

Kadmium Pada Air dan Ikan Lundu Sungai Barito Kawasan Banjar Raya

Cadmium in Water and Catfish at Barito River of Banjar Raya Port Area

Bunda Halang

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

Korespondensi : bundahalang@ulm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kadmium pada air dan ikan lundu (Macrones gulio) di Sungai Barito kawasan Pelabuhan Banjar Raya. Metode penelitian ini adalah metode deskriptif menggunakan teknik sampling dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan yaitu melakukan pengambilan sampel pada empat lokasi pengamatan yang berbeda. Keempat titik sampling tersebut berlokasi pada tepi sungai dekat : stockpile batubara, dermaga kapal, pelabuhan perikanan, dan pabrik karet. Analisis kandungan kadmium pada air dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Banjarmasin sedangkan analisis kandungan kadmium pada daging ikan dilakukan di Laboratorium Dasar FMIPA Banjarbaru dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Hasil penelitian menunjukkan, rata-rata kandungan kadmium pada air di Sungai Barito kawasan Pelabuhan Banjar Raya sebesar $< 0,002$ mg/L. Kandungan kadmium ini masih di bawah ambang baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan No.5 Tahun 2007. Adapun rata-rata kandungan kadmium pada daging ikan sebesar 2,65 mg/Kg. Kandungan kadmium pada ikan tersebut telah berada di atas ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Dirjen POM No. 03725/SK/VII/1989. Oleh karena itu, masyarakat diharapkan agar lebih berhati-hati dalam mengkonsumsi ikan Macrones gulio.

Kata kunci : air sungai barito, kandungan cd, macrones gulio

ABSTRACT

Research aim was to know content of cadmium in water and catfish (Macrones gulio) at the Barito River of Banjar Raya Port Area. Research method used a descriptive method which used sampling technique by direct observing to the field. We taked water and Macrones gulio samples at the four sampling points, that were sampling point which was lied at the river edge near : the coal stockpile, ship dock, fishery port, and rubber factory. Cadmium content analysis of water was done at the health laboratory in Banjarmasin whereas cadmium content analysis in meat of Macrones gulio was done at the Basic Laboratory of FPMIA Banjarbaru which used Atomic Absorption Spectrophotometry tool. Results of this research showed that cadmium content rate at the water of Banjar Raya Port at Barito River was $< 0,002$ mg/L. This cadmium content was under the threshold of environmental standard according to Governoor rule of South Kalimantan on number 5 in 2007. cadmium content rate in meat of Macones guilo was 2,65 mg/Kg. Cadmium content in meat of that fish exeeded threshold of environmental standard according to Dirjen POM on number 03725/SK/VII/1989. So, people were expected be careful by consuming the meat of Macrones guilo.

Key words : cadmium content, water of barito river, catfish

PENDAHULUAN

Berbagai macam kegiatan yang terdapat di tepian Sungai Barito Kawasan Banjar Raya di Banjarmasin berpotensi mencemari Sungai Barito. Kegiatan tersebut antara lain adalah kegiatan *stockpile* batubara, kegiatan dermaga kapal angkutan, kegiatan pelabuhan perikanan, dan kegiatan pabrik karet. Umumnya kegiatan ini cenderung membuang limbah cairnya ke lingkungan atau langsung ke Sungai Barito tanpa melalui pengelolaan limbah yang memenuhi kriteria desain yang benar. Salah satu bahan pencemar yang terkandung dalam limbah cair kegiatan tersebut yaitu logam berat diantaranya kadmium (Cd).

Cd konsentrasi tinggi dalam perairan sungai dapat membahayakan ekosistem perairan karena melalui rantai makanan dapat terakumulasi dalam tubuh biota perairan, misalnya dalam daging ikan lundu (Chrisna dan All, 2017). Cd tersebut dapat masuk ke dalam tubuh manusia saat mengkonsumsi ikan lundu dan terakumulasi di dalam tubuh sehingga dapat membahayakan bila konsentrasinya sudah mulai tinggi. Beberapa akibat dari Cd tersebut antara lain dapat menyebabkan kerusakan tulang, ginjal, testes, jantung, hati, system darah. Selain itu, Cd konsentrasi tinggi di dalam tubuh juga dapat menyebabkan gangguan psikologi (Sri, 2017), gangguan pencernaan (Haeriah, 2018).

Sungai Barito sebagai salah satu sumber daya perikanan kemungkinan telah terdegradasi sehingga kualitasnya sudah mulai menurun. Kualitas sungai yang di dalamnya terdapat keanekaragaman ikan lundu diduga juga mengalami perubahan (Sweking dkk., 2019). Oleh sebab itu, ikan lundu menjadi pusat perhatian. Ikan lundu merupakan ikan ekonomis yang disukai dan banyak dimanfaatkan masyarakat (Johansen dan Sulistiono, 2022), termasuk masyarakat Banjarmasin.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan peneliti lain antara lain kandungan Cd ikan tongkol (Izza, 2017), pencemaran Cd dan keluhan masyarakat (Sri, 2017), Cd sedimen (Desi dkk., 2017), kandungan Cd ikan bandeng (Haeriah, 2018), kandungan Cd pada Siput Gonggong (Khairil dkk, 2019), Kebiasaan makanan dan reproduksi ikan lundu (Johansen dan Sulistiono, 2022), dan pencemaran Cd pada organisme perairan (Dian, 2020). Hasil penelitian lainnya yang dilakukan di perairan Sungai Barito antara lain tentang keanekaragaman ikan di Kawasan Aluh-Aluh (Kastrina dkk., 2019), keanekaragaman ikan di Kecamatan Mandastana Barito Kuala (Adhesty dkk 2016). Namun demikian, penelitian berkenaan kandungan Cd pada ikan lundu masih sangat minim dan bahkan penelitian tentang kandungan logam Cd Sungai Barito belum ada sehingga kita belum mengetahui apakah masyarakat masih aman untuk mengkonsumsinya atau kurang aman. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan tujuan ingin mengetahui kandungan Cd pada air dan ikan lundu di Sungai Barito Kawasan Banjar Raya.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif melalui observasi langsung ke lapangan. Beberapa peralatan yang digunakan adalah "*Kemmerer water sampler*" untuk mengambil sampel air dan penangkap ikan lundu berupa pancing. *Atomic Absorption Spectrophotometry* untuk mendeteksi kandungan Cd, DO meter (mengukur oksigen terlarut). Bahan yang adalah air Sungai Barito dan ikan lundu. Penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan, yang berlokasi di Sungai Barito Kawasan Pelabuhan Banjar Raya Banjarmasin.

Populasi dalam penelitian ini adalah ikan lundu (*Macrones gulio*). Sampel penelitian yang digunakan yaitu air sungai dan ikan lundu. Sampel tersebut diambil dari masing-masing titik pengambilan sampel pada empat titik pengamatan dari masing-masing sampel dengan ukuran tubuh ikan yang sama.

Pelaksanaan kegiatan penelitian yaitu : 1) Kita mengukur kedalaman air Sungai Barito 1/3 kedalaman sungai (Keith, 1991) yang digunakan sebagai tempat penelitian, 2) Kita menetapkan area pengambilan sampel, 3) Kita menetapkan titik pengambilan sampel air dan sampel ikan lundu sebanyak empat titik yang berlokasi di Sungai Barito. Titik pengambilan sampel tersebut, yaitu :a) Titik sampel yang berlokasi pada : tepi sungai dekat stockpile batubara, b) tepi sungai dekat dermaga kapal, c) tepi sungai dekat pelabuhan perikanan, dan d) tepi sungai dekat pabrik karet. Langkah selanjutnya yaitu mengambil sampel air sungai menggunakan alat *Kemmer Water Sampler* dan memancing ikan lundu untuk mengambil sampelnya menggunakan alat pancing.

Sampel air dianalisis kandungan Cd-nya di Laboratorium Kesehatan Provinsi Kalimantan Selatan di Banjarmasin dan sampel daging ikan lundu diuji kandungan Cd-nya di Laboratorium Dasar FMIPA di Banjarbaru. Kandungan Cd pada air dibandingkan dengan standar baku mutu sungai berdasarkan PERGUB Kalimantan Selatan no.05 tahun 2007. Kandungan Cd pada daging dibandingkan dengan standar baku mutu menurut Peraturan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam daging ikan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan Cd dalam perairan Sungai Barito Kawasan Banjar Raya adalah sama diantara semua titik pengamatan. Cd merupakan suatu zat yang terkandung dalam perairan. Kandungan Cd dalam perairan tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini

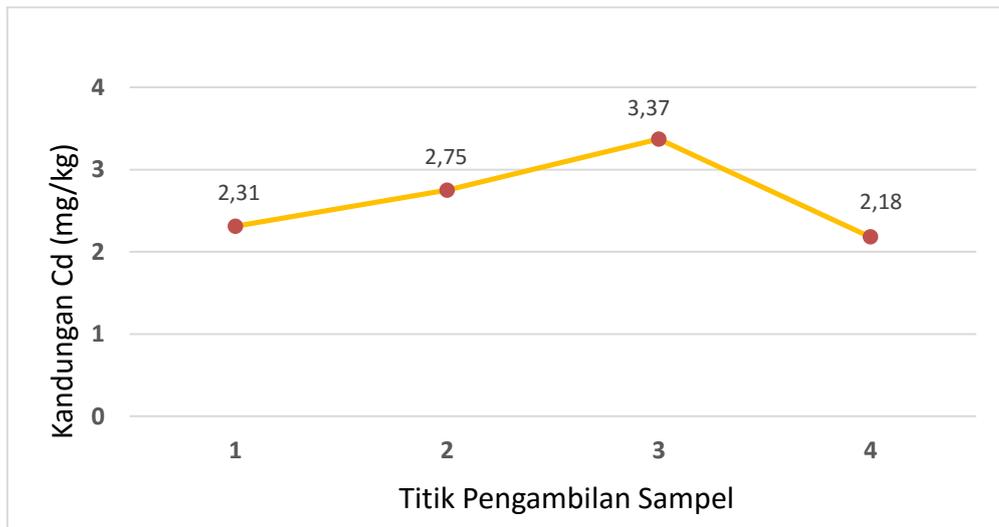
Tabel 1. Kandungan Cd pada Air di Sungai Barito Kawasan Pelabuhan Banjar Raya

No	Titik Sampel	Kandungan Cd (mg/L) dalam Air Sungai Barito	Baku Mutu Logam Cd (mg/L) Berdasarkan Per-Gub Kal-Sel No. 5 Tahun 2007
1.	1	< 0,002	0,1
2.	2	< 0,002	0,1
3.	3	< 0,002	0,1
4.	4	< 0,002	0,1
Rata-rata		< 0,002	

Keterangan : Titik sampel 1: Dekat *stockpile* batubara, Titik sampel 2. Dekat pelabuhan kapal penumpang, Titik sampel 3: Dekat Pelabuhan Perikanan, Titik sampel 4. Dekat pabrik karet

Kandungan Cd pada setiap sampel air (Tabel 1) terdeteksi sebesar < 0,002 mg/l sehingga rata-rata kandungannya adalah <0,002. Kandungan Cd sangat kecil atau hampir tidak dapat terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa perairan Sungai Barito kawasan Pelabuhan Banjar Raya masih aman untuk keberlangsungan hidup ekosistem perairan.

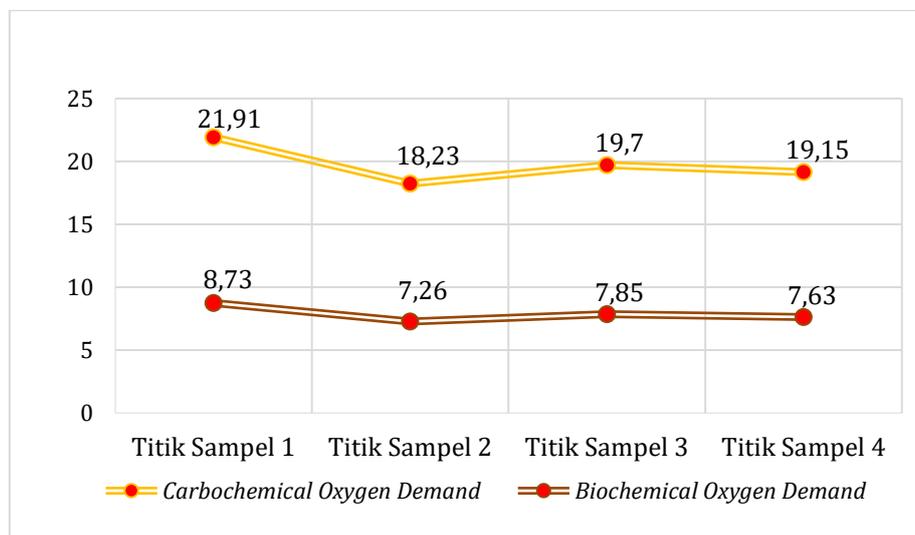
Selanjutnya, hasil penelitian kandungan Cd dalam daging ikan lundu di Sungai Barito Kawasan Banjar Raya memperlihatkan hasil yang bervariasi. Hasil yang bervariasi tersebut disajikan pada Gambar 1 berikut ini, yakni :



Gambar 1. Kandungan Cd pada daging ikan Lundu

Keterangan: Titik 1: Dekat *stockpile* batubara, Titik 2. Dekat pelabuhan kapal penumpang, Titik 3: Dekat Pelabuhan Perikanan, Titik 4. Dekat pabrik karet

Kandungan Cd sebagaimana disajikan pada Gambar 1 memperlihatkan konsentrasi yang bervariasi dan telah melebihi baku mutu yang telah dipersyaratkan. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada lokasi pengamatan sekitar pelabuhan perikanan sedangkan konsentrasi Cd terendah dijumpai pada pengamatan sekitar pabrik karet. Hasil pengukuran beberapa parameter lingkungan yang diamati dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2 berikut ini, yaitu :



Gambar 2. BOD dan COD Sungai Barito Kawasan Banjar Raya

Keterangan: Titik 1: Dekat *stockpile* batubara, Titik 2. Dekat pelabuhan kapal penumpang, Titik 3: Dekat Pelabuhan Perikanan, Titik 4. Dekat pabrik karet

Gambar 2 di atas menunjukkan BOD dan COD pada Sungai Barito Kawasan Banjar Raya mempunyai nilai berbeda pada setiap titik pengamatan. Nilai BOD (kisaran 7,26 mg/l – 8,73 mg/l) telah melampaui nilai ambang baku mutu (2 mg/l). Demikian halnya nilai COD (kisaran 18,23 mg/l – 21,91 mg/l) juga telah melebihi nilai ambang baku mutu (10 mg/l).

Sebelum pembahasan BOD dan COD, maka pembahasan ini diarahkan untuk membahas Cd terlebih dahulu. Kandungan Cd perairan Sungai Barito yang sangat kecil ini diduga disebabkan karena volume air Sungai Barito sebagai pengencer zat sangat besar sehingga konsentrasi Cd dan zat kimia yang terlarut di dalamnya menjadi lebih kecil karena adanya proses pengenceran. Dini dkk (2021) mengemukakan bahwa Sungai terlebar di Indonesia adalah Sungai Barito. Sungai Barito mempunyai ekosistem perairan yang memiliki biota beragam dimana hidup berbagai jenis plankton, ikan, dan biota perairan lainnya. Herdiana dan Ilham (2018) mengatakan bahwa unsur Cd adalah suatu unsur logam alami non esensial yang kandungannya kecil di perairan.

Meskipun kandungan Cd masih sangat rendah di dalam perairan Sungai Barito tetapi Cd tersebut harus terus dipantau karena mengingat Cd akan terus tebuang ke lingkungan dan dapat masuk keperairan. Buangan limbah cair dari berbagai aktivitas atau kegiatan yang terletak di bantaran Sungai Barito akan mempengaruhi beradaan Cd dalam perairan. Perairan yang mengandung Cd berpotensi atau beresiko bagi organisme penghuninya dan juga akan berefek lanjut terhadap ketidakseimbangan ekosistem perairan, antara lain ekosistem yang berada di dekat aktivitas pelabuhan (Yuni, 2019).

Cd adalah unsur logam mempunyai densitas lebih besar dari 5 gr/cm³. Cd ini merupakan zat pencemar yang berbahaya karena dapat terakumulasi atau mengendap di dalam sedimen, kolom air dan sedimen dan bahkan di dalam organisme perairan (Harun *et al.*, 2008 ; Cut dkk., 2020). Cut dkk (2020) juga mengemukakan bahwa konsentrasi Cd yang tinggi diperairan akan mengakibatkan kerugian karena selain berdampak terhadap perikanan yang berada di perairan yang terpolusi, kesehatan masyarakat di sekitarnya juga akan

Kandungan Cd terus bertambah besar mengingat adanya berbagai kegiatan manusia yang menjadi sumber keberadaannya (Chrisna dan All, 2017). Pada perairan, kelarutan Cd pada konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Cd mampu menghambat pertumbuhan ikan (Rahayu dkk., 2017 ; Ilham dkk., 2020).

Kontribusi keberadaan Cd yang paling besar yaitu 3,37 mg/Kg. Besarnya kandungan Cd ini diduga karena pada pelabuhan perikanan frekuensi kedatangan kapal lebih sering (setiap hari) dan jumlah kapal yang berlabuh lebih dari satu buah sehingga dapat menghasilkan Cd lebih banyak. Hal ini didukung oleh pendapat bahwa pada kapal perikanan ada kegiatan antara lain kegiatan bongkar muat barang dan sisa ballast (Rikson dkk., 2017). Lebih rinci Aris dkk (2017) mengatakan bahwa aktivitas tambat labuh kapal dapat menghasilkan buangan sisa air bekas pencucian kapal, buangan solar bekas, dan ceceran potongan ikan. Selanjutnya, mereka mengatakan bahwa pendaratan dan pemasaran ikan dapat menimbulkan adanya ceceran ikan-ikan kecil, darah ikan, lendir ikan, air bekas air pencucian ikan. Tumpahan minyak pelumas dan solar dapat terjadi karena aktivitas pemuatan bahan pelaut

Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan Cd yang tinggi di dalam daging ikan lundu. Hal ini menandakan terjadi bioakumulasi Cd dalam tubuh ikan lundu. Cd melalui proses rantai makanan akan terserap masuk ke dalam tubuh ikan lundu dan akan terkonsentrasi di dalamnya. Ikan lundu merupakan ikan lahan basah yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan mengingat: pemanfaatan ikan lundu dapat dijual masih dalam bentuk mentah, keberadaannya liar dan sangat berlimpah, harganya murah, kandungan khasiat dan gizi tinggi. (Anna dan Laila, 2017).

Namun demikian, karena ikan lundu dikonsumsi oleh manusia maka sangat penting mengetahui kandungan logam berat, terutama kandungan Cd dalam tubuhnya. Masukan Cd yang terus-menerus melalui rantai makanan akan mengakibatkan konsentrasi Cd di dalam tubuh ikan akan semakin tinggi sehingga dapat menyebabkan terjadinya akumulasi Cd. Hal ini sejalan pernyataan Izza (2017) bahwa Cd dalam ekosistem perairan akan terserap masuk ke tubuh biota perairan melalui rantai makanan yang dapat menyebabkan terjadinya bioakumulasi.

Bioakumulasi Cd yang tinggi dapat disebabkan karena adanya aktifitas manusia seperti industri, pelabuhan, reklamasi, dan pemukiman (Chrisna dan All, 2017). Selain itu, kegiatan pertambangan dan pertanian (Desi dkk., 2017), transportasi perairan merupakan sumber pencemaran logam berat, antara lain Cd. Limbah cair yang dibuang ke badan perairan biasanya mengandung logam berat, seperti Cd (Khairil dkk., 2019). Limbah yang paling banyak mengandung logam berat (antara lain Cd) adalah kegiatan industri (Desi dkk. 2017). Aktivitas dari kebanyakan nelayan mengecat kapal atau perahu menggunakan cat turut mempengaruhi keberadaan Cd perairan, seperti docking kapal (Aprizon dkk., 2020).

Cd merupakan zat toksik dan berpotensi berbahaya bila masuk ke dalam tubuh dalam konsentrasi yang melebihi ambang batas yang dipersyaratkan menjadi berbahaya disebabkan proses bioakumulasi yang dapat terjadi melalui rantai makanan. Semakin tinggi tingkatan rantai makanan oleh suatu mikroorganisme, akumulasi Cd di dalam tubuhnya semakin tinggi. Kontaminasi Cd pada organisme perairan dapat terjadi karena konsumsi makanan terkontaminasi, melalui kulit dan penapasan (Ilham dkk., 2020).

Cd dapat membantu perkembangan otak bagi anak tetapi dapat juga mempunyai efek buruk bagi orang dewasa bila dikonsumsi berlebihan. Efek Cd pada manusia yaitu Cd yang melampaui standar baku mutu yang dipersyaratkan dapat menyebabkan diare, Wilson disease, muntah dan lainnya (Roychoudhury *et al.*, 2016; Dian, 2020). Kadmium juga dikategorikan sebagai bahan beracun dan berbahaya/B3 (Dian, 2020). Salah satu bahaya dari Cd antara lain Cd bersifat toksik dapat menghalangi kerja suatu enzim sehingga mempengaruhi metabolisme tubuh, mengakibatkan alergi, bersifat teratogen, mutagen, atau karsinogen bagi hewan dan manusia (Isra' dkk., 2019). Identifikasi dan analisis kandungan Cd yang menyebabkan bahaya atau kemungkinan resiko bahaya mengenai masalah pangan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (Izza, 2017).

Kehidupan dalam perairan tidak pernah lepas dari komponen biotik (ikan lundu) dan komponen abiotik (antara lain Cd dan faktor atau parameter lainnya seperti BOD dan COD). Tingginya nilai BOD dan COD pada semua titik pengamatan diduga karena banyaknya aktivitas masyarakat di kawasan tersebut, antara lain kegiatan operasi *stockpile* batubara dan pelabuhan. Aktivitas ini menghasilkan limbah padat dan cair yang mengandung bahan organik dan anorganik dan terbuang ke Sungai Barito. Aktivitas masyarakat domestik juga memberikan masukan bahan organik dan anorganik ke sungai. Hal ini sejalan dengan pernyataan Halang (2020) bahwa senyawa organik dalam limbah cair dihasilkan oleh industri pangan, limbah rumah tangga, dan lain sebagainya.

Tingginya konsentrasi BOD di dalam perairan sungai dapat dipengaruhi oleh sedikitnya jumlah mikroorganisme. Aktivitas dan jumlah mikroorganisme memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai BOD (Koda *et al.*, 2017). Ketika sedikit jumlah mikroorganisme, proses perombakan yang berlangsung secara biokimia tidak terjadi atau intensitas perombakan secara biokimia tidak signifikan. Pada kondisi alami, efek seperti ini selalu disebabkan oleh sejumlah bahan toksik yang mempunyai dampak buruk terhadap kegiatan enzim mikroorganisme (Koda *et al.*, 2017; Sri Royani dkk., 2021). Sisi lain, Halang (2020) mengatakan bahwa tingginya nilai COD di perairan dikarenakan banyaknya bahan-bahan pencemar organik yang masuk ke perairan, misalnya pencemar organik dari rumah tangga, industri, persawahan, dan budidaya perairan. Sari dan Afdal (2017) mengatakan bahwa pada kondisi normal nilai COD lebih tinggi dari pada nilai BOD5.

Sebagaimana telah diketahui bahwa apabila konsentrasi Cd tinggi dalam tubuh ikan (termasuk ikan lundu), maka Cd tersebut mempunyai dampak yang dapat merusak organ berupa ginjal, hati, insang, dan bagian saraf ikan. Apabila ikan atau biota akuatik terpapar atau mengandung Cd dikonsumsi oleh manusia, Cd dapat terserap masuk ke tubuh manusia

dan dapat memberikan efek pada kesehatan (Dian, 2020). Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya penanggulangan meminimalkan kandungan Cd terutama pada manusia

Sempadan pantai dan sungai harus mempunyai vegetasi baik sebagai suatu *buffer zone* yang baik (Aprizon dkk., 2020). Industri dan bentuk kegiatan lainnya, dalam rutinitas operasionalnya dapat menghasilkan limbah yang berbahaya baik dalam bentuk padat atau cair (Anugrah, dkk., 2016). Oleh karena itu, industri dan bentuk perusahaan lainnya perlu memiliki mekanisme pengolahan limbah yang benar sebelum dibuang ke perairan. Penelitian tentang dampak suatu paparan Cd terhadap keberadaan histopatologis pada biota perairan dan kondisi kesehatan manusia serta cara penangan pencemaran Cd juga perlu ditingkatkan (Dian, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di Sungai Barito kawasan Pelabuhan Banjar Raya dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Cd pada air memiliki rata-rata $< 0,002$ mg/L, yang berarti masih berada di bawah kandungan standat baku mutu (0,1 mg/l) menurut Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan No.05 tahun 2007 tentang Sungai. Sedangkan kandungan Cd pada daging ikan lundu (*Macrones gulio*) mempunyai nilai rata-rata 2,65 mg/Kg, yang berarti melebihi nilai standar baku mutu daging (1,0 mg/Kg) berdasarkan Surat Keputusan Dirjen POM Nomor 03725/VII/1989

DAFTAR PUSTAKA

- Adhesty W, Dharmono, & Ahmad N. (2016). *Keanekaragaman ikan pada aliran sungai di Kawasan Hutan Galam Desa Tebing Rimbah Kec.Mandastana Kab.Barito Kuala.Repo-Wahana-Bio*, 15 : 46-56
- Anna NF, Laila RS. (2017). *Menggali potensi Kewirausahaan Masyarakat melalui Kreativitas Pengolahan Hasil Kekayaan Lahan Basah (Studi Di Kelurahan Alalak Utara Banjarmasin Kalimantan Selatan*. Proceeding Seminar Nasional AIMI
- Anugrah FB, Nurjazuli, Tri J. 2016. *Studi Beban Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) pada Ballast Water Kapal Barang dan Kapal Penumpang di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang*.Jurnal Kesehatan Masyarakat, 4 (4) :810-818
- Aprizon P, Ahmad IB, Fuji AF, Wilson N, Dedi H, Indang D, Try A, Semeidi H, Suparno, & Harfiandri D. (2020). *Kesesuaian Pemanfaatan Ruang pada Zona khusus (pelabuhan) di Kawasan Pesisir Teluk Bungus Kota Padang*. Journal Kelautan Nasional, 15 (2) : 91-102
- Aris W, Lubis E, Pane AB. (2017). *Strategi Pencegahan Pencemaran Lingkungan Pelabuhan Perikanan : Kasus Pelabuhan Perikanan Nusantara Pelabuhan Ratu*. Jurnal Albacore, 1 (2) : 139-152
- Chrisna AS, All D. (2017). *Logam berat Pb, Cr, dan Cd dalam perairan Pelabuhan Tanjung Mas Semarang*. Jurnal Kelautan Tropis, 20 (1) : 25-29.
- Cut AGA, Septyo MAP, & Ibnu F. (2020). *Kandungan Timbal dn Kadmium pada Air dan Sedimen di Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta*. Jurnal Akuatika Indonesia, 5 (1) : 21-26.
- Desi W, Sopyatuddin K, Nurfadillah N. (2017). *Analisis Logam Pb, Mn, Cu, dan Cd pada sedimen di pelabuhan jetty Meulaboh, Aceh Barat*. Jurnal Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah, 2 (2) : 246-253
- Dian YP. (2020). *Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Merkuri, Tembaga, Kadmium. Crom,) terhadap organisme perairan dan kesehatan manusia*. Jurnal Akuatek, 1(1) : 59-65

- Dini S., Siti A, Rina NH, & Marissa SH. (2021). *Keterkaitan Kualitas Air dengan Keanekaragaman Zooplankton di Sungai Barito Marabahan Kabupaten Banjar*. *Rekayasa, Journal Science dan Technology*, 14 (3) 421-430
- Haeriah. (2018). *Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Ikan Bandeng (Channos channos) di Pertambakan Kecamatan Pangkajene*. *Jurnal Teknosains*, 12 (2) : 176-188
- Halang B. (2020). *Kajian Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Muara Sungai Asam-Asam Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*. [Disertasi] Program Doktor Ilmu Lingkungan Pascasarjana, Universitas Brawijaya, Malang
- Harun NH, Tuah PM, Markom NZ, & Yusof MY. (2008). *Distribution of Heavy Metals in Monochoria hastata and Eichornia crassipes In Natural Habitats*. Environmental Science Programme School of Science and Technology: University of Malaysia.
- Herdiana M, Ilham A. (2018). *Status Kualitas Perairan Kawasan Terpadu Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus Menggunakan Metode Indeks Golongan Air*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19 (1) : 107-115.
- Ilham Z, Dewi NN, Khairun N, & Yusrizal A. (2020). *Logam Berat Pada Hiu Tikus (Alopias pelagicus) dan Hiu Kejen (Laxodon macrorhinus) dari Pelabuhan Perikanan Samudera Lampulo, Banda Aceh*. *Jurnal PHPI*, 23 (1) : 47-57
- Isra' S, Nasri M, Akbar, & Nurrahmah L. (2019). *Studi Kandungan Logam Berat (As, Cd, Cr Pb, dan Hg) dalam Partikulat Matter 10 Mikron (PM 10) di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan*. *Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, 16(02) : 77-85
- Izza H. (2017). *Studi pencemaran logam berat timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada ikan tongkol (Euthynnus sp) di Pantai Utara Jawa*. *Biotropic The Journal of Tropical Biology*, 1(2): 41-50
- Johansen AMS, Sulistiono. (2022). *Kebiasaan Makanan dan Reproduksi Ikan Lundu (Macrones gulio) di Perairan Majakerta, Indramayu, Jawa Barat Indonesia*, 15 (1) : 56-63
- Kastrina A, Yunita R, Yasmi Z. (2019). *Keanekaragaman jenis ikan yang terdapat di Sungai Barito Kecamatan Aluh-Aluh Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan*. *Aquatic*, 2 (2) : 78-89
- Keith LH. (1991). *Environmental Sampling and Analysis, a Practical Guide*. Lewis Publishers
- Khairil A, Fadhliah I, Agung DS. (2019). *Analisis Kandungan logam berat Pb dan Cd pada Siput Gonggong (Strombus sp) di Perairan Kecamatan Bukit Bestari*. *Buna Sains*, 19 (1) : 37-46
- Koda E, Miszkowska A, Sieczka A. (2017). *Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste management Site*. *Applied Sciences*, 7(6): 1-22.
- Rahayu NI, Rosmaidar, Hanafiah M, Karmil FT, Helmi ZT, & Daud R. (2017). *Pengaruh paparan timbal (Pb) terhadap laju pertumbuhan ikan nila (Oreochromis niloticus)*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 1(4): 658-665.
- Rikson S, Lisnawaty S, & Minsyahril B. (2017). *Analisis Kualitas Perairan Laut Terhadap Aktivitas di Lingkungan Pelabuhan Waingapu-Amor Sumba Timur*. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 23 (1) : 225-232
- Roychoudhury S, Nath S, Massanyi P, Stawarz R, Kacaniova M, & Kolesarova A. (2016). *Copper induced changes in reproductive functions: in vivo and in vitro effects*. *Physiological Research*. 65 (1) : 11-22.
- Sari RN and Afdal. (2017). *Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang*. *Jurnal Fisika Unand*, 6(1): 93-99.

- Sri MI. (2017). *Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan*. Jurnal Jumantik, 2 (2) : 54-60
- Sri R, Adita SF, Afresa BPF, Hanif ZB. (2021). *Kajian COD dan BOD dalam Air Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. 1 (1) : 40-49
- Sweking, Anang N, Aunurafik, Firliyanty. (2019). *Komposisi jenis ikan di Danau Marang, Kota Palangkaraya, Kalimantan Tengah*. Jurnal Agribisnis Perikanan, 12 (1) : 13-17
- Yuni Y. (2019). *Evaluasi Tingkat Pencemaran Logam Berat di Perairan Pelabuhan Belawan Medan*. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor