

## Heavy metal content of Pb and Cd in bandik grouper (*Cephalopholis boenak*) in Banten Bay, Indonesia

Endang Juniardi<sup>1\*</sup>, Sulistiono<sup>2</sup>, Sigid Hariyadi<sup>2</sup>, Mohammad Mukhlis Kamal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aquatic Resources Management Study Program, Graduate School of Bogor Agricultural University, Darmaga Bogor Campus of IPB, 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, IPB University, Bogor, Indonesia

### Article History

Received : July 24<sup>th</sup>, 2021

Revised : September 19<sup>th</sup>, 2021

Accepted : October 17<sup>th</sup>, 2021

Published : November 10<sup>th</sup>, 2021

\*Corresponding Author:

**Endang Juniardi,**

Aquatic Resources Management Study Program, Graduate School of Bogor Agricultural University, Darmaga Bogor Campus of IPB, Indonesia;

Email:

[endang.juniardi8899@gmail.com](mailto:endang.juniardi8899@gmail.com)

**Abstract:** Banten Bay is a developing area that is used by various activities such as fishing ports, industry and hotels. Many activities in the coastal areas of Serang City and Cilegon Regency have a serious impact on the quality of waters and fishery resources along Banten Bay. This study aims to analyze and determine maximum tolerance limit for bandik grouper (*C. boenak*) meat and gills which are safe for consumption by adults and children. The study was conducted at six stations, namely Panjang Island and Pamujaan Besar Island during the period of May, June and July 2019. Measurement of heavy metal content on meat and gills carried out using Atomic Absorption Spectrophotometric (AAS). The content of Pb and Cd in water fluctuates. The metal content of Pb and Cd in the meat and gills of bandik grouper has exceeded the quality standards set by BPOM and FAO/WHO, and is classified as polluted mild to moderate Pb bioconcentration factor values in grouper meat ranged from 6.78-72.00 and Pb bioconcentration in grouper gills 32.86-762.61. The maximum weight of grouper meat that can be tolerated for consumption for adults is 3,5 kg/week and children 1.0 kg/week.

**Keywords:** Bandik grouper, heavy metal, Banten bay

### Pendahuluan

Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki nilai densitas lebih dari 5 gr/m<sup>3</sup> dan tergolong bahan zat pencemar serta berbahaya karena mampu terakumulasi dalam kolom air, mengendap di sedimen dan terpapar oleh organisme akuatik (Harun *et al.*, 2008); Ahyar *et al.*, 2017; Saher dan Siddqui 2019). Adanya logam berat di perairan mencerminkan status kualitas air menurun bagi kelayakan kehidupan organisme akuatik sehingga mengrefleksikan perairan tersebut tercemar (Budhiastuti, *et al.* 2016). Logam berat jika masuk ke dalam tubuh makhluk hidup mengalami biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi.

Penelitian mengenai logam berat khususnya di perairan Teluk Banten telah dilakukan oleh

peneliti-peneliti sebelumnya, antara lain: akumulasi logam berat dan pengaruhnya terhadap spermatogenesis kerang hijau, *perna viridis* (Jalius *et al.*, 2008), penilaian status logam berat dan nutrient air laut serta sedimen dan lamun (Suandana *et al.*, 2011), konsentrasi logam berat pada air dan sedimen di Pulau Panjang (Irnawati *et al.*, 2014), akumulasi logam berat Pb dan Cu pada air, sedimen serta daun dan akar jaringan *Enhalus sp* (Fauziah dan Choesin 2014), dan bioakumulasi Pb pada otot, kulit dan insang Ikan Kakap Putih, *Nemipterus sp* (Hapsari *et al.*, 2017), logam berat Pb dan Hg pada kerang darah di perairan Cengkok Teluk Banten (Dinulislam *et al.*, 2001).

Perairan Teluk Banten terletak di Kabupaten Serang, Provinsi Banten, Indonesia, dengan luas ±150 km<sup>2</sup> dan kedalaman 7-20 m

(Purbani *et al.*, 2010). Teluk Banten merupakan wilayah berkembang dengan salah satu daerah yang menjadi sentral industri antara lain: pelabuhan perikanan Karangantu, perindustrian dan perhotelan (Falah *et al.*, 2020). Banyaknya aktivitas kegiatan kawasan pesisir Kota Serang dan Kabupaten Cilegon memberikan dampak serius terhadap kualitas perairan dan sumberdaya perikanan di sepanjang Teluk Banten (Irnawati *et al.*, 2014). Selain aktivitas industri tersebut adanya buangan limbah domestik dan pertanian baik secara langsung (*Point Source*) maupun tidak langsung (*Nonpoint Source*) turut serta menambah cemaran salah satu logam berat (Pangestu *et al.*, 2017).

Ikan kerapu merupakan salah satu komoditas perikanan unggulan di Provinsi Banten. Berdasarkan statistik perikanan Provinsi Banten tahun 2016, produksi ikan kerapu mencapai 998.5 ton per tahun. Ikan kerapu merupakan ikan demersal yang memiliki aktivitas relatif rendah dan kebiasaan bermigrasi di sekitar tempat asalnya. Ikan kerapu dikenal bersifat *Oceanodromus*, sepanjang siklus hidupnya mendiami daerah terumbu karang (Liu dan Sadovy 2005). Ikan kerapu juga dikenal sebagai bioindikator pencemaran logam berat di perairan karena termasuk ke dalam trofik level (Ali *et al.*, 2020). Mengonsumsi ikan tercemar logam berat Pb dan Cd dalam jumlah besar menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia yaitu kerusakan sistem syaraf dan tulang serta kegagalan fungsi ginjal (Widodo *et al.*, 2008; Istarani dan Pandebesie 2014).

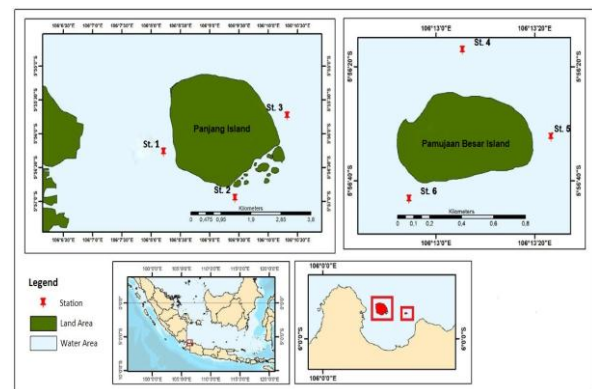
Kajian kandungan logam berat di Teluk Banten pada ikan kerapu Bandik (*Cephalopholis boenak*) belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan Pb dan Cd pada ikan kerapu Bandik (*C. boenak*) di Teluk Banten memberikan informasi yang dapat digunakan untuk evaluasi terhadap degradasi lingkungan perairan.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di tahun 2019, pada bulan Mei hingga Juli yang bertempat di kawasan Pulau Panjang dan Pulau Pamujan Besar Teluk Banten Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Pengambilan sampel pada setiap lokasi

Pulau Panjang (St1, St2, St3) dan Pulau Pamujan Besar (St4, St5, St6) (Gambar 1). Pengambilan sampel daging dan insang ikan kerapu dilaksanakan di Laboratorium Biologi Makro (BIMA), Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Preparasi logam berat Pb dan Cd pada daging serta insang dilakukan di Laboratorium Ternak Perah Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan. Analisis akumulasi logam berat Pb dan Cd dalam daging serta insang dilakukan di Laboratorium Bersama, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Analisis laboratorium keseluruhannya di lakukan ruang lingkup kampus IPB University.



Gambar 1. Peta stasiun pengambilan ikan kerapu di Teluk Banten.

### Protokol pengambilan dan persiapan sampel

Metode penelitian ini dilakukan secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan tingkat kemungkinan dampak logam berat yang tinggi. Kondisi umum perairan Teluk Banten diamati berdasarkan pengukuran beberapa parameter kimia termasuk logam berat. Logam berat Pb dan Cd pada air dan ikan kerapu diukur secara *ex-situ*.

Pengambilan sampel air laut menggunakan alat *van Dorn Water Sampler* yang diturunkan hingga permukaan dasar perairan. Selanjutnya *water sample* dinaikan ke atas kapal, dan air laut yang terkumpul dipindahkan ke dalam botol polietilen kapasitas 500ml kemudian diawetkan dengan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) hingga pH sampel mencapai  $\pm 2$ . Botol berisi sampel air diberi label dan disimpan *cool box* yang berisi es. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada setiap titik pengamatan. Sampel ikan Kerapu Bandik (*C. boenak*) diperoleh

menyesuaikan daerah habitat esensial. Sampel ikan kerapu Bandik (*C. boenak*) diperoleh dengan cara memancing menggunakan stik pancing (*fishing ground*) kemudian disimpan dalam cool box berisi es. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada setiap titik pengamatan. Ikan Kerapu Bandik (*C. boenak*) yang diperoleh di lokasi penelitian dilakukan pengukuran panjang dengan menggunakan mistar merk *Butterfly* dengan skala 30 cm dan bobot ikan ditimbang dengan timbangan analitik. Selanjutnya, dilakukan fillet daging dan pengambilan insang. Kemudian dilakukan destruksi dan di analisis dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrofotometric* (AAS).

## Data Analysis

### BCF (*Bio-Concentration Factor*)

BCF adalah kecenderungan senyawa bahan kimia yang diserap oleh organisme akuatik. Penghitungan nilai BCF, untuk mengetahui tingkat akumulasi logam berat pada organ ikan kerapu Bandik (*C. boenak*) (daging dan insang) yang dibandingkan dengan Pb dan Cd dalam air. Evaluasi organisme akuatik dengan logam berat, dihitung berdasarkan rumus (Hidayah *et al.* 2014).

$$BCF = \frac{C_{biota}}{C_{air}}$$

BCF adalah faktor biokonsentrasi,  $C_{biota}$  adalah konsentrasi logam berat dalam ikan (mg/kg) dan  $C_{air}$  adalah konsentrasi logam berat dalam air (mg/l). Selanjutnya, tingkat akumulasi diklasifikasikan (Hidayah *et al.* 2014).

$BCF < 100$  : Akumulasi Ringan  
 $100 < BCF \leq 1000$  : Akumulasi Sedang  
 $BCF > 1000$  : Akumulasi Tinggi

Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat toksitas logam berat dengan membandingkan kandungan pada daging ikan kerapu dengan rentang nilai baku mutu Badan Pengawas Obat dan Makanan, Republik Indonesia (BPOM RI 2017) dan *Food and Agriculture Organization* (FAO) serta *World Health Organization* (WHO) tahun 2004.

### Batas Maksimum Konsumsi

Batas maksimum konsentrasi yang berasal dari bahan pangan yang terkontaminasi logam berat Pb dan Cd pada ikan kerapu dan boleh dikonsumsi per minggu *Maximum Weekly Intake* (MWI) menggunakan rentang nilai yang diterbitkan oleh pangan internasional WHO dan *joint* FAO/WHO, *Expert Commiittee on Food Additive* (JEFCA). Perhitungan, *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI) berdasarkan ukuran berat badan dewasa dan anak-anak, menggunakan rumus:

$$MWI = \text{Weight}^a \times \text{PTWI}^b$$

MWI merupakan batas maksimum berat daging ikan yang dapat ditolelir untuk dikonsumsi dalam waktu satu minggu sedangkan PTWI merupakan batas maksimum yang dapat dikonsumsi dalam satu minggu, sebagai berikut:

- Rata-rata berat badan orang dewasa Indonesia 50 kg dan anak-anak 15 kg (Cahyani *et al.*, 2016).
- PTWI (angka toleransi batas maksimum per minggu berdasarkan FAO/ WHO 2004), Pb sebesar (25  $\mu\text{kg} = 0,025 \text{ mg/kg}$ ) dan Cd sebesar (7  $\mu\text{kg} = 0,007 \text{ mg/kg}$ ).

Batas maksimum berat ikan kerapu yang dapat ditolelir untuk dikonsumsi dalam waktu satu minggu dihitung menggunakan rumus Turkmen *et al.*, (2008), sebagai berikut:

$$MTI = \frac{MWI}{Ct}$$

Keterangan :

- MTI : Batas maksimum berat daging ikan yang dapat ditolelir untuk dikonsumsi dalam waktu satu minggu.  
MWI : Asupan maksimum perminggu untuk berat badan manusia, yaitu orang dewasa 50 kg dan anak-anak 15 kg (Cahyani *et al.*, 2016).  
Ct : Konsentrasi logam berat yang terukur dalam ikan (mg/kg).

## Hasil dan pembahasan

### Kandungan logam berat pada air

Kandungan Pb dan Cd pada daging dan insang ikan kerapu selama periode Mei hingga Juli 2019 ditunjukkan pada (**Tabel 1**). Hasil pengukuran konsentrasi logam berat Pb dalam air di perairan Teluk Banten berkisar antara  $< 0.002$ -

0.126 mg/l. Nilai rata-rata kandungan logam berat Pb berfluktuasi mulai bulan Mei Pb (0,006±0,003 mg/l), Juni (0,027±0,049 mg/l), dan Juli (0,008±0,005 mg/l). Konsentrasi logam berat Cd dalam air di perairan Teluk Banten berkisar antara (<0.002-0.126 mg/l). Nilai rata-rata logam berat Cd pada bulan Mei (0,005±0,001 mg/l), Juni

(0,009±0,003 mg/l), dan Juli Cd (0,000±0,000 mg/l). Kandungan Pb pada daging ikan kerapu sangat berbahaya. Rata-rata kandungan logam berat Pb sebagian besar melebihi baku mutu yang ditetapkan FAO/WHO (2004), namun masih di bawah baku mutu BPOM (2017).

**Tabel 1.** Konsentrasi logam berat pada air di perairan Teluk Banten

Stasiun Penelitian	Mei		Juni		Juli	
	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)
Pulau Panjang						
St1	<0,002	<0,002	0,004	0,007	<0,002	<0,002
St2	<0,002	<0,002	0,005	0,011	<0,002	<0,002
St3	0,006	<0,002	0,007	0,013	0,004	<0,002
Pulau Pamujaan Besar						
St4	0,003	0,004	0,012	0,009	0,011	<0,002
St5	0,009	0,005	0,009	0,007	<0,002	<0,002
St6	<0,002	0,006	0,126	<0,002	<0,002	<0,002
Rata-Rata	0,006	0,005	0,027	0,009	0,008	0,000
STDEV.s	±0,003	±0,001	±0,049	±0,003	±0,005	±0,000
BM (mg/l)	0,008	0,001	0,008	0,001	0,008	0,001

Keterangan: Pb (Timbal); Cd (Kadmium) dan BM (Baku Mutu); STDEV.s (standar deviasi sampel)

**Kandungan logam berat pada daging ikan kerapu**

Akumulasi logam berat Pb pada daging di kedua lokasi penelitian berkisar (<0.005-0.564 mg/kg), nilai rata-rata ketiga bulan pengamatan, pada bulan Juni, logam berat Pb (0,358±0,087 mg/kg) lebih tinggi dibandingkan bulan Mei

(0,337±0,133 mg/kg). Sementara itu, logam berat Pb pada bulan Juli (St1, St2, St3, St4, St5, dan St6) serta logam berat Cd, di kedua lokasi pada bulan Mei, Juni dan Juli menunjukkan nilai tidak terdeteksi logam berat Pb (<0,005 mg/kg) dan Cd (<0,004 mg/kg) (**Tabel 2**).

**Tabel 2.** Konsentrasi logam berat pada daging di perairan Teluk Banten

Stasiun Penelitian	Mei		Juni		Juli	
	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Pulau Panjang						
St1	0,289	<0,004	0,418	<0,004	<0,005	<0,004
St2	0,270	<0,004	0,433	<0,004	<0,005	<0,004
St3	0,392	<0,004	0,301	<0,004	<0,005	<0,004
Pulau Pamujaan Besar						
St4	0,336	<0,004	0,297	<0,004	<0,005	<0,004
St5	0,564	<0,004	0,454	<0,004	<0,005	<0,004
St6	0,172	<0,004	0,245	<0,004	<0,005	<0,004
Rata-Rata	0,337	0,000	0,358	0,000	0,000	0,000
STDEV.s	±0,133	±0,000	±0,087	±0,000	±0,000	±0,000
FAO/WHO	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
BPOM	0,40	0,30	0,40	0,30	0,40	0,30

**Kandungan logam berat pada insang ikan kerapu**

Akumulasi logam berat Pb pada insang di kedua lokasi penelitian berkisar (<0.005-6.300 mg/kg), nilai rata-rata ketiga bulan pengamatan, pada bulan Mei, logam berat Pb (0,3814 ±1,589 mg/kg) lebih tinggi dibandingkan bulan Juni

(2,225±0,766 mg/kg) dan bulan Juli (0,815±0,000 mg/lg). Sementara itu, logam berat Pb, pada bulan Juli (St1, St2, St3, St4, dan St5) serta logam berat Cd, di kedua lokasi penelitian pada bulan Mei, Juni dan Juli menunjukkan nilai tidak terdeteksi logam berat Pb (<0,005 mg/kg) dan Cd (<0,004 mg/kg) (**Tabel 3**).

**Tabel 3.** Konsentrasi logam berat pada insang di perairan Teluk Banten

Stasiun Penelitian	Mei		Juni		Juli	
	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Pulau Panjang						
St1	2,247	<0,004	2,678	<0,004	<0,005	<0,004
St2	2,216	<0,004	2,494	<0,004	<0,005	<0,004
St3	4,692	<0,004	3,348	<0,004	<0,005	<0,004
Pulau Pamujaan Besar						
St4	6,399	<0,004	2,026	<0,004	<0,005	<0,004
St5	3,898	<0,004	1,411	<0,004	<0,005	<0,004
St6	3430	<0,004	1,393	<0,004	0,815	<0,004
Rata-Rata	3,814	0,000	2,225	0,000	0,815	0,000
STDEV.s	1,589	0,000	0,766	0,000	0,000	0,000
FAO/WHO	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
BPOM	0,40	0,30	0,40	0,30	0,40	0,30

Keterangan: Pb (Timbal); Cd (Kadmium); FAO/WHO (*Food and Agriculture Organization/World Health Organization*) dan BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan).

**Bio Concentration Factor (BCF)**

Hasil perhitungan BCF, logam berat Pb dan Cd pada daging dan insang ikan kerapu yang di tangkap di kedua lokasi penelitian menunjukkan nilai rata-rata tergolong akumulasi ringan (BCF<100) (**Tabel 4**). Namun nilai BCF logam berat Pb, daging dan insang di Pulau Panjang pada

bulan Juli serta logam berat Pb daging di Pulau Pamujaan Besar pada bulan Juli tidak bisa dilakukan perhitungan (ND). Sementara itu, khususnya logam berat Cd pada daging dan insang di kedua lokasi menunjukkan nilai yang sama yaitu tidak bisa dilakukan perhitungan (ND).

**Tabel 4.** Nilai BCF logam berat di perairan Teluk Banten

Lokasi	Bulan	NILAI BCF			
		Pb		Cd	
		Daging	Insang	Daging	Insang
Pulau Panjang	Mei	52,83	508,61	ND	ND
	Juni	72,00	532,50	ND	ND
	Juli	ND	ND	ND	ND
Pulau Pamujaan Besar	Mei	59,56	762,61	ND	ND
	Juni	6,78	32,86	ND	ND
	Juli	ND	74,09	ND	ND

Keterangan: Pb (Timbal); Cd (Kadmium) dan (ND) tidak bisa dilakukan perhitungan

### Maximum Tolerable Intake (MTI) Ikan Kerapu

MTI merupakan batas maksimum daging ikan yang dapat ditolerir oleh manusia jika dikonsumsi dalam waktu satu minggu. Hasil analisis MTI logam berat Pb dan Cd pada daging

ikan diperoleh nilai terendah pada Juli, Juni dan Mei masing-masing yaitu <0,0 <3,5 kg <3,7 kg berdasarkan bobot orang dewasa (50 kg) sedangkan <,00 <1,0 kg <1,1 kg berdasarkan bobot anak-anak (15 kg) (**Tabel 5**).

**Tabel 5.** Batas maksimum daging ikan dikonsumsi manusia

Parameter	Dewasa (50 kg)			Anak-anak (15 kg)		
	Mei	Juni	Juli	Mei	Juni	Juli
MWI	0,3	0,6	1,5	0,1	0,2	0,5
Pb	3,7	3,5	<0.005	1,1	1,0	ND
Cd	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004

Keterangan: Pb (Timbal); Cd (Kadmium); ND tidak bisa dilakukan perhitungan

### Kandungan logam berat pada air

Keberadaan logam berat didalam air, dan akumulasi pada organ ikan kerapu berinteraksi dengan berbagai macam faktor-faktor kualitas air. Hal ini sesuai pernyataan Menurut Wulandari *et al.*, (2009) menyatakan bahwa faktor lingkungan memberikan kontribusi bagi keberadaan kandungan logam berat di perairan.

Nilai rata-rata logam berat Pb pada air di Pulau Pamujan besar lebih tinggi dibandingkan Pulau Panjang. Hal ini berdasarkan posisi St4, St5 dan St6 yang dipengaruhi secara langsung muara sungai Ciujung dan Ciruas menyumbang limbah cair yang berasal dari pemukiman, perkotaan, pertanian dan perikanan budidaya yang masuk kebadan sungai tanpa proses teregulasi (Salim, 2002; Pamungkas, 2016; Iswanto, 2016). Kenaikan signifikan terjadi konsentrasi logam berat Pb air pada St6 memperlihatkan sifat logam Pb air yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap didasar perairan (Azizah *et al.*, 2018). Sementara itu, St1, St2 dan St3 disebabkan proses limbah cair melalui instalasi industri (baja, karbon hitam, petrokimia) dan perairan mengalami proses pengendapan, absorpsi dan dispersi diperairan (Salminen *et al.*, 2006; Istarani dan Pandebesie 2014).

Logam berat Cd pada air menunjukkan keadaan terbalik dengan logam Pb pada air, hal ini dikarenakan limbah cair yang terdegradasi melalui saluran pembuangan dari proses IPAL (Instalasi Pengolahan Limbah) yang berkerja kurang optimal terindikasikan masih mengandung logam

berat yang tinggi (Komarawidjaja, 2016). Selain itu, akibat limpasan limbah cair yang berasal dari berbagai aktivitas manusia yang berada disekitaran badan sungai menyebabkan terakumulasi dengan mudah dalam sedimen maupun organisme akuatik (Ambarwati dan Bahri 2018).

Hal ini menjadi dasar konstituensi sumber kontaminasi logam berat akibat dari pencemaran udara, tanah dan air (Doabi *et al.*, 2017; Amoakwah *et al.*, 2020). Keadaan tersebut dibuktikan hasil penelitian yang diperoleh Irnawati *et al.*, (2014) bahwa kegiatan industri dan operasional kapal di kawasan pesisir Teluk Banten memberikan dampak negatif terhadap kualitas air.

### Kandungan logam berat pada ikan kerapu

Tingginya kandungan logam berat di insang dibandingkan daging diduga karena adanya akumulasi logam berat akibat tingginya konsentrasi logam berat pada air dan sedimen serta karakteristik iklim diketiga bulan pengamatan. Tingkat akumulasi ikan terhadap logam berat insang ikan dihitung dengan cara rata-rata nilai kandungan logam berat pada insang dibagi dengan rata-rata konsentrasi logam berat pada air. Tingkat akumulasi ikan terhadap logam berat Pb insang dikategorikan akumulasi ringan ( $BCF < 100$ ) hingga sedang ( $100 < BCF \leq 1000$ ) sedangkan Pb daging digolongkan akumulasi ringan ( $BCF < 100$ ) (**Tabel 4**). Nilai tersebut menjelaskan proses difusi dan penyerapan terjadi secara spontanitas pada ikan (Syauqiah *et al.*,

2011; Bazzi, 2014). Hal ini sesuai pernyataan Menurut Paundanan *et al.*, (2020) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat secara berurutan di mulai dari limpa <hati <insang <daging. Sementara itu, logam berat Cd daging dan Cd insang menunjukkan nilai tidak terdeteksi. Menurut Amelia *et al.*, (2019) logam berat Cd tidak bisa ditentukan karena kadar logam dalam konsentrasi medium air rendah.

Ikan merupakan bioindikator perairan karena logam berat secara langsung terakumulasi dalam ikan. Konsumsi ikan kerapu yang mengandung logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia. Dampak yang akan terjadi kerusakan ginjal, hati tulang, kehilangan pendengaran dan penglihatan (Sulistiono, 2018). Batas maksimum daging yang mengandung logam Pb untuk orang dewasa yaitu 3,5 kg/minggu sedangkan anak-anak yaitu 1.0 kg/minggu sedangkan Cd, tidak terhitung. Nilai tersebut berdasarkan *Food Safety Level* merujuk pada FAO/WHO (2004); BPOM (2017) dikategorikan jumlah ikan yang dikonsumsi dalam satu minggu masih dapat mentolerir.

## Kesimpulan

Kandungan Pb dan Cd dalam air berfluktuasi dari rendah atau memenuhi baku mutu hingga melebihi baku mutu. Kandungan logam Pb dan Cd dalam daging dan insang ikan kerapu bandik telah melampaui baku mutu yang ditetapkan oleh BPOM maupun FAO/WHO, dan tergolong tercemar ringan sampai sedang. Nilai faktor biokonsentrasi Pb dalam daging kerapu berkisar 6,78-72,00 dan biokonsentrasi Pb dalam insang ikan kerapu 32,86-762,61, sedangkan faktor biokonsentrasi Cd pada daging dan insang ikan kerapu tidak terdeteksi. Batas maksimum berat daging ikan kerapu yang dapat ditolelir untuk dikonsumsi untuk orang dewasa adalah 3,5 kg/minggu dan anak-anak 1,0 kg/minggu.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terlaksana dengan baik berkat adanya bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Sulistiono, M.Sc dan Bapak Dr. Ir. Sigid Hariyadi, M.Sc, selaku komisi pembimbing dan Bapak Dr. Ir. Mohammad Mukhlis Kamal,

M.Sc selaku Ketua Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan (SDP) yang telah banyak memberikan saran dan motivasi. Penulis persembahkan kepada ayahanda H. Edi S.Pd.SD dan ibunda Hj. Atikah S.Pd.SD serta Bapak Mayor Inf. Ruiyat dan Ibu Nurhayati sebagai mertua tercinta. Khususnya, istri tercinta Suci Apriliyati Ruiyat, M.Pd yang telah banyak memberikan doa dan kasih sayang.

## References

- Ahyar, Dietrieck G.B., & Wardiatno, Y. (2017). Sebaran dan bioakumulasi logam berat Pb dan Cd pada bivalvia *anadara nodifera*, *meretrix lyrata* dan *solen lamarckii* di perairan pesisir Selat Madura bagian barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(2):631–643.doi:10.29244/jitkt.v9i2.19297.
- Ali, D., Almarzoug, M.H.A., Ali, H.A., Samdani, M.S, Hussain, S.A., & Manohrdas, S. (2020). Fish as bio indicators to determine the effects of pollution in river by using the micronucleus and alkaline single cell gel electrophoresis assay. *Journal of King Saud University Science*. 32:2880–2885. doi:10.1016/j.jksus.2020.07. 012.
- Ambarwati, Y. & Bahri, S. (2018). Fitoremediasi limbah logam berat dengan tumbuhan akar wangi (*vetiveria zizanioides L*). *Analytical and Environmental Chemistry*. E-ISSN 2540-8267. 3(2):139–147. doi:10.23960/aec.v3.i2.2018.p139-147.
- Amelia, F., Ismarti, Ramses & Rozirwan (2019). Biokonsentrasi faktor logam berat pada kerang dari perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*. 4(2):152–163. doi:10.30870/educhemia.v4i2.5529.
- Amoakwah, E., Ahsan, S., Rahman, M.A., Asamoah, E., Asamoah, D.K, Ali. M. & Islam, K.R. (2020). Assessment of Heavy Metal Pollution of Soil-watervegetative Ecosystems Associated with Artisanal Gold Mining. *Jurnal Soil. Sediment*. 1-16. doi:10.1080/15320383.2020.177 7936.

- Azizah, R., Malu, R., Susanto, A.B., Santosa, G.W., Hartati. R., Irwani, & Suryono (2018). Kandungan timbal pada air, sedimen, dan rumput laut *Sargassum* sp. di Perairan Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(2):155–166. doi:10.14710/jkt.v21i2.3010.
- Badan Pengawas Obat Dan Makanan [BPOM]. (2017). Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan. Jakarta (ID). Kep. No 23/BPOM/I2017.
- Bazzi, A.O. (2014). Heavy metals in seawater, sediments and marine organisms in the Gulf of Chabahar, Oman Sea. *Journal of Oceanography and Marine Science*. 5(3):20-29. doi.10.5897/joms 2014. 0110.
- Budiastuti. P., Raharjo, M., & Dewanti, N.A.Y. (2016). Analisis pencemaran logam berat timbal di badan sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(5):119–124. ISSN: 2356-3346.
- Cahyani, N., Batu, D.T.F., & Sulistiono (2016). Kandungan logam berat Pb, Hg, Cd dan Cu pada daging ikan Rejung (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19 (3): 267–276. doi:10.17844/jphpi.2016.19.3.267.
- Doabi, S.A., Afyuni, M. & Karami, M. (2017). Multivariate statistical analysis of heavy metals contamination in atmospheric dust of Kermanshah Province, Western Iran, during the spring and summer 2013. *Journal of Geochemical Exploration*. 180:61–70. doi:10.1016/j.gexplo.2017.06.007.
- Falah, F., Suryono, C.A., & Riniatsih, I. (2020). Logam berat (Pb) pada lamun *Enhalus acoroides* (Linnaeus F.) Royle 1839 (Magnoliopsida: *Hydrocharitaceae*) di Pulau Panjang dan Pulau Lima Teluk Banten. *Journal of Marine Research*. 9(2):193–200. Doi: 10.14710/jmr.v9i2.27440.
- FAO/WHO [Food and Agriculture Organization/World Health Organization]. (2004). *Summary of Evaluations Ferformed by the Jint FAO/WHO Expert Committee of Food Additives* (JECFA 1956-2003). United State (US): International Life Sciences Institute Press.
- Hapsari, L.P., Riani, E., & Winarto, A. (2017). Bioaccumulation of lead (Pb) in muscle, skin, and gills of threadfin bream (*Nemipterus* sp.) in Banten Bay, Indonesia. *Journal AACL Bioflux*. 10(1): 123–129.
- Hidayah, A.M., Purwanto & Soeprobowati, T.R. (2014). Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di karamba Danau Rawa Pening. *Jurnal Biologi Makassar*. 16(1):1–9. Doi:10.14710/bioma.16.1.1-9
- Irnowati, R., Susanto, A., Mustahal & Syabana, M.A. (2014). Heavy Metals Concentration in water and sediment at Panjang Island, Serang Regency, Banten Province, Indonesia. *J. AES Bioflux*. 6(3):1–5. <https://www.researchgate.net/publication/273443155>.
- Istarani, F., & Pandebesie, E.S. (2014). Studi dampak arsen (As) dan kadmium (Cd) terhadap penurunan kualitas lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*. 3(1): 2337–3539. Doi: 10.12962/j23373539.v3i1.5684.
- Iswanto., Sudarmadji., Wahyuni, E.T., & Sutomo, A.H. (2016). Timbulan sampah B3 rumah tangga dan potensi dampak kesehatan lingkungan di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23(2):179–188. doi:org/10.22146/jml.18789.
- Jalius., Setiyanto, D.D., Sumantadinata, K., Riani, E., & Ernawati, Y. (2008). Bioakumulasi logam berat dan pengaruhnya terhadap oogenesis Kerang Hijau (*Perna viridis*).



- Jurnal Riset Akuakultur*. 3(1):43–52.  
doi.org/10.15578/jra.3.1.2008.43-52
- Komarawidjaja, W. (2016). Sebaran limbah cair industri tekstil dan dampaknya di beberapa Desa Kecamatan Rancaekek Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 17(2):118–125.  
doi.org/10.29122/jtl.v17i2.1045
- Liu, M. & sadoy, Y. (2005). Habitat association and social structure of the chocolate hind, *Cephalopholis boenak* (Pisces: *Serranidae: Epinephelinae*), at Ping Chau Island, Northeastern Hong Kong waters. *Journal ENVIRON. BIOL. FISHES*. (74):9–18.  
doi:10.1007/s10641-005-2258-9.
- Mentri Lingkungan Hidup (2004). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tentang Baku mutu air laut untuk biota laut. Jakarta (ID): Kep. No. 51/MENLH/I/ 2004.
- Pamungkas, M.T.O.A. (2016). Studi pencemaran limbah cair dengan parameter BOD<sub>5</sub> dan pH di pasar ikan tradisional dan pasar modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(2):166–175. ISSN: 2356-3346.
- Pangestu, R., Riani, E., & Effendi, H. (2017). Estimasi beban pencemaran *point source* dan limbah domestik di sungai kalibaru timur Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7(3): 219–226. Doi: 10.19081/jpsl.2017.7.3.%p.
- Paundanan, M., Fajrah, S., & Rikwan (2020). Kandungan logam berat (Hg, Pb) dan histopatologi (insang, daging, hati, limpa) ikan selar tetengkek (*Megalaspis cordyla* L) di Teluk Palu. *Environmental Sustainability Journal*. 1(1):1–12.
- Saher, N.U., & Siddiqui, A.S. (2019). Occurrence of heavy metals in sediment and their bioaccumulation in sentinel crab (*Macrophthalmus depressus*) from highly impacted coastal zone. *Journal Chemosphere*. 221:89–98.  
doi:10.1016/j.chemosphere.2019.01.008.
- Salim, H. (2002). Beban pencemaran limbah domestik dan pertanian di DAS Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(2):107–111. doi.org/10.29122/jtl.v3i2.243
- Sulistiono., Irawati, Y., & Batu, D.T.F.L. (2018). Kandungan logam berat pada ikan beloso (*Glossogobius giuris*) di perairan segara anakan bagian timur, Cilacap, Jawa Tengah, Indonesia. *Jurnal Pengolahan Hasil Pperikanan Indonesia*. 21(3):7–10. Doi: 10.17844/jphpi.v21i3.24712.
- Syauqiah, I., Amalia, M. & Kartini, H.A. (2011). Analisis variasi waktu dan kecepatan pengaduk pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang aktif. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik*. 12(1):11–20.  
doi.org/10.20527/infotek.v12i1.1773.g1545.
- Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Ates, A. & Gokkus, K. (2008). Determination of metal contaminations in sea foods form Marmara, Agean and Mediterranean seas: Twelve fish species. *Journal Food Chemistry*. 108:794–800. doi:10.1016/j.foodchem.2007.11.025.
- Widodo (2008). Pencemaran air raksa (Hg) sebagai dampak pengolahan bijih emas di Sungai Ciliunggunung, Waluran, Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Geologi Indonesia*. 3(3):139–149. doi.10.17014/ijog.3.3.139-149.
- Wulandari, S.Y., Yulianto, B., Santosa, G.W. & Suwartimah, K. (2009). Kandungan logam berat Hg dan Cd dalam air, sedimen dan kerang darah (*Anadara granossa*) dengan menggunakan metode analisis pengaktifan neutron (APN). *Indonesia Journal of Marine Sciences*. 14(3):170–175.  
doi:10.14710/ik.ijms.14.3.170-175