.M. Van Straalen, 2000, Associations between Trace Metals in Sediment, Water, and Guppy, *Poecilia reticulata* (Peters), from Urban Streams of Semarang, Indonesia, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 46, 101-107.
- Zarski, Tadeusz Piotr., Elzbieta Budzińska Wrzesień., Henryka Żarska., Agnieszka Ożog., Jozef Valka, 2010, Mercury Contamination of Tissues and Organs of Pike, *Ekologia Bratislava*, 29, 20–27.