



**ANALISIS CEMARAN LOGAM BERAT
TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd)
DALAM DAGING IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sp.*)
DI TPI KLUWUT BREBES**

Skripsi

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi

oleh

Endang Tris Haryanti

4411414004

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2020

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul “Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) Di TPI Kluwut Brebes” merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya ilmiah orang lain baik sebagian atau keseluruhan. Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 20 Januari 2020

Yang Menyatakan



Endang Tris Haryanti

NIM. 4411414004

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

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

disusun oleh

Endang Tris Haryanti

44111414004

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 27 Januari 2020.

Panitia Ujian



E.M. Sugranto, M.Si.
NIP. 196102191993031001

Ketua Penguji

Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si.
NIP. 196004101984032001

Sekretaris

Dr. Nugrahaningsih WH, M.Kes
NIP. 19690709198032001

Anggota penguji/
Penguji Pendamping

Dra. Endah Peniati, M.Si.
NIP. 196511161991031001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Dr. Ir. Nana Kariada TM, M.Si.
NIP. 196603161993102001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

“Karena, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

Persembahan untuk:

1. Keluarga tercinta Ayah Murjoko, Mamah Nuraida Adam, Kakak Eka Shakti Wulandari, Gilang Dwi Brata, Bambang Irawan, Sonia Altasya dan Adik Karunia Nurul Fadillah atas doa dan restu sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.
2. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
3. Almamater Universitas Negeri Semarang

ABSTRAK

Haryanti, ET. 2020. Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) Di TPI Kluwut Brebes. Skripsi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Dr. Ir. Nana Kariada TM, M.Si. dan Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si. serta Dra. Endah Peniati, M.Si.

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 di segala 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. Walau masih berada dibawah batas baku mutu yang ditetapkan diharapkan untuk lebih baik tidak mengonsumsi ikan yang sudah mengandung logam berat, dikarenakan apabila dikonsumsi terus menerus akan terakumulasi didalam tubuh.

Kata kunci: ikan kakap merah, kadmium, SSA, timbal, TPI Kluwut

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul “*Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (Lutjanus sp.) Di TPI Kluwut Brebes*” dapat terselesaikan. Skripsi ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kandungan logam berat timbal dan kadmium dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) sebagai rekomendasi kelayakan ikan untuk konsumsi kepada masyarakat luas.

Penyusunan skripsi ini bisa diselesaikan tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, oleh karena itu rasa hormat dan ucapan terimakasih disampaikan sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan untuk dapat studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang yang telah memberi ijin sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Ketua Jurusan Biologi yang memberikan kemudahan administrasi selama proses penyusunan skripsi.
4. Dr. Ir. Nana Kariada TM, M.Si. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi selama penulisan skripsi.
5. Dr. Nur Kusuma Dewi, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah yang telah memberikan bimbingan, kritik, saran demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Dra. Endah Peniati, M.Si selaku dosen pembimbing ketiga yang telah yang telah memberikan bimbingan, kritik, saran demi kesempurnaan skripsi ini.
7. Keluarga tercinta Ayah Murjoko, Mamah Nuraida, Kakak Eka Shakti Wulandari, Gilang Dwi Brata, Bambang Irawan, Sonia Altasya dan Adik Karunia Nurul Fadillah yang telah memberikan dukungan, motivasi dan cinta kasihnya.

8. Rizqi Ayu Panutan, Amatullah Hayah RG, Risky Ardian Adytya, Desy Febrianti Ch dan Iwan Fadillah yang telah memberikan bantuan moril, dukungan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
9. Teman penelitian, Agnes Helsa Saputri yang telah memberikan banyak bantuan, dukungan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
10. Taufiqur Rohman, Rizka Saputri, Alfath Fanidya, Dyken Dwi A, Ikhtiar Bangkit W, Husni Ahmad S, Siti Nur Faizah, Raharja Kuncara, Addina Nur Luthfiani yang telah memberikan bantuan, dukungan dan kenangan selama menempuh kuliah ini dan penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman Prodi Biologi angkatan 2014 yang telah kebersamaian dan memberi kenangan indah selama menempuh studi ini.
12. Seluruh saudara, teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas sumbangan baik moral maupun spiritual demi terwujudnya skripsi ini.

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk sangat diharapkan kritik saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Semarang, 20 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Pernyataan	ii
Pengesahan	iii
Motto dan Persembahan	iv
Abstrak	v
Prakata	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Penegasan Istilah	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Cemaran Logam pada Ikan	9
2.2. Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)	10
2.3. Bioakumulasi Logam Berat dalam Tubuh Ikan	12
2.4. Sumber-sumber Potensi Logam Berat	14
2.5. Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus sp.</i>)	14
2.6. Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kluwut Brebes	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2. Populasi dan Sampel	18
3.3. Rancangan Penelitian	18
3.4. Variabel Penelitian	19
3.5. Alat dan Bahan Penelitian	19
3.6. Langkah Penelitian	20

3.7. Prosedur Penelitian	22
3.8. Metode Pengambilan Data	23
3.9. Teknik Analisis Data	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil Penelitian	24
4.1.1. Kandungan Logam Berat Timbal & Kadmium	24
4.2. Pembahasan	25
4.2.1. Kandungan Pb & Cd dalam Daging Ikan.....	26
4.2.2. Bahaya Pb & Cd untuk Kesehatan.....	32
BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Alat yang digunakan dalam penelitian	19
3.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian	20
4.1 Hasil uji kandungan logam timbal (Pb) dalam daging ikan kakap merah (<i>Lutjanus sp.</i>) di TPI Kluwut Brebes	24
4.2 Hasil uji kandungan logam kadmium (Cd) dalam daging ikan kakap merah (<i>Lutjanus sp.</i>) di TPI Kluwut Brebes	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.2. Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus sp.</i>)	15
2.3. Suasana Pelelangan Ikan di TPI Kluwut Brebes	17
2.4. Suasana Pelelangan Ikan di TPI Kluwut Brebes	17
4.1. Proses Bioakumulasi dalam Tubuh Hewan	29

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan merupakan jenis organisme air yang dapat bergerak dengan cepat di dalam 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 adanya akumulasi unsur pencemar termasuk logam berat ke dalam tubuh ikan (Melianawati & Aryati, 2012). Ikan berfungsi sebagai sumber dari protein, mineral, vitamin dan ikan merupakan salah satu bahan makanan yang mengandung berbagai macam zat gizi, 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 (Fitri *et al.*, 2016).

Brebes merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang terletak di antara 108°41'37" - 100°11'29" BT dan 6°44'56,5" - 7°20'51,48" LS, dengan garis pantai sepanjang 72,93 km. Secara umum 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). Pasar ikan di wilayah pantai dan laut Kabupaten Brebes berjumlah 3 buah dan TPI di Kabupaten Brebes berjumlah 8 buah.

Tempat Pelelangan Ikan di Kabupaten Brebes dengan jumlah nelayan terbanyak adalah TPI Kluwut. Hal ini dikarenakan Kecamatan Bulakamba dimana TPI berada, memiliki penduduk dengan mata pencaharian nelayan yang terbesar ± 6.163 orang disbanding 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. Hampir setiap hari nelayan

masuk TPI ini untuk membongkar ikan hasil tangkapan dan banyak pedagang wilayah Brebes membeli ikan di TPI ini.

Desa Kluwut terletak di sebelah barat pusat kecamatan Bulakamba dan dilalui oleh jalur utama Pantai Utara (Pantura) yang memiliki Pelabuhan Perikanan Kluwut untuk membongkar hasil tangkapan nelayan. Ikan yang di peroleh dari TPI Kluwut berasal dari laut. 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, misalnya limbah industri yang langsung dibuang ke lingkungan pesisir, tanpa mengalami pengolahan tertentu sebelumnya dapat merusak sumber daya hayati akuatik, dengan demikian dapat merugikan sektor perikanan. Perairan pesisir merupakan salah satu perairan yang rentan terhadap bahaya pencemaran, karena perairan ini merupakan tempat bermuaranya sungai dan tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai (Setiawan, 2014). Dari sekian banyak limbah yang ada di laut, limbah logam berat merupakan limbah yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Logam berat yang ada pada perairan, suatu saat akan menyebabkan biota laut memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut. Jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat tersebut dikonsumsi, dapat merusak sistem biokimia, dan merupakan ancaman serius bagi kesehatan manusia dan hewan (Azizah *et al.*, 2018)

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) merupakan salah satu jenis ikan laut yang bernilai ekonomis penting dan potensial dibudidayakan. Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) merupakan salah satu ikan laut yang menjadi hasil tangkapan nelayan TPI Kluwut yang paling laku dipasaran dan banyak di konsumsi oleh masyarakat, khususnya di wilayah Kabupaten Brebes. Ikan kakap merah merupakan 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). Pencemaran di perairan dapat terjadi karena tercemar limbah industri maupun domestik yang dibuang ke dalam perairan tanpa diolah terlebih dahulu, atau sudah diolah tetapi kadar polutannya masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan. Beberapa contoh limbah yang dapat mencemari perairan yaitu limbah rumah tangga, limbah pembuangan pasar, perkotaan (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 dan limbah industri, pertambangan serta pertanian (Ika *et al.*, 2012). Undang-Undang R.I No.32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pada pasal 1 ayat 14 disebutkan bahwa pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan.

Beberapa contoh perairan yang tercemar oleh logam berat yaitu: di perairan DKI Jakarta yang disebabkan oleh limbah domestik dan limbah industri yang berada di DAS yang dibuang tanpa diolah terlebih dahulu. Pencemaran di wilayah DKI Jakarta lebih tinggi pada musim kemarau, karena debit air sungai turun drastis, sedangkan volume kegiatan industri tetap, sehingga pencemaran yang dikeluarkan juga tetap (Yudo, 2006), kemudian di kawasan Pesisir Belawan Medan terjadi pencemaran Pb dan Cd yang sangat mengkhawatirkan karena hasil yang diperoleh jauh berada diatas baku mutu air laut yakni 0,005 mg/L (Indirawati, 2017). Begitu pula pencemaran tambak di wilayah Tapak, Semarang diperoleh kandungan logam Cu dalam air tambak antara 0,2 – 0,3 ppm (Susilowati *et al.*, 2016). Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cu di air sudah

berada di atas ambang batas karena wilayah Tapak merupakan wilayah yang didominasi pemukiman, pertanian dan industri yang menyebabkan wilayah Tapak mempunyai potensi resiko tercemar bahan-bahan berbahaya, termasuk logam. Dan adanya pencemaran air laut oleh logam berat timbal dan besi di wilayah pesisir Pelabuhan Ferry Taipa, Palu yaitu berkisar antara 0,703 – 0,919 mg/L untuk kadar timbal dan 0,025 mg/L untuk kadar besi yang hasilnya menunjukkan konsentrasi tersebut diatas nilai ambang batas yang ditetapkan (Ika *et al.*, 2012).

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. Cahyani *et al* (2016), meneliti tentang kandungan logam berat Pb, Hg, Cd, dan Cu pada daging ikan rejang (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah memperoleh hasil kadungan logam berat rata-rata Pb, Hg, Cd dan Cu di daging ikan rejang pada setiap bulannya sebagian besar telah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Ikan rejang hasil tangkapan nelayan di sekitar estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah ini tidak aman lagi untuk di konsumsi. Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan yang diijinkan untuk timbal (Pb) adalah 0,20 mg/kg dan cadmium (Cd) adalah 0,10 mg/kg (Peraturan Kepala BPOM RI Nomor 23 Tahun 2017).

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi, berat jenisnya lebih dari 5 g/cm³. 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 (Hidayah *et al.*, 2014). Menurut Satriyawan (2017) logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan, tetapi akan tetap tinggal di dalamnya dan terus terakumulasi hingga nanti dibuang melalui proses ekskresi. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan.

Bahan Pencemar (racun) masuk ke tubuh organisme atau ikan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat pemejanaan 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). Bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi permukaan kulit. 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).

Pencemaran lingkungan oleh timbal (Pb) kebanyakan berasal dari aktifitas manusia yang mengeksploitasi logam tersebut. Pb digunakan untuk berbagai kegunaan terutama sebagai bahan perpipaan, bahan aditif untuk bensin, baterai, pigmen dan amunisi. Kadmium telah digunakan secara meluas pada berbagai industri antara lain pelapisan logam, peleburan logam, pewarnaan, baterai, minyak pelumas, bahan bakar (Soemirat, 2010).

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 (Minarti *et al.*, 2015). Keracunan akut dapat terjadi jika Pb masuk ke dalam tubuh seseorang lewat makanan dengan gejala yang timbul berupa mual, muntah, sakit perut, kelainan fungsi otak, tekanan darah naik, anemia berat, keguguran, penurunan fertilitas pada laki-laki, gangguan sistim saraf dan kerusakan ginjal (Agustina, 2014). 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 (Lubis *et al.*, 2015).

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.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terakumulasi pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes?

1.3. Penegasan Istilah

1) Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal (Pb) dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Sedangkan sebagai dampak dari aktivitas manusia ada bermacam bentuk, diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam dan buangan sisa industri baterai (Palar, 2008). Logam Pb dalam penelitian ini adalah logam Pb dalam bentuk ion Pb^{2+} yang terkandung pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dari hasil tangkapan nelayan Desa Kluwut.

2) Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) di atmosfer berasal dari penambangan/pengolahan bahan tambang, peleburan, pabrik pewarna, pabrik baterai, dan elektroplating. Cd di tanah berasal dari endapan atmosfer, debu, air limbah tambang, pupuk limbah lumpur, pupuk fosfat, dan pestisida, sedangkan di perairan berasal dari endapan atmosfer, debu, air limbah tambang, air prosesing limbah, dan air cair industri (Widowati *et al.*, 2008). Logam Cd dalam penelitian ini adalah logam Cd dalam bentuk ion Cd^{2+} yang terkandung pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dari hasil tangkapan nelayan Desa Kluwut.

3) Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*)

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) umumnya menghuni daerah perairan karang ke daerah pasang surut di muara. Ikan kakap merah 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) Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dalam penelitian ini merupakan ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) hasil tangkapan nelayan Desa Kluwut.

4) TPI Kluwut Brebes

TPI Kluwut adalah TPI di Kabupaten Brebes dengan jumlah nelayan terbanyak dibandingkan dengan kecamatan-kecamatan lain di wilayah Kabupaten Brebes, yaitu dengan jumlah nelayan \pm 6.163 orang. TPI Kluwut terletak di sebelah barat pusat kecamatan Bulakamba dan dilalui oleh jalur utama Pantai Utara (Pantura) yang memiliki Pelabuhan Perikanan Kluwut untuk membongkar hasil tangkapan nelayan yang letaknya di sekitar daerah aliran sungai Kluwut.

1.4. Tujuan Penelitian

Menganalisis kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terakumulasi pada daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut Brebes.

1.5. Manfaat Penelitian

1) Aspek Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis cemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam daging ikan.

2) Aspek Praktis

Memberikan informasi kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Brebes dan kepada masyarakat terkait kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang diambil dari TPI Kluwut

Brebes sebagai rekomendasi kelayakan ikan untuk dikonsumsi oleh masyarakat yang sesuai dengan baku mutu.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cemaran Logam pada Ikan

Ikan merupakan jenis organisme air yang dapat bergerak dengan cepat di dalam air. Karena dapat berenang dengan cepat, ikan mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh polusi. Tetapi pada ikan yang hidup pada habitat yang terbatas seperti sungai, danau, dan teluk, mereka sulit melarikan diri dari pengaruh polusi tersebut (Melianawati & Aryati, 2012). Menurut Hendri *et al.*, (2010) kandungan logam berat dalam ikan erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri di sekitar tempat hidup ikan tersebut, seperti sungai, danau, dan laut. Pencemaran logam tersebut dapat mempengaruhi dan menyebabkan penyakit pada konsumen, karena di dalam tubuh unsur yang berlebihan akan mengalami detoksifikasi sehingga membahayakan manusia.

Pengambilan awal logam oleh makhluk hidup air dapat dianggap dalam tiga proses utama: (1) dari air melalui permukaan pernafasan (misalnya, insang); (2) penyerapan dari air ke dalam permukaan tubuh; dan (3) dari makanan, partikel atau air yang dicerna melalui sistem pencernaan. Distribusi dan akumulasi logam sangat berbeda-beda untuk setiap organisme air, hal ini tergantung pada spesies, konsentrasi logam dalam air, pH, fase pertumbuhan dan kemampuan untuk pindah tempat. Logam-logam tertentu biasanya terkonsentrasi pada spesies tertentu di laut dan spesies tersebut biasanya mempunyai tingkat spesies yang tinggi, seperti ikan paus dan ikan tuna (Mahmud *et al.*, 2017)

Logam-logam berat yang terlarut di badan air pada suatu konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi racun yang akan memberi pengaruh bagi biota yang melaluinya. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap biota perairan tidak sama, tapi kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya bisa menjadikan kehancuran pada tatanan ekosistem. Beberapa faktor yang mempengaruhi daya racun dari logam-logam yang terlarut dalam perairan,

yaitu : (1) bentuk logam dalam air, (2) keberadaan logam lain dan (3) fisiologis dari biota (Usman *et al.*, 2013)

Absorpsi logam, selain masuk melalui insang dapat juga masuk melalui kulit dan lapisan mukosa. Logam menempel pada permukaan sel, cairan tubuh dan jaringan internal. Hubungan antara jumlah absorpsi logam dan kandungan logam dalam air biasanya secara proporsional, dimana kenaikan kandungan logam dalam jaringan biasanya sesuai dengan kenaikan kandungan logam dalam air (Hidayah *et al.*, 2014).

2.2. Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

Timbal (Pb) atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2 (Palar, 2008). Pb memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Pb adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Timbal meleleh pada suhu 328°C (662°F), titik didih 1740°C (3164°F). Pb memiliki manfaat yang sangat besar bagi kesejahteraan hidup manusia apabila dikelola secara bijaksana. Pb digunakan dalam accu dimana accu ini banyak dipakai dalam bidang automotif, dipakai sebagai agen pewarna dalam bidang pembuatan keramik terutama untuk warna kuning dan merah, dalam industri plastik PVC untuk menutup kawat listrik, dan masih banyak kegunaan lainnya (Widowati *et al.*, 2008).

Pb merupakan salah satu logam yang bersifat neurotoksin. Logam ini dapat masuk dan terakumulasi di dalam tubuh manusia ataupun hewan (Kusnoputranto, 2006). Pb mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya. Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan akut dapat

terjadi jika timbal masuk ke dalam tubuh seseorang lewat makanan atau menghirup uap timbal 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 (Agustina, 2010).

Sedangkan Kadmium (Cd) adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan kadmium oksida bila dipanaskan, bersifat lentur dan tahan terhadap tekanan. Kadmium memiliki nomor atom 48, berat atom 112,4 g/mol, titik leleh 321°C dan titik didih 767°C (Widowati *et al.*, 2008). Cd sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Prinsip utama dalam penggunaan kadmium adalah sebagai bahan ‘stabilisasi’ sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada elektroplating. Namun sebagian dari substansi logam kadmium ini juga digunakan untuk solder dan digunakan pula pada pembuatan baterai (Palar, 2008).

Cd merupakan logam penyebab toksisitas kronis yang biasanya terakumulasi di dalam tubuh terutama dalam ginjal. Logam ini mungkin tidak menunjukkan gejala pada penderita selama bertahun-tahun, keracunan Cd dalam jangka waktu lama ini bersifat toksik terhadap beberapa macam organ, yaitu paru-paru, tulang, hati, dan ginjal. Orang yang keracunan Cd melalui debu secara kronis dapat menyebabkan ketidak pekaan indra penciuman dan akan kembali normal jika toksik dari debu tersebut dihentikan (Darmono, 2008).

Gejala akut akibat keracunan Cd adalah sesak dada, kerongkongan kering, dada terasa sesak (*constriction of chest*), nafas pendek, nafas terengah-engah, distress dan bisa berkembang ke arah penyakit radang paru-paru, sakit kepala, dan menggigil. Sedangkan gejala kronisnya adalah nafas pendek, kemampuan mencium bau menurun, berat badan menurun, gigi terasa ngilu dan berwarna kuning keemasan, selain menyerang pernafasan dan gigi, keracunan yang bersifat kronis menyerang juga saluran pencernaan, ginjal, hati dan tulang (Sudarmaji *et al.*, 2006).

2.3. Bioakumulasi Logam Berat Dalam Tubuh Ikan

Menurut Darmono (2008) logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh ikan melalui beberapa jalan antara lain pernafasan (respirasi), saluran makanan (biomagnifikasi) dan melalui kulit (difusi). Di dalam tubuh hewan, logam berat diabsorpsi oleh darah lalu berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya terdapat dalam hati dan ginjal. Akumulasi logam pada jaringan tubuh organisme dari yang besar ke yang terkecil berturut-turut yakni insang, hati dan otot (daging). Logam berat dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi. 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 (Sahetapy, 2011). Kandungan logam berat pada ikan berbeda – beda pada tiap bagiannya. Konsentrasi akumulasi logam berat pada ikan lebih tinggi pada organ seperti gonad, tulang dan kepala. Pada bagian daging ikan, konsentrasi logam berat yang terakumulasi lebih kecil tetapi pada bagian ini yang lebih sering dikonsumsi oleh manusia (Arain *et al.*, 2008). Akumulasi tersebut dapat berdampak pada rantai makanan sehingga mempengaruhi kesehatan manusia dan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi (El kammar *et al.*, 2009).

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).

Di dalam tubuh manusia, 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. Menurut Wahyu (2008), timbal bersifat kumulatif, mekanisme toksisitas Pb berdasarkan organ yang dipengaruhinya yaitu:

1. Sistem hemapoitik; dimana Pb menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga dapat menyebabkan anemia.
2. Sistem saraf; dimana Pb bisa menimbulkan kerusakan otak dengan gejala epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar, dan delirium.
3. Sistem urinarian; dimana Pb bisa menyebabkan lesi tubulus proksimal, *loop of henle*, serta menyebabkan aminosiduria.
4. Sistem gastro-intestinal; dimana Pb menyebabkan kolik dan konstipasi.
5. Sistem kardiovaskular; dimana Pb bisa menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah.
6. Sistem reproduksi berpengaruh terutama terhadap gametotoksitas atau janin belum lahir menjadi peka terhadap Pb. Ibu hamil yang terkontaminasi Pb bisa mengalami keguguran, tidak berkembangnya sel otak embrio, kematian janin waktu lahir, serta hipospermia dan teratospermia pada pria.
7. Bersifat karsinogenik dalam dosis tinggi

Sedangkan keracunan yang bersifat kronis yang disebabkan oleh daya racun yang dibawa oleh logam Cd, terjadi dalam selang waktu yang sangat panjang. Peristiwa ini terjadi karena logam Cd yang masuk kedalam tubuh dalam jumlah yang sangat kecil, sehingga dapat ditolerir oleh tubuh pada saat tersebut. Akan tetapi karena proses pemasukan tersebut terus-menerus secara berkelanjutan, maka tubuh pada batas akhir tidak lagi mampu memberikan toleransi terhadap daya racun yang dibawa oleh Cd. Keracunan yang bersifat kronis ini membawa akibat yang lebih buruk dan lebih menakutkan bila dibandingkan dengan keracunan akut bagi penderita. Pada keracunan kronis yang disebabkan oleh Cd, umumnya berupa kerusakan-kerusakan pada banyak sistem

fisiologis tubuh. Sistem-sistem tubuh yang dapat dirusak oleh keracunan kronis logam Cd ini adalah sistem urinaria (ginjal), sistem respirasi (paru-paru), sistem sirkulasi (darah) dan jantung. Disamping semua itu, keracunan kronis tersebut juga merusak kelenjar reproduksi, sistem penciuman dan bahkan dapat mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Palar, 2008).

2.4. Sumber – Sumber Potensi Logam Berat

a. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Sedangkan sebagai dampak dari aktivitas manusia ada bermacam bentuk, diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam dan buangan sisa industri baterai (Palar, 2008). Emisi Pb bentuk gas, berasal dari buangan gas kendaraan bermotor, merupakan hasil samping dari pembakaran mesin-mesin kendaraan dari senyawa tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb dalam bahan bakar kendaraan bermotor (Widowati *et al.*, 2008).

b. Kadmium (Cd)

Kadmium di atmosfer berasal dari penambangan/pengolahan bahan tambang, peleburan, pabrik pewarna, pabrik baterai, dan elektroplating. Kadmium di tanah berasal dari endapan atmosfer, debu, air limbah tambang, pupuk limbah lumpur, pupuk fosfat, dan pestisida, sedangkan di perairan berasal dari endapan atmosfer, debu, air limbah tambang, air prosesing limbah, dan air cair industri (Widowati *et al.*, 2008).

2.5. Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*)

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) merupakan salah satu jenis ikan demersal yang memiliki nilai ekonomis tinggi. sebagai ikan demersal, ikan ini memiliki aktifitas gerak yang relative rendah, membentuk gerombil yang relatife tidak

terlalu besar, migrasi tidak terlalu jauh dan mempunyai daur hidup yang stabil dikarenakan habitat di dasar laut relatif stabil (Sriati, 2011)

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) mempunyai ciri tubuh yang memanjang dan melebar, gepeng atau lonjong, kepala cembung. Jenis ikan ini umumnya bermulut lebar dan agak menjorok ke muka, gigi konikel pada taring – taringnya tersusun dalam satu atau dua baris dengan serangkaian gigi canin-nya yang berada pada bagian depan. Ikan ini mengalami pembesaran dengan bentuk segitiga maupun bentuk “V” dengan atau tanpa penambahan pada bagian ujung maupun penajaman. Bagian bawah pra penutup insang bergerigi dengan ujung berbentuk tonjolan yang tajam. Sirip punggung dan sirip duburnya terdiri dari jari jari keras dan jari-jari lunak. Sirip punggung umumnya ada yang berkesinambungan dan berlekuk pada bagian antara yang berduri keras dan bagian yang berduri lunak. Batas belakang ekornya agak cekung dengan kedua ujung sedikit tumpul. Ikan kakap merah mempunyai bagian bawah penutup insang yang berduri kuat dan bagian atas penutup insang terdapat cuping bergerigi (Purba, 2009).

Warna ikan kakap merah sangat bervariasi, mulai dari yang kemerahan, kekuningan, kelabu hingga kecoklatan. Mempunyai garis-garis berwarna gelap dan terkadang dijumpai adanya bercak kehitaman pada sisi tubuh sebelah atas tepat di bawah awal sirip punggung berjari lunak. Umumnya berukuran panjang antara 25 – 50 cm, walaupun tidak jarang mencapai 90 cm (Melianawati & Aryati, 2012).



Gambar 2.1. Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*)

Habitat ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*), di perairan teluk dan pantai, kadang-kadang ditemukan juga di daerah muara-muara sungai atau estuari. Potensi ikan kakap merah jarang ditemukan dalam gerombolan besar dan cenderung hidup soliter dengan lingkungan yang beragam mulai dari perairan dangkal, muara sungai, hutan bakau, daerah pantai sampai daerah berkarang atau batu karang (Purba, 2009).

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) umumnya menghuni daerah perairan karang ke daerah pasang surut di muara, bahkan beberapa spesies cenderung menembus sampai ke perairan tawar. Jenis kakap merah berukuran besar umumnya membentuk gerombolan yang tidak begitu besar dan berenang ke dasar perairan menempati bagian yang lebih dalam daripada jenis yang berukuran kecil. Selain itu biasanya kakap merah tertangkap pada kedalaman dasar antara 40–50 meter dengan substrat sedikit karang dan salinitas 30–33 ppt serta suhu antara 5–32°C (Wahyuningsih *et al.*, 2013).

2.6. Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Bulakamba Kluwut

TPI Kluwut merupakan salah satu TPI di Kabupaten Brebes dengan jumlah nelayan terbanyak, hal ini dapat dikarenakan Kecamatan Bulakamba dimana TPI tersebut berada, memiliki penduduk dengan mata pencaharian nelayan yang terbesar dibandingkan dengan kecamatan-kecamatan lain di wilayah pantai dan laut Kabupaten Brebes. Desa Kluwut, salah satu desa yang masuk ke dalam wilayah administrasi Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes, merupakan salah satu desa yang dijadikan sebagai pusat aktivitas nelayan. Desa Kluwut terletak di sebelah barat pusat Kecamatan Bulakamba dan dilalui oleh jalur utama Pantai Utara (Pantura).

Di Kabupaten Brebes sendiri sebenarnya terdapat beberapa desa nelayan. Namun dari sekian banyak desa nelayan, Kluwut merupakan desa nelayan yang paling besar di wilayah Brebes. Terdapat sekitar 160 kelompok nelayan di Kluwut, dimana setiap kelompok nelayan terdiri dari 5 sampai 10 nelayan dan diketuai oleh seorang nakhoda kapal. Setiap kelompok memiliki satu kapal besar

sebagai sarana operasional mencari ikan. Berbeda dengan desa nelayan Puloading atau Sawojajar yang hanya terdiri dari nelayan-nelayan kecil dengan perahu-perahu kecil. Umumnya nelayan-nelayan kluwut merupakan penduduk lokal, namun ada beberapa nelayan yang berasal dari luar wilayah Brebes seperti Tegal dan Cirebon. Distribusi ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dari TPI Kluwut Brebes yaitu ke daerah Kabupaten Brebes, Tegal, Cirebon, Jakarta, Bandung dan Lampung.



Gambar 2.2. Suasana Pelelangan Ikan di TPI Kluwut Brebes (Dok. pribadi)



Gambar 2.4. Suasana Pelelangan Ikan di TPI Kluwut Brebes (Dok. pribadi)

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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.

5.2. Saran

1. Perlu adanya peringatan akan bahaya mengkonsumsi ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang telah tercemar logam timbal dan kadmium oleh pemerintah kepada masyarakat.
2. Dianjurkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemungkinan adanya logam-logam berat lain yang terkandung dalam ikan karena dapat membahayakan kesehatan bila dikonsumsi
3. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sumber pencemaran logam berat Pb dan Cd pada ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*)

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. 2010. Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *Teknubuga*. 2 (2): 62-63.
- 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.
- Arain, M. B., Kazi T. G., Jamali M. K., Jalbani, N., Afridi, H. I & Shah, A. 2008. Total Dissolved and Bioavailable Elements in Water and Sediment Samples and Their Accumulation in *Oreochromis mossambicus* of Polluted Manchar Lake. *Chemosphere*. 70 (2008): 1845 – 1856.
- 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.
- Azizah, R., Malau, R., Susanto, AB., Santosa, G. D., Hartati R., Irwani & Suryono. 2018. Kandungan Timbal Pada Air, Sedimen Dan Rumpun Laut *Sargassum sp.* Di Perairan Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21 (2): 155-166.
- BADAN POM RI. 2018. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan No.5 tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan Olahan*.
- Cahyani, N., Batu D. T. F. L & Sulistiono. 2016. Kandungan Logam Berat Pb, Hg, Cd dan Cu Pada Daging Rejung (*Sillago sihama*) Di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19 (3): 267-276.
- Darmono. 2008. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungan Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI-Press.
- 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.
- El Kammar, A. M., Ali, B. H & El Badry, A.M. 2009. Environmental Geochemistry of River Nile Bottom Sediments Between Aswan and Isna, Upper Egypt. *Journal of Applied Sciences Research (Insi Net Publication)*. 5 (6): 585 – 594.
- Fitri, A., Anandito, R. B. K & Siswanti. 2016. Penggunaan Daging Dan Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Pada Stik Ikan Sebagai Makanan Ringan Berkalsium Dan Berprotein Tinggi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 9 (2).
- Hasan, W. 2012. Pencegahan Keracunan Timbal Kronis Pada Pekerja Dewas Dengan Suplemen Kalsium. *Makara Kesehatan*. 16 (1): 1-8.
- Hendri, M., Diansyah, G & Tampubolon J. 2010. Konsentrasi Letal (LC50-48 jam) dan Logam Kadmium (Cd) Terhadap Tingkat Mortalitas Juwana Kuda Laut (*Hippocampus spp*). *Jurnal Penelitian Sains*. 13 (1).
- 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.
- Indirawati, S. M. 2017. Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal JUMANTIK*. 2 (2): 54-60.
- Kusnoputranto, H. 2006. *Toksikologi Lingkungan, Logam Toksik dan Berbahaya*. Jakarta: FKM-UI dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan.
- 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*.
- Mahmud, M., Lihawa, F., Banteng, B., Desei, F & Saleh, Y. 2017. Konsentrasi Merkuri Pada Ikan Di Perairan Laut Sulawesi Akibat Penambangan Emas Tradisional Buladu Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*. 1 (3): 7-17.

- 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.
- Meliana, R & Aryati, R. W. 2012. Budidaya Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sebae*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Kelautan Tropis*. 4 (1): 80-88.
- Minarti, F. A., Setiani, O & Joko, T. 2015. Hubungan Paparan Timbal dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati Pada Pekerja Pengecoran Logam di CV. Sinar Baja Cemerlang Desa Bakalan, Ceper Kabupaten Klaten. 14 (1).
- 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.
- Purba, R. 2009. Perkembangan Awal Ikan Kakap Merah *Lutjanus argentimaculatus*. *Oseana*. 19 (3): 11-20.
- 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.
- Sahetapy, J. M. F. 2011. Toksisitas Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya pada Komsumsi Oksigen dan Respon Hematologi Juvenil Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Saputra, A. 2009. Bioakumulasi Logam Berat pada Ikan Patin yang dibudidayakan di Perairan Waduk Cirata dan Laboratorium. *Thesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Satriyawan, Y. P. 2017. Indeks Pencemaran Air Sungai Bengawan Solo (DAS Bengawan Solo Hulu mulai dari Jembatan Bacem, Grogol Kab.Sukoharjo sampai Jembatan Jurug, Kota Surakarta). *Tesis*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 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. 5: 72-73.
- Sudarmaji, J., Mukono, J & Corie, I. P. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2 (2): 130-137.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- 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).
- Susilowati, S. M. E., Martuti, N. K. T & Irsadi, A. 2016. Pola Akumulasi Logam Cu Ikan Bandeng Selama Periode Pertumbuhan Di Tambak. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 14 (2): 151 – 158.
- Sriati. 2011. Kajian Bio-ekonomi Sumber Ikan Kakap Merah Yang Didaratkan di Pantai Selatan Tasikmalaya, Jawa Barat. *Jurnal Akuatika*. 2 (2).
- 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*.
- Usman, S., Nafie, N. L & Ramang, M. 2013. Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Ikan Merah (*Lutjanus erythropterus*) di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare. *Marina Chimica Acta*. 14(2).

- Wahyu, K. 2008. Hubungan Kadar Pb Dalam Darah Dengan Profil Darah Pada Mekanik Kendaraan Bermotor Di Kota Pontianak. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Wahyuningsih., Prihatiningsih & Ernawati, T. 2013. Parameter Populasi Ikan Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*) In Eastern Java Sea. *BAWAL*. 5 (3): 175-179.
- 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.