

## Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Bandengan Kendal serta Analisis Batas Aman Konsumsi

Nadaa Salsabiila Nuri\*, Adi Santoso, Ita Widowati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
\*Corresponding author, e-mail: nadaasalsa00@gmail.com

**ABSTRAK:** Perairan Bandengan Kendal termasuk dalam kawasan pantai utara di Laut Jawa. Perairan Bandengan Kendal di kelilingi oleh berbagai industri, dan juga terdapat Pelabuhan Perikanan, serta pemukiman warga. Hal ini dapat berpotensi adanya pencemaran laut. Perkembangan industri tersebut akan berdampak negatif bagi lingkungan laut termasuk organisme yang hidup di dalamnya seperti Kerang Bulu. Kerang Bulu menjadi komoditas penunjang ekonomi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan timbal yang terkandung dalam air, sedimen dan jaringan lunak kerang bulu. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret - April 2022 dan penelitian ini menggunakan analisis dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Hasil analisis kandungan timbal dalam kerang bulu pada bulan Maret – April 2022 berkisar antara 0,840 – 4,093 mg/kg, dalam air berkisar 0,134-0,47 mg/l dan dalam sedimen berkisar 5,251–12,303 mg/kg. Berdasarkan baku mutu yang ditetapkan oleh PP No 22 tahun 2021 kandungan timbal dalam air yaitu 0,008 mg/l., kandungan logam berat timbal di air dari perairan Bandengan Kendal sudah melebihi baku mutu. Berdasarkan ANZECC/ARMCANZ baku mutu logam berat timbal dalam sedimen yaitu 50 mg/kg, kandungan logam berat timbal dalam sedimen di Perairan Bandengan Kendal, Kabupaten Kendal masih di bawah baku mutu. Sedangkan, baku mutu logam berat timbal dalam kerang bulu menurut SNI 7387:2009 yaitu 1,5 mg/kg. Kandungan logam berat timbal dalam kerang bulu sudah melebihi batas baku mutu. Faktor konsentrasi logam berat dari sedimen ke air berkisar 19,463–42,440. Faktor biokonsentrasi (BCF) dari kerang bulu ke air berkisar antara 5,021–11,932 dan BCF dari kerang bulu ke sedimen berkisar antara 0,159–0,404.

**Kata kunci:** Logam Berat; Timbal; Pencemaran; Akumulasi; *Anadara antiquata*

### ***Accumulation of Heavy Metal Lead (Pb) in Antique Ark (*Anadara antiquata*) in Bandengan Kendal Waters and Analysis of Maximum Tolerable Intake***

**ABSTRACT:** Bandengan Kendal waters are in the northern coastal area of the Java Sea. Industries, Bandengan Kendal Port, and settlements surrounding the waters potentially polute with heavy metal such as the lead. The industry development may harm the marine environment, such as for the Antique Ark (*Anadara antiquata*). *A. antiquata* is one of the commodities which can support the community's economy. This study aimed to measure the lead contents in the water, sediment, and the soft tissue of *A. antiquata*. The research did from March - April 2022, and it used the AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) analysis method. The results showed that the lead contents in water, sediment, and soft tissue were 0.134-0.470 mg/l, 5.251-12.303 mg/l, and 0.840-4.093 mg/kg, respectively. Based on the Quality Standards set by the Regulations of Government of Republic Indonesia no 22 in 2021 is 0.008 mg/l, the lead content in water from Bandengan Kendal waters had exceeded the quality standard. Based on ANZECC/ARMCANZ the standard quality of lead in sediments is 50 mg/kg, and the lead content in sediment in Bandengan Kendal waters was still below the quality standard. Meanwhile, the quality standard for lead in soft tissue according to SNI 7387:2009 is 1.5 mg/kg. The lead content in *A. antiquata* soft tissue had exceeded the quality standard limit. The concentration factor of heavy metals from sediment to water ranged from 19.463 –42.440. The bioconcentration factor (BCF) from the clam to water ranged from 5.021–11.932, and BCF from the clam to sediment ranged from 0.159–0.404.

**Keywords:** Heavy Metals, Lead, Pollution, Accumulation, *Anadara antiquata*.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dimana wilayah pesisir merupakan daerah perikanan yang sangat penting karena berpotensi untuk perikanan budidaya dan tangkap dan juga dapat menjadi nilai tambah untuk ekonomi Indonesia. Pencemaran laut di Indonesia berasal dari bahan pencemar logam berat akibat dari aktivitas manusia seperti kegiatan industri, transportasi, pertambangan dan pertanian yang dibuang ke sungai dan berakhir ke laut sehingga menurunkan kualitas lingkungan perairan yang menyebabkan kandungan logam berat yang tinggi pada hasil perikanan. Kandungan logam berat akan terakumulasi pada biota dan dapat mengubah sistem rantai makanan di laut (Nurhayati dan Putri, 2019). Limbah industri logam juga dapat menyebabkan pencemaran laut dan biotanya salah satunya kerang. Logam berat dikatakan polutan atau pencemar yang sangat toksik karena sulit terdegradasi, mudah terlarut di dalam air, terendap di dalam sedimen dan dapat terakumulasi dalam tubuh biota perairan. Menurut Auliyah *et al.* (2018), kerang merupakan organisme yang bersifat menetap pada suatu substrat di perairan dan mencari makannya dengan cara menyaring makanan yang berada di perairan dengan menggunakan insang. Karena itu jenis kerang merupakan indikator yang sangat baik untuk memonitoring suatu pencemaran lingkungan.

Kerang Bulu merupakan makanan penting sebagai sumber protein. Selain itu kerang bulu juga mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi meliputi protein, asam amino, asam lemak, vitamin dan mineral (Fitri *et al.*, 2018). Menurut Fibrianti dan Azizah (2015), apabila kerang yang terakumulasi logam berat dikonsumsi oleh manusia, maka logam berat tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh manusia dan logam berat yang telah melebihi ambang batas yang ditetapkan dapat membahayakan kehidupan manusia. Logam Timbal (Pb) dapat berdampak pada sistem syaraf serta pencernaan yang tentunya akan merusak kesehatan manusia, selain itu keracunan Pb dapat menyebabkan gangguan sistem pencernaan seperti, mual, muntah dan nafsu makan menurun.

Perairan Bandengan Kendal masih digunakan untuk penangkapan ikan dan juga jenis kerang lainnya, selain itu terdapat beberapa TPI di perairan Bandengan Kendal, salah satunya TPI Bandengan yang dekat dengan lokasi penelitian. Tujuan khusus yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb) pada perairan, sedimen dan kerang bulu, serta nilai batas aman konsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi suatu perairan Bandengan Kendal yang terakumulasi logam berat timbal (Pb) dengan organisme kerang bulu sebagai biomonitoring suatu perairan.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan pada penelitian adalah sampel air laut, sedimen dan kerang bulu (*A. antiquata*) yang diambil di perairan Bandengan Kendal, Kabupaten Kendal. Terdapat dua tahapan pada penelitian ini, yaitu pengambilan sampel di perairan dan penelitian di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan dengan dua kali pengulangan yaitu pada tanggal 23 Maret 2022 dan 20 April 2022. Metode penentuan lokasi sampling dapat dilakukan dengan menggunakan metode *sampling purposive method*. Menurut Sari *et al.* (2016), *purposive sampling* merupakan metode pengambilan sampel yang digunakan untuk mendapatkan data sesuai tujuan dengan cara melakukan pengambilan sampel sesuai dengan titik lokasi sampling yang sudah dipertimbangkan oleh peneliti (Sugiyono, 2010). Penelitian ini memiliki tiga (3) stasiun dengan satu (1) titik sebagai bentuk pengulangannya (Gambar 1). Pengukuran parameter fisika dan kimia seperti pengukuran suhu, salinitas, arus, kadar DO, kecerahan, dan pH dilakukan di perairan secara langsung. Pengukuran kualitas perairan dilakukan sebanyak tiga (3) kali pengulangan di setiap titik.

Preparasi sampel kerang bulu (*A. antiquata*) dilakukan di Laboratorium Basah, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro dan analisis kadar logam berat timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Tujuan dari penelitian laboratorium ini untuk menganalisis kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air, sedimen dan jaringan lunak kerang bulu (*Anadara antiquata*) yang berasal dari perairan Bandengan Kendal dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).

Menurut Suryani *et al.* (2018), penghitungan nilai Faktor Konsentrasi (FK) bertujuan untuk

mengetahui kemampuan akumulasi logam berat pada sedimen dibandingkan dengan pada kolom air laut. Penentuan nilai FK diperoleh dengan rumus dari Siregar dan Edward (2010):

$$FK = \frac{[\text{Logam berat}] \text{ sedimen}}{[\text{Logam Berat}] \text{ air}}$$

Penghitungan nilai BCF, digunakan untuk mengetahui tingkat akumulasi logam berat pada daging kerang bulu (*A. antiquata*) (Juniardi *et al.*, 2021). Menurut Potipat *et al.* (2015), perhitungan faktor biokonsentrasi dapat dilakukan menggunakan rumus berikut :

$$BCF (B - A) = \frac{C_{biota}}{C_{media \text{ air}}} \quad BCF (B - S) = \frac{C_{biota}}{C_{media \text{ sedimen}}}$$

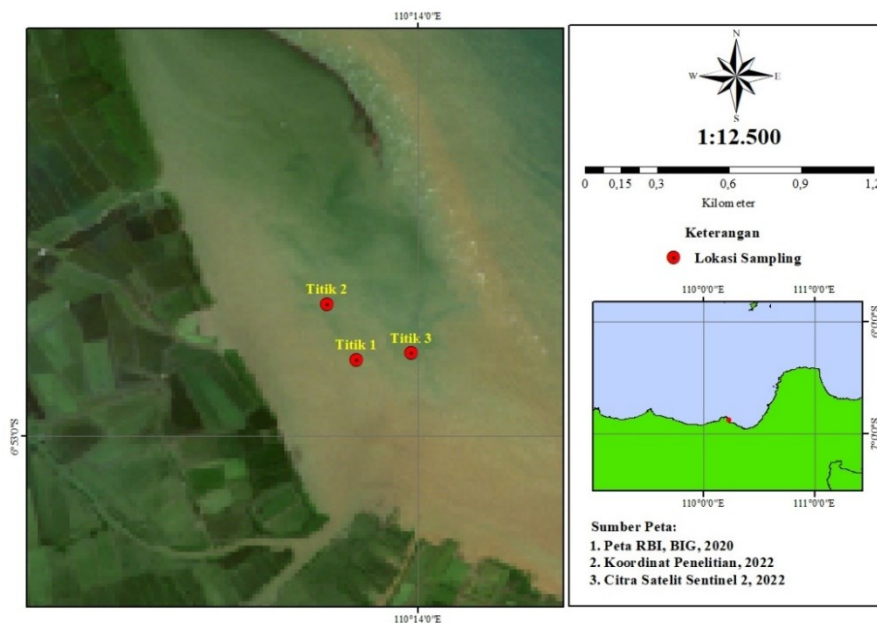
Keterangan :  $C_{biota}$  = konsentrasi logam berat dalam biota (kerang);  $C_{media \text{ air}}$  = konsentrasi logam berat dalam air;  $C_{media \text{ sedimen}}$  = konsentrasi logam berat dalam sedimen.

Skala BCF terdiri dari 3 golongan, yaitu : jika nilai BCF lebih dari 1000 maka tergolong sebagai akumulatif tinggi, jika nilai lebih dari 100 dan kurang dari 1000 maka tergolong sebagai akumulasi sedang, dan jika nilai akumulasi lebih kecil dari 100 maka tergolong akumulasi ringan (Hidayah *et al.*, 2021).

Batas aman konsumsi kerang bulu (*Anadara antiquata*) dapat diperoleh dengan perhitungan MWI (*Maximum Weekly Intake*). Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui batas maksimal logam berat dalam kerang bulu (*Anadara antiquata*) yang dapat dikonsumsi dalam seminggu. Perhitungan MWI ini diharuskan untuk memperhatikan batas toleransi yang ditentukan oleh *Joint/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA). Menurut Cahyani *et al.* (2016), perhitungan MWI dilakukan dengan rumus :

$$MWI \text{ (gr): } \text{Berat Badan} * a * PTWI * b$$

Keterangan: Berdasarkan dari asumsi perkiraan berat badan anak-anak rata-rata 15 kg dan berat badan orang dewasa rata-rata 60 kg tiap minggu (Mirawati *et al.*, 2016 dan Cahyani *et al.*, 2016). PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) atau angka toleransi batas maksimum per minggu.



**Gambar 1.** Titik Sampling Lokasi Penelitian

Penentuan batas aman konsumsi dilakukan mengacu pada nilai PTWI sehingga diperoleh batas aman kerang hijau yang boleh dikonsumsi. Setelah mendapatkan nilai *Maximum Weekly Intake* dan didapatkan nilai konsentrasi logam berat maka dilakukan perhitungan *Maximum Tolerable Intake* (MTI). Menurut Cahyani *et al.* (2016), nilai MWI dan nilai kadar logam berat didapatkan, maka dilakukan perhitungan nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan: MWI= *Maximum Weekly Intake* (mg) untuk berat badan orang dewasa 60 kg dan anak-anak 15 kg; Ct= Konsentrasi logam berat yang ditemukan di dalam jaringan lunak kerang (mg/kg).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Kendal merupakan wilayah yang memiliki kondisi dilihat dari segi geografis sangat lengkap, pantai, dataran rendah, dataran tinggi, dan pegunungan ada di wilayah ini. Berdasarkan kondisi topografis tersebut, Kabupaten Kendal memiliki potensi luar biasa dalam pemanfaatan sumber daya alam. Bidang perikanan di Kabupaten Kendal menjadi potensi untuk penyumbang pendapatan daerah Kabupaten Kendal. Perairan Bandengan Kendal berada di Laut Jawa, dan berada di perairan pantai utara. Perairan Bandengan Kendal masih banyak dimanfaatkan untuk penangkapan ikan dan sejenisnya selain itu mayoritas masyarakat sekitar bekerja sebagai nelayan dan menjual hasil penangkapan ikan di TPI Bandengan Kendal terdekat. Kondisi di sekitar perairan Bandengan Kendal terdapat sampah selain itu warna air di perairan Bandengan Kendal berwarna coklat, karena dekat dengan muara. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Sriyanto dan Sanjoto (2018), sebagian besar tanah di wilayah tersebut adalah liat/lempung sehingga porositasnya sangat rendah yang menyebabkan daya serap tanah terhadap aliran permukaan menjadi lebih kecil dibanding jenis tanah lainnya. Perairan Bandengan Kendal dengan dasar perairan lempung berpasir sangat sesuai untuk habitat Ikan demersal dan habitat kerang. Kondisi Perairan Bandengan Kendal dapat mengalami penurunan kualitas perairan dikarenakan banyaknya limbah rumah tangga dan limbah dari industri salah satunya penggunaan timbal sebagai zat tambahan pada bahan bakar dan pigmen timbal pada cat yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar Pb di lingkungan (Arisandy *et al.*, 2012). Hal ini tentunya akan membahayakan biota di perairan Bandengan Kendal.

Hasil analisis kandungan timbal pada air, sedimen dan kerang bulu disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis logam berat timbal (Pb) dalam air di perairan Bandengan Kendal memiliki nilai berkisar 0,134 – 0,47 ppm. Nilai kadar logam berat timbal dalam air pada perairan Bandengan Kendal ini dapat dikatakan sudah di atas baku mutu. Kandungan logam berat timbal tertinggi pada Stasiun 1 pada pengambilan sampel Bulan Maret 2022, yaitu mencapai 0,47 ppm. Nilai ini menunjukkan bahwa kandungan logam berat timbal di setiap stasiun penelitian sudah di atas baku mutu yang telah ditetapkan dalam PP No 22 tahun 2021 dimana batas maksimum konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada air adalah 0,008 ppm. Menurut Amin *et al.* (2011), konsentrasi logam berat dalam perairan bergantung pada aktivitas manusia baik di daratan atau di pantai.

**Tabel 1.** Kandungan Timbal pada Kerang Bulu (*A. antiquata*), air dan sedimen

Sampel	Mar-22			Apr-22			Baku Mutu
	Stasiun			Stasiun			
	1	2	3	1	2	3	
Air (mg/l)	0,47	0,343	0,397	0,134	0,137	0,234	0,008
Sedimen (mg/kg)	12,303	10,121	7,727	5,687	5,251	5,866	50
Kerang Bulu (mg/kg)	3,367	4,093	2,478	1,304	0,84	1,175	1,5

Keterangan ; a) : Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387: 2009; b) : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021; c) : Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) : 2000.

Hasil analisis logam berat timbal (Pb) dalam sedimen di perairan Bandengan Kendal memiliki nilai berkisar 5,251–12,303 ppm. Baku mutu logam berat timbal pada sedimen menurut ANZECC/ARMCANZ (2000), yaitu 50 mg/kg. Nilai kadar logam berat timbal dalam sedimen pada perairan Bandengan Kendal dapat dikatakan masih di bawah baku mutu. Hasil analisis logam berat timbal (Pb) dalam kerang bulu di perairan Bandengan Kendal memiliki nilai berkisar 0,840 – 4,093 ppm. Baku mutu logam berat timbal pada kerang bulu menurut SNI 7387:2009, yaitu 1,5 mg/kg. Nilai kadar logam berat timbal dalam kerang bulu pada perairan Bandengan Kendal dapat dikatakan sudah melewati baku mutu. Adapun penurunan hasil konsentrasi logam berat dapat terjadi karena beberapa faktor lingkungan.

Pencemaran suatu perairan dapat diketahui melalui kondisi fisik dan kimia dari suatu perairan. Parameter lingkungan juga berperan sangat penting bagi biota laut, terutama bagi kehidupan kerang bulu (*Anadara antiquata*), selain itu parameter lingkungan juga mempengaruhi distribusi logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan kerang bulu. Pengukuran parameter lingkungan perairan yang dilakukan meliputi suhu, oksigen terlarut, salinitas, pH, arus dan kecerahan. Kadar Pb pada air dipengaruhi oleh suhu dan pH, pada suhu yang tinggi senyawa logam berat akan larut dalam air dan pada pH rendah kelarutan logam berat akan lebih tinggi sehingga akan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Sukoasih *et al.* (2016), bahwa peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, hal ini terjadi karena meningkatnya laju metabolisme dari organisme air. Budiastuti *et al.* (2016), mengatakan bahwa suhu juga berpengaruh pada toksisitas logam berat terhadap biota. Peningkatan suhu dapat meningkatkan toksisitas logam berat di perairan. Kenaikan pH akan menurunkan kelarutan logam berat dalam air karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air sehingga akan mengendap dan terakumulasi dalam sedimen.

Salinitas juga menjadi faktor yang mempengaruhi nilai konsentrasi logam berat Pb pada air dan sedimen. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Budiastuti *et al.* (2016), bahwa salinitas dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan, bila terjadi penurunan salinitas karena adanya proses desalinasi maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar. Nilai kandungan oksigen terlarut di Perairan Bandengan Kendal berada di atas ambang batas baku mutu yang ditetapkan yaitu >5 mg/l. Handayani *et al.* (2020) mengatakan bahwa kandungan oksigen terlarut di perairan laut yang tercemar ringan di lapisan permukaan adalah 5 mg/l. Wardani *et al.* (2014) mengatakan bahwa peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan daya larut oksigen terlarut dan juga akan menaikkan daya racun bahan-bahan tertentu. Arus merupakan salah satu faktor penyebaran logam berat timbal (Pb) di air dan sedimen. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Garvano *et al.* (2017) bahwa Arus merupakan penggerak awal dari pergerakan logam berat (Pb) dan sedimen di perairan. Keberadaan logam berat Pb yang terlarut di air laut, sedimen, maupun kerang sangat berbahaya, sebab logam ini bisa masuk rantai makanan. Jika sudah masuk dalam tubuh ikan konsumsi, logam berat bisa berpindah ke manusia.

## Faktor Konsentrasi

Nilai faktor konsentrasi didapatkan dari hasil perbandingan logam berat timbal (Pb) pada sedimen dengan air (Tabel 2). Menurut Siregar dan Edward (2010), menyatakan bahwa perbandingan antara kadar logam berat pada sedimen dan dalam air dinyatakan dengan Faktor Konsentrasi (FK). Angka Rasio ini menggambarkan kemampuan akumulasi logam berat dalam sedimen yang dibandingkan dengan pada kolom air laut. Faktor Konsentrasi juga memberikan informasi berapa kali lipat konsentrasi logam berat dalam badan air yang terendap dan terakumulasi pada sedimen. Hasil nilai faktor konsentrasi. Hasil nilai faktor konsentrasi logam berat timbal (Pb) dari sedimen ke air dari Perairan Bandengan Kendal, Kabupaten Kendal, pada bulan Maret 2022 berkisar antara 19,463 – 29,507, sedangkan pada bulan April 2022 berkisar antara 25,068 – 42,440.

Faktor konsentrasi logam berat pada sedimen perairan Bandengan Kendal menggambarkan bagaimana akumulasi logam terjadi menurut waktu pada ekosistem perairan pantai, yang tentunya bersumber dari kegiatan di wilayah pesisir daratan (*landward activity*) dan atau berasal dari kegiatan di laut (*seaward activity*). Angka ini merupakan hasil dari dinamika dan proses alamiah (pengenceran, penyerapan, pengendapan, penyerapan) logam berat pada ekosistem perairan pantai. Nasution dan Siska (2011), menyatakan bahwa selain itu, tingginya konsentrasi logam berat dalam sedimen dimungkinkan oleh adanya proses pengendapan yang berlangsung dalam skala waktu yang lama menyebabkan logam berat terakumulasi di dalam sedimen. Logam berat yang semula terlarut dalam air diadsorpsi oleh partikel halus, oleh arus pasang surut partikel halus tersebut diendapkan di dasar perairan. Logam berat timbal (Pb) dalam air lebih mudah larut dalam air. Hal ini sesuai pernyataan Edward dan Siregar (2010), mengatakan bahwa secara alamiah perairan laut mengandung logam berat dalam jumlah yang kecil, namun bila dalam perairan tersebut jumlahnya meningkat maka dapat bersifat racun bagi organisme yang ada di dalamnya ataupun manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut.

### Faktor Biokonsentrasi (BCF)

Perhitungan nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) dilakukan dengan membandingkan antara kandungan logam berat pada kerang bulu (*A. antiquata*) dengan kandungan logam berat dalam kolom air dan sedimen. Hasil perhitungan BCF tersaji pada Tabel 3, menunjukkan nilai BCF berkisar antara 0,159–11,932. Faktor Bioakumulasi dihitung untuk mengetahui kemampuan kerang Bulu (*Anadara antiquata*) mengakumulasi logam berat Pb. Nilai BCF dapat diperoleh dengan membandingkan kemampuan organisme (kerang) dalam menyerap logam dari air dan sedimen. Amriani *et al.* (2011) mengatakan bahwa, logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air.

**Tabel 2.** Faktor Konsentrasi (FK)

Stasiun	Pengulangan	
	Maret 2022 (ppm)	April 2022 (ppm)
Stasiun 1	26,176	42,440
Stasiun 2	29,507	38,328
Stasiun 3	19,463	25,068

**Tabel 3.** Faktor Biokonsentrasi (BCF)

Stasiun	Indikator	Pengulangan		Kadar
		Maret 2022	April 2022	
Stasiun 1	Air	7,163	9,731	Rendah
	Sedimen	0,273	0,229	Rendah
Stasiun 2	Air	11,932	6,131	Rendah
	Sedimen	0,404	0,159	Rendah
Stasiun 3	Air	6,241	5,021	Rendah
	Sedimen	0,32	0,20	Rendah
Kadar Rendah		<100*)		
Kadar Sedang		100 – 1000*)		
Kadar Tinggi		>1000*)		

Keterangan: \*) = Hidayah *et al.* (2014).

Nilai BCF merupakan nilai perbandingan antara konsentrasi logam yang diserap ke dalam jaringan kerang dengan konsentrasi logam di sedimen dan nilai perbandingan antara konsentrasi logam yang diserap ke dalam jaringan kerang dengan konsentrasi logam dalam air. Tawa *et al.* (2019), menyatakan bahwa biokonsentrasi adalah masuknya bahan pencemar secara langsung dari air ke makhluk hidup melalui jaringan, sedangkan kecenderungan suatu bahan pencemar yang diserap disebut faktor biokonsentrasi. Semakin tinggi nilai faktor biokonsentrasi (BCF) pada suatu organisme menunjukkan semakin tinggi organisme tersebut mengakumulasi logam berat. Hasil faktor biokonsentrasi (BCF) bisa dipengaruhi beberapa faktor seperti jenis organisme, sesuai dengan pernyataan Hutagalung (1991) yang menyatakan bahwa, besar kecilnya IFK atau BCF tergantung pada jenis logam berat, organisme, lama pemaparan serta kondisi lingkungan perairan. Nilai BCF adalah kecenderungan senyawa bahan kimia yang diserap oleh organisme akuatik.

Juniardi *et al.* (2021) menyatakan bahwa, penghitungan nilai BCF, untuk mengetahui tingkat akumulasi logam berat pada organ Kerang bulu (*A. antiquata*) (jaringan lunak) yang dibandingkan dengan Pb dalam air dan sedimen (media ambien). Hasil nilai faktor biokonsentrasi (BCF) di perairan Bandengan Kendal masih tergolong akumulasi Ringan dengan hasil berkisar 0,159 – 11,932, berdasarkan Hidayah *et al.* (2014), akumulasi ringan berada di nilai <100, sehingga nilai BCF pada kerang bulu (*A. antiquata*) masih tergolong akumulasi ringan.

### Batas Aman Konsumsi Daging Kerang Bulu (*A. antiquata*)

Kerang Bulu yang diperoleh, umumnya langsung diolah dan dikonsumsi. Masyarakat sekitar biasanya mengonsumsi kerang bulu dengan dijadikan menjadi sayur, masyarakat Bandengan Kendal biasa menyebut kerang bulu dengan sebutan kerang sayur. Selain itu kerang bulu memiliki kandungan bergizi. Berdasarkan Arnanda *et al.* (2005), kerang bulu mempunyai kandungan protein rata-rata 6,79 – 11,92%. Nilai *Maximum Tolerable Intake* dalam kerang bulu (*Anadara antiquata*) dari Perairan Bandengan Kendal, Kabupaten Kendal dapat disimpulkan kandungan logam berat timbal (Pb) terendah dari hasil yang didapatkan dari hasil yang didapatkan. Nilai MWI (*Maximum Weekly Intake*) logam berat timbal (Pb) kerang bulu pada anak-anak dengan asumsi berat badan 15 kg adalah 0,38 kg/minggu dan 1,5 kg/minggu pada orang dewasa dengan asumsi berat badan 60 kg yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Batas Maksimum Konsumsi Kerang Bulu (*A. antiquata*)

Hasil Perhitungan		Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 3
Maret 2022					
Kandungan Timbal (mg/kg)		3,367	4,093		2,478
MWI (mg/kg)	Dewasa		1,5	1,5	1,5
	Anak-anak		0,38	0,38	0,38
MTI (kg/week)	Dewasa	0,44	0,36		0,6
	Anak-anak	0,11	0,09		0,15
April 2022					
Kandungan Timbal (mg/kg)		1,304	0,84		1,175
MWI (mg/kg)	Dewasa		1,5	1,5	1,5
	Anak-anak		0,38	0,38	0,38
MTI (kg/week)	Dewasa	1,15	1,78		1,27
	Anak-anak	0,29	0,45		0,32

Keterangan : a. MWI = Maximum Weekly Intake; b. MTI = Maximum Tolerable Intake

Berdasarkan hasil MTI (*Maximum Tolerable Intake*) yang disajikan dalam Tabel 4. Dapat dilihat bahwa nilai MTI pada orang dewasa dengan berat badan 60 kg untuk memakan kerang bulu yang dihasilkan di perairan Bandengan Kendal, Kabupaten Kendal yaitu 0,36 per minggu, sedangkan nilai MTI pada anak-anak dengan berat badan 15 kg yaitu 0,09 per minggu. Menurut Hidayat *et al.* (2014), meski membatasi nilai konsumsi dengan menggunakan perhitungan MTI dengan kandungan logam berat yang sedikit, jika dikonsumsi secara terus menerus maka akan terakumulasi di dalam tubuh manusia dan akan cenderung menjadi toksik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fibrianti dan Azizah (2015) dalam Juharna *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa jika seseorang mengkonsumsi kerang bulu lebih dari batas perkiraan nilai MTI tersebut, maka berpotensi menimbulkan keracunan logam Pb. Seseorang yang keracunan logam Pb biasanya memiliki gejala berupa kelelahan, turunnya berat badan, sakit kepala, tremor, demam, dan gangguan sistem pencernaan. Namun jika sudah tahap kronik dapat berakibat hipertensi akut yang mungkin membahayakan keselamatan nyawa orang yang bersangkutan. Jika sudah mengetahui bahaya konsumsi diharapkan masyarakat dapat mengurangi konsumsi dari kerang bulu.

## KESIMPULAN

Kandungan logam berat timbal dalam Kerang Bulu di Perairan Bandengan Kendal berkisar antara 0,840–4,093 ppm. Kandungan logam berat timbal dalam air di Perairan Bandengan Kendal berkisar antara 0,134–0,470 ppm. Kandungan logam berat timbal dalam sedimen di Perairan Bandengan Kendal berkisar antara 5,251–12,303 ppm. Faktor konsentrasi timbal dalam sedimen dan air di Perairan Bandengan Kendal berkisar antara 19,463–42,440. Faktor biokonsentrasi logam berat timbal dari kerang bulu ke air yaitu berkisar antara 5,021–11,932 dan faktor konsentrasi timbal dari kerang bulu ke sedimen yaitu 0,159–0,404. Faktor biokonsentrasi logam berat timbal di Perairan Bandengan Kendal masih tergolong akumulasi rendah. Analisis batas maksimum konsumsi (MTI) kerang bulu di Perairan Bandengan Kendal, Kabupaten Kendal, pada orang dewasa dengan bobot 60 kg yaitu berkisar antara 0,36–1,78, dan pada anak-anak dengan bobot 15 kg yaitu berkisar antara 0,09–0,45. Apabila batas konsumsi melebihi nilai batas maksimal mingguan (MWI) yaitu pada bobot dewasa 60 kg nilai MWI sebesar 1,5 dan pada anak-anak sebesar 0,38, akan bersifat toksik jika dikonsumsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., Afriyani, E., & Saputra, M.A., 2011. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*, 2(1):1-8.
- Amriarni, A., Hendrarto, B., & Hadiyanto, A., 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa* L.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda Bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2): 45-50. DOI: 10.14710/jil.9.2.45-50
- Arisandy, K.R., Herawati, E.Y., & Suprayitno, E., 2012. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di Perairan Pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1(1):15-25.
- Arnanda, A.D., Ambariyanto, A., & Ridlo, A., 2005. Fluktuasi Kandungan Proksimat Kerang Bulu (*Anadara inflata* Reeve) di Perairan Pantai Semarang. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 10(2), 78-84.
- Auliyah, R., Mulyasari, T.M., & Purnomo, B.C., 2018. Kadar Logam Berat Merkuri (Hg) pada Kerang Hijau di Purwokerto Kabupaten Banyumas Tahun 2018. *Buletin Keslingmas*, 38(2): 199-203. DOI: 10.31983/keslingmas.v38i2.4878
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ)., 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Volume 1. Canberra: Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. 29p.



- Azizah, R., Malau, R., Susanto, A.B., Santosa, G.W., Hartati, R., Irwani, I., & Suryono, S., 2018. Kandungan Timbal Pada Air, Sedimen, dan Rumput Laut Sargassum Sp. di Perairan Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2): 155-156. DOI: 10.14710/jkt.v21i2.3010
- 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/JOMS2014.0110
- Budiastuti, P., Rahadjo, M., & Dewanti, N.A.Y., 2016. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5):119-118.
- Cahyani, N., Djamar, T.F.L.B., & Sulistiono., 2016. Kandungan Logam Berat Pb, Hg, Cd, dan Cu pada Daging Ikan Rejung (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan, Segara Anakan Timur, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3):267-276. DOI: 10.17844/jphpi.v19i3.14533
- Fibrianti, L.D., & Azizah, R., 2015. Karakteristik, Kadar Timbal (Pb) dalam Darah, dan Hipertensi Pekerja Home Industry Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(1):92-102. DOI: 10.20473/jkl.v8i1.2015.92-102
- Fitri, N., Ulfah, F., & Apriadi, T., 2018. Potensi Ekologis dan Ekonomis Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Desa Sebong Pereh Kabupaten Bintan. *Jurnal Akuatiklestari*, 1(2):13-23. DOI: 10.31629/v1i2.2289
- Garvano, M. F., Saputro, S., & Hariadi, H. 2017. Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen Dasar di Sekitar Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal. *Journal of Oceanography*, 6(1):100-107.
- Handayani, P., Kurniawan, K., & Adibrata, S. 2020. Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Laut, Sedimen Dan Kerang Darah (*Anadara Granosa*) di Pantai Sampur Kabupaten Bangka Tengah. *Pelagicus*, 1(2): 97-105. DOI: 10.15578/plgc.v1i2.8910
- Hidayah, A.M., Purwanto, P., & Soeprobowati, T.R., 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening. *Bioma*, 16(1):1-9. DOI: 10.14710/bioma.16.1.1-9
- Hutagalung, H.P., 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat. Status Pencemaran laut Indonesia dan Teknik Pemecahannya. P3O-LIPI. Jakarta.
- Indirawati, S.M., 2017. Pencemaran logam berat Pb dan Cd dan keluhan kesehatan pada masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan*, 2(2):54-60.
- Juharna, F., Widowati, I., & Endrawati, H. 2022. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Morosari, Sayung, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2): 139-148. DOI: 10.14710/buloma.v11i2.41617
- Juniardi, E., Sulistiono, S., Hariyadi, S., & Kamal, M., 2021. Heavy metal content of Pb and Cd in bandik grouper (*Cephalopholis boenak*) in Banten Bay, Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3): 1047-1055. DOI: 10.29303/jbt.v21i3.2830
- Mirawati, F., Supriyantini, E., & Nuraini, R., 2016. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Trimulyo Dan Mangunharjo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(2):121-126. DOI: 10.14710/buloma.v5i2.15731
- Nasution, S., & Siska, M., 2011. Kandungan logam berat Timbal (Pb) pada sedimen dan siput *Strombus canarium* di Perairan Pantai Pulau Bintan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(2):82-93. DOI: 10.31258/jnat.13.3.262-268
- Nurhayati, D., & Putri, D.A., 2019. Bioakumulasi Logam Berat pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cirebon Berdasarkan Musim yang Berbeda. *Akuatika Indonesia*, 4(1):6-10. DOI: 10.24198/jaki.v4i1.23484
- Potipat, J., Tangcrock-olan, N., & Helander, H.F., 2015. Bioconcentration Factor (BCF) and Depuration of Heavy Metals of Oysters (*Saccostrea cucullata*) and Mussels (*Perna viridis*) in the River Basins of Coastal Area of Chanthaburi Province, Gulf of Thailand. *Environmental Asia Journal*, 8(2):118-128.
- Sari, D., Haeruddin, H., & Rudyanti, S., 2016. Analisis Beban Pencemaran Deterjen Dan Indeks Kualitas Air Di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang Dan Hubungannya Dengan Kelimpahan

- Fitoplankton. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4):353-362. DOI: 10.14710/marj.v5i4.14635
- Siregar, Y.I., & Edward, J., 2010. Faktor Konsentrasi Pb, Cd, Ni, Zn dalam Sedimen Pesisir Kota Dumai. *Maspri Journal*, 1(1):1-10.
- Sitorus, H., 2004. Analisis Beberapa Karakteristik Lingkungan Perairan Yang Mempengaruhi Akumulasi Logam Berat Timbal dalam Tubuh Kerang Darah di Perairan Pesisir Timur Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(1):53-60.
- Sugiyono., 2010. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung, 908 Hal.
- Sukoasih, A., Widiyanto, T., & Suparmin., 2016. Hubungan Antara Suhu, pH dan Berbagai Variasi Jarak dengan Kadar Timbal (Pb) pada Badan Air Sungai Rompong dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, 36(4):360-368. DOI: 10.31983/keslingmas.v36i4.3115
- Suryani, A., Nirmala, K., & Djokosetyanto, D., 2018. Akumulasi Logam Berat (Timbal Dan Tembaga) pada Air, Sedimen dan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal, 1775) di Pertambakan Ikan Bandeng Dukuh Tapak, Kelurahan Tugurejo, Kota Semarang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(3): 271-278. DOI: 10.29244/jpsl.8.3.271-278
- Tawa, D.A., Afriyansyah, B., Ihsan, M., & Nugraha, M.A. 2019. Biokonsentrasi Timbal (Pb) pada Hepatopankreas, Insang dan Daging *Penaeus merguensis* di Teluk Kelabat bagian Luar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2):109-117. DOI: 10.14710/jkt.v22i2.4493
- Wardani, D.A.K., Dewi, N.K., & Utami, N.R., 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Life Science*, 3(1):1-8.