



Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) Di TPI Kluwut Brebes

Endang Tris Haryanti ^{✉ 1)}, Nana Kariada Tri Martuti¹⁾

¹⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 1 September 2020
Disetujui: 30 September 2020
Dipublikasikan: 15 November 2020

Keywords:

AAS; cadmium; lead; red snapper; TPI Kluwut Brebes
AAS; kadmium; memimpin; ikan kakap merah; TPI Kluwut Brebes

Abstract

Red snapper (Lutjanus sp.) is fish that has a high selling value in TPI Kluwut Brebes and widely consumed by the public. Along with the rapid growth rate of development in all fields, it allows humans to utilize various types of chemicals, one of which is heavy metals for their daily needs. Previous research shows that waters in Indonesia have been contaminated with heavy metals, 2 of which are lead and cadmium. This research was conducted in August 2019 which aims to determine the amount of heavy metal content contained in red snapper meat. Samples used 9 fish weighing ± 1 kg/fish taken 3 fish every week and analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed Pb and Cd content that accumulated in red snapper meat in 3 times the repetition obtained results, 0,0198; 0,0939 and 0,0597 mg/kg for Pb and 0,0540; 0,09535 and 0,0598 mg/kg for Cd. These results indicate Pb and Cd metal content in red snapper meat taken from TPI Kluwut Brebes is still below the quality standard set according Peraturan Kepala BPOM RI No.5 Tahun 2018 is 0,20 mg/kg for Pb and 0,10 mg/kg for Cd.

Abstrak

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) merupakan ikan yang memiliki nilai jual yang tinggi di TPI Kluwut Brebes dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Seiring dengan pesatnya laju pertumbuhan pembangunan disegala bidang, memungkinkan manusia memanfaatkan berbagai jenis bahan kimia salah satunya logam berat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa perairan di Indonesia telah tercemar logam berat, 2 diantaranya timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2019 bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar logam berat yang terkandung dalam daging ikan kakap merah. Sampel yang digunakan sebanyak 9 ekor dengan berat ± 1 kg/ekor yang diambil 3 ekor setiap minggu dan dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan kandungan Pb dan Cd yang terakumulasi dalam daging ikan kakap merah dalam 3 kali waktu pengulangan memperoleh hasil yaitu 0,0198; 0,0939 dan 0,0597 mg/kg untuk Pb dan 0,0540; 0,09535 dan 0,0598 mg/kg untuk Cd. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan Pb dan Cd dalam daging ikan kakap merah yang diambil dari TPI Kluwut Brebes masih berada di bawah batas baku mutu yang ditetapkan sesuai Peraturan Kepala BPOM RI No.5 Tahun 2018 yaitu 0,20 mg/kg untuk Pb dan 0,10 mg/kg untuk Cd.

© 2020 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunugpati, Semarang
E-mail: endangth6@gmail.com

p-ISSN 2252-6277

e-ISSN 2528-5009

PENDAHULUAN

Ikan merupakan jenis organisme air yang dapat bergerak di dalam kolom air. Karena dapat berenang dengan cepat, ikan mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran. Namun ikan yang hidup pada habitat terbatas akan sulit menghindarkan diri dari pencemaran. Hal tersebut akan mengakibatkan terjadinya akumulasi bahan pencemar (termasuk logam berat) ke dalam tubuh ikan (Melianawati & Aryati, 2012). Selain itu ikan juga merupakan salah satu bahan makanan yang mempunyai nilai gizi tinggi, selain harga yang lebih murah, mudah di dapat dan disukai oleh masyarakat, protein ikan lebih tinggi dibandingkan dengan produk hewani lain seperti daging sapi dan ayam (Pandi *et al*, 2008).

Kabupaten Brebes dikenal sebagai daerah pertanian, peternakan, perikanan, dan kelautan (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Brebes, 2010). Usaha perikanan yang dipusatkan di wilayah pantai dan laut Kabupaten Brebes adalah perikanan laut. Sarana pendukung kegiatan ini meliputi pasar ikan dan tempat pelelangan ikan (TPI). TPI di Kabupaten Brebes dengan jumlah nelayan terbanyak adalah TPI Kluwut. Hal ini dikarenakan Kecamatan Bulakamba tempat TPI berada, memiliki penduduk dengan mata pencaharian nelayan yang terbesar ± 6.163 orang dibanding dengan kecamatan-kecamatan lain (Badan Pusat Statistik Kabupaten Brebes). TPI Kluwut merupakan TPI yang paling aktif di wilayah Brebes karena setiap hari ada nelayan yang berlayar untuk menangkap ikan selama ± 10 hari di laut Jawa hingga Kalimantan.

Seiring dengan perkembangan pembangunan, wilayah disekitar pesisir laut berkembang untuk pemukiman, pusat perniagaan, industri dan pelabuhan. Aktivitas tersebut dapat menimbulkan penurunan kualitas perairan pesisir dan laut, dengan adanya limbah-limbah yang langsung dibuang ke lingkungan pesisir, tanpa melalui pengolahan (Setiawan, 2014). Terdapat berbagai limbah yang ada di laut, salah satunya limbah logam berat merupakan yang limbah berbahaya bagi kesehatan manusia. Logam berat yang ada pada perairan menyebabkan biota laut memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut. Jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat tersebut dikonsumsi, maka akan merusak sistem biokimia, dan menjadi ancaman serius bagi kesehatan manusia dan hewan.

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) merupakan salah satu ikan laut yang menjadi hasil tangkapan nelayan TPI Kluwut sehingga menjadi salah satu komoditas perikanan laut yang bernilai ekonomis tinggi. Banyaknya masyarakat yang mengkonsumsi ikan kakap merah karena ikan ini dikenal mempunyai kandungan gizi tinggi yang dapat meningkatkan kesehatan tubuh dan merupakan sumber protein hewani karena mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh (Melianawati & Aryati, 2012).

Pesatnya laju pertumbuhan pembangunan terutama di bidang industri, pertanian, pertambangan dan sebagainya yang ditunjang oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, memungkinkan manusia memanfaatkan berbagai jenis bahan kimia termasuk logam berat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, hal ini telah menimbulkan kekhawatiran yang sangat besar akan terjadinya perubahan nilai

dari perairan tersebut, baik kualitas maupun kuantitasnya sehingga dapat mencemari perairan (Lubis *et al.*, 2015). Beberapa contoh limbah yang dapat mencemari perairan yaitu limbah rumah tangga, limbah pembuangan pasar, perkotaan dan proses erosi (Suprianto & Lelifajri, 2009), aktivitas kapal laut yang keluar masuk pelabuhan guna melakukan aktivitas bongkar muat barang dan juga penggantian bahan bakar minyak oleh kapal-kapal (Ika *et al.*, 2012) dan limbah industri, pertambangan serta pertanian (Yudo, 2006).

Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa sebagian besar perairan di Indonesia baik itu sungai maupun laut telah mengalami pencemaran oleh logam berat berbahaya seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsen (As), kadmium (Cd), dan nikel (Ni). Tidak hanya mencemari air akan tetapi logam berat juga terakumulasi pada biota air seperti ikan, kerang-kerangan, dan tumbuhan air. Logam berat dalam perairan tidak mengalami regulasi oleh organisme air, tetapi terus terakumulasi dalam tubuh organisme air. Semakin tinggi kandungan logam berat dalam perairan akan semakin tinggi pula kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh organisme (Rochyatun & Rozaq, 2007).

Bahan Pencemar (racun) masuk ke tubuh organisme atau ikan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat pelepasan atau tempat absorpsinya ke dalam sirkulasi darah. Bahan pencemaran seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam tubuh organisme terabsorpsi dalam bentuk ion Pb^{2+} dan ion Cd^{2+} (Hidayah *et al.*, 2014).

Di dalam tubuh manusia, timbal (Pb) bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut (Widowati *et al.*, 2008). Sedangkan keracunan yang disebabkan oleh kadmium (Cd) dapat bersifat akut dan keracunan kronis. Keracunan akut yaitu seperti timbul rasa sakit dan panas pada bagian dada yang dapat menimbulkan penyakit paru-paru yang akut, sedangkan keracunan yang bersifat kronis pada umumnya berupa kerusakan-kerusakan pada banyak sistem fisiologis tubuh (Palar, 2008). Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang analisis cemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2019 dan bersifat observasi analitik. Pengambilan sampel dengan *Purposive Sampling* yaitu mengambil data sampel bukan didasarkan atas strata, random atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu (Arikunto, 2006). Pengambilan sampel ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dari TPI Kluwut Brebes secara langsung sebanyak 3 ekor ikan untuk 3x pengulangan setiap 1 minggu sekali untuk 3 kali waktu pengulangan dan diuji di Balai Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Jawa Tengah.

Sampel ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) diambil oleh peneliti secara langsung dari TPI Kluwut sebanyak 3 ekor yang setiap 1 minggu sekali untuk 3-kali pengulangan (1 ekor ikan untuk 1 kali ulangan). Sampel yang telah diambil dari lokasi kemudian dicuci bersih di bawah air mengalir, lalu menimbang berat ikan dan mengukur panjang sirip, kemudian ikan diambil dagingnya dengan berat \pm 300-400 gram

dan dihaluskan menggunakan blender lalu di masukkan ke dalam plastik yang sudah diberi keterangan lalu dimasukkan didalam *coolbox* dan siap dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), untuk mengetahui kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terakumulasi pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan pada bulan Agustus 2019 di TPI Kluwut Brebes dan di Balai Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, diperoleh hasil tentang kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes.

Pengambilan sampel	Kadar logam Timbal (mg/kg)			Rata-rata (mg/kg)	Baku Mutu *) (mg/kg)
	Uji 1 (Ikan 1)	Uji 2 (Ikan 2)	Uji 3 (Ikan 3)		
Minggu 1	≤0,008	0,0345	0,0169	0,0198	0,20
Minggu 2	0,1204	0,0674	0,0939	0,0939	0,20
Minggu 3	0,0732	≤ 0,008	0,0980	0,0597	0,20

*) Menurut Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan dengan Kategori Pangan Ikan dan Produk Perikanan

Tabel 1 menunjukkan kandungan logam timbal (Pb) yang terdapat pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes, yaitu kandungan timbal pada sampel minggu 1 dengan nilai kadar 0,0198 mg/kg, sampel minggu 2 dengan nilai kadar 0,0939 mg/kg dan sampel minggu 3 dengan nilai kadar 0,0597 mg/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan timbal dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes masih berada di bawah batas baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,20 mg/kg.

Tabel 2. Hasil Uji Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes.

Pengambilan sampel	Kadar logam Kadmium (mg/kg)			Rata-rata (mg/kg)	Baku Mutu *) (mg/kg)
	Uji 1	Uji 2	Uji 3		
	(Ikan 1)	(Ikan 2)	(Ikan 3)		
Minggu 1	0,0609	0,0582	0,0429	0,0540	0,10
Minggu 2	0,0919	0,09535	0,0988	0,0953	0,10
Minggu 3	0,0663	0,0632	0,0499	0,0598	0,10

*) Menurut Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan dengan Kategori Pangan Ikan dan Produk Perikanan

Tabel 2 menunjukkan kandungan logam kadmium (Cd) yang terdapat pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes, yaitu kandungan kadmium pada sampel minggu 1 dengan nilai kadar 0,0540 mg/kg, sampel minggu 2 dengan nilai kadar 0,0953 mg/kg dan sampel minggu 3 dengan nilai kadar 0,0598 mg/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan timbal dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes masih berada di bawah batas baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,10 mg/kg.

Hasil pengujian menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada sampel daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) menunjukkan hasil yang bervariasi terhadap logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Hasil-tersebut menunjukkan ikan positif tercemar logam berat Pb dan Cd, hanya saja kadarnya tidak melebihi batas baku mutu yang sudah ditentukan. Kandungan logam berat tersebut bervariasi pada setiap pengulangan dan waktu pengambilan sampel.

Logam berat merupakan bahan pencemar berbahaya apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. Adanya akumulasi tersebut dapat merusak atau menurunkan fungsi sistem saraf pusat, merusak komposisi darah, ginjal, paru-paru dan organ vital lainnya. Menurut Soemirat (2010), logam berat memiliki sifat bioakumulasi dan biomagnifikasi terhadap makhluk hidup. Bioakumulasi adalah penumpukan pencemar yang terus menerus dalam organ tubuh, sedangkan biomagnifikasi adalah masuknya zat kimia dari lingkungan melalui rantai makanan yang pada akhirnya tingkat konsentrasi zat kimia di dalam organisme sangat tinggi dan lebih tinggi dari bioakumulasi.

Martuti (2016) menyampaikan, bahwa proses bioakumulasi logam berat pada ikan bisa terjadi secara fisis maupun biologis (biokimia). Proses fisis berupa menempelnya senyawa logam berat pada bagian tubuh, luar tubuh, insang dan lubang-lubang membran lainnya yang berasal dari air maupun dari senyawa yang menempel pada partikel (biokonsentrasi). Proses biologis terjadi melalui proses rantai makanan (biomagnifikasi) dan tidak menutup kemungkinan terabsorbsinya logam berat yang sebelumnya hanya menempel (Martuti, 2012).

Selain adanya bioakumulasi, biomagnifikasi juga berpengaruh terhadap kadar logam berat dalam tubuh ikan. Hal ini sesuai pendapat Zainuri *et al.* (2011) bahwa proses biomagnifikasi di perairan

menyebabkan konsentrasi logam berat akan terus meningkat. Biomagnifikasi itu sendiri adalah proses dimana bahan pencemar konsentrasinya meningkat dengan meningkatnya posisi makhluk hidup pada suatu rantai makanan. Logam berat yang berada di air dan sedimen diserap oleh bakteri, fitoplankton, dan zooplankton, kemudian mikroorganisme dimakan oleh ikan hingga berlanjut ke manusia.

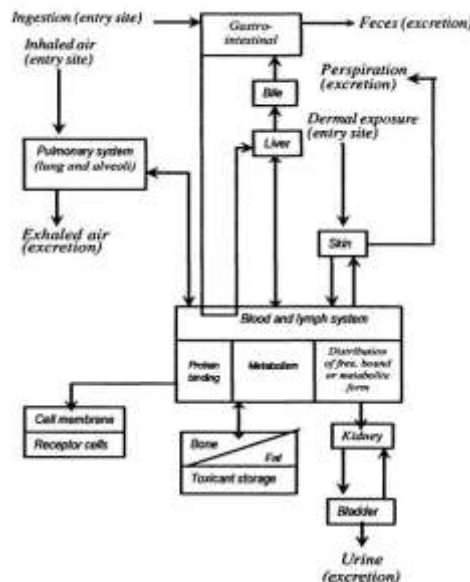
Berdasarkan hasil uji kandungan logam berat timbal (Pb) pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*), yang di ambil dari TPI Kluwut dengan 3 kali waktu pengulangan memperoleh nilai kadar yang bervariasi, yaitu minggu 1 (0,0198 mg/kg), minggu 2 (0,0939 mg/kg) dan minggu 3 (0,0597 mg/kg). Sedangkan hasil uji kandungan logam berat kadmium (Cd) pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang di ambil dari TPI Kluwut dengan 3 kali waktu pengulangan memperoleh nilai kadar yang bervariasi juga, yaitu minggu 1 (0,0540 mg/kg), minggu 2 (0,0953 mg/kg) dan minggu 3 (0,0598 mg/kg). Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan Pb dan Cd dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes masih berada di bawah batas baku mutu yang ditetapkan sesuai Peraturan Kepala BPOM RI No.5 Tahun 2018 yaitu 0,20 mg/kg untuk timbal dan 0,10 mg/kg untuk kadmium. Meskipun kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil di TPI Kluwut Brebes berada dibawah batas baku mutu yang sudah ditentukan, tetap perlu berhati-hati juga karena dari hasil pengujian kadar logam Pb dan Cd pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) telah menunjukkan bahwa perairan sudah terkontaminasi oleh logam berat Pb dan Cd meskipun dalam kadar yang berada dibawah baku mutu. Rochyatun & Rozaq (2007) menyatakan bahwa adanya kontaminasi yang terjadi di perairan seiring dengan berjalannya waktu dapat menimbulkan akumulasi terus menerus dalam tubuh biota yang terdapat dalam perairan, maupun di dasar perairan ataupun sedimen, sehingga berbahaya bagi kehidupan biota dan manusia yang mengkonsumsi biota tersebut.

Dari hasil penelitian di berbagai wilayah perairan Indonesia, juga diperoleh adanya logam Pb dan Cd pada ikan kakap, sebagaimana penelitian Dewi *et al.* (2018) tentang analisis kandungan logam berat Pb dan Cd di Muara Sungai Manggar Balikpapan, ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diperoleh dari Muara Sungai Manggar untuk Pb yaitu < 0,003 mg/kg dan Cd yaitu 0,11 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan Pb dalam ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) di Muara Sungai Manggar masih berada dibawah batas baku mutu, sedangkan Cd berada di atas baku mutu yang ditentukan. Begitu pula Tanjung *et al.* (2019) yang meneliti tentang analisis kandungan logam berat pada ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) di perairan Mimika Papua menyebutkan bahwa kandungan Pb dalam daging ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) di perairan komara memperoleh hasil 0,20 mg/kg dan di perairan ajkwa memperoleh hasil < 0,10 mg/kg, sedangkan untuk Cd diperoleh hasil < 0,03 mg/kg baik di perairan komara maupun ajkwa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan Pb dalam daging ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) di perairan Mimika Papua berada di atas batas baku mutu, sedangkan Cd masih berada dibawah baku mutu yang ditentukan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar biota laut sudah tercemar logam berat Pb dan Cd dalam perairan, sama seperti ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes yang juga sudah terakumulasi oleh logam berat Pb dan Cd. Namun, kandungan logam dalam ikan

tersebut masih berada dibawah batas baku mutu yang sudah ditentukan, yang artinya sebagian besar perairan sudah tercemar oleh logam berat.

Akumulasi Pb dan Cd sangat dipengaruhi oleh adanya kandungan Pb dan Cd yang ada di perairan, di samping itu juga lamanya waktu pendedahan dengan organisme yang ada dalam perairan tersebut. Faktor yang mempengaruhi toksisitas logam berat dalam perairan antara lain: perubahan dalam siklus hidup, umur, ukuran tubuh, pengaruh aktivitas, serta kemampuan adaptasi terhadap logam itu sendiri (Soemirat, 2010). Akbar (2009) menyampaikan bahwa akumulasi logam berat pada ikan dapat terjadi karena adanya kontak antara medium yang mengandung toksik dengan ikan. Kontak berlangsung dengan adanya pemindahan zat kimia dari lingkungan air ke dalam atau permukaan tubuh ikan, misalnya logam berat masuk melalui insang. Masuknya logam berat kedalam tubuh organisme perairan dengan tiga cara yaitu melalui makanan, insang, dan difusi melalui permukaan kulit. Hal ini diperjelas dengan penelitian Yulaipi & Aunurohim (2013) bahwa ikan merupakan bagian dari makanan manusia. Banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui polutan logam yang dikandung oleh ikan dan kandungan logam yang ada pada tubuh (daging) ikan dianalisis karena merupakan bagian penting yang dikonsumsi manusia.

Proses bioakumulasi melibatkan tahap-tahap antara lain: (1) Pengambilan (*Uptake*), yaitu masuknya bahan-bahan kimia (melalui pernafasan, atau adsorpsi melalui kulit, pada ikan biasanya dapat melalui insang); (2) Penyimpanan (*Storage*), yaitu penyimpanan sementara di jaringan tubuh atau organ. Kadar bahan kimia ini akan terus bertambah di dalam tubuh organisme dan bila kadarnya sampai melebihi kadar bahan tersebut di lingkungan (air atau udara) maka proses bioakumulasi telah terjadi; (3) Eliminasi, dapat berupa pemecahan bahan kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana, dapat dilakukan dengan proses biologik disebut metabolisme (Suseno, 2013).



Gambar 1. Proses pengambilan, rute distribusi, metabolisme dan penyimpanan polutan dalam tubuh serta ekskresi polutan dari dalam tubuh hewan (Puspitasari, 2007).

Proses masuknya bahan kimia ke dalam tubuh organisme, antara lain: (1) *Uptake* (pengambilan) yaitu proses penyerapan bahan kimia ke dalam tubuh organisme melalui sel umumnya melibatkan proses

difusi, kemampuan bahan kimia untuk berpindah tempat itu disebut potensial kimia. Banyak faktor yang mempengaruhi potensial kimia dari suatu bahan diantaranya adalah kelarutan bahan tersebut dalam air. Ada bahan yang bersifat mudah larut dalam air disebut lipofobik/ hidrofilik dan ada yang sukar larut dalam air tetapi mudah larut dalam lemak disebut lipofilik/hidrofobik. Bahan yang lipofilik akan dengan mudah terserap masuk ke dalam sel suatu organisme karena ada kesamaan sifat lingkungan dengan sel sehingga dapat dengan mudah menembus lapisan lemak pada membran sel. Bahan yang hidrofilik umumnya mempunyai peluang yang kecil untuk terakumulasi karena mengalami kesulitan melewati membran sel.

Senyawa yang mempunyai stabilitas kimiawi yang rendah, cenderung mengalami hidrolisis, sehingga tidak menimbulkan efek merugikan bagi ekosistem akuatik, kecuali bila senyawa tersebut mengalami transformasi menjadi senyawa (produk) yang toksik. Dalam ekosistem akuatik, senyawa yang bersifat volatil cenderung tidak berada dalam waktu yang lama. Polaritas senyawa berperan penting dalam menentukan distribusi dan persistensi senyawa tersebut. Senyawa hidrofilik cenderung terlarut dan terdistribusi pada permukaan air. Sebaliknya senyawa lipofilik berasosiasi dengan materi organik yang berada di dalam sedimen, (2) *Storage* (penyimpanan), faktor yang sama seperti stabilitas kimia, potensial kimia, sifat kelarutan bahan juga berpengaruh pada penyerapan di dalam tubuh organisme. Beberapa bahan kimia akan dengan mudah berikatan dengan protein atau dapat juga terlarut dalam lemak. Jika bahan kimia yang masuk ke dalam tubuh hanya sedikit atau proses penyerapan hanya bersifat sementara, bahan kimia tidak terikat kuat di dalam sel dan dapat dieliminasi oleh tubuh. Walaupun demikian ada beberapa perkecualian untuk jenis logam berat seperti merkuri (Hg), tembaga (Cu), kadmium (Cd), kobalt (Co) dan timbal (Pb), walaupun bersifat hidrofilik tetapi mereka dapat terikat erat dengan tempat-tempat tertentu dalam tubuh sehingga dapat terakumulasi. (3) *Eliminasi*, bioakumulasi sebenarnya merupakan proses yang esensial dan normal untuk proses pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh bagi semua makhluk hidup. Tanpa proses ini, tubuh tidak akan dapat menyimpan unsur-unsur yang diperlukan. Organisme melakukan bioakumulasi nutrien-nutrien penting seperti vitamin A, K dan D, unsur mineral, asam lemak esensial dan asam amino. Ketika suatu bahan kimia masuk ke dalam tubuh dan terdistribusi, maka bahan tersebut dapat diekskresikan, disimpan atau dimetabolisme oleh tubuh tergantung konsentrasi dan potensial kimia dari bahan tersebut. Pada umumnya bahan-bahan kimia yang masuk ke dalam tubuh organisme akan dipecah dan diekskresikan. Proses pemecahan bahan-bahan kimia secara biologi disebut metabolisme. Kemampuan ini tergantung dari jenis organisme juga tergantung pada karakteristik dari bahan kimianya. Bahan kimia yang lipofilik akan lebih lambat dieliminasi daripada yang hidrofilik. Faktor lain yang mempengaruhi bioakumulasi adalah lamanya terpapar bahan kimia tersebut. Jadi bioakumulasi bervariasi pada setiap individu dan jenis biota tergantung ukuran, umur, laju metabolisme dan laju ekskresinya (Puspitasari, 2007)

Logam berat masuk kedalam jaringan tubuh organisme sebagian besar melalui rantai makanan. Fitoplankton merupakan awal dari rantai makanan yang akan dimangsa oleh zooplankton. Zooplankton dimangsa oleh ikan-ikan kecil, ikan-ikan kecil dimangsa oleh ikan-ikan besar dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia. Proses ini berlangsung secara terus menerus, maka terjadi akumulasi logam dalam tubuh

manusia (Arifin *et al.*, 2012). Logam berat dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun. Logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi melalui berbagai perantara salah satunya adalah melalui makanan yang terkontaminasi oleh logam berat. Hal ini diperjelas dengan penelitian Saputra (2009) yang menyebutkan bahwa dampak dari akumulasi logam berat pada ikan yaitu dapat menurunkan tingkat kematangan gonad, menutup membran insang sehingga ikan kekurangan O₂ serta menghambat pertumbuhan.

Menurut Shukla *et al.* (2007) bahwa di dalam tubuh ikan, logam diabsorpsi darah dan berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal). Akumulasi logam berat dalam tubuh organisme tergantung pada konsentrasi logam berat dalam air/lingkungan, suhu, keadaan spesies dan aktifitas fisiologis. Bahan Pencemar (racun) masuk ke tubuh ikan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat pemejanan atau tempat absorpsinya ke dalam sirkulasi darah. Absorpsi, distribusi dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat terjadi tanpa transpor melintasi membran. Proses transportasi dapat berlangsung dengan 2 cara: transpor pasif (yaitu melalui proses difusi) dan transpor aktif (yaitu dengan sistem transport khusus, dalam hal ini zat lazimnya terikat pada molekul pengemban) (Hidayah *et al.*, 2014).

Menurut Supriyanto *et al.* (2007), kandungan logam berat dalam tubuh ikan erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri di sekitar tempat hidup ikan tersebut, seperti sungai, danau dan laut. Banyaknya logam berat yang terserap dan terdistribusi pada ikan tergantung pada bentuk senyawa dan konsentrasi polutan, aktivitas mikroorganisme, tekstur sedimen, serta jenis dan unsur ikan yang hidup di lingkungan tersebut.

Timbal (Pb) merupakan logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh masyarakat. Hal ini disebabkan oleh banyaknya Pb yang digunakan dalam bidang industri dan paling banyak menimbulkan keracunan. Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, makanan, dan minuman. Pb tidak dibutuhkan oleh manusia, sehingga bila makanan tercemar oleh logam tersebut, tubuh akan mengeluarkannya sebagian, sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut (Agustina, 2014).

Pb merupakan logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengkonsumsi makanan, salah satunya ikan. Ikan yang telah terkontaminasi Pb akan diakumulasi oleh tubuh sehingga kandungan Pb dalam tubuh meningkat dan menyebabkan keracunan. Hal ini diperjelas melalui penelitian Widowati *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa logam Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dengan pembentukan hemoglobin (Hb) di dalam tubuh manusia dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urin atau feses dan sebagian terikat protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak dan rambut. Manusia mengekskresikan Pb yang masuk dalam tubuhnya melalui ginjal (76%), saluran pencernaan (16%) dan melalui keringan, empedu, rambut, kuku sebesar 8%. Waktu pemaparan Pb dalam tubuh berpengaruh terhadap lamanya Pb dalam tubuh (Hasan, 2012). Hal ini diperjelas dengan pendapat Yulaipi & Aunurohim (2013) yang menyebutkan bahwa Pb

dalam aliran darah sebagian besar diserap dalam bentuk ikatan dengan eritrosit. Pb dapat mengganggu enzim oksidase dan akibatnya menghambat sistem metabolisme sel. Energi yang dihasilkan dari metabolisme digunakan tubuh untuk aktivitas tubuhnya dan sisa dari energi tersebut akan digunakan untuk pertumbuhan. Jika metabolisme terganggu maka pertumbuhan juga akan terganggu.

Menurut Agustina (2014) keracunan akut dapat terjadi jika Pb masuk ke dalam tubuh seseorang lewat makanan dalam waktu yang relatif pendek dengan dosis atau kadar yang relatif tinggi. Gejala yang timbul berupa mual, muntah, sakit perut hebat, kelainan fungsi otak, tekanan darah naik, anemia berat, keguguran, penurunan fertilitas pada laki-laki, gangguan sistem saraf dan kerusakan ginjal. Sedangkan Pb mempunyai efek akut terhadap tekanan darah dan menimbulkan hipertensi pada keracunan kronis oleh karena adanya akumulasi timbal di dalam darah. Selain itu, ada hubungan peningkatan kadar timbal dalam darah dengan meningkatnya tekanan darah penderita. Pemaparan terhadap polusi timbal dalam jangka waktu lama akan meningkatkan kadar timbal dalam tulang dan dalam darah yang kemudian menimbulkan hipertensi (Hasan, 2012).

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang sangat berbahaya karena tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup dan dapat terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Rochyatun & Rozaq, 2007). Hal ini diperjelas dengan penelitian Prabowo (2005) yang menyebutkan bahwa Cd dapat mengganggu proses metabolisme tubuh karena di dalam tubuh Cd diangkut ke hati oleh darah, selanjutnya akan membentuk ikatan dengan protein dan diangkut ke ginjal lalu terakumulasi di ginjal, jika terkontaminasi akan mengganggu fungsi ginjal dan kerusakan ginjal. Dampak lainnya yaitu diare, sakit perut, muntah-muntah, keretakan tulang, kegagalan reproduktif bahkan ketidaksuburan/kemandulan, kerusakan sistem syaraf pusat, kerusakan sistem imunitas, gangguan psikologis dan kerusakan DNA atau kanker (Agustina, 2014). Namun menurut Prabowo (2005) setelah Cd terserap tubuh maka akan diikat oleh protein berat molekul rendah yang disebut thionein membentuk kompleks protein-protein metallothionein yang disintesis dalam hati. Metallothionein ini dipindahkan ke ginjal melalui peredaran darah. Pengikatan logam berat dalam metallothionein tersebut dipercaya sebagai mekanisme untuk pertahanan dan perlindungan yang mencegah logam tersebut mempengaruhi protein-protein penting dalam proses metabolisme tubuh. Hal ini diperkuat dengan adanya kasus penyakit "itai-itai" dimana masyarakat Jepang mengalami keracunan karena telah mengkonsumsi air sungai Jinzu yang tercemar serta mengkonsumsi ikan dari sungai tersebut. Penyakit ini disebabkan melunaknya tulang yang umumnya diakibatkan kurangnya vitamin D sebagai akibat yang ditimbulkan oleh logam berat Cd sehingga terjadi gangguan daya keseimbangan kandungan kalsium dan fosfat dalam ginjal (Prabowo, 2005).

Meskipun kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil di TPI Kluwut Brebes berada dibawah batas baku mutu yang sudah ditentukan, akan tetapi tetap perlu berhati-hati. Hal ini diperkuat dengan hasil pengujian kadar logam Pb dan Cd pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) telah menunjukkan bahwa perairan sudah terkontaminasi oleh logam berat Pb dan Cd, meskipun dalam kadar yang berada dibawah baku mutu. Adanya kontaminasi

yang terjadi di perairan seiring dengan berjalannya waktu dapat menimbulkan akumulasi terus menerus dalam tubuh biota yang terdapat dalam perairan, maupun di dasar perairan ataupun sedimen, sehingga berbahaya bagi kehidupan biota dan manusia yang mengkonsumsi biota tersebut (Rochyatun & Rozaq, 2007).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapati kesimpulan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terakumulasi dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dalam 3 kali waktu pengulangan memperoleh hasil yaitu 0,0198 mg/kg; 0,0939 mg/kg dan 0,0597 mg/kg untuk Pb dan 0,0540 mg/kg; 0,09535 mg/kg dan 0,0598 mg/kg untuk Cd. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan logam Pb dan Cd dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes masih berada di bawah batas baku mutu yang ditetapkan sesuai Peraturan Kepala BPOM RI No.5 Tahun 2018 yaitu 0,20 mg/kg untuk Pb dan 0,10 mg/kg untuk Cd.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu selama penelitian. Khususnya pekerja di TPI Kluwut Brebes yang telah membantu proses penangkapan ikan selama proses penelitian..

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. (2014). Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *Teknubuga*, 1(1), 52-65.
- Akbar, H. S. (2009). Pendugaan Tingkat Akumulasi Logam Berat Cd, Pb, Cu, Zn dan Ni pada Kerang Hijau (*Penna viridis* L.) ukuran > 5 cm di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. Tesis, Bogor.
- Arifin, B., Deswati, & Loekman U. (2012). Analisa Kandungan Logam Cd, Cu, Cr dan Pb dalam Air Laut di Sekitar Perairan Bungus Teluk Kabung Kota Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9 (2), 139–145.
- Arikunto. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- BADAN POM RI. (2018). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan No.5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan Olahan*.
- Dewi, G. A. Y., Samson, S. A., & Usman. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Di Muara Sungai Manggar Balikpapan. *Journal Ecotrophic*, 12(2), 1-13.
- DKP. (2008). Data Base Perikanan dan Kelautan Kabupaten Brebes. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Brebes. Brebes.
- Hasan, W. (2012). Pencegahan Keracunan Timbal Kronis Pada Pekerja Dewas Dengan Suplemen Kalsium. *Makara Kesehatan*, 16(1), 1-8.
- Hidayah, A. M., Purwanto, & Tri, R. S. (2014). Bokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Keramba Danau Rawa Pening. *BIOMA*, 16(1), 1-9.
- Ika, Tahri & Irwan, S. (2012). Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akad Kimia*, 1(4), 181-186.
- Lubis, P. S. M., Naria, E., & Hasan W. (2015). Analisis Kandungan Cadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Formaldehid Pada Beberapa Ikan Segar Di KUB (Kelompok Usaha Bersama) Belawan, Kecamatan Medan Belawan Tahun 2015. *Lingkungan dan Kesehatan*.

- Martuti, N. K. T. (2012). Kandungan Logam Berat Cu Dalam Ikan Bandeng, Studi Kasus Di Tambak Wilayah Tapak Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Semarang, 11 September 2012.
- Martuti, N. K. T., Widianarko, B., & Yulianto, B. (2016). Copper Accumulations On Avicennia Marina In Tapak, Tugurejo, Semarang, Indonesia. *Water Technology Journal*, 4(1), 40-45.
- Melianawati, R. & Aryati, R. W. (2012). Budidaya Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sebae*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Kelautan Tropis*, 4(1), 80-88.
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Prabowo, R. (2005). Akumulasi Kadmium Pada Ikan Bandeng. *Mediargo*, 1(2), 58-74.
- Puspitasari, R. (2007). Laju Polutan Dalam Ekosistem Laut. *Oseana*, 32(2), 21-28.
- Rochyatun, E & Rozaq, A. (2007). Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains*, 11(1), 28-36.
- Saputra, A. (2009). Bioakumulasi Logam Berat pada Ikan Patin yang dibudidayakan di Perairan Waduk Cirata dan Laboratorium. Tesis, Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, H. (2014). Pencemaran Logam Berat Di Perairan Pesisir Kota Makassar Dan Upaya Penanggulangannya. *Info Teknis EBONI*, 11(1), 1-13.
- Shukla, V., Dhankhar, M., Prakash, J., & Sastry, K.V. (2007). Bioaccumulation of Zn, Cu and Cd in *Channa punctatus*. *Journal of Environmental Biology*, 28(2), 395-397.
- Soemirat, J. (2010). *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Suprianto & Lelifajri. (2009). Analisis Logam Berat Pb dan Cd dalam Sampel Ikan dan Kerang secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(1), 5-8.
- Supriyanto, C., Samin & Kamal, Z. (2007). *Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu dan Cd Pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN.
- Suseno, H. (2013). Bioakumulasi 137 CS Oleh Siput Air Tawar (*Pila Ampullacea*) Melalui Jalur Air: Pengaruh pH Perairan Dan Ukuran Biota Terhadap Biokinetika 137 CS. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 16(1).
- Tanjung, R. H. R., Suwitno., Purnamasari, V & Suharto. (2019). Analisis Kandungan Logam Berat Pada Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) di Perairan Mimika Papua. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 256-263.
- Undang-Undang Republik Indonesia no.32 Tahun 2009. *Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Widowati, W., Astiana, S., & Raymon, J.R. (2008). *Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Yudo, S. (2006). Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai DKI Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), 15.
- Yulaipi, S. & Aunurohim. (2013). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2), 2337-3520.
- Zainuri, M., Sudrajat, & Evi, S. S. (2011). Kadar Logam Berat Pb pada Ikan Beronang (*Siganus sp.*), Lamun, Sedimen dan Air di Wilayah Kota Bontang Kalimantan Timur. *Jurnal Kalutan*, 4(2), 102-118.