

## Kandungan Logam (Pb) pada Air, Sedimen, dan Jaringan Lunak Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal Serta Batas Aman Konsumsi untuk Manusia

Arya Fernandes, Adi Santoso, Ita Widowati\*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacub Rais, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
\*Corresponding author, e-mail: ita.widowati214@gmail.com

**ABSTRAK:** Kegiatan pembangunan industri yang berkembang cukup pesat di kawasan industri Kabupaten Kendal diduga menjadi penyebab meningkatnya limbah buangan industri yang didalamnya terkandung logam berat timbal (Pb), sehingga limbah tersebut berkontribusi menurunkan kualitas perairan Bandengan, Kabupaten Kendal. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar logam (Pb) pada air, sedimen, dan kerang darah (*A. granosa*) serta batas maksimal konsumsi mingguan kerang darah (*A. granosa*) yang mengandung logam timbal (Pb) di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret dan April 2022. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif sedangkan penentuan lokasi penelitian dengan metode *purposive sampling*. Analisis konsentrasi logam berat Pb dilakukan di Laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*), sedangkan untuk analisis batas aman konsumsi mingguan dihitung dengan MTI (*Maximum Tolerable Intake*). Hasil penelitian ditemukan konsentrasi logam Pb di perairan Bandengan sebesar <0,003 mg/l, sedimen berkisar 15,32-24,21 mg/kg, dan kerang darah berkisar 0,209-0,731 mg/kg. Berat maksimal mengkonsumsi kerang darah (*A. granosa*) perminggu dari perairan Bandengan, Kabupaten Kendal individu dengan berat badan 60 kg sebesar 2,051-7,177 kg/minggu. Sedangkan, individu dengan berat 45 kg yaitu 1,538-5,382 kg/minggu.

**Kata kunci:** Logam timbal Pb; *Anadara granosa*; MTI; Bandengan; Kendal

### ***Content of Metals (Pb) in Water, Sediment, and Soft Tissue of Blood Shells (*Anadara granosa*) in Bandengan Waters and Safe Limits for Human Consumption***

**ABSTRACT:** Industrial development activities have been developing quite rapidly in the Kendal Regency industrial area and are suspected to be the cause of the increase in the waste containing lead (Pb) heavy metal. It might contribute to reducing the quality of Bandengan waters. This study was to know the levels of metal (Pb) in water, sediment, and blood cockles (*A. granosa*) and the maximum weekly consumption of the cockles containing lead (Pb) in the waters. The study conducted in March and April 2022 used the descriptive method and purposive sampling to determine the locations. Analysis of Pb concentration was at the Laboratory of the Center for Industrial Pollution Prevention Technology (BBTPPI) using the AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) method. The analysis of the safe limit for weekly consumption was using the formula of MTI (*Maximum Tolerable Intake*). The results showed that Pb concentrations in water, sediment, and tissue in Bandengan waters were <0.003 mg/l, 15.32 - 24.21 mg/kg, and 0.209 - 0.731 mg/kg, respectively. The maximum weight of consuming blood cockles (*A. granosa*) per week from Bandengan waters, Kendal Regency of 60 kg individuals weighing was 2,051 - 7,177 kg/week. Meanwhile, individuals weighing 45 kg were 1,538 - 5.382 kg/week.

**Keywords:** Heavy metal Pb; *Anadara granosa*; MTI; Bandengan; Kendal

## PENDAHULUAN

Kelurahan Bandengan, Kecamatan Kota Kendal, Kabupaten Kendal adalah salah satu wilayah pesisir yang terletak di Kabupaten Kendal. Kondisi perairan Kendal memiliki arus yang cukup tenang

dan gelombang yang konstan dikarenakan berada di Pantai bagian utara Pulau Jawa, sedangkan di perairan selatan Pulau Jawa memiliki arus kuas serta gelombang tinggi (Garini *et al.*, 2021). Perairan Bandengan, Kendal termasuk perairan yang kedalamannya dominan dangkal. Hal itu dikarenakan erosi tinggi di daratan dimana membawa material sedimen hingga ke laut (Siregar *et al.*, 2014). Perairan Kendal merupakan wilayah yang rentan terjadi pencemaran terkhusus oleh zat polutan logam berat dengan era industri yang semakin berkembang. Pencemaran yang terjadi menjadi permasalahan serius yang membutuhkan perhatian lebih karena dapat mengancam kehidupan ekosistem laut termasuk biota laut dan manusia. Hal itu terjadinya dikarenakan adanya suatu logam berat berada ke dalam perairan dalam jumlah yang banyak. Kabupaten Kendal termasuk daerah yang cukup berkembang pesat dalam sektor pembangunan industri dikarenakan meningkatnya aktivitas manusia seperti industri rumah tangga, aktivitas pelabuhan, industri kayu lapis dan industri lainnya. Aktivitas perikanan, pemukiman penduduk yang bertambah, pertambahan di pesisir Kabupaten Kendal juga mengalami perkembangan yang cukup signifikan. Wilayah pesisir Kendal juga cukup dekat dengan wilayah pengembangan Kawasan Industri Kendal. Oleh Karena itu, aktivitas industri yang tinggi yang ditimbulkan tersebut akan berkontribusi dalam menyumbang zat pencemar di lingkungan pesisir (Ismarti *et al.*, 2017).

Pencemaran sangat rentan terjadi di perairan pesisir, hal itu disebabkan tempat bermuaranya sungai yang membawa zat polutan berbahaya melalui aliran sungai. Limbah dari berbagai kegiatan industri dari kawasan tersebut, akan berpotensi meningkatkan kadar zat pencemar seperti logam berat timbal (Pb) dan salah satunya akan bermuara di Perairan Bandengan (Laksono *et al.*, 2021). Limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri tersebut akan mencemari lingkungan perairan termasuk biota laut serta bagi kesehatan manusia (Suprpti, 2008). Logam timbal (Pb) sangat banyak digunakan di berbagai kegiatan industri seperti industri percetakan, pipa, baterai, logam, cat, kimia dan kabel (Simbolon, 2018). Selain itu, nelayan juga memanfaatkan logam timbal (Pb) sebagai bahan bakar motor kapal dalam mencari ikan. Logam berat masuk ke dalam perairan dapat berasal dari secara alami seperti erosi, pelapukan serta aktivitas vulkanik atau dari kegiatan manusia seperti industri, penggunaan pestisida dan lain sebagainya (Ali *et al.*, 2013). Logam berat Pb akan sulit terdegradasi jika mengendap di dasar perairan dan teradsorpsi dalam tubuh biota laut (Garvano *et al.*, 2017). Kelompok logam non esensial termasuk timbal (Pb) memiliki sifat racun atau toksik, jika terakumulasi dalam tubuh dan berakibat terganggunya fungsi organ (Palar, 2004). Salah satu biota laut yang sering digunakan sebagai bioindikator pencemaran di perairan karena mampu mengakumulasi logam berat yaitu kerang darah. Kerang darah termasuk kelompok bivalvia dimana bersifat *filter feeder* yang memiliki kemampuan menguraikan atau meredam bahan pencemar untuk mendapatkan bahan makanan. Bivalvia memiliki tingkat kepekaan terhadap perubahan dinamika kondisi lingkungan habitat nya sehingga mempengaruhi tingkat komposisi populasinya (Wahyuni *et al.*, 2017). Perpindahan bahan pencemar yang terjadi dari sedimen, air hingga ke biota laut disebut juga sebagai bioakumulasi (Filipus *et al.*, 2018). Penelitian terkait kerang darah di perairan Bandengan, Kendal masih cenderung sedikit, sehingga masih belum dilakukan penelitian secara berkala tentang cemaran logam berat timbal (Pb).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Timbal (Pb) pada air, sedimen, dan kerang darah (*A. granosa*) dan tingkat pencemaran serta batas maksimum konsumsi mingguan kerang darah (*A. granosa*) yang mengandung logam timbal (Pb) di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air laut, sedimen, dan kerang darah (*A. granosa*) di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal. Pengukuran parameter perairan juga dilakukan secara langsung (*In situ*) meliputi suhu, pH, salinitas, kecerahan dan DO (*Dissolved Oxygen*) di Perairan Bandengan, Kendal dengan 3 kali pengulangan. Data pendukung yang digunakan selain pengukuran parameter perairan yaitu menggunakan data curah hujan. Metode penentuan stasiun pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling method*. *Purposive sampling method* merupakan suatu cara sampling dimana melakukan berbagai pertimbangan

untuk memilih sekelompok subjek penelitian berdasarkan karakteristik tertentu yang sudah sebelumnya sudah diketahui agar mendapatkan data yang lebih representatif (Hadi, 1990). Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret dan April 2022.

Metode penentuan lokasi sampling pada penelitian ini dibagi menjadi 3 titik dengan teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu (Pakpahan *et al.*, 2020). Penentuan lokasi stasiun dilakukan atas pertimbangan kelimpahan Kerang Darah (*A. granosa*) berdasarkan informasi dari nelayan setempat. Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan menggunakan botol Nansen dengan kedalaman 30-50 cm. Sampel sedimen diambil menggunakan alat *sediment grab*. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan alat penggaruk (*arad*) yang dibantu oleh nelayan kemudian dijatuhkan ke dasar perairan lalu ditarik dengan kapal. Sampel air, sedimen, serta jaringan lunak kerang darah (*A. granosa*) yang sudah diperoleh kemudian dilakukan analisis kandungan logam berat timbal (Pb) di Laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Semarang dengan metode digesti asam menggunakan alat AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry*) (APHA, 1992).

Bahan pangan yang telah terkonsentrasi logam berat didalamnya dapat dihitung batas maksimum yang aman dikonsumsi manusia per minggunya (*Maximum Weekly Intake*). Perhitungan ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat aman konsumsi kerang darah (*Anadara granosa*) yang dapat dikonsumsi per minggu. Nilai ambang batas toleransi diterbitkan oleh organisasi dan lembaga pangan Internasional yaitu *World Health Organisation* (WHO) dan *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive* (JEFCA). Perhitungan MWI ini dapat dilakukan menurut Juharna *et al.* (2022). Menurut Mirawati *et al.* (2016), nilai MWI dan nilai kadar logam berat pada biota uji didapatkan, maka berat maksimal konsumsi kerang per minggunya dapat dihitung. Menurut Turkemen *et al.* (2008), perhitungan nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI). Batas maksimal logam berat timbal (Pb) dalam bahan pangan yang ditentukan oleh *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive* dan Standar Nasional Indonesia 7387:2009 (Tabel 1).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal pada bulan Maret 2022 dan April 2022 di ketiga stasiun diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 1. Hasil uji kandungan logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal di bulan Maret 2022 dan April 2022 dengan lokasi penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

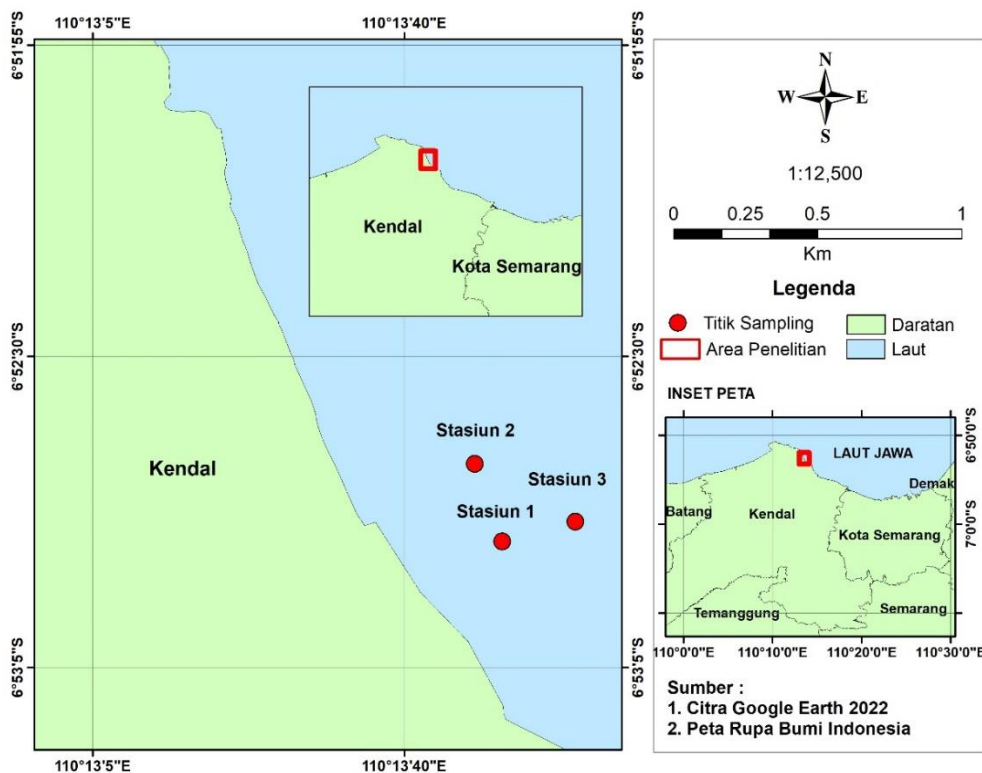
Suhu menjadi salah satu dari beberapa faktor yang penting di perairan dikarenakan saling berkaitan mengenai kehidupan dan penyebaran suatu biota perairan. Menurut Prihati *et al.*, (2020), dinamika suhu perairan ini berpengaruh terhadap kehidupan biota baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, suhu pada perairan berpengaruh terhadap aktivitas biota yang meliputi metabolisme maupun pertumbuhan biota, sedangkan pengaruh secara tidak langsung dimana suhu ini memiliki dampak terhadap kadar DO dalam air. Berdasarkan hasil pengukuran suhu, dengan mengacu kepada baku mutu yang ditetapkan sedikit melebihi baku mutu pada stasiun 2 dan 3 pada bulan April 2022 dapat dilihat pada Tabel 1. Peningkatan suhu di perairan ini akan berpengaruh dalam meningkatkan kadar kelarutan logam berat di dalamnya (Palar, 2004). Suhu yang optimal bagi kelangsungan pertumbuhan kerang darah (*Anadara granosa*) berkisar antara nilai 25-32°C (Nasution, 2009). Nilai pH yang diperoleh masih berada dalam baku mutu sehingga nilai tersebut sangat optimal dan cukup baik dalam menunjang pertumbuhan organisme terutama kerang darah (*A. granosa*) dimana baku mutu yang ditetapkan berkisar antara 7-8,5 dapat dilihat di Tabel 1. Hal tersebut didukung oleh Pancawati *et al.*, (2012), kondisi pH perairan yang ideal serta optimal bagi kelangsungan bivalvia berkisar antara nilai pH 6-9. Nilai pH memiliki kaitan dengan nilai DO dimana nilai pH yang rendah diikuti dengan nilai oksigen terlarut (DO) rendah juga.

Salinitas pada perairan menjadi penting untuk diperhatikan karena berpengaruh terhadap kelangsungan hidup organisme di dalamnya. Menurut Triantoro *et al.* (2017), tingkat salinitas di perairan juga dipengaruhi berbagai faktor yang ada meliputi penguapan, pola arus, kecepatan arus serta curah hujan. Nilai salinitas yang diperoleh berkisar antara 28-32 ppm (Tabel 1) dimana nilai ini

**Tabel 1.** Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI)

Baku Mutu	Logam Timbal (Pb) (mg/kg) per Minggu
SNI 7387 (2009)	0.025
JEFCA dalam FAO/WHO (2004)	0.025

masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan yaitu berkisar antara 28-35 ppm. Menurut Clara *et al.* (2022), kondisi nilai salinitas yang optimal untuk menunjang kelangsungan hidup kerang darah berkisar antara 25-40 ppm. Nilai salinitas yang meningkat dalam perairan maka daya akumulasi logam berat akan semakin rendah, namun sebaliknya jika salinitasnya yang rendah di perairan maka daya akumulasi logam berat juga akan semakin meningkat. Nilai kadar DO yang diperoleh pada ketiga stasiun pada bulan Maret 2022 dan April 2022 berkisar antara 7,21-7,51 mg/l dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai tersebut menunjukkan masih dalam batas baku mutu yang ditetapkan dengan nilai berkisar >5 mg/l. Kondisi DO tersebut menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut cukup optimal bagi biota di dalamnya. Nilai DO yang rendah menyebabkan peningkatan daya toksik serta bioakumulasi cemaran logam berat akan semakin besar (Wulandari *et al.*, 2009). Menurut Mahasri *et al.* (2014), apabila DO di perairan meningkat maka akan konsentrasi logam berat di perairan akan menurun dan mengindikasikan kualitas di perairan tersebut baik. Nilai DO yang semakin rendah berkaitan dengan meningkatnya salinitas perairan (Triantoro *et al.*, 2017). Nilai DO pada suatu perairan memiliki kaitan dengan tingkat kekeruhan atau kecerahan (Patty, 2013). Nilai kecerahan yang didapat berkisar antara 0,215-0,405 m dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai kecerahan tersebut masih rendah dan dibawah baku mutu yang ditetapkan. Tingkat kecerahan semakin rendah menyebabkan kadar oksigen di perairan juga rendah karena cahaya matahari menjadi penting bagi fitoplankton dalam fotosintensis. Kecerahan juga berkaitan dengan DO dimana tingkat kecerahan rendah dipengaruhi kekeruhan air dikarenakan bahan organik dan anorganik yang tinggi dalam air (Suyatno *et al.*, 2021).



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat dalam air yang diperoleh di ketiga lokasi penelitian pada bulan Maret 2022 maupun bulan April 2022 menunjukkan hasil yang sama yaitu sebesar <0,003 mg/l yang dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai kandungan logam berat timbal (Pb) yang ditemukan dalam air masih berada di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan mengacu kepada PP RI No. 22 Tahun 2021 sebesar 0,008 mg/l. Logam Pb di dalam perairan disebabkan oleh berbagai macam kegiatan manusia baik yang dilakukan di lautan maupun di daratan seperti berkembangnya dan meningkatnya aktivitas industri, kegiatan nelayan, perikanan, dan lain sebagainya. Pembuangan limbah yang ditimbulkan dari berbagai aktivitas manusia akan mencemari perairan dan menurunkan kualitas perairan. Selain itu, faktor kimia, biologi maupun kimia juga mempengaruhi tingkat konsentrasi logam berat yang ditemukan di dalam perairan (Mandelli, 1976). Logam berat masuk dalam air melewati 2 tahap yaitu melewati proses pengendapan serta adsorpsi oleh organisme air. Hasil kandungan logam timbal (Pb) yang diperoleh di ketiga stasiun pada bulan Maret dan April 2022 menunjukkan nilai analisis Pb yang sama sebesar <0,003 mg/l (Tabel 2). Hal itu disebabkan air laut yang bersifat sangat dinamis dan terus bergerak mengikuti gelombang serta arah arus pada perairan tersebut. Hal itu didukung oleh Rudiyantri (2009), menyatakan bahwa sifat air laut yang sangat dinamis ini akan mengakibatkan tingkat kadar zat polutan ataupun bahan kimia dalam hal ini logam berat akan tersebar secara merata di dalam kolom perairan. Pola arus juga berpengaruh terhadap keberadaan atau ketiadaan logam berat dalam suatu perairan dikarenakan arus laut mengakibatkan logam berat terlarut bergerak dari permukaan ke segala arah (Rochoyatun *et al.*, 2006). Kandungan logam berat dalam air yang didapat cukup rendah juga diduga disebabkan oleh adanya curah hujan. Pada bulan Maret 2022 data curah hujan sebesar 455 mm, sedangkan data curah hujan pada bulan April 2022 sebesar 279 mm. Tingkat curah hujan di kedua bulan tersebut masih tergolong intensitas menengah hingga tinggi karena sudah memasuki musim penghujan dimana partikel-partikel yang terendapkan di dasar perairan akan terangkat oleh arus hingga ke kolom perairan. Menurut Darmono (1995), tingkat kadar logam berat saat musim hujan akan terjadi pelarutan dikarenakan air hujan akan mengencerkan kadar logam berat dalam air. Menurut Supriyantini dan Endrawati (2015), logam berat yang berada di dalam perairan akan terjadi pengenceran yang disebabkan oleh pengaruh dari adanya pasang surut, adsorpsi serta absorpsi oleh organisme bivalvia.

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Perairan Bandengan, Kendal

Parameter	Maret 2022			April 2022			Baku mutu <sup>*)</sup>
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3	
Suhu (°C)	30	31	32	32,3	33,1	33,2	28-32
pH	7,9	8,2	8,1	7,6	8,4	8,2	7-8,5
Salinitas (ppm)	29	32	32	28	30	31	28-35
DO (mg/l)	7,24	7,51	7,21	7,37	7,4	7,31	>5
Kecerahan (m)	0,255	0,405	0,37	0,215	0,26	0,275	>3
Curah hujan (mm)	455			279			

Keterangan : \* = Baku mutu berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VIII untuk Biota Laut

**Tabel 2.** Hasil analisis Logam Timbal (Pb) dalam Air di Perairan Bandengan, Kendal

Stasiun	Sampling		Baku Mutu <sup>a)</sup> (mg/l)
	Maret 2022 (mg/l)	April 2022 (mg/l)	
Stasiun 1	<0,003	<0,003	0,008
Stasiun 2	<0,003	<0,003	
Stasiun 3	<0,003	<0,003	

Keterangan : \* = Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 Pada Lampiran VIII

Hasil uji kandungan logam berat timbal (Pb) dalam sedimen di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal disajikan dalam Tabel 3. Berdasarkan hasil analisis kandungan logam timbal (Pb) dalam sedimen di perairan Bandengan yang didapatkan diperoleh nilai berbeda-beda di bulan Maret 2022 dan April 2022 di setiap stasiun nya. Hasil kandungan logam berat timbal (Pb) dalam sedimen di setiap stasiun pada bulan Maret berkisar antara 15,32 – 16,17 mg/kg (Tabel 3), sedangkan pada bulan April berkisar antara 19,10 - 24,21 mg/kg (Tabel 3). Kandungan Pb dalam sedimen menunjukkan nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan logam berat di kolom air. Hal itu disebabkan logam berat lebih mudah mengikat bahan organik dan terendap di dasar perairan kemudian saling berikatan dengan partikel sedimen (Arifin, 2011). Secara keseluruhan kadar logam berat yang diperoleh di setiap stasiun pada bulan Maret 2022 cenderung lebih kecil dibandingkan pada bulan April 2022 yang mengalami peningkatan konsentrasi logam berat dalam sedimen. Hal tersebut diduga dikarenakan intensitas curah hujan di bulan April menurun dibandingkan di bulan Maret sehingga kandungan logam berat dalam sedimen mengalami peningkatan. Pada bulan Maret 2022 data curah hujan sebesar 455 mm, sedangkan data curah hujan pada bulan April 2022 sebesar 279 mm dapat dilihat pada Tabel 1. Hal tersebut diduga terjadi karena bulan Maret dan April sudah masuk musim penghujan, dimana logam berat yang mengendap dalam sedimen mengalami pengenceran oleh air hujan yang diakibatkan oleh pergerakan gelombang, sehingga sedimen tersebut akan terangkat dan terbawa oleh arus hingga ke kolom air. Hasil konsentrasi logam Pb dalam sedimen yang didapat lebih tinggi dibandingkan logam berat di perairan Bandengan. Menurut Nugraha (2009), logam berat mudah terikat dalam sedimen dan terendap di dasar perairan, sehingga tingkat kadar logam berat dalam sedimen akan cenderung lebih tinggi dibandingkan dalam air. Berdasarkan nilai tersebut, kandungan logam berat dalam sedimen yang didapat pada bulan Maret 2022 dan April 2022 masih berada di bawah nilai baku mutu minimum yang ditetapkan oleh ANZECC/ARMCANZ (2000) yaitu sebesar 50 mg/kg serta CCME (2002) sebesar 30,2 mg/kg.

Hasil uji kandungan logam berat timbal (Pb) dalam kerang darah (*A. granosa*) di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal disajikan dalam Tabel 4. Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang darah (*A. granosa*) di Perairan Bandengan, Kendal didapatkan kandungan logam berat timbal (Pb) pada bulan Maret lebih kecil dibandingkan bulan April. Nilai kandungan logam berat timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang darah (*A. granosa*) di ketiga stasiun di bulan Maret berkisar antara 0,209-0,653 mg/kg, sedangkan di bulan April berkisar antara 0,340-0,731 mg/kg yang dapat dilihat pada Tabel 4. Menurut Amriani *et al.* (2011), konsentrasi logam Pb yang meningkat pada jaringan lunak kerang darah berbanding lurus dengan tingginya daya absorpsi logam timbal yang juga disertai tingkat akumulasi tinggi di dalam tubuh kerang darah. Peningkatan kadar logam berat timbal pada bulan April diduga karena perbedaan tingkat intensitas hujan. Intensitas curah hujan yang menurun pada bulan April dibandingkan di bulan Maret yang diduga menjadi penyebab peningkatan konsentrasi logam timbal (Pb) pada kerang darah (*A. granosa*) di bulan April 2022. Peningkatan konsentrasi logam Pb tersebut diduga sumber limbah dari aktivitas industri yang menjadi meningkat seiring intensitas curah hujan yang menurun. Kerang darah yang bersifat *filter feeder* ini yang dimana dalam memperoleh setiap makanan dengan menyaring berbagai partikel air ataupun sedimen, sehingga logam yang ada dalam sedimen maupun terlarut dalam perairan akan masuk ke tubuh kerang darah (*A. granosa*). Logam timbal (Pb) akan terus terakumulasi di dalam tubuh kerang darah, sehingga

**Tabel 3.** Hasil analisis Logam Timbal (Pb) dalam Sedimen di Perairan Bandengan, Kendal

Stasiun	Sampling		Baku Mutu (mg/kg)
	Maret 2022 Timbal (mg/kg)	April 2022 Timbal (mg/kg)	
Stasiun 1	15,32	24,21	50 <sup>*)</sup>
Stasiun 2	16,17	23,79	30,2 <sup>**)</sup>
Stasiun 3	15,76	19,10	

Keterangan : \* = ANZECC/ARMCANZ (2000); \*\* = CCME (2002)

berdampak bagi kesehatan manusia akibat mengkonsumsi kerang darah yang telah tercemar logam berat dan menimbulkan berbagai gejala penyakit seperti mual, pusing, bahkan kanker (Palar, 2004). Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh tersebut, nilai kadar logam timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang darah (*Anadara granosa*) masih di bawah ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan dengan mengacu kepada Peraturan BPOM No. 9 Tahun 2022 tentang batas maksimum cemaran logam berat terhadap bahan pangan kekerangan yaitu sebesar 1,0 mg/kg.

Berat maksimum jaringan lunak kerang darah (*A. granosa*) yang dapat dikonsumsi per minggu menurut Turkemen *et al.*, (2008), disajikan pada Tabel 5 dan 6 dibawah ini. Nilai MWI (*Maximum Weekly Intake*) jenis logam Pb yang dapat dikonsumsi dengan berat badan 60 kg sebesar 1,5 mg per minggu dan dengan berat badan 45 kg sebesar 1,125 mg per minggu. Nilai tersebut diperoleh dari PTWI untuk logam berat Pb sebesar 0,025 mg/kg dikali dengan berat badan. Nilai MTI diperoleh dari nilai MWI lalu dibagi dengan hasil analisis konsentrasi kadar logam Pb pada kerang darah sebelumnya. Berdasarkan hasil perhitungan MTI yang dilakukan kepada orang dewasa dengan asumsi berat badan 60 kg yang bisa mengkonsumsi kerang darah (*A. granosa*) yang berada di perairan Bandengan, Kendal berkisar antara 2,297-7,177 kg/minggu pada bulan Maret, sedangkan pada bulan April yang dapat mengkonsumsi sebesar 2,051-4,411 kg/minggu (Tabel 5). Hasil perhitungan MTI untuk asumsi berat badan 45 kg mengkonsumsi kerang darah (*A. granosa*) yang terdapat di perairan Bandengan, Kendal berkisar antara 1,722-5,382 kg/minggu pada bulan Maret, sedangkan di bulan April berkisar antara 1,538-3,308 kg/minggu (Tabel 6).

Hasil perhitungan MTI yang diperoleh merupakan dasar dalam menentukan batas maksimal konsumsi kerang darah yang diperoleh dari perairan Bandengan, Kendal dengan asumsi berat badan rata-rata 60 kg dan 45 kg. Apabila konsumsi kerang darah melebihi batas MTI yang diperoleh dengan berat badan asumsi tersebut, akan berakibat buruk bagi kesehatan manusia dikarenakan sifat logam berat timbal yang beracun atau toksik. Hal tersebut dikarenakan logam Pb yaitu logam yang tidak dibutuhkan di dalam tubuh manusia (Indirawati, 2017). Efek toksik yang ditimbulkan apabila mengkonsumsi kerang darah (*A. granosa*) berakibat keracunan yang tinggi atau akut. Keracunan tersebut akan berdampak terganggunya kinerja fungsi organ tubuh seperti hati, ginjal maupun otak (Mirawati *et al.*, 2016). Logam timbal (Pb) yang tinggi di dalam tubuh akan menyebabkan gangguan kesehatan lainnya seperti menurunnya daya ingat, kinerja organ ginjal, kinerja fungsi syaraf, gastrointestinal dan infertilitas pada pria (Nurjannah, 2017). Toksisitas logam Pb memiliki korelasi dengan laju pertumbuhan, dimana konsentrasi Pb yang tinggi akan menurunkan laju pertumbuhan. Sehingga berdampak terganggunya sistem kerja pada enzim.

**Tabel 4.** Hasil analisis Logam Timbal (Pb) dalam jaringan lunak Kerang Darah di Perairan Bandengan, Kendal

Stasiun	Sampling		Baku Mutu (mg/kg)
	Maret 2022 Timbal (mg/kg)	April 2022 Timbal (mg/kg)	
Stasiun 1	0,541	0,632	1,0 *)
Stasiun 2	0,653	0,731	
Stasiun 3	0,209	0,340	

Keterangan : \* = Batas maksimum logam berat oleh Peraturan BPOM No. 9 Tahun 2022

**Tabel 5.** Batas Aman Konsumsi Kerang Darah (*Anadara granosa*) per minggu di Perairan Bandengan, Kendal (Individu Berat Badan rata-rata 60 kg)

Stasiun	Nilai MTI (kg/minggu)		PTWI (mg/kg)	MWI (mg)
	Maret 2022 (Kg)	April 2022 (Kg)		
Stasiun 1	2,772	2,373	0,025	1,5
Stasiun 2	2,297	2,051	0,025	1,5
Stasiun 3	7,177	4,411	0,025	1,5

**Tabel 6.** Batas Aman Konsumsi Kerang Darah (*Anadara granosa*) per minggu di Perairan Bandengan, Kendal (Individu Berat Badan rata-rata 45 kg)

Stasiun	Nilai MTI (kg/minggu)		PTWI (mg/kg)	MWI (mg)
	Maret 2022 (Kg)	April 2022 (Kg)		
Stasiun 1	2,079	1,780	0,025	1,125
Stasiun 2	1,722	1,538	0,025	1,125
Stasiun 3	5,382	3,308	0,025	1,125

## KESIMPULAN

Kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air di ketiga stasiun di Perairan Bandengan, Kabupaten Kendal pada bulan Maret dan April sebesar <0,003 mg/l, dalam sedimen berkisar antara 15,32 – 24,21 mg/kg dan jaringan lunak kerang darah (*A. granosa*) berkisar antara 0,209 - 0,731 mg/kg. Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan, menunjukkan kondisi pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan kerang darah (*A. granosa*) belum melebihi batas baku mutu yang ditetapkan. Batas maksimal asupan mingguan kerang darah yang aman dikonsumsi dari perairan Bandengan, Kabupaten Kendal untuk individu dengan berat badan rata-rata 60 kg sebesar 2,051-7,177 kg/minggu. Sedangkan untuk individu dengan berat badan rata-rata 45 kg sebesar 1,538-5,382 kg/minggu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H., Khan, E. & Sajad, M.A. 2013. Phytoremediation of Heavy Metals Concepts and Applications. *Chemosphere*, 93: 869-881. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.01.075
- Amriani., Hendarto, B. & Hadiyanto., 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):1829-1807. DOI: 10.14710/jil.9.2.45-50
- Anzecc, A. 2000. Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra, 1:1-314.
- APHA. 1992. Standart Method for The Examination of Water and Wastewater. 18th edition. Washington, 2552p.
- Arifin, Z. 2011. Konsentrasi logam berat di air, sedimen dan biota di Teluk Kelabat Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(1):104-114. DOI: 10.28930/jitkt.v3i1.7839
- Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME). 2002. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life summary table. CCME. Winnipeg, MB. 7p
- Clara, J.O., Haeruddina & Ayuningruma, D., Analisis Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, Dan Tiram (*Crassostrea sp.*) di Sungai Tapak, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(1):55-65. DOI: 10.21776/ub.jfmr.2022.006.01.7
- FAO/WHO. 2004. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956-2003) ILSI Press International Life Sciences Institute, Washington.
- Filipus, R.A., Purwiyanto, A.I.S. & Agustriani, F. 2018. Bioakumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Muara Sungai Lumpur Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspuri Journal: Marine Science Research*, 10(2):131-140.
- Garini, B.N., Suprijanto, J. & Pratikto, I. 2021. Kandungan Klorofil-a dan Kelimpahan di Perairan Kendal, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 10(1):102-108. DOI: 10.14710/jmr.v10i1.28655



- Garvano, M.F., Saputro, S. & Hariadi., 2017. Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen Dasar Di Sekitar Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal. *Jurnal Oseanografi*, 6(1):100–107
- Hadi, S. 1990. Metodologi Research. Penulis Paper, Skripsi, Thesis dan Disertasi. Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi UGM, Yogyakarta, 75 hlm.
- 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.
- Ismarti, I., Ramses, R., Amelia, F. & Suheryanto, S., 2017. Kandungan Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) Pada Lamun *Enhalus accoroides* Dari Perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(3):23-30. DOI: 10.13170/depik.6.1.5555
- Juharna, F.M., 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
- Laksono, O.B., Suprijanto, J. & Ridlo, A., 2021. Kandungan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Bandengan Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(2):158-164. DOI: 10.14710/jmr.v10i2.29032
- Mahasri, G., Eshmat, M.E. & Rahardja, B.S., 2014. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Ngembah Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1):101-108. DOI: 10.20473/jipk.v6i1.11387
- Mirawati, F., Supriyantini, E. & Nuraini, R.A.T. 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. 2009. Biomassa Kerang *Anadara granosa* pada Perairan Pantai Kabupaten Indragiri Hilir. *Jurnal Natur Indonesia*, 12(1):61-66. DOI: 10.31258/jnat.12.1.61-66
- Nurjannah, N.A. 2017. Analisis Cemar Logam Berat Timbal (Pb) dalam Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Kerang Patah (*Meretrix lyrata*) di Muara Angke Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 9(2):9-18. DOI: 10.34011/juriskesbdg.v9i2.155
- Palar, H. 2004. Pencemaran & toksikologi logam berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pakpahan, H.L., Irwani, I. & Widowati, I. 2020. Komposisi dan Kelimpahan Ophiuroidea dan Echinoidea di Perairan Pantai Pok Tunggal, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal of Marine Research*, 9(2):109-118. DOI: 10.14710/jmr.v9i2.26101
- Patty, S.I., 2013. Distribusi Suhu, Salinitas, dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3):148-157. DOI: 10.35800/jip.1.3.2013.2580
- Rochyatun, E., Kaisupy, M.T. & Rozak, A., 2006. Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara Journal of Sains*, 10(1):35-40. DOI: 10.7454/mss.v10i1.151
- Simbolon, A.R. 2018. Analisis risiko kesehatan pencemaran Timbal (Pb) pada kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 3(3):197-208. DOI: 10.14203/oldi.2018.v3i3.207
- Siregar, C.R.E., Handoyo, G., & Rifai, A., 2014. Studi pengaruh faktor arus dan gelombang Terhadap sebaran sedimen dasar di perairan Pelabuhan kaliwungu Kendal. *Journal of Oceanography*, 3(3):338-346.
- Suprapti, N.H. 2008. Kandungan chromium pada perairan, sedimen dan kerang darah (*Anadara granosa*) di wilayah pantai sekitar muara sungai Sayung desa Morosari Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2):36-40. DOI: 10.14710/bioma.10.2.36-40
- Supriyantini, E. & Endrawati, H. 2015. Kandungan logam berat besi (Fe) pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1):38-45. DOI: 10.14710/jkt.v18i1.512
- Suyatno, A.P., Afiati, N. & Muskananfolo, M.R. 2021. Analisis Faktor Pengayaan Dan Faktor Kontaminasi Logam Berat Cr, Cd Dan Cu Di Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang, Propinsi Jawa Tengah. *Berkala Perikanan Terubuk*, 49(2):1042-1052.

- Triantoro, D.D., Suprpto, D., & Rudiyantri, S., 2017. Kadar Logam Berat Besi (Fe), Seng (Zn) Pada Sedimen Dan Jaringan Lunak Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Tambak Lorok Semarang. *Journal of Maquares*, 6(3):173-180. DOI:10.14710/marj.v6i3.20573
- Wahyuni, I., Sari, I.J. & Ekanara, B. 2017. Biodiversitas mollusca (Gastropoda dan bivalvia) sebagai bioindikator kualitas perairan di kawasan Pesisir Pulau Tunda, Banten. *Jurnal biodidaktika*, 12(2):45-56. DOI: 10.30870/biodidaktika.v12i2.2329
- Wulandari, S.Y., Yulianto, B., Santosa, G.W. & Suwartimah, K. 2009. Kandungan Logam Berat Hg dan Cd dalam Air, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) dengan Menggunakan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN). *Jurnal Ilmu Kelautan Undip*, 14(3):170 -175.