

Bioakumulasi kadmium (Cd), timbal (Pb), dan tembaga (Cu) pada gastropoda di Desa Kersik, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

(Bioaccumulation of Cadmium (Cd), Lead (Pb), and Cadmium (Cu) in Gastropods in Kersik Village, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan)

Izza Dzikriyah Muslim | Akhmad Rafii | Ghitarina Ghitarina

Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman
Jl. Gunung Tabur No. 1. Kampus Gn. Kelua Samarinda 76123
E-mail: izzadzikriyah16@gmail.com

ARTICLE INFO

Research Article

Article history:

Received August 10, 2022

Received in revised form January 13, 2023

Accepted February 1, 2022

DOI: <https://doi.org/10.30872/jipt.v2i1.238>

Keywords: mangroves, invertebrates, heavy metals, pollution, water quality



ABSTRACT

Heavy metals are compounds that can affect the quality of a waters. Various kinds and types of heavy metals that enter and settle in sediments can cause diversity to decrease to the extinction of organisms in the waters. This study was aimed to determine the content of Cd, Pb, and Cu accumulated in water, substrate, and gastropods obtained from Kersik Village, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan. Samples of water, substrate, and gastropods were collected from 4 stations with 3 repetitions. Water samples, substrates, and gastropods were analyzed using AAS. Concentration ranges of Cd, Pb, and Cu in water were 0.003 - 0.011 mg/L; 0.161-0.731 mg/L; and 0.007-0.009 mg/L, respectively. The concentration ranges of Cd, Pb, and Cu on the substrate were 0.021-0.182 mg/kg; 19.5-31.12 mg/kg; and 14.29-15.47 mg/kg, respectively. In gastropods, the range of Cd concentrations was 0.509 - 0.675 mg/kg, while for Pb and Cu were 15.96-21.52 mg/kg and 57.78-92.4 mg/kg, respectively. The concentration of Pb in gastropods at all stations has exceeded the quality standard based on SNI-7387-2009, while the concentration of Cu in gastropods at all stations has also exceeded the quality standard based on BPOM No.03725/B/SK/89. Bioconcentration Factor (BCF) of organisms to sediment (BCFo-s), shows the ability to accumulate Cu in Gastropods which is higher than Cd and Pb. Bioconcentration Factor (BCF) analysis of organisms to water (BCFo-w), showed that the accumulation of Cd, Pb, and Cu were in the low, medium, to high categories. The average comparison of concentrations of the three heavy metals at each observation station was not significantly different (sig. > 0.05).

PENDAHULUAN

Berdasarkan PP RI Nomor 82 Tahun 2001, pencemaran air merupakan masuknya atau dimasukkannya suatu zat, makhluk hidup, atau komponen lain masuk ke dalam perairan diakibatkan oleh aktivitas manusia yang menyebabkan kualitas air menurun hingga tingkat tertentu dan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan pembentuknya. Perubahan suatu perairan tercemar dapat dilihat dari perubahan suhu air, pH, dan konsentrasi ion hidrogen, perubahan bau, rasa, dan warna air, adanya endapan, koloidal, bahan terlarut, adanya mikroorganisme, serta radioaktif lingkungan meningkat (Rahayu, 2022). Air yang dapat digunakan untuk kehidupan umumnya tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Lukman, 2016).

Sumber pencemaran bagi perairan dapat terjadi secara alami yaitu seperti erosi, tanah longsor, banjir, serta fenomena alam lainnya. Pencemaran secara antropogenik terjadi akibat aktivitas manusia yaitu kegiatan rumah tangga, perkotaan, serta kegiatan industri. Sumber pencemaran ini yang berpotensi meningkatkan logam berat yang toksik seperti logam V, Mn, Fe, Cu, Co, Cd, Cr, Pb, dan Hg (Permatasari, 2017). Salah satu bahan pencemar ialah logam berat yang dapat menentukan status mutu kualitas air di suatu perairan sehingga perairan tersebut dapat dikatakan tercemar atau tidak tercemar (Yayu *et al.*, 2015). Logam berat yang mencemari lingkungan perairan, 90% akan terendap di dalam sedimen (Amin *et al.*, 2011).

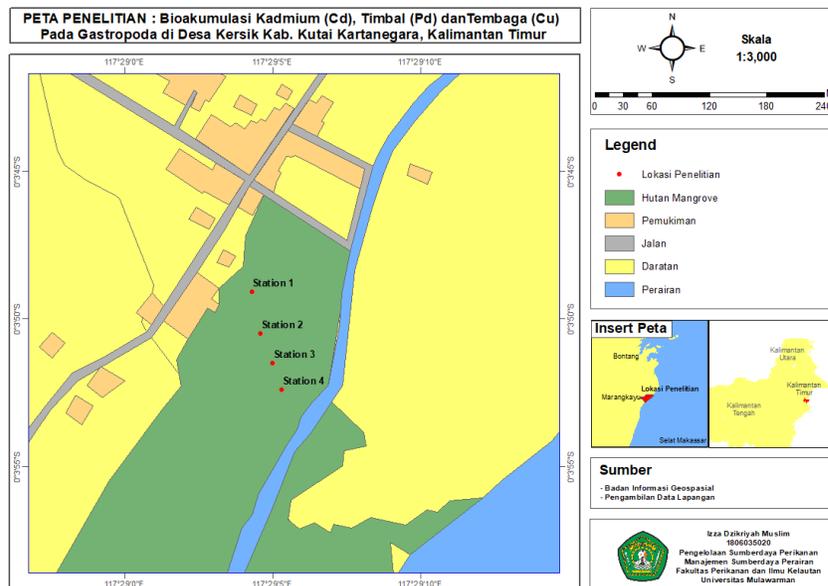
Gastropoda memiliki sifat pergerakan yang lambat, habitat di dasar perairan, pola makan detritus dan memiliki kemampuan untuk mengakumulasi senyawa-senyawa kimia dalam jaringan tubuhnya sehingga Gastropoda dapat dikatakan sebagai bioindikator suatu perairan apabila diindikasikan adanya pencemaran logam berat (Ranjan dan Babu, 2016). Beberapa spesies Gastropoda yaitu *Telecopium Telescopium* dan *Terebralia sulcate*, *Telecopium Telescopium* umumnya ditemukan pada ekosistem mangrove yang tergolong sebagai anggota family *Potamidae* dengan habitat berada di permukaan lumpur halus pada lantai-lantai hutan mangrove (Harahap *et al.*, 2022).

Banyaknya aktivitas di daerah Kutai Kartanegara, seperti kegiatan industri, pertambangan, penangkapan ikan, perkebunan kelapa sawit, serta pemukiman penduduk dapat menjadi faktor penyebab kondisi ekosistem perairan berpotensi tercemar akibat peningkatan kandungan logam berat pada wilayah perairan Kutai Kartanegara (Kamarati, 2018). Berdasarkan uraian tersebut, penulis ingin melihat konsentrasi Cd, Pb, dan Cu pada Gastropoda di Desa Kersik, Kabupaten Kutai Kartanegara dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi Cd, Pb, dan Cu pada air, substrat, dan Gastropoda di Desa Kersik, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 dengan pengambilan sampel air, substrat, dan Gastropoda. Penelitian ini dilakukan di Desa Kersik, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Analisa sampel dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mulawarman.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penentuan Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian berdasarkan pada observasi lapangan dengan melihat kondisi mangrove dan keberadaan Gastropoda yang ada di Desa Kersik. Penelitian ini dilakukan di 4 stasiun dengan 3 kali pengulangan, dimana pada setiap stasiun dilakukan pengambilan sampel air, substrat, dan Gastropoda yang selanjutnya diamati kandungan Cd, Pb, dan Cu.

Prosedur Pengambilan Sampel

Sampel air diambil pada setiap lokasi pengambilan Gastropoda menggunakan botol sampel. Sampel air yang terambil kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang berukuran 1000 ml yang telah diberi tanda dan dimasukkan ke dalam cool box. Pengambilan sampel substrat dan Gastropoda dilakukan pada saat air surut menggunakan metode transek garis (*Line Transect*) dengan cara membentangkan garis transek sepanjang 20 m dengan 3 kali pengambilan sampel (3 kali ulangan).

Sampel substrat dan Gastropoda diambil menggunakan sekop kemudian dimasukkan ke dalam plastik klip dan diberi tanda untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam cool box. Gastropoda diambil sebagai sampel sebanyak kurang lebih 40 ekor setiap stasiunnya dengan ukuran random yang dianggap telah mewakili keseluruhannya.

Analisis Sampel

Analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mulawarman, dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Pengamatan dilakukan menggunakan metode dari acuan Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian (2005). Analisis logam berat Cd, Pb, dan Cu pada air dilakukan dengan memasukkan 100 ml sampel air ke dalam Erlenmeyer 100 cc dan diberi larutan HNO_3 sebanyak 5 ml kemudian dipanaskan pada *Hot plate* dalam ruang asam dengan suhu mula-mula 100°C dan dinaikkan bertahap hingga 300°C . Pemanasan dilakukan hingga sampel air tersisa 5 ml kemudian didinginkan. Selanjutnya sampel air di *make up* hingga 100 ml dengan aquades kemudian sampel air dikocok hingga homogen lalu sampel siap diuji menggunakan AAS. Hasil Konsentrasi logam berat pada air kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021.

Sampel substrat ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan ke dalam labu ukur kemudian ditambahkan HNO_3 sebanyak 10 ml dan HClO_4 sebanyak 20 ml lalu ditutup menggunakan kaca arloji. Sampel substrat diperarang selama 1 malam dan dipanaskan pada *Hot plate* dengan suhu mula-mula 100°C kemudian dinaikkan bertahap hingga 300°C setiap 1 jam dalam ruang asam. Ekstraksi selesai setelah keluar asap berwarna putih selanjutnya substrat didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring nomor 24 whatman pada labu ukur 50 ml. Hasil Konsentrasi logam berat pada substrat kemudian dibandingkan dengan baku mutu menurut *Swedish Environmental Protection Agency* (SEPA, 2000).

Sampel Gastropoda ditimbang sebanyak 2 gram dan dimaukan ke dalam *beaker glass* 300 cc *tall* kemudian ditambahkan HNO_3 sebanyak 10 ml dan HClO_4 sebanyak 20 ml lalu ditutup menggunakan kaca arloji. Sampel Gastropoda diperarang selama 1 malam dan dipanaskan pada *Hot plate* dengan suhu mula-mula 100°C kemudian dinaikkan bertahap hingga 300°C setiap 1 jam dalam ruang asam. Ekstraksi selesai setelah keluar asap berwarna putih selanjutnya sampel Gastropoda didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring nomor 24 whatman pada labu ukur 50 cc. Selanjutnya sampel Gastropoda di *make up* hingga 50 cc kemudian sampel dikocok dan siap diuji menggunakan AAS. Hasil Konsentrasi logam berat pada Gastropoda kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan BSN (SNI-7387-2009) dan BPOM No.03725/B/SK/89.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah uji manova dengan menggunakan software SPSS 16. Uji manova digunakan untuk mengetahui hubungan diantara variabel independen terhadap perbedaan variabel dependen digunakan nilai Wilk's Lambda, yaitu tingkat signifikansinya dibandingkan dengan tingkat

signifikansi yang telah ditetapkan yaitu $\alpha = 0,05$. Jika nilai $\text{sig.} > 0,05$ maka antar variabel dependen tidak berbeda nyata yang disebabkan oleh tidak adanya pengaruh variabel independen.

Biokonsentrasi Faktor (BCF)

Faktor Biokonsentrasi dihitung untuk mengetahui kemampuan Gastropoda untuk mengakumulasi Cd, Pb, dan Cu yang diartikan sebagai perbandingan logam berat dalam organisme dan kandungan logam dalam sedimen (BCFo-s) atau air (BCFo-w) melalui tingkat biokonsentrasi faktor (BCF) dengan rumus sebagai berikut (Vassiliki dan Konstantina 1984 dalam Ahmed *et al.*, 2017):

$$\text{BCFo-s} = \frac{C(\text{org})}{C(\text{sed})} \quad \text{BCFo-w} = \frac{C(\text{org})}{C(\text{water})}$$

Keterangan :

BCF	= Faktor biokonsentrasi
C org	= Konsentrasi logam berat dalam organisme
C water	= Konsentrasi logam berat pada air
C sed	= Konsentrasi logam berat pada sedimen

Menurut Van Esch (1977) dalam Ahmed *et al.* (2017), nilai BCFo-s yang diperoleh dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu:

1. *Macroconcentrator* jika ($\text{BCFo-s} > 2$)
2. *Microconcentrator* jika ($1 < \text{BCFo-s} < 2$)
3. *Deconcentrator* ($\text{BCFo-s} < 1$)

Sedangkan untuk nilai BCFo-w yang diperoleh dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Sifat akumulatif tinggi jika ($\text{BCFo-w} > 5000$)
2. Sifat akumulatif sedang jika (nilai BCFo-w 1000-5000)
3. Sifat akumulatif rendah jika (nilai BCFo-w 100-1000)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Pendukung

Parameter Pendukung Hasil pada penelitian di Desa Kresik terdiri dari Suhu, Salinitas, dan DO. Hasil pengukuran dari parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 1:

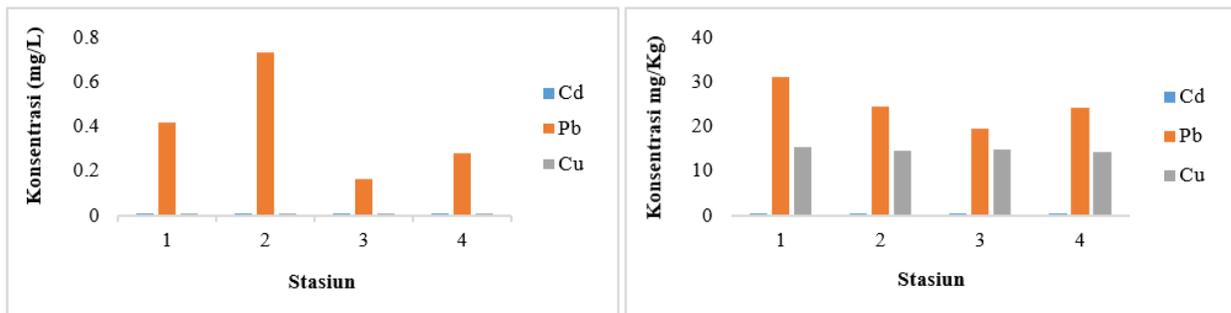
Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu, Salinitas, dan DO pada Lokasi Penelitian di Desa Kresik, Kutai Kartanegara

Parameter	Satuan	Stasiun			
		ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
Suhu	°C	27,9	27,5	27,0	27,4
Salinitas	‰	22	22	17	21
DO	mg/L	5,0	5,3	4,7	3,7

Hasil pengukuran Suhu, Salinitas, dan DO perairan pada wilayah mangrove Desa Kersik, suhu berkisar antara 27,0 – 27,9°C. Gastropoda memiliki kemampuan beradaptasi dan bertahan hidup pada kisaran suhu -12°C - 43°C (Ernanto *et al.*, 2010). Adanya Kondisi ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut masih mendukung kehidupan Gastropoda. Salinitas yang didapatkan berkisar antara 17 – 22‰, Gastropoda tidak terpengaruh oleh perubahan salinitas di perairan dikarenakan mampu beradaptasi (Ernanto *et al.*, 2010). DO memiliki kisaran rata-rata 4,7 – 5,3 mg/L, menurut KepMen LH No. 51 Tahun 2004 nilai kisaran DO pada wilayah tersebut masih berada pada batas yang diinginkan.

Konsentrasi Cd, Pb, dan Cu Pada Air dan Substrat

Beberapa jenis logam berat memiliki dampak negatif yang ditimbulkan, keracunan Cd kronis menyebabkan gangguan pada organ yaitu ginjal, paru-paru, darah, jantung, kelenjar reproduksi, indera penciuman, dan kerapuhan tulang dikarenakan Cd merupakan elemen toksik yang meskipun ketersediaan Cd sedikit di ekosistem tersebut namun sifat toksik nya lebih berbahaya (Kawung *et al.*, 2018). Sumber dari Pb di suatu perairan dapat berasal dari hasil buangan limbah yang juga berdampak menyebabkan keracunan. Sedikit berbeda dengan Cu yang keberadaannya dibutuhkan oleh tubuh meskipun dalam jumlah yang sedikit (Setiawan, 2015). Jenis logam Cu banyak ditemui pada perairan yang menerima erosi batuan mineral dan Cu merupakan logam esensial pada Konsentrasi yang rendah dan bersifat racun pada Konsentrasi tinggi (Setiawan, 2015). Hasil analisa Cd, Pb, dan Cu pada air dan substrat di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Konsentrasi Cd, Pb, dan Cu pada air (kiri) dan substrat (kanan) pada lokasi penelitian di Desa Kresik, Kutai Kartanegara

Kisaran Konsentrasi Cd pada air pada lokasi penelitian di Desa Kersik adalah 0,003 – 0,011 mg/L dengan nilai rata-rata 0,007 mg/L. Konsentrasi Pb pada Stasiun 1 hingga Stasiun 4 adalah 0,161 – 0,731 mg/L dengan nilai rata-rata 0,397 mg/L. Selanjutnya untuk kisaran Konsentrasi Cu pada keempat stasiun di lokasi penelitian di Desa Kersik adalah 0,007 – 0,009 mg/L dengan nilai rata-rata 0,008 mg/L. Konsentrasi Cd dan Cu pada seluruh stasiun masih memenuhi baku mutu berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021, akan tetapi Pb telah melebihi Konsentrasi baku mutu. Tingginya kandungan Pb pada keempat stasiun yang melebihi baku mutu diduga dipengaruhi oleh lokasi stasiun yang dekat dengan jalan raya dan pemukiman. Adanya kegiatan transportasi yang cukup padat menghasilkan emisi atau limbah yang mencemari di sekitar perairan.

Kendaraan dengan bahan bakar minyak (BBM) yang mengandung Pb dapat meningkatkan nilai oktan sehingga mudah terbakar dan menyebabkan emisi Pb dari pembakaran bensin dapat masuk kedalam perairan melalui udara dan mengendap dalam sedimen (Khairuddin *et al.*, 2018). Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh (Anggraini, 2019) yang menyebutkan bahwa Pb pada air laut di perairan Teluk Bayur dengan nilai tertinggi 0,840 telah melebihi baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 disebabkan oleh lokasi pengambilan sampel dekat dengan jalan raya dengan transportasi yang cukup padat.

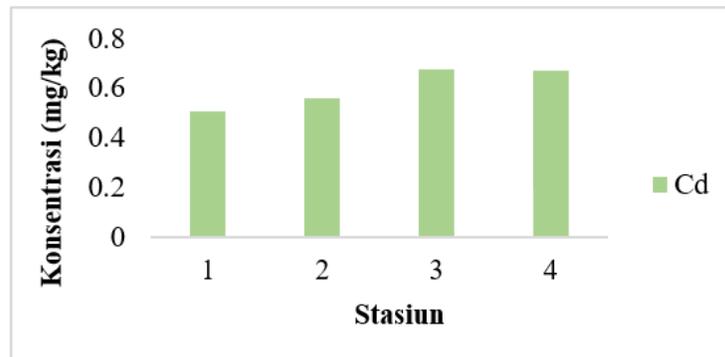
Kisaran Konsentrasi Cd pada substrat pada lokasi penelitian di Desa Kersik adalah 0,021 – 0,182 mg/L dengan nilai rata-rata 0,081 mg/L. Konsentrasi Pb pada Stasiun 1 hingga Stasiun 4 adalah 19,5 – 31,12 mg/L dengan nilai rata-rata 24,83 mg/L. Selanjutnya untuk kisaran Konsentrasi Cu pada keempat stasiun di lokasi penelitian di Desa Kersik adalah 14,29 – 15,47 mg/L dengan nilai rata-rata 14,79 mg/L. Konsentrasi Cd, Pb, dan Cu yang telah melebihi baku mutu umumnya terdapat pada Stasiun 1, yang mana lokasinya dekat dengan jalan raya dan kegiatan transportasi yang cukup padat sehingga hasil emisi dari kendaraan maupun dari udara akan masuk dan terserap ke dalam tanah (substrat) dan masuk ke dalam

perairan. Selain itu, lokasi penelitian dekat dengan pemukiman warga sekitar yang diduga dapat menghasilkan limbah rumah tangga.

Studi tentang kadar Cd pada penelitian yang dilakukan oleh Setiawan (2015) memperlihatkan bahwa kadar Cd pada Sungai Tallo telah melebihi baku mutu dengan nilai 5,16 ppm berdasarkan *Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME)* dan diketahui juga bahwa Konsentrasi Cd pada substrat lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi Cd pada air. Konsentrasi Cd yang tinggi tersebut disebabkan oleh logam berat yang memiliki sifat mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan sehingga Konsentrasi logam berat pada substrat lebih tinggi dibandingkan di dalam air (Leiwakabessy, 2005). Serupa dengan penelitian oleh Setiawan (2015) yang menyebutkan bahwa Konsentrasi Pb di muara Sungai Tallo telah melebihi baku mutu dengan nilai 66,6 ppm berdasarkan *Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME)*.

Konsentrasi Cd Pada Gastropoda

Gastropoda merupakan bioakumulator adanya bahan pencemar di perairan, organisme ini hidup pada dasar perairan dan tidak dapat bergerak cepat serta memiliki tingkat toleransi yang luas terhadap suatu perairan (Gitarama *et al.*, 2016). Hasil analisa Cd, Pb, dan Cu pada Gastropoda dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4:

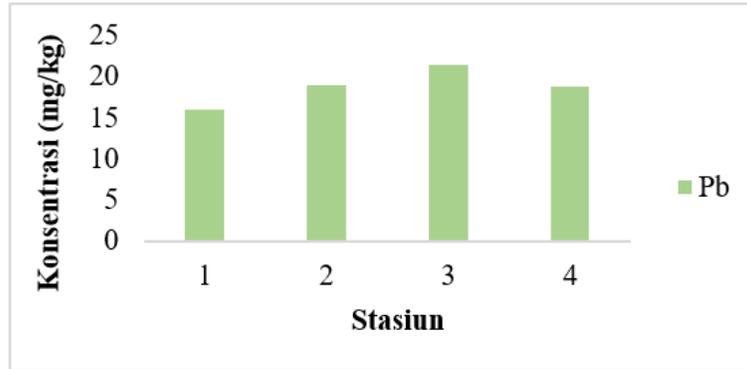


Gambar 2. Konsentrasi Cd pada gastropoda pada lokasi penelitian di Desa Kresik, Kutai Kartanegara

Kisaran Konsentrasi Cd pada keempat stasiun pada lokasi penelitian di Desa Kersik adalah 0,509-0,675 mg/kg. Konsentrasi Cd terendah didapatkan pada Stasiun 1, sedangkan Konsentrasi tertinggi terdapat pada Stasiun 3 namun rata-rata pada setiap stasiun pengamatan pada umumnya tidak berbeda nyata. Konsentrasi Cd pada Stasiun 1 hingga 4 masih memenuhi baku mutu berdasarkan BSN (SNI-7387-2009). Pada penelitian Sitorus, *et al.* (2020), rata-rata Konsentrasi Cd pada *Bivalvia* di sekitar perairan pesisir Teluk Balikpapan yaitu 2,064 mg/kg. Jika dibandingkan dengan rata-rata Konsentrasi Cd pada Gastropoda di Desa Kersik yaitu 0,603 mg/kg, dapat disimpulkan bahwa Konsentrasi Cd lebih rendah.

Konsentrasi Pb Pada Gastropoda

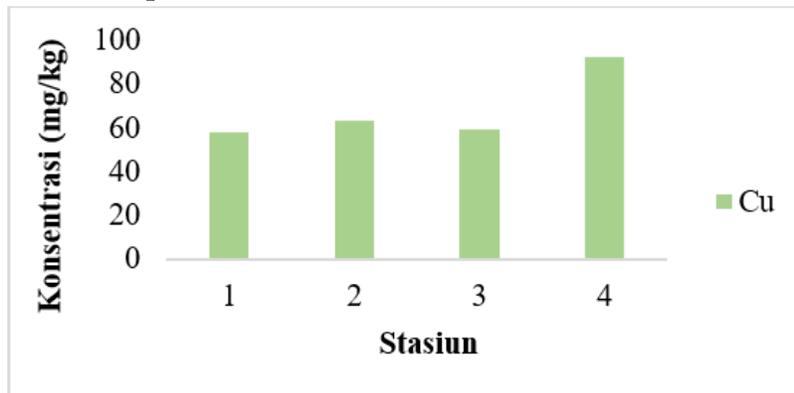
Kisaran Konsentrasi Pb pada keempat stasiun pada lokasi penelitian di Desa Kersik adalah 15,96 – 21,52 mg/kg. Konsentrasi Pb terendah didapatkan pada Stasiun 1 sedangkan Konsentrasi tertinggi terdapat pada Stasiun 3 namun Konsentrasi Pb pada Stasiun 1 hingga Stasiun 4 telah melebihi baku mutu berdasarkan BSN (SNI-7387-2009). Konsentrasi Pb tertinggi pada Gastropoda yaitu sebesar 21,52 mg/kg. Hasil multivariate test menunjukkan bahwa rata-rata pada setiap stasiun pengamatan pada umumnya tidak berbeda nyata. Pada penelitian Amriani, *et al.* (2011),



Gambar 3. Konsentrasi Pb pada Gastropoda pada lokasi penelitian di Desa Kresik, Kutai Kartanegara

Konsentrasi Pb pada kerang darah memiliki Konsentrasi lebih tinggi dibandingkan dengan kerang bakau. Rata-rata Konsentrasi Pb pada kerang darah yaitu $0,879 \pm 0,280$ mg/kg sedangkan pada kerang bakau yaitu $0,874 \pm 0,478$ mg/kg. Jika dibandingkan dengan rata-rata Konsentrasi Pb pada Gastropoda di Desa Kersik yaitu 18,84 mg/kg, dapat disimpulkan bahwa Pb pada Gastropoda di Desa Kersik lebih tinggi. Tingginya Konsentrasi tersebut kemungkinan dapat disebabkan oleh faktor kondisi yaitu suhu yang dapat meningkatkan laju metabolisme, akumulasi, dan toksitas pada logam berat (Amriani *et al.*, 2011).

Konsentrasi Cu Pada Gastropoda



Gambar 4. Konsentrasi Cu pada Gastropoda pada lokasi penelitian di Desa Kresik, Kutai Kartanegara

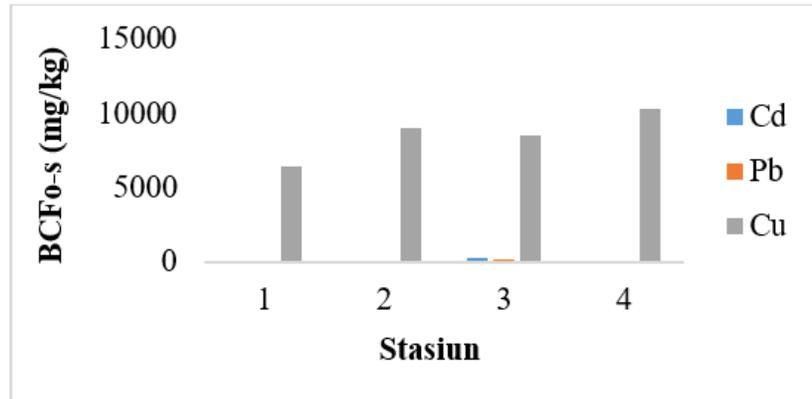
Kisaran Konsentrasi Cu pada keempat stasiun pada lokasi penelitian di Desa Kersik adalah 57,78 – 92,4 mg/kg. Konsentrasi terendah didapatkan pada Stasiun 1, sedangkan Konsentrasi tertinggi terdapat pada Stasiun 4 namun Konsentrasi Cu pada Stasiun 1 hingga Stasiun 4 telah melebihi baku mutu berdasarkan BPOM (No.03725/B/SK/89). Konsentrasi Cu tertinggi pada Gastropoda yaitu sebesar 63,16 mg/kg. Hasil multivariate test mpada Cu juga menunjukkan bahwa rata-rata pada setiap stasiun pengamatan pada umumnya tidak berbeda nyata. Pada penelitian Febrita (2013), rata-rata Konsentrasi Cu pada *Cerithidea sp* yaitu 2,059 ppm. Jika dibandingkan dengan rata-rata Konsentrasi Cu pada Gastropoda di Desa Kersik yaitu 69,9 mg/kg, dapat disimpulkan bahwa Konsentrasi Cu lebih tinggi. Tingginya Konsentrasi tersebut kemungkinan disebabkan lokasi pengambilan sampel yang berdekatan dengan permukiman serta jalan raya sehingga kemungkinan Cu berasal dari limbah tersebut.

Biokonsentrasi Faktor (BCF)

Perhitungan faktor biokonsentrasi (BCF) bertujuan untuk mengetahui jumlah akumulasi Cd, Pb, dan Cu pada sedimen dan air yang terakumulasi pada Gastropoda. Nilai BCF diperoleh dalam membandingkan kemampuan organisme (Gastropoda) dalam menyerap logam dari air dan sedimen. Oleh karena itu terdapat dua nilai BCF, yaitu BCF organisme didalam sedimen (BCFo-s) dan BCF organisme didalam air (BCFo-w).

1) BCF Organisme-sedimen (BCFo-s)

Hasil perhitungan nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-s) yaitu rasio perbandingan antara Konsentrasi Cd, Pb, dan Cu pada Gastropoda didalam sedimen. Berikut ini adalah grafik hasil perhitungan Faktor Biokonsentrasi di dalam sedimen (BCFo-s) di Desa Kersik yang dapat dilihat pada Gambar 5:

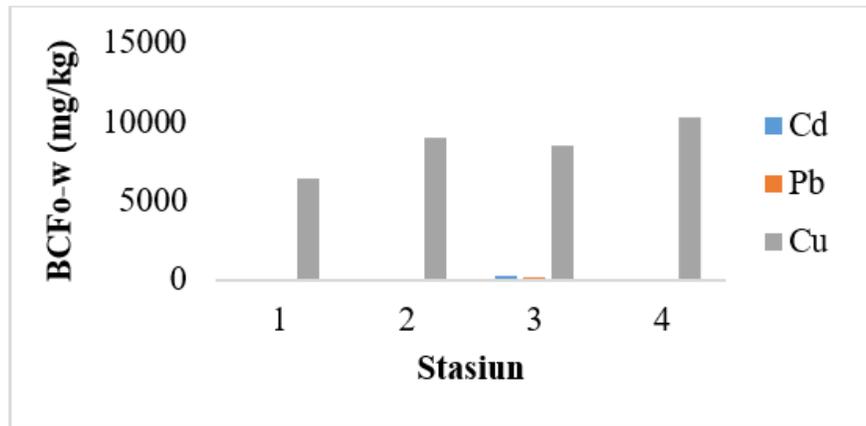


Gambar 5. Hasil Perhitungan Biokonsentrasi Faktor (BCFo-s) pada gastropoda pada lokasi penelitian di Desa Kersik, Kutai Kartanegara

Menurut Hutagalung (1991) urutan kemampuan beberapa logam berat dengan asam amino yaitu $Hg > Cu > Ni > Pb > Co > Cd$, maka keberadaan Cu dapat dikatakan paling besar untuk diserap daripada Cd dan Pb. Cu menunjukkan kemampuan Gastropoda dalam mengakumulasi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Supriyantini (2015) yang menyebutkan bahwa akumulasi Cu pada sedimen di Perairan Tanjung Emas lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya dengan nilai berkisar antara 1,236-3,212 mg/kg. Perbedaan akumulasi Cd, Pb, dan Cu tersebut diduga karena Cu merupakan logam berat yang mudah mengendap dalam sedimen.

2) BCF Organisme-air (BCFo-w)

Hasil perhitungan nilai faktor biokonsentrasi (BCFo-w) yaitu rasio perbandingan antara konsentrasi Cd, Pb, dan Cu pada Gastropoda didalam air. Berikut ini adalah grafik hasil perhitungan Faktor Biokonsentrasi di dalam air (BCFo-w) di Desa Kersik yang dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Hasil perhitungan biokonsentrasi faktor (BCFo-w) pada gastropoda di Desa Kersik

Berdasarkan hasil perhitungan Faktor Biokonsentrasi (BCFo-w), ketiga jenis logam berat pada Gastropoda dapat dikatakan bahwa akumulasi Cd dan Pb termasuk dalam kategori rendah dengan rata-rata hasil perhitungan BCFo-w berturut turut yaitu 107,09 mg/kg dan 22,24 mg.kg. Selanjutnya untuk akumulasi Cu termasuk dalam kategori tinggi dengan rata-rata hasil perhitungan BCFo-w 8.541,30 mg/kg. Dari hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa di wilayah mangrove Desa Kersik khususnya pada lokasi pengambilan sampel Gastropoda telah tercemar logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb), dan Tembaga (Cu). Larutnya logam berat pada air tidak bersifat tetap dipengaruhi oleh pasang surut dan air hujan yang masuk ke dalam perairan (Wulansari, 2018).

Akumulasi pada setiap biota dapat berbeda disebabkan oleh beberapa faktor antara lain perbedaan sifat biologis seperti jenis, umur, ukuran, fisiologis pada masing-masing jenis biota, perbedaan sifat fisik dan kimia serta perbedaan kondisi wilayah (Wulandari *et al.*, 2012). Gastropoda merupakan bioindikator yang baik di perairan dikarenakan mampu mengakumulasi zat-zat polutan, memiliki sifat mobilitas yang rendah, jaringan tubuh yang lunak, memperoleh makanan dari dasar perairan, ukuran tubuh relatif besar serta mudah diidentifikasi (Gupta dan Singh, 2011).

Efek Timbal terhadap kesehatan manusia jika dikonsumsi dan masuk kedalam tubuh yaitu dapat mengganggu sistem reproduksi pria dengan menurunkan kualitas semen dan jika konsentrasi Timbal dalam darah tinggi dapat menurunkan hemoglobin dan meningkatkan risiko penyakit anemia (Baloch *et al.*, 2020). Tembaga dibutuhkan oleh manusia, mamalia lain, dan ikan sebagai, metabolisme, pembentukan hemoglobin, haemosianin, dan pigmen dalam pengangkutan oksigen (Solomon, 2009). Konsentrasi Tembaga yang melebihi ambang batas konsumsi bagi manusia dapat menyebabkan muntah, diare, Wilson disease dan sebagainya (Roychoudhury *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

1. Kadar Pb melebihi standar baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 dengan nilai 0,397 mg/L.
2. Kadar Cd melebihi standar baku mutu dengan nilai 0,081 mg/kg menurut *Swedish Environmental Protection Agency* (SEPA, 2000).
3. Kadar Cd dan Pb pada Gastropoda melebihi standar baku mutu BSN (SNI-7387-2009) dengan masing-masing nilai 0,603 mg/kg dan 18,84 mg/kg sedangkan rata-rata Cu melebihi standar baku mutu dengan nilai 69,9 mg/kg berdasarkan BPOM No.03725/B/SK/89).
4. Nilai BCFo-s menunjukkan kemampuan akumulasi Cu pada Gastropoda yang lebih tinggi dibandingkan Cd dan Pb. Nilai BCFo-w menunjukkan bahwa ketiga jenis logam berat tersebut pada Gastropoda mengakumulasi Cd dan Pb dalam kategori rendah, sedangkan akumulasi Cu termasuk dalam kategori tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed Q, Ali QM, Bat L. *Assessment of Heavy Metals Concentration in Holothurians, Sediments and Water Samples from Coastal Areas of Pakistan (Northern Arabian Sea)*. Journal of Coastal Life Medicine 2017; 5(5): 191-201.
- Amin B, Afriyani E, Saputra MA. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu Pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. Jurnal Teknobiologi 2011; 2(1): 1-8.
- Amriani, Hendarto B, Hadiyanto A. 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 2011; 9(2): 48.
- Anggraini W, dan Puryanti D. Identifikasi Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Air Laut di Sekitar Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang. Jurnal Ilmu Fisika 2019; 11(2): 99.
- Baloch S, Kazi TG, Baig JA, Afridi HI, dan Arain MB. *Occupational Exposure of Lead and Cadmium on Adolescent and Adult Workers of Battery Recycling and Welding Workshops: Adverse Impact on Health*. Science of The Total Environment 2020; 720.
- BSN. 2009. SNI 7387: 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Badan Standarisasi Nasional. ICS 67.220.20. Jakarta.
- Ernanto R, Agustriani F, dan Aryawati R. Struktur Komunitas Gastropoda Pada Ekosistem Mangrove di Muara Sungai Batang Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. Maspari Journal 2010; 01(77):77.
- Febrita E, Darmadi, dan Trisnani T. 2013. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Siput Merah (*Cerithidea Sp*) di Perairan Laut Dumai Provinsi Riau. Prosiding Semirata Fmipa Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Gitarama AM, Krisanti M, dan Agungpriyono DR. Komunitas Makrozoobentos dan Akumulasi Kromium di Sungai Cimanuk Lama, Jawa Barat. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI) 2016, 21(1): 48-5.
- Gupta SK, dan Singh J. *Evaluation of Mollusc As Sensitive Indicator of Heavy Metal Pollution In Aquatic System: A Review*. Journal IIOAB 2011, 2(1): 49-57.
- Harahap IM, Syahrial, Erlangga E, Imanullah, dan Ezraneti R. Gastropoda *Telescopium Telescopium* (Linnaeus, 1758) di Hutan Mangrove Desa Cut Mamplam Provinsi Aceh, Indonesia. Jurnal Kelautan Tropis 2022, 25(2): 157.
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat. Status Pencemaran Laut Indonesia dan Teknik Pemecahannya. P30-LIPI. Jakarta.
- Kamarati KF, Ivanhoe M, dan Sumaryono M. Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) Pada Air Sungai Santan. Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa 2018; 4(1): 49-50.
- Kawung NR, Rompas RR, Paulus JJH, Lasut MT, Mantiri DHM, dan Rumampuk ND. Analisis Akumulasi Kandungan Logam Kadmium Pada Akar dan Daun Mangrove di Perairan Basaan-Belang Kabupaten Minahasa Tenggara dan Likupang Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis 2018; 1(1): 98-106.
- Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor: 0375/B/SK/VII/89 Tentang Batas Maksimal Cemaran Logam dalam Makanan.
- Khairuddin, Yamin M, Syukur A. Analisis Kandungan Logam Berat Pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. Jurnal Biologi Tropis 2018; 18(1): 75-76.
- Leiwakabessy, F. 2005. Logam Berat di Perairan Pantai Pulau Ambon dan Korelasinya dengan Kerusakan Cangkang, Rasio Seks, Ukuran Cangkang, Kepada Individu dan Indeks Keragaman Jenis Siput Nerita (*Neritidae*: Gastropoda). Disertasi. Tidak Dipublikasikan. Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya.

- Lukman A. 2016. Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Udang Windu (*Penaeus monodon*) di Tambak Tradisional Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.
- MENKLH. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 51/MENLH/2004 Tahun 2004, Tentang Penetapan Baku Mutu Air Laut Dalam Himpunan Peraturan di Bidang Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Permatasari A. 2017. Analisis Logam Berat Cu, Co, dan V Pada Sedimen Perairan Kabupaten Mamuju Menggunakan *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy* (Icp-Oes). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Rahayu DR, dan Mangkoedihardjo S. Kajian Bioaugmentasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Perairan Menggunakan Bakteri (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Sungai Krueng Sabee, Aceh Jaya). *Jurnal Teknik ITS* 2022; 11(1): 16.
- Ranjan TJU, dan Babu R. *Heavy Metal Risk Assessment in Bhavanapadu Creek Using Three Potamidid Snails- Telescopium Telescopium, Cerithidea obtuse and Cerithidea cingulata*. *Journal Environmental Analytical Toxicology* 2016; 6(4): 38.
- Roychoudhury S, Nath S, Massanyi P, Stawarz R, Kacaniova M, dan Kolesarova A. *Copper Induced Changes in Reproductive Functions: in Vivo and in Vitro Effects*. *Physiological Research* 2016; 65(1): 11-22.
- Setiawan H, dan Subiandono E. Konsentrasi Logam Berat Pada Air dan Sedimen di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan (*Heavy Metals Concentrations in Water and Sediment at Coastal Waters of South Sulawesi Province*). *Forest Rehabilitation Journal* 2015; 3(1): 73.
- Sitorus S, Ilang Y, dan Nugroho RA. Analisis Kadar Logam Pb, Cd, Cu, As Pada Air, Sedimen dan Bivalvia di Pesisir Teluk Balikpapan. *Dinamika Lingkungan Indonesia* 2020; 7(2): 91.
- Solomon, F. *Impacts of Copper on Aquatic Ecosystems and Human Health*. *Environment & Communities* 2009; 25(8):25-28.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Supriyantini E, dan Soenardjo N. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Akar dan Buah Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis* 2015; 18(2): 102.
- Swedish Environmental Protection Agency (SEPA). 2000. *Environmental Quality Criteria Coasts and Seas*. Sweden: Aralia.
- Wulandari E, Herawati EY, dan Arfiati D. Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Laut dan Tiram *Saccostrea Glomerata* Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan* 2012; 1(1): 10-14.
- Wulansari DF, dan Kuntjoro S. 2018. Keanekaragaman Gastropoda dan Peranannya Sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. *Lenterabio* 2018; 7(3): 242.
- Yayu G, Nineu, dan Permanawati Y. Kandungan Logam Berat (Cd, Cu, Pb, dan Zn) dalam Air Laut di Perairan Pantai Timur Pulau Rote. *Jurnal Geologi Kelautan* 2015; 13(2):99-108.