

Bioakumulasi Logam Tembaga (Cu) Dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Karawauw (*Batissa violacea*) Di Sungai Wosimi Teluk Wondama

Fiandani Mufidah¹, Bertha Mangallo²

¹ Mahasiswa Program Studi Kimia Universitas Papua, Manokwari

² Staf Pengajar Program Studi Kimia Universitas Papua, Manokwari

Email: b.mangallo@unipa.ac.id

ABSTRAK

Kerang *Batissa violacea* dikenal sebagai Kerang Karawauw merupakan salah satu sumber daya perairan Teluk Wondama yang dikonsumsi dan mempunyai nilai ekonomi. Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas pelayaran serta perikanan berdampak pada kualitas perairan disekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Cu dan Cd dalam air, sedimen, dan Kerang Karawauw (*Batissa violacea*) di Sungai Wosimi dan mengetahui tingkat bioakumulasi Kerang Karawauw (*Batissa violacea*) terhadap logam Cu dan Cd di sungai Wosimi. Metode pengambilan sampel Kerang Karawauw menggunakan metode random sampling, sampel air dan sedimen diambil pada lokasi yang sama dengan lokasi pengambilan sampel kerang. Kandungan logam Cu dan Cd dalam sampel air, kerang dan sedimen dianalisis menggunakan Atomic Absorbance Spectrofotometer (AAS). Konsentrasi logam Cu dalam air berkisar antara <0,0001 - 0.0094 mg/L, konsentrasi logam Cu dalam sedimen berkisar antara 2,60 - 29,74 mg/kg, konsentrasi logam Cu dalam kerang berkisar antara 9,0335 - 34,9200 mg/kg. Konsentrasi logam Cd dalam air berkisar antara <0,0001 - 0.0113 mg/L, konsentrasi logam Cd dalam sedimen berkisar antara <0,0001 - 6,54 mg/kg, sedangkan konsentrasi logam Cd dalam kerang adalah < 0,0001 mg/kg pada semua lokasi kajian. Nilai BAF_{o-w} tertinggi untuk logam Cu terdapat pada lokasi IV (K2) sebesar 6020,48 tergolong tingkat akumulasi tinggi, sedangkan nilai BAF_{o-s} tertinggi untuk logam Cu terdapat pada lokasi III (K2) sebesar 8,81 atau tergolong tingkat akumulasi rendah.

Kata Kunci : *Batissa violacea*, bioakumulasi, Sungai Wosimi.

ABSTRACT

The batissa violacea molluscs popularly known as Karawauw is one of the marine resources of Wondama Bay which their consumption and commercial value. The increase in population and shipping and fishing activities have an impact on the quality of the surrounding waters. This study aims to determine the concentration of Cu and Cd metals in water, sediment, and the Batissa Violacea in the Wosimi River and to determine the bioaccumulation factor of the Batissa violacea toward Cu and Cd metals in the Wosimi River. The sampling method for molluscs used random sampling methods, water and sediment samples were taken at the same location as molluscs sampling location. The method used to determine heavy metals content was Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The concentration of Cu in the water ranged from <0,0001 to 0.0094 mg/L, the concentration of Cu in the sediments ranged from 2,60 to 29,74 mg/kg and the concentration of Cu in the batissa violacea ranged from 9,0335 to 34,9200 mg/kg. The concentration of Cd in the water ranged from <0,0001 to 0.0113 mg/L, the concentration of Cd in the sediments ranged from <0,0001 to 6,5400 mg/kg

and the concentration of Cd in the batissa violacea is $<0,0001$ mg/kg at all location. Bioaccumulation factors (BAFo-w) for Cu metal at location IV (K2) is 6020.48 which classified as a high accumulation level, the BA Fo-s value for Cu metal at location III (K2) is 8.81 or classified as a low accumulation level.

Keywords: *Batissa violacea*, bioaccumulation, Wosimi River.

PENDAHULUAN

Potensi perikanan di Teluk Wondama sangatlah besar dikarenakan sektor perikanan masih menjadi mata pencaharian kedua penduduk di kabupaten Teluk Wondama setelah sektor pertanian, hasil perikanan di tahun 2013 meningkat dilihat dari banyaknya potensi laut dan sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Hal ini berdampak pada peningkatan jumlah transportasi yang digunakan sebagai angkutan sungai dan penyeberangan di Teluk Wondama dari tahun 2010-2013 (BPS, 2014) dengan jenis transportasi yaitu perahu bermotor, kapal/ferry, kapal perintis, dan kapal nusantara. Meningkatnya aktivitas transportasi laut dan sungai di Teluk Wondama serta kegiatan antropogenik di sekitar perairan dapat meningkatkan pencemaran logam berat termasuk di daerah aliran sungai.

Terdapat beberapa sungai besar di daerah Kabupaten Teluk Wondama, diantaranya Sungai Sumbouw, Sungai Mangguray, Sungai Anggris, dan Sungai Wosimi. Sungai Wosimi terletak di Desa Senderawoi yang merupakan lokasi tempat mencari Kerang Karawauw (*Batissa violacea*) oleh masyarakat local untuk dikonsumsi sendiri maupun untuk di jual. Kerang merupakan sumber nutrisi yang digemari oleh masyarakat dan konsumsinya terus meningkat (Oliveira *et al.* 2011).

Keberadaan logam berat di perairan dapat terjadi secara alami dan kadarnya dapat meningkat melalui proses alami dan aktivitas antropogenik. Logam berat tersebut berada dalam bentuk terlarut atau terikat pada bahan organik dan mengendap di dasar perairan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan air (Harahap, 1991). Kerang merupakan organisme filter feeder yang habitatnya terbenam dalam sedimen berlumpur yang memakan bangkai, kotoran dan bahan cemaran lainnya yang mengandung logam berat termasuk logam tembaga (Cu) dan cadmium (Cd), serta dapat terakumulasi dan bersifat toksik sehingga apabila dikonsumsi dapat membahayakan kesehatan manusia. Aspek tersebut membuat kerang dijadikan bioindikator tingkat pencemaran ekosistem laut dan sungai.

Logam Cu merupakan logam esensial dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun pada konsentrasi larutan $> 0,1$ ppm akan menimbulkan efektoksik dan mengganggu kehidupan mikroorganisme, sedangkan logam Cd merupakan logam non esensial dapat terakumulasi pada jaringan tubuh kerang-kerangan, sedangkan pada manusia terjadi di hati, tulang, ginjal, pankreas dan kelenjar gondok (Palar, 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Cu dan Cd dalam air, sedimen, dan Kerang Karawauw (*Batissa Violacea*) di Sungai Wosimi dan

mengetahui tingkat bioakumulasi Kerang Karawauw (*Batissa violacea*) terhadap logam Cu dan Cd di sungai Wosimi.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan sampling yang digunakan adalah botol polyetilen, pH meter, *cool box*, kantong plastik, DO meter, TDS meter, GPS (Merk GARMIN), *hand refakrometer*. Peralatan destruksi dan analisis yaitu seperangkat alat refluks, mortar, timbangan analitik, kertas saring Whatmann 41, oven, dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA MERK FLAME AA-6300 dan ayakan 80 mesh, Bahan yang digunakan adalah sampel air, sedimen, Kerang Karawauw, asam nitrat (HNO_3), asam perklorat HClO_4 , larutan standar Cu dan Cd.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Air, Sedimen dan Kerang Karawauw

Pengambilan sampel diawali dengan pengambilan titik koordinat menggunakan GPS pada tiap kawasan yang dianggap telah terkontaminasi dengan logam berat, terdapat 4 titik lokasi pengambilan yang terdiri dari 2 lokasi dengan adanya aktivitas manusia (titik III dan IV) dan 2 lokasi tanpa (minim) aktivitas manusia (titik I dan II), disetiap lokasi pengambilan sampel dilakukan pada 2 sisi titik (bagian tepi kanan dan tepi kiri). Lokasi I dan II merupakan bagian hulu sungai sedangkan lokasi III dan IV merupakan bagian hilir yang dekat dengan desa Senderawoi. Titik koordinat Lokasi I, II, III, dan IV masing-masing berada pada $0,2^{\circ}56'59''$ S - $134^{\circ}33'510''$ E, $0,2^{\circ}55'263''$ S - $134^{\circ}33'517''$ E, $0,2^{\circ}55'510''$ S - $134^{\circ}33'088''$ E dan $0,2^{\circ}55'338''$ S - $134^{\circ}32'361''$ E.

Jumlah sampel air yang diambil ± 1000 mL dan dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah diberi label, ditambahkan beberapa tetes asam nitrat HNO_3 (sampai pH <2), disimpan dalam *ice box*. Sampel kerang dan sedimen diambil pada lokasi yang sama dengan lokasi pengambilan sampel air, diambil dengan tangan atau sekop hingga kedalaman 1 meter dari sisi kiri dan kanan sungai, menggunakan metode *random sampling*, kemudian dimasukkan kedalam plastik yang telah diberi label dan disimpan di dalam *ice box*.

Analisis Sampel

Analisis air (Hutagalung *et al.* 1997)

Sampel air yang telah diambil ± 1000 mL disaring menggunakan kertas saring Whatmann. Kandungan logam Cu dan Cd dalam sampel dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Analisis Sedimen (SNI, 2004)

Tahapan awal analisis adalah sampel sedimen dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam dan didinginkan pada desikator, setelah itu sampel digerus sampai hancur dan diayak dengan ayakan berukuran 80 mesh, kemudian ditimbang seberat 0,5 gram berat kering. Sedimen kemudian ditambahkan HNO_3 65 % (pekat) 6 mL dan HClO_4 (pekat) 2

mL, diamkan sedimen yang sudah diberi pelarut selama 24 jam. Sedimen dimasukkan kedalam alat refluks dan dididihkan selama 2 jam. Angkat dan dinginkan, kemudian ditambahkan Aquades sebanyak 50 mL dan disaring menggunakan kertas saring 0,45 µm, lalu ditepatkan volumenya hingga 100 mL dalam labu takar. Kandungan logam Cu dan Cd dalam sampel dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Analisis Kerang (SNI, 2011)

Tahapan awal analisis adalah sampel kerang dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam setelah itu didinginkan dalam desikator, ditimbang dengan teliti lalu diulangi sampai diperoleh bobot tetap.

Kemudian sampel ditimbang sebanyak 1 gram berat kering. Sampel selanjutnya ditambahkan HNO₃ 65 % (pekat) 6 mL dan HClO₄ (pekat) 2 mL, diamkan kerang yang sudah diberi pelarut selama 24 jam, setelah itu dimasukkan kedalam alat refluks dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 4 jam. Angkat dan dinginkan kemudian, kemudian ditambahkan Aquades sebanyak 50 mL dan disaring menggunakan kertas saring 0,45 µm, lalu ditepatkan volumenya hingga 100 mL dalam labu takar. Kandungan logam Cu dan Cd dalam sampel dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Faktor Bioakumulasi

Konsentrasi logam berat Cu dan Cd dalam kerang dan sedimen dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Konsentrasi Cu dan Cd dalam ppm} = \frac{D \times V}{W}$$

Dimana:

D = Kadar hasil pengukuran dengan AAS (mg/L)

V = Volume akhir larutan contoh (mL)

W = Berat contoh biota/sedimen (g)

Faktor bioakumulasi dihitung untuk mengetahui kemampuan kerang mengakumulasi logam berat Cu dan Cd, dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$BAF_{o-w} = \frac{C_{org} \left(\frac{mg}{L}\right)}{C_{water} \left(\frac{mg}{L}\right)} \text{ dan } BAF_{o-s} = \frac{C_{org} \left(\frac{mg}{L}\right)}{C_{sedimen} \left(\frac{mg}{L}\right)}$$

dimana:

- BAF_(o-w) : Faktor bioakumulasi (organisme dalam air)
- BAF_(o-s) : Faktor bioakumulasi (organisme dalam sedimen)
- C_{org} : Konsentrasi logam berat dalam organisme
- C_{water} : Konsentrasi logam berat dalam air
- C_{sedimen} : Konsentrasi logam berat dalam sedimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandunga Logam Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) dalam Air, Kerang dan Sedimen

Hasil pengukuran konsentrasi logam Cu dan Cd dalam air, Kerang Karawauw (*Batissa violacea*), dan sedimen pada Sungai Wosimi di 4 (empat) lokasi menunjukkan hasil pengamatan yang bervariasi (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan logam Cu dan Cd dalam air, kerang, dan sedimen

Lokasi		Cu			Cd		
		Air (mg/L)	Sedimen (mg/kg)	Kerang (mg/kg)	Air (mg/L)	Sedimen (mg/kg)	Kerang (mg/kg)
I	K ₁	<0,0001	8,3800	11,4467	0,0041	<0,0001	<0,0001
	K ₂	0,0094	14,4000	19,2400	<0,0001	6,5400	<0,0001
II	K ₁	0,0016	17,3400	9,4880	0,0072	2,5000	<0,0001
	K ₂	<0,0001	29,7400	34,9200	<0,0001	<0,0001	<0,0001
III	K ₁	0,0020	22,7800	TA	0,0113	3,0400	<0,0001
	K ₂	<0,0001	2,6000	22,9000	0,0036	2,1200	<0,0001
IV	K ₁	0,0039	20,0600	20,3000	0,0018	<0,0001	<0,0001
	K ₂	0,0015	7,4400	9,0335	<0,0001	2,2640	<0,0001

Keterangan: TA = Tidak ada ditemukan kerang pada lokasi tersebut

K₁ = Lokasi bagian tepi kiri

K₂ = Lokasi bagian tepi kanan

Konsentrasi logam Cu dalam air sungai Wosimi pada 4(empat) lokasi pengamatan berkisar antara <0,0001 – 0,0094 mg/L atau masih dibawah baku mutu tembaga (Cu) untuk air kelas dua menurut PP No. 82 tahun 2001 yaitu 0,02 mg/L. Kadar logam Cu dalam sedimen pada lokasi I dan II yang merupakan lokasi yang jaraknya jauh dari aktivitas masyarakat sekitar lebih besar daripada kadar logam Cu dalam sedimen pada lokasi III dan IV yang letaknya dekat dengan aktivitas masyarakat sekitar sungai. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan logam Cu dalam sedimen Sungai Wosimi dipengaruhi oleh faktor alam. Kadar logam Cu dalam sedimen pada 4(empat) lokasi pengamatan berkisar antara 2,600 – 29,7400 mg/kg dan masih di bawah baku mutu tembaga (Cu) menurut U.S. *Environmental Protection Agency* (USA EPA) Tahun 2004 yaitu 49,98 ppm. Kadar logam Cu dalam Kerang Karawauw Sungai Wosimi berkisar antara 9,0335-34,9200 mg/kg. Kandungan logam Cu dalam kerang Kawawauw di sungai Wosimi lokasi I dan II lebih besar daripada di lokasi III dan IV. Hal ini menunjukkan bahwa kandungani logam Cu dalam Kerang Karawauw Sungai Wosimi tidak dipengaruhi oleh adanya aktivitas masyarakat sekitar lokasi tetapi dipengaruhi oleh kadar lgam Cu dalam sedimen dan air. Kadar logam Cu dalam Kerang Karawauw di Sungai Wosimi pada tiga lokasi pengamatan (II, K₂; III, K₂; IV, K₁) telah melampaui kadar maksimum logam Cu yang boleh ada di dalam makanan kerang mengacu pada ketetapan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yaitu maksimum sebesar 20,0 mg/kg.

Kadar logam Cu dalam air, sedimen dan kerang di Sungai Wosimi menunjukkan bahwa konsentrasi Cu dalam Kerang Karawauw lebih tinggi dibandingkan dalam

sedimen dan air sungai Wosimi. Hasil penelitian yang sama diperoleh oleh Cahyani *et al.* (2012) pada studi kandungan logam berat tembaga (Cu) pada air, sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, dimana konsentrasi tembaga (Cu) dalam Kerang Darah lebih besar dibandingkan dalam sedimen dan air. Tingkat korelasi kadar Cu dalam Kerang Karawauw dan sedimen sungai Wosimi tergolong kuat dengan nilai r sebesar 0,73, namun tidak signifikan karena nilai p -value sebesar 0,18 atau $> 0,05$.

Logam Cu merupakan logam esensial dan memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan metabolisme sel pada kebanyakan hewan termasuk kerang (Unlu *et al.* 2008; Priya *et al.* 2011). Logam Cu diperlukan oleh biota perairan untuk membantu proses fisiologis, terutama sebagai kofaktor enzim atau untuk pembentukan organ antara lain dalam pembentukan haemosianin dalam sistem darah dan enzimatik pada moluska (Yap *et al.* 2009). pada tanaman berfungsi sebagai aktivator beberapa sistem enzim dan berperan dalam pembentukan klorofil (Mangallo *et al.*, 2018). Akan tetapi bila jumlah dari logam berat masuk ke dalam tubuh dengan jumlah berlebih, maka akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh (Palar, 2004).

Keberadaan logam Cu di perairan Sungai Wosimi diduga disebabkan oleh faktor alam. Logam Cu secara alamiah dapat masuk ke badan perairan melalui pengompleksan partikel logam di udara karena hujan dan peristiwa erosi yang terjadi pada batuan mineral yang ada di sekitar perairan, dan bahan organik yang berasal dari biota atau tumbuhan yang membusuk lalu tenggelam ke dasar dan bercampur dengan lumpur, serta pelapukan bahan anorganik yang umumnya berasal dari pelapukan batuan (Palar, 1994). Aktivitas manusia yang dapat mempengaruhi konsentrasi logam Cu di lokasi penelitian yaitu pengolahan kayu, dan penggunaan pengawet kayu pada pembuatan perahu. Namun, rendahnya konsentrasi logam Cu di air diduga disebabkan oleh adanya pergerakan arus secara bebas sehingga terjadinya pengenceran dan tersuspensi, dimana logam berat yang semula terlarut dalam air sungai diabsorpsi oleh partikel halus (*suspended solid*), dan kemampuan perairan untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi. Konsentrasi logam Cu pada sedimen lebih tinggi dibandingkan air, hal ini mengindikasikan terjadi deposisi atau pengendapan logam Cu, sehingga konsentrasi logam berat di sedimen nilainya jauh lebih besar jika dibandingkan dengan yang terdapat pada air. Akumulasi biologis terjadi melalui absorpsi langsung terhadap logam berat yang terdapat dalam air dan melalui rantai makanan (Hardiana, 2011). Akumulasi juga dapat terjadi karena kecenderungan logam berat untuk membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh organisme ini mengakibatkan kandungan logam berat dalam tubuh organisme akan lebih tinggi dibandingkan kadar logam Cu dalam lingkungannya (Arsad, 2012 dan Deri, 2013).

Konsentrasi logam Cd dalam air sungai Wosimi pada 4(empat) lokasi pengamatan berkisar antara $<0,0001 - 0,0113$ mg/L. Konsentrasi tertinggi logam Cd dalam air sungai Wosimi terdapat pada lokasi III yang merupakan lokasi yang letaknya dekat dengan aktivitas masyarakat sekitar sungai, yaitu sebesar 0,0113 mg/L dan telah

melampaui baku mutu untuk air kelas dua (2) menurut PP No. 82 tahun 2001 yaitu 0,01 ppm.

Kadar logam Cd dalam sedimen Sungai Wosimi berkisar antara $<0,0001$ - $6,5400$ mg/kg. Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cd pada lokasi tanpa adanya aktivitas manusia (lokasi I dan II) lebih besar dari konsentrasi Cd pada lokasi sungai dengan adanya aktivitas manusia (lokasi III dan IV), namun masih dibawah baku mutu kadmium (Cd) menurut U.S. *Environmental Protection Agency* (USA EPA) Tahun 1993 yaitu 14,2 mg/kg.

Kadar logam Cd dalam Kerang Karawauw Sungai Wosimi pada semua lokasi dibawah $<0,0001$ mg/kg atau tidak melampaui kadar maksimum kadmium (Cd) untuk biota perairan menurut SNI 7387:2009 yaitu 1,0 ppm. Konsentrasi logam Cd dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air dan kerang, dengan konsentrasi tertinggi masing-masing sebesar 6,5400 mg/kg, 0,0113 mg/kg, dan $<0,0001$ mg/kg. Terdapat korelasi yang signifikan antara kadar Cd dalam air dan sedimen sungai Wosimi, namun dalam tingkat korelasi yang sangat rendah ($r = 0,04$, $P < 0,05$). Tingkat korelasi antara kadar Cd dalam Kerang Karawauw dan sedimen sungai Wosimi tidak dapat ditentukan karena kadar Cd pada semua lokasi pengamatan $<0,0001$ mg/L. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara Konsentrasi Cd pada cangkang *S. cucullata* dan sedimen yang di duga karena Cd dalam moluska berikatan dengan metalothioneins jaringan lunak (Engel, 1999: Apeti et al. 2005). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Yap et al. (2002) yang ditemukan bahwa konsentrasi Cd di jaringan lunak *Perna viridis* secara signifikan berkorelasi dengan tingkat Cd dalam sedimen.

Keberadaan logam Cd pada beberapa lokasi Sungai Wosimi diduga disebabkan oleh faktor alam, logam Cd dari alam masuk ke dalam lingkungan yaitu dari pegunungan karena pelapukan batuan, evaporasi, dan kebakaran hutan. Pada perairan alami, logam Cd membentuk ikatan kompleks dengan ligan baik organik maupun anorganik, yaitu $(Cd(OH)_2$, $CdCl_2$, $CdSO_4$, $CdCO_3$ dan Cd organik), pada air tawar kadmium berbentuk Kadmium Karbonat ($CdCO_3$) (Darmono, 1995). Aktivitas manusia disekitar Sungai Wosimi yang dapat meningkatkan konsentrasi Cd yaitu, penebangan hutan, dan aktivitas kapal/perahu bermotor yang memiliki sisa-sisa bahan bakar asap kendaraan, dan minyak pelumas larut ke dalam air, karena bahan bakar dan minyak pelumas dapat mengandung logam Cd hingga 0,5 ppm, dan juga logam Cd memiliki sifat tahan panas dan tahan korosif sehingga kadmium banyak digunakan sebagai pelapis (cat) untuk pengecatan perahu. Daya larut logam berat dapat menjadi lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada kondisi lingkungan perairan. Pada daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan mudah mengendap.

Bioakumulasi Logam Cu dan Cd pada Kerang Karawauw (*Batissa violacea*)

Nilai faktor bioakumulasi Kerang Karawauw terhadap logam Cu di air (BAF_{o-w}) dan di sedimen sungai Wosimi pada lokasi I, II, dan IV yaitu masing-masing berkisar

antara 2045,74 - 6020,48 untuk BAF_{o-w} dan 0,55 - 8,81 untuk BAF_{o-s} . Nilai BAF_{o-w} dan BAF_{o-s} untuk logam Cd tidak dapat ditentukan karena konsentrasi logam Cd dalam Kerang Karawauw pada semua lokasi sebesar $<0,0001$ mg/kg.

Ada tiga kategori tingkat akumulasi yang dikemukakan Van Esch (1977) dalam Pratono (1985) yaitu: 1) Tingkat akumulasi rendah, jika faktor konsentrasi <100 , 2) Tingkat akumulasi sedang, jika konsentrasi antara 100-1000, 3) Tingkat akumulasi tinggi, jika konsentrasi >1000 . Nilai BAF_{o-w} tertinggi untuk logam Cu terdapat pada lokasi IV (K2) sebesar 6020,48 sehingga kemampuan akumulasi Kerang Karawauw terhadap logam Cu di air pada lokasi tersebut berada pada tingkat akumulasi tinggi, sedangkan nilai BAF_{o-s} tertinggi untuk logam Cu terdapat pada lokasi III (K2) sebesar 8,81 yang menunjukkan kemampuan Kerang Karawauw mengakumulasi logam Cu dalam sedimen pada lokasi tersebut berada pada tingkat akumulasi rendah.

KESIMPULAN

Konsentrasi logam Cu dalam air, sedimen dan Kerang Karawauw sungai Wosimi pada 4(empat) lokasi pengamatan masing-masing berkisar antara $<0,0001 - 0,0094$ mg/L; 2,600 – 29,7400 mg/kg, 9,0335 - 34,9200 mg/kg. Kadar logam Cu dalam Kerang Karawauw pada tiga lokasi pengamatan (II, K₂; III, K₂; IV, K₁) telah melampaui kadar maksimum logam Cu yang boleh ada di dalam makanan kerang. Konsentrasi logam Cd dalam air dan sedimen sungai Wosimi pada 4(empat) lokasi pengamatan masing-masing berkisar antara $<0,0001 - 0,0113$ mg/L dan $<0,0001-6,5400$ mg/kg, sedangkan kadar logam Cd pada Kerang Karawauw pada 4(empat) lokasi pengamatan sebesar $<0,0001$ mg/kg. Nilai BAF_{o-w} tertinggi untuk logam Cu terdapat pada lokasi IV (K2) sebesar 6020,48 tergolong tingkat akumulasi tinggi, sedangkan nilai BAF_{o-s} tertinggi untuk logam Cu terdapat pada lokasi III (K2) sebesar 8,81 atau tergolong tingkat akumulasi rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsad, M. (2012). Akumulasi Logam Timbal (Pb) Dalam Ikan Belanak (Liza Melinoptera) Yang Hidup di Perairan Muara Sungai Poboya. Skripsi FKIP Universitas Tadulako. Palu.
- BPS. (2014). *Statistik Daerah Kabupaten Teluk Wondama*. BPS Kabupaten Teluk Wondama. Manokwari.
- Cahyani, Ria Azizah T. N. & Bambang, Y. (2012). Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Research*. Vol 1. No 2. Hal 73-79.
- Darmono. (1995). *Logam Biologi Dalam Sistem Kehidupan Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia. Press. Jakarta.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Universitas Indonesia Pres. Jakarta.

- Deri, Emiyati, & Afu, A. L., O. (2013). Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Akar Mangrove *Avicennia Marina* di perairan Teluk Kendari. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 1(1) : 38-48.
- Engel, D. W. (1999) *Mar. Environ. Res.*, **47**, 89-102
- Hutagalung, H. P. (1991). Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Beberapa Perairan Indonesia. Puslitbang. Oseanografi LIPI. Jakarta.
- Hutagalung, H. P. D., Septiapermana, & S. H., Riyono. (1997). Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. Jakarta.
- Mangallo, B., Taberima, S. & Musaad, I. (2018). Utilization of Extract Tailings and Cow Manure for Increasing of Soil Quality and Uptake of Micronutrients of *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott on Sub Optimal Land of Wondama. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9(8), 1456-1460.
- Oliveira, J., Cunha, A., Castilho, F., Romalde, J.L., & Pereira, M.J. (2011). Microbial contamination and purification of bivalve shellfish: Crucial aspects in monitoring and future perspectives – A mini review. *Food Control*; 22, 805-816.
- Palar & Suhendrayatno. (1994). *Toksikologi dan Pencemaran Lingkungan*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Priya, S. L. Senthilkumar, B., Hariharan, G. Selvam, A. P. Purvaja, R. & Ramesh, R. (2011). *Toxicol. Indust. Health*, **27**, 117-126.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. (2011). *Cara Uji Kimia-Bagian 5: Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Produk Perikanan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- USA EPA, (1993). *The Incidence and Severity of Sediment Contamination in Surface Waters of the United States, National Sediment Quality Survey: Second Edition*. United States Environmental Protection Agency, Standards and Health Protection Division. Washington. DC. 20460.
- USA EPA, (2004). *The Incidence and Severity of Sediment Contamination in Surface Waters of the United States, National Sediment Quality Survey: Second Edition*. United States Environmental Protection Agency, Standards and Health Protection Division. Washington. DC. 20460.
- Ünlü, S., Topçuoğlu, S., Alpar, B., Kırbasoğlu, C. & Yılmaz, Y. Z. (2008). Heavy metal pollution in surface sediment and mussel samples in the Gulf of Gemlik. *Environ. Monit. Assess.*, 144, 169-178.
- Van Benthem, J. W. S. S. (1953). *Systematic Studies on The Non-Marine Mollusca of The Indo-Australian Archipelago*.
- Yap, C. K., Noorhaidah, A., Azlan, A., Nor Azwady, A. A., Ismail, A., Ismail, A. R., Siraj, S. S. & Tan, S. G. (2009) *Telescopium telescopium* as potential biomonitors of Cu, Zn, and Pb for the tropical intertidal area. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 72 , 496-506.