BIONATURE

p-ISSN 1411 - 4720 e-ISSN 2654 - 5160

Abstract. *One of the pollutants that have* the potential to pollute rivers and aquatic biota is heavy metals due to community activities around the river. This study aims to determine how the content of Cr6 + and Zn in water and meat of Puyau fish found in the Alalak River, West Berangas Region. This research is a descriptive study with a type of survey research. Water sampling is done using a Kemmerer water sampler and fish sampling using a fishing rod. Tests of Cr6 + and Zn content in water were carried out at the Banjarmasin Health Laboratory and the Cr6 + and Zn content were carried out at the Banjarbaru MIPA basic Laboratory using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results showed an average Cr6 + content in Alalak River waters was 0.11275 mg / L and Zn was 0.0658 mg / L. The content of Cr6 + and Zn has exceeded the quality standard threshold (0.05 mg / L) that has been determined based on South Kalimantan Governor Regulation No.5 of 2007 concerning river quality standards. The average Cr content in Puyau fish meat was 21.415 mg / Kg and Zn was 46.0175 mg / Kg. The Cr6 + and Zn content in Puvau fish has also exceeded the threshold (0.05 mg / Kg; 0.1 / mg / Kg) determined by the Director-General of POM No. 03725 / SK / VII / 1989. The community is expected to not often consume puyau fish found in the waters of the Alalak River because its Cr6 + and Zn content have exceeded the required threshold.

Keywords: krom6 +, seng, alalak river, puyau fish.

Bunda Halang

Universitas Lambung Mangkurat Indonesia

Evi Susanti

Universitas Lambung Mangkurat Indonesia Kandungan Chrom (Cr⁶⁺) dan SENG (Zn) pada Air dan Ikan Puyau (*Osteochillus hasselti*) di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala

Bunda Halang Evi Susanti

Abstrak. Salah satu bahan pencemar yang berpotensi mencemari sungai dan biota air adalah logam berat akibat aktivitas masyarakat sekitar sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kandungan Cr⁶⁺ dan Zn pada air dan daging ikan Puyau yang terdapat di Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan jenis penelitian survey. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan alat Kemmerer water sampler dan pengambilan sampel ikan memakai alat pancing. Uji kandungan Cr6+ dan Zn pada air dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Banjarmasin dan kandungan Cr⁶⁺ dan Zn dilakukan di Laboratorium dasar MIPA Banjarbaru dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kandungan Cr6+ pada perairan Sungai Alalak sebesar 0,11275 mg/L dan Zn sebesar 0,0658 mg/L. Kandungan Cr⁶⁺ dan Zn telah melebihi ambang batas baku mutu (0,05 mg/L) yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan No.5 Tahun 2007 tentang baku mutu sungai. Rata-rata kandungan Cr pada daging ikan Puyau sebesar 21,415 mg/Kg dan Zn sebesar 46,0175 mg/Kg. Kandungan Cr⁶⁺ dan Zn pada ikan Puyau tersebut juga telah melebihi ambang batas (0,05 mg/Kg; 0,1 /mg/Kg) yang telah ditetapkan oleh Dirjen POM No. 03725/SK/VII/1989. Masyarakat diharapkan tidak sering mengkonsumsi ikan puyau yang terdapat di perairan Sungai Alalak karena kandungan Cr⁶⁺ dan Zn-nya telah melampaui ambana batas yang dipersyaratkan.

Kata kunci: krom6+, seng, sungai alalak, ikan puyau.

Pendahuluan

Suatu hal yang telah disepakati bahwa kerusakan atau gangguan lingkungan perairan yang diakibatkan oleh berbagai aktivitas masyarakat baik langsung maupun tidak langsung sangat mempengaruhi kesetimbangan ekosistem perairan. Sastrawijava (2000) mengemukakan bahwa, kondisi lingkungan perubahan perairan dapat mempengaruhi kehidupan organisme air yang ditemukan pada daerah tersebut sehingga dapat terjadi penurunan lingkungan perairan, terutama lingkungan perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat. Kondisi tersebut dapat mengganggu kehidupan organisme air, antara lain kehidupan ikan puyau.

Ikan puyau adalah ikan yang banyak dikonsumsi masyarakat Kalimantan. Ikan ini meupakan ikan yang dapat ditemukan hidup di rawa,danau dan sungai. Ikan ini dapat bergerak aktif tetapi sulit melepaskan diri pada kondisi habitat yang terbatas dan tercemar. Beberapa kegiatan yang diduga dapat mempengaruhi terjadinya

Kandungan Chrom (Cr⁶⁺) dan SENG (Zn) pada Air dan Ikan Puyau (*Osteochillus hasselti*) di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala (hlm. 133-139)

pencemaran atau penurunan kualitas lingkungan perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat adalah kegiatan dermaga pelabuhan kapal, kegiatan pasar, kegiatan penjualan bahan bakar solar dan pupuk kimia. Kegiatan masyarakat pada pelabuhan kapal, pasar, dan penjualan bahan bakar solar, dapat menghasilkan limbah anorganik berupa logam berat. Demikian halnya kegiatan masyarakat di area penjualan pupuk kimia dapat memproduksi limbah anorganik yang mengandung logam berat berupa Cr dan Zn (Alloway, 1990).

Logam berat yang dihasikan dari hasil kegiatan dermaga pelabuhan kapal dan penjualanbahan bakar solar berupaoli bekas atau minyak pelumas adalah Cr dan Zn (Saginting, 2008). Cr dan Zn dalam perairan dapat terabsorpsi ke dalam tubuh ikan puyau secara langsung melalui pernapasan atau secara tidak langsung melalui rantai makanan. Konsentrasi Cr dan Zn dapat meningkat di dalam tubuh ikan puyau dan dapat terakumulasi karena salah satu ciri Cr dan Zn adalah bersifat akumulatif.

Pada dasarnya, Zn dapat memodulasi proses transkripsi dan translasi gen yang berbeda dan menstabilkan jenis protein spesifik di dalam organisme. Kadar Zn yang kurang dalam tubuh organisme akan memberikan gangguan patofisiologi pada tubuh manusia ((Pascual, 2012). Wardhana (2004) menyatakan bahwa pelipatan Cr dan Zn di dalam tubuh ikan puyau dapat terjadi karena ikan tersebut terus-menerus mengonsumsi bahan buangan berupa Cr dan Zn.

Dampak kelebihan Cr dalam tubuh akan terjadi dalam saluran pernapasan, ginjal, danhati (Asmadi, Endro, Oktiawan, 2009). Selain itu, toksisitas Zn terjadi sebagai akibat dari tindakan mengonsumsi makanan dan minuman yang terkontaminasi Zn dari wadah yang dilapisi Zn. Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual, dan muntah.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan berlokasi di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat. Pengambilan data dilakukan secara survei, yaitu pengamatan secara observasi langsung ke lapangan. Alat yang digunakan adalah *Kemmerer WaterSampler*, jerigen, alat pancing, stoples, *Atomic Absorption Spectrophotometry*, cool box, dan kamera digital. Bahan yang digunakan adalah sampel ikan puyau.

Prosedur penelitian yaitu melakukan observasi lokasi penelitian, mempersiapkan alat dan bahan penelitian. Selanjutnya, menetapkan pengamatan pada area perairan Sungai Alalak. Area pengamatan terdiri atas 4lokasi titik sampling. Titik sampling pertama berada pada area muara sungai dekat dermaga pelabuhan kapal, titik sampling kedua terletak di tengah sungai dekatkawasan pasar, titik sampling ketiga berlokasi di tengah sungai dekat penjualan bahan bakar solar, dan titik sampling keempat terletak di tengah sungai dekat penjualan pupuk kimia. Mengambil sampel air pada keempat lokasi titik sampling dengan menggunakan *Kemmerer Water Sampler* pada kedalaman sungai 2/3 meter di atas permukaan air (Keith, 2000) danmemasukkannya ke dalam jerigen. Memasang alat pancing pada keempat lokasi titik sampling untuk mengambil sampel ikanpuyau (kira-kira 150 gram), kemudian menyimpannya ke dalam stoples yang steril.Mendokumentasikan proses pengambilan sampel air dan ikan tersebut. Selanjutnya, sampel air dalam jerigen dansampel ikandalam stoples tersebut dimasukkan kedalam *cool box*. Menganalisis sampel air dan ikan yang ada di dalam *cool box*dengan menggunakan mesin *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Hasil Penelitian

Kandungan Cr⁶⁺ dan Zn pada Perairan Sungai Alalak

Penelitian tentang kandungan Cr⁶⁺ dan Zn yang telah dilakukan di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1 berikut ini.

Kandungan Chrom (Cr6+) dan SENG (Zn) pada Air dan Ikan Puyau (Osteochillus hasselti) di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala

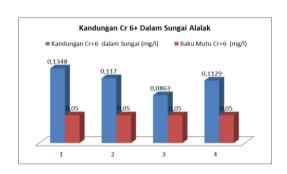
(hlm. 133-139)

Tabel 1. Kandungan Cr+6 dan Zn pada Sungai Alalak

Titik Sampel	Kandungan Cr ⁺⁶ dalam Sungai (mg/L)	Baku Mutu Cr*6 (mg/L)	Kandungan Zndalam Sungai (mg/L)	Baku Mutu Zn (mg/L)
1	0,1348	0,05	0,0643	0,05
2	0,1170	0,05	0,0922	0,05
3	0,0863	0,05	0,0527	0,05
4	0,1129	0,05	0,0540	0,05
Rerata	0,11275		0,0658	

Keterangan:

^{*)} Baku Mutu Cr+6 dan Zn berdasarkan PerGub No 5 tahun 2007 tentang Sungai





Gambar 1. Diagram Kandungan Cr6+ dan Zn di Perairan Sungai Alalak

Kandungan Cr6+ dan Zn pada Daging Ikan Puyau

Hasil pengukuran Cr6+ dan Zn pada daging ikan puyau disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2 sebagaimana terlihat pada bagian berikut:

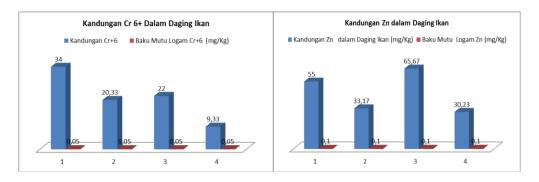
Tabel 2. Kandungan Cr⁺⁶ dan Zn pada Daging Ikan Puyau di Perairan Sungai Alalak

Titik Sampel	Kandungan Cr ⁺⁶ dalam Daging Ikan (mg/Kg)	Baku Mutu Logam Cr ⁺⁶ (mg/Kg)	Kandungan Zn dalam Daging Ikan (mg/Kg)	Baku Mutu Logam Zn (mg/Kg)
1	34,00	0,05	55,00	0,1
2	20,33	0,05	33,17	0,1
3	22,00	0,05	65,67	0,1
4	9,33	0,0	30,23	0,1
Rata-rata	21,415		46,0175	

Keterangan:

^{*)} Baku Mutu Cr+6 dan Zn pada daging berdasarkan Dirjen POM No. 03725/SK/VII/1989

Kandungan Chrom (Cr⁶⁺) dan SENG (Zn) pada Air dan Ikan Puyau (*Osteochillus hasselti*) di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala (hlm. 133-139)



Gambar 2. Diagram kKndungan Cr6+ dan Zn dalam Daging Ikan Puyau

Pembahasan

Kandungan Cr⁶⁺ dan Zn Perairan

Hasil pengukuran kandungan Cr^{6+} dan Zn pada perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito pada seluruh titik pengukuran di wilayah studi sudah berada di atas baku mutu lingkungan (0,05 mg/L) yang dipersyaratkan. Masing-masing hasil pengukuran Cr^{6+} dan Zn mempunyai rerata nilai yang bervariasi yaitu $Cr^{6+} = 0,11275$ mg/L dan Zn = 0,0658 mg/L. Tingginya nilai hasil pengukuran kandungan Cr^{6+} dan Zn tersebut diduga karena adanya beberapa kegiatan masyarakat di tepian Sungai Alalak yang dapat menghasikan limbah yang mengandung logam berat. Kegiatan tersebut antara lain adalah kegiatan dermaga pelabuhan kapal, kegiatan penjualan bahan bakar solar, kegiatan pasar tradisoinal, dan kegiatan penjualan pukuk kimia.

Kegiatan dermaga pelabuhan kapal yang terletak di bagian Muara Sungai Alalak dapat menghasilkan limbah organik dan anorganik setiap hari. Salah satu limbah anorganik adalah logamberat berupa Cr⁶⁺ danZn. Saginting (2008) mengatakan bahwa logam berat yang dihasilkan dari kegiatan dermaga pelabuhan kapal dan penjualan bahan bakar solar berupa oli bekas atau minyak pelumas adalah Cr dan Zn.

Sungai yang terpapar logam Cr⁶⁺ dan Zn akan mengganggu kehidupan organisme air, terutama kehidupan ikan puyau. Suatu pernyataan yang dikemukakan oleh (Ahmad, et al, 2009; Bhaskar,et al, 2010; Ajami dan Fataei, 2015) mengatakan bahwa, logam berat (antara lain Cr dan Zn) merupakan unsur yang non biodegradasi dan mempunyai efek toksik terhadap kehidupanorganisme. Unsur tersebut dapat terakumulasi di dalam jaringan hewan (misalnya ikan puyau) dan tumbuhan.Hal tersebut dipertegas oleh Martaningtyas (2004) bahwa logam berat, antara lain Cr dan Zn, menjadi berbahaya karena adanya sistem bioakumulasi zat tersebut di dalam tubuh.

Selanjutnya, Sires (2017) mengatakan bahwa sumber potensial Zn adalah dapat berasal dari kegiatan pemupukan dan pestisida, pengembangan antropogenik, penebangan hutan, dan lainnya. Disamping itu, Zn juga dapat lepas ke lingkungan melalui berbagai aliran limbah dari produksi dan penggunaan Zn dalam cat badan kapal (Rachmadianti, 2013). Pendapat ini diperkuatoleh (Sembel, 2015) yang mengatakan bahwa Zn digunakan untuk pembuatan cat dan dapatberacun apabila berada dalam bentuk campuran

Kandungan Chrom (Cr⁶⁺) dan SENG (Zn) pada Air dan Ikan Puyau (*Osteochillus hasselti*) di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala (hlm. 133-139)

Kandungan Cr⁶⁺ dan Zn dalam Tubuh Ikan Puyau

Pengukuran kandungan Cr $^{6+}$ dan Zn dalam tubuh ikan puyau (Tabel 2) menunjukkan hasil bervariasi. Rerata Cr $^{6+}$ dan Zn dalam daging ikan puyau berturut-turut adalah 21,415 mg/Kg dan 46,0175 mg/Kg. Hasil pengukuran tersebut jauh melebihi baku mutu lingkungan (Cr $^{6+}$:0,05 mg/Kg, Zn:0,1 mg/Kg) yang dipersyaratkan. Hal ini disebabkan oleh adanya akumulasi Cr $^{6+}$ dan Zn di dalam tubuh ikan puyau.

Akumulasi Cr⁶⁺ dan Zn terjadi karena setiap saat Cr⁶⁺ dan Zn dihasilkan oleh sejumlah kegiatan yang ada ditepian Sungai Alalak sehingga kandungan zat tersebut senantiasa bertambah jumlah dan kadarnya.Zat tersebut kadangkala bersama air terabsopsi masuk ke dalam plankton dimana plankton tersebut dapat dimakan oleh ikan puayu. Kadar Cr⁶⁺ dan Zn dari tubuh plankton ke tubuh ikan puyau dapat meningkat karena adanya perbedaan tingkatan trofik organisme. Hal ini bersesuaian dengan pernyataan Connel dan Miller (1995) bahwa proses masuknya Cr⁶⁺ dan Zn ke dalam tubuh ikan puyau dapat terjadi melalui rantai makanan dengan terlebih dahulu termakan oleh biota yang lain yaitu ikan puyau.

Wardhana (2004) mempertegas bahwa pelipatan Cr dan Zn di dalam tubuh ikan puyau dapat terjadi karena terus-menerus mengonsumsi bahan buangan berupa Cr dan Zn yang ada di dalam air sungai. Uraian lebih lanjut dinyatakan oleh Irianto (2005) bahwa, penentuan kadar logam dalam tubuh ikan (misalnya ikan puyau) sangat ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah lamanya masa ikan terpapar pada suatu perairan yang tercemar. Ikan puyau yang yang terpapar Cr⁶⁺ dan Zn kadar tinggi dapat mengganggu kehidupan ikan tersebut dan kadarnya bisamenjadi lebih meningkat apabila ikan puyau tersebut dikonsumsi oleh manusia.

Manusia yang mengonsumsi ikan puyau yang mengandung kadar Cr⁶⁺ dan Zn yang tinggi dapat mengalami suatu gangguan atau penyakit, terutama kalau kondisi fisik manusia sudah menurun. Budiasih (2009) menyatakan bahwa Cr⁶⁺ sebesar 10 mg/Kg berat badan bersifat racun dalam tubuh dan dapat menimbulkan kerusakan sebagian sel atau jaringan pada tubuh manusia. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa dampak kelebihan Cr⁶⁺ dalam tubuh akan terjadi dalam saluran pernapasan, ginjal, dan hati. Ion-ion Cr⁶⁺ dapat menyebabkan kanker (Asmadi, Endro, Oktiawan, 2009). Cr⁶⁺ lebih toksik 1000 kali dalam tubuh dari pada Cr³⁺dan bersifat karsinogenik (Widowati,et al, 2008). Penghirupan dan penyimpanan material yang mengandung Cr⁶⁺ dapat menyebabkan perforasi asma, bronkhitis, pneumonitis, peradangan larynx dan hati (Bielicka, A.I., et al, 2005).

Kadar Cr $^{6+}$ dan Zn dalam daging ikan puyau pada perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat sudah tinggi (rerata: Cr $^{6+}$ = 21,415 mg/Kg; Zn = 46,0175). Apabila ikan tersebut dikonsumsi oleh manusia dalam jangka waktu yang lama, maka kadar Cr $^{6+}$ dan Zn dapat lebih meningkat lagi. Dengan demikian, disarankan kepada masyarakat agar tidak keseringan mengonsumsi ikan Puayu yang hidupnya di perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat.

Kesimpulan

KandunganCr $^{6+}$ dan Zn pada perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kualapada lokasi sampling 1 sampai 4 berturut-turut adalah: Cr $^{6+}$ = 0,1348 mg/L;0,1170 mg/L;0,0863mg/L; 0,1129 mg/L. Nilai reratanya adalah 0,11275 mg/L. Sedangkan kandungan Zn berturut-turut adalah:Zn = 0,0643 mg/L; 0,0922 mg/L; 0,0527 mg/L; 0,0540 mg/L. Nilai reratanya adalah 0,0658 mg/l.Nilai Cr $^{6+}$ dan Zn ini telah melebihi nilai baku mutu lingkungan (0,05 mg/L) berdasarkan Peraturan Gubernur Kal-Sel nomor 05 tahun 2007 tentang Sungai.

Kandungan Cr^{6+} dan Zn pada daging ikan pada perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat pada lokasi sampling 1 sampai 4 berturut-turut adalah: Cr^{6+} = 34,00 mg/Kg;20,33 mg/Kg; 22,00 mg/Kg; 9,33 mg/Kg. Nilai reratanya adalah 21,415 mg/Kg. Sedangkan kandungan Zn berturut-turut adalah: Zn = 55,00 mg/Kg; 33,17 mg/Kg; 65,67 mg/Kg; 30,23 mg/Kg. Nilai

Kandungan Chrom (Cr⁶⁺) dan SENG (Zn) pada Air dan Ikan Puyau (*Osteochillus hasselti*) di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala (hlm. 133-139)

reratanya adalah 46,0175 mg/Kg. Nilai Cr^{6+} dan Zn tersebut sangat jauh melebihi nilai baku mutu daging ikan (Cr^{6+} = 0,05 mg/Kg dan Zn = 0,1 mg/Kg) berdasarkan Dirjen POM No. 03725/SK/VII/1989.

Referensi

- Ahmad., A.K, Musyrifahl, Othman M.S. (2009). Water quality andheavy metalconcentrations in sediment of Sungai Kelantan, Kelantan Malasyia. a baseline study. *Sains Malaysian* 38 (4), 435-442.
- Asmadi, Endro, S., W.Oktiawan. (2009). Pengukuran Krom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)2, NaOH, dan NaHCO3 (Studi Kasus PT.Trimulyo Kencana Mas Semarang).
- Ajami, F.& E.Fataei. (2015). Determination of heavy metals level (lead, cadmium, chrome) in waters of Meshkinshahr for sgricultural use. *Advance in .Biores.*, 6 (3), 12-15.
- Alloway, B.J. (1990). Heavy Metals in Soil. Blackie Academic and Profesional, London Bhaskar CV, Kumar K, Nagendrappa G. 2010. Assesment of heavy metals in water samples Of certain locations situated around Tumkur, Kernataka India. *E-J.Chem*, (2), 349-352.
- Bielicka, A, I.Bojanowska, A.Wisnieswski. (2005). Two faces of Chromium-Pollutant and Bioelement. *Polish Journal of Environmental Studies*, 14 (1), 5-10.
- Budiasih, K. S. (2009). Karakterisasi Kromium (III) Askorbat Produk Industri sebagai Upaya Mendapatkan Data Pembanding bagi Produk Sintesis. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Connel, D. W. & G.J. Miller. (1995). *Kimia Ekotoksikologi Pencemaran*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Keith, Lawrenche H. (2000). Environmental Sampling and Analysis, A Practical Guide. Lewis Publisher. America.
- Irianto, Agus. (2005). Patologi Ikan Teleostei. UGM Press. Yogyakarta.
- Martaningtyas. (2004). Bahaya Cemaran logam Berat. Http://www. Pikiran rakyat. Com/cetak/0704/29/cakrawala/lainnya 08. Html. Diakses tanggal 11 September 2006.
- Pascual, A.S., M.T.Czochara, J.G. Argasinska, T.Librowski, A.Grazywacz, W.Opoka. (2012). Zinc, the *Trace Element Essential in Living Organism.* 2 (99), 55-59.
- Rachmadianti, M.M. (2008). Analisis Kandungan LogamBerat Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) pada Ikan Nila dan Perairan Waduk Cirata Purwakarta, Jawa Barat. Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saginting, R.M. (2008). Pemanfaatan Limbah Oil Sludge sebagai Bahan Utama dalam Pembuatan Bata Konstruksi Paving Blok. *Tesis Pasca sarjana*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sastrawijaya, A.T. (2000). *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta.

Kandungan Chrom (Cr⁶⁺) dan SENG (Zn) pada Air dan Ikan Puyau (*Osteochillus hasselti*) di Perairan Sungai Alalak Kawasan Berangas Barat Kabupaten Barito Kuala (hlm. 133-139)

- Sembel, D.T. (2015). Toksikologi Lingkungan. Dampak Pencemaran dan Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Sires, J. (2017). A Review of Potential Zinc and Copper Pollution Sources in The Kenai River Watershed. Prepared by the Kenai Watershed Forum for the Alaska Department of Environmental Conservation.

Wardhana A.W. (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan, Andi Offset. Yogyakarta.

Widowati, W., A. Sastiono, R. Jusuf, R. (2008). Efek Toksik Logam. Yogyakarta. Andi.

Bunda Halang	Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Lambung Mangkurat Email: <u>bundahalang@ulm.ac.id</u>
Evi Susanti	Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Lambung Mangkurat Email: <u>bundahalang@ulm.ac.id</u>