

Analisis Kadar Logam Berat Timbal (PB) dan Cadmium (CD) Pada Ikan Demersal Di Tempat Pelelangan Ikan Kabupaten Lamongan

Content Analysis Of Heavy Metals Lead (PB) And Cadmium (CD) In Demersal Fish At The Fish Auction Place Lamongan Regency

Amalia Dwi Aryani^{1*}, Retnani Rahmiati¹, Kejora Handarini¹, Nunuk Hariyani¹

¹ Universitas Dr. Soetomo, Jl. Semolowaru No.84, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118, Indonesia

Abstrak.

Ikan demersal merupakan ikan yang hidup di dasar perairan dengan lingkungan bebatuan, pasir, lumpur dan karang dengan mobilitas yang rendah. Logam berat memiliki berat jenis lebih besar dibanding air laut sehingga mengendap di dasar perairan dan berpeluang besar untuk masuk dalam tubuh ikan melalui proses rantai makanan sehingga dapat terakumulasi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) dan cadmium (Cd) pada jenis ikan demersal di Kabupaten Lamongan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kadar logam berat timbal dan cadmium pada organ hati, ginjal dan daging ikan demersal hasil tangkapan di Kabupaten Lamongan. Analisis kadar logam berat dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Batas aman timbal pada SNI 2729:2013 yaitu maks. 0,3 mg/kg. Organ hati, ginjal dan daging pada 10 jenis ikan demersal positif tercemar timbal, namun kadarnya tidak melebihi batas. Batas aman cadmium pada SNI 2729:2013 yaitu maks. 0,1 mg/kg. Organ hati, ginjal dan daging pada 10 jenis ikan demersal positif tercemar cadmium, pada daging 1 jenis ikan (10%) melebihi batas yaitu ikan kuniran sebesar 0,170 mg/kg, pada hati 5 jenis ikan (50%) melebihi batas yaitu ikan senangin sebesar 0,124 mg/kg, ikan swanggi sebesar 0,129 mg/kg, ikan cicut sebesar 0,116 mg/kg, ikan kakap sebesar 0,103 mg/kg dan ikan pari sebesar 0,101 mg/kg dan pada ginjal 4 jenis ikan (40%) melebihi batas yaitu ikan kerupu sebesar 0,169 mg/kg, ikan kuniran sebesar 0,129 mg/kg, ikan kurisi sebesar 0,117 mg/kg dan ikan cicut sebesar 0,109 mg/kg.

Kata kunci : cadmium; ikan; logam berat; timbal

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Lamongan memiliki usaha penangkapan ikan laut di wilayah kecamatan Brondong dan Kecamatan Paciran. Terdapat 4 Pangkalan Pendaratan Ikan

Abstract.

Demersal fish live on the bottom of rocky, sandy, muddy, and craggy ocean with low mobility. Heavy metals settle to the bottom of waters since they have a greater specific gravity than seawater, resulting in a greater chance of entering the body of fish through the food chain process so that they can accumulate. This study aims to analyse the levels of heavy metals lead (Pb) and cadmium (Cd) in the liver, kidney, and meat organs of demersal fish in Lamongan Regency. Descriptive research with purposive sampling method is employed in this research. Analysis of heavy metal levels was conducted using a UV-Vis Spectrophotometer. The maximum limit of lead and cadmium in SNI 2729:2013 is 0.3 mg/kg and 0.1 mg/kg. Liver, kidney, and meat organs in 10 demersal fish species were positive for lead contamination, yet the levels did not exceed the limit. Liver, kidney, and meat organs in 10 types of demersal fish were positively contaminated with cadmium; in meat, there was 1 type of fish (10%) exceeding the limit, namely kuniran fish at 0.170 mg/kg; in the liver, there were 5 types of fish (50%) exceeding the limit, namely senangin fish at 0.124 mg/kg, swanggi fish at 0.129 mg/kg, spiny fish at 0.116 mg/kg, snapper fish at 0.103 mg/kg, and stingray at 0.101 mg/kg; and in the kidney, there were 4 fish species (40%) exceeding the limit, namely grouper at 0.169 mg/kg, kuniran fish at 0.129 mg/kg, kurisi fish at 0.117 mg/kg, and spiny fish at 0.109 mg/kg.

Keyword: cadmium; fish; heavy metals; lead

* Korespondensi Penulis
Email : amaliawiar@gmail.com

(PPI) sekaligus menjadi Tempat Pelelangan Ikan (TPI) yaitu Lohgung, Labuhan, Kranji, Weru dan PPDI Brondong Lamongan (Diskan, 2022). Perairan Lamongan merupakan salah satu perairan yang memiliki banyak aktifitas manusia seperti penangkapan ikan, pelabuhan, pemukiman, transportasi dan industri.

Pencemaran perairan merupakan perubahan baik fisika, kimia dan biologi yang tidak dikehendaki ada pada ekosistem perairan sehingga menimbulkan kerugian (Ainuddin, 2017). Pencemaran logam berat muncul dari adanya aktivitas antropogenik, seperti peleburan logam, penambangan logam, pengecoran logam, dan industri berbasis logam lainnya (Briffa *et al.*, 2020) serta dari bongkar muat kapal, pengecatan kapal, pembuangan limbah kapal, limbah industri besi, pembuangan limbah industri plastik serta limbah yang terbawa oleh aliran sungai, industri pembuatan pipa, peleburan baterai, peleburan besi dan bahan bakar kapal nelayan (Farizky *et al.*, 2022). Aktifitas dan buangan limbah industri memungkinkan peningkatan pencemaran logam berat di perairan Kab. Lamongan. Adanya logam berat di perairan memungkinkan adanya kotaaminasi pada ikan laut hasil tangkapan. Berdasarkan Sugiyanto *et al* (2016), logam berat yang sering ditemukan di perairan dekat pelabuhan Kab. Lamongan yaitu timbal dan cadmium, logam berat timbal di air laut yaitu 0,1490 ppm dan rata-rata pada sedimen 0,1774 ppm, konsentrasi rata-rata logam berat cadmium pada air yaitu 0,0279 ppm dan di sedimen yaitu 0,0155 ppm. Apabila dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut bahwa kandungan timbal maksimal yaitu 0,05 mg/l dan kandungan cadmium maksimal 0,01 mg/l maka konsentrasi timbal dan cadmium pada air laut perairan Kab. Lamongan telah melebihi batas. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan adanya proses bioakumulasi dan biomagnifikasi (Haryanti dan Martuti, 2020). Logam berat timbal dan cadmium memiliki efek buruk yaitu kerusakan terkait sistem saraf dan kerusakan fungsi pada fisiologis tubuh (Irianti *et al.*, 2017).

Ikan demersal hidup di dasar laut berupa pasir, lumpur dan bebatuan dengan mobilitas yang rendah. Logam berat memiliki berat jenis yang lebih besar dari pada air laut sehingga dapat mengendap di dasar perairan dan memiliki peluang besar untuk masuk ke dalam tubuh ikan demersal melalui proses rantai makanan sehingga akan terakumulasi dalam jumlah besar (Simbolon, 2022). Pengujian dilakukan pada hati, ginjal dan daging yang merupakan sasaran akumulasi logam berat. Hati dan ginjal

perlu dianalisis karena memiliki fungsi detoksifikasi dan ekskresi (Nuareni *et al.*, 2021) dan daging perlu dianalisis karena selain dapat mengakumulasi, daging merupakan bagian utama yang dikonsumsi oleh manusia (Kusumahadi dan Tjamin, 2022), sehingga perlu untuk diketahui konsentrasi logam beratnya. SNI 2729:2013 tentang ikan segar menyatakan kandungan timbal maksimal 0,3 mg/kg dan kandungan cadmium maksimal 0,1 mg/kg (BSN, 2013).

Meskipun telah dilakukan beberapa penelitian mengenai kontaminasi logam berat di perairan Kabupaten Lamongan, terdapat kekosongan pengetahuan yang signifikan terkait bioakumulasi logam berat pada ikan demersal di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) setempat. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada sedimen dan kerang darah, seperti yang dilakukan oleh Munandar (2017) yang menganalisis distribusi logam berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni dalam sedimen perairan Lamongan menggunakan Indeks Beban Pencemaran dan Indeks Geoakumulasi. Sementara itu, studi oleh Diniarti (2019) meneliti kandungan logam berat Pb pada kerang darah (*Anadara granosa*) di Pasar Ikan Brondong, namun tidak mencakup ikan demersal. Lebih lanjut, penelitian oleh Anwar *et al.* (2022) di Teluk Manado mengukur kadar Pb dan Cd pada beberapa jenis ikan demersal, namun tidak membahas perbandingan antar jenis ikan atau analisis organ tubuh seperti hati, ginjal, dan daging. Berbeda dengan studi sebelumnya yang lebih berfokus pada kontaminasi logam berat di sedimen dan kerang darah, seperti yang dilakukan oleh Munandar (2017) dan Diniarti (2019), penelitian ini mengisi kekosongan pengetahuan terkait distribusi logam berat dalam jaringan ikan demersal yang secara langsung dikonsumsi oleh masyarakat. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan data ilmiah yang esensial untuk evaluasi risiko kesehatan masyarakat akibat konsumsi ikan yang terkontaminasi, tetapi juga menjadi dasar penting bagi pengembangan kebijakan pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan dan aman di wilayah pesisir Lamongan.

Penelitian ini merupakan studi pionir yang bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan melakukan pengukuran kadar logam berat Pb dan Cd pada beberapa jenis ikan demersal, yaitu ikan kuniran, ikan kurisi, ikan swanggi, ikan cicut, ikan pari, ikan kakap, ikan ayam-ayam, ikan kerapu dan ikan beloso yang didapat dari PPDI Brondong Lamongan dan ikan senangin/laosan dari TPI Weru,

Kabupaten Lamongan. Penelitian ini juga membandingkan kadar logam berat antara berbagai jenis ikan demersal untuk mengidentifikasi spesies mana yang paling terkontaminasi. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar logam berat pada organ tubuh ikan, yaitu hati, ginjal, dan daging, untuk memahami distribusi dan akumulasi logam berat dalam tubuh ikan, serta membandingkan hasil analisis dengan standar baku mutu yang berlaku, seperti SNI 2729:2013, untuk menilai kelayakan konsumsi ikan demersal bagi masyarakat.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian yaitu sampel ikan demersal (ikan kuniran, ikan kurisi, ikan swanggi, ikan senangin, ikan cicut, ikan pari, ikan kakap, ikan ayam-ayam, ikan kerapu dan ikan beloso), es batu, aquades dan asam nitrat (HNO_3).

2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu *Spektrofotometer UV-Vis*, timbangan digital, oven, *handglove*, *cool box*, plastik sampel, kertas label, spidol, *filter*/kertas saring, erlenmeyer, pipet ukur, mortal dan desikator.

2.3 Metode/ pelaksanaan

Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian deskriptif. Sampel ikan demersal sebanyak 10 jenis diambil oleh peneliti secara langsung yaitu ikan kuniran, ikan kurisi, ikan swanggi, ikan cicut, ikan pari, ikan kakap, ikan ayam-ayam, ikan kerapu dan ikan beloso dari PPDI Brondong Lamongan dan ikan senangin/laosan dari TPI Weru, Kabupaten Lamongan. Sampel kemudian dicuci bersih dengan air mengalir, lalu menimbang berat dan mengukur panjang ikan, kemudian ikan diambil hati, ginjal dan dagingnya dengan berat ± 10 gram lalu dimasukkan ke dalam plastik yang sudah diberi keterangan lalu dimasukkan kedalam coolbox dan siap dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis menggunakan *Spektrofotometer UV-Vis*, untuk mengetahui kadar timbal dan cadmium yang terakumulasi pada 10 jenis ikan demersal.

Berikut ini adalah prosedur analisis kadar logam berat timbal (Pb) dan cadmium (Cd) pada sepuluh jenis ikan demersal menggunakan *spektrofotometer UV-Vis*:

1. Preparasi dan Destruksi Sampel

Sampel organ ikan (hati, ginjal, dan daging) ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 100 mL. Destruksi dilakukan dengan menambahkan 5 mL asam nitrat pekat (HNO_3 65%) dan 1 mL asam perklorat (HClO_4 70%), kemudian dipanaskan pada hotplate dengan suhu 80–100 °C hingga larutan jernih. Setelah pendinginan, larutan ditambahkan 2 mL aquades dan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 42, lalu diencerkan hingga volume 25 mL dengan aquades (Aksari, 2016).

2. Reaksi Kompleksasi dan Pengukuran UV-Vis

Untuk analisis Pb dan Cd, digunakan reagen ditizon (*diphenylthiocarbazone*) sebagai kompleksator. Larutan ditizon 0,001% dalam kloroform ditambahkan ke dalam sampel dalam suasana basa (pH 9–10) menggunakan buffer amonia. Ion Pb^{2+} dan Cd^{2+} membentuk kompleks berwarna dengan ditizon, yang kemudian diekstraksi ke dalam fase organik (Tuslinah *et al.*, 2022). Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang maksimum:

- a. Pb-ditizon: 520 nm
- b. Cd-ditizon: 480 nm

Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, seperti Spektrofotometer UV-Vis 752pro atau Jasco V-730, yang memiliki rentang panjang gelombang 190–1100 nm dan dilengkapi dengan lampu deuterium serta wolfram untuk sumber cahaya (Sa'adah *et al.*, 2023).

3. Validasi dan Kontrol Kualitas

Untuk memastikan akurasi dan presisi hasil analisis, dilakukan langkah-langkah kontrol kualitas sebagai berikut:

- a. Duplikasi Sampel: Setiap sampel dianalisis dalam duplikat untuk mengevaluasi presisi, dengan koefisien variasi (CV) yang diharapkan <5%.
- b. Blanko Reagen: Digunakan untuk mengoreksi absorbansi latar belakang dari reagen dan pelarut.
- c. Standar Kalibrasi: Dibuat kurva kalibrasi menggunakan larutan standar Pb dan Cd dengan konsentrasi 0,1–1,0 ppm.
- d. Recovery Test: Dilakukan dengan menambahkan standar Pb dan Cd ke dalam sampel ikan yang telah diketahui tidak mengandung logam berat, untuk

mengevaluasi akurasi metode.

- e. Standardisasi Alat: Spektrofotometer dikalibrasi menggunakan larutan standar kalium dikromat (untuk UV) dan larutan kalium permanganat (untuk visibel) sebelum analisis (Aksari, 2016).

4. Interpretasi Hasil

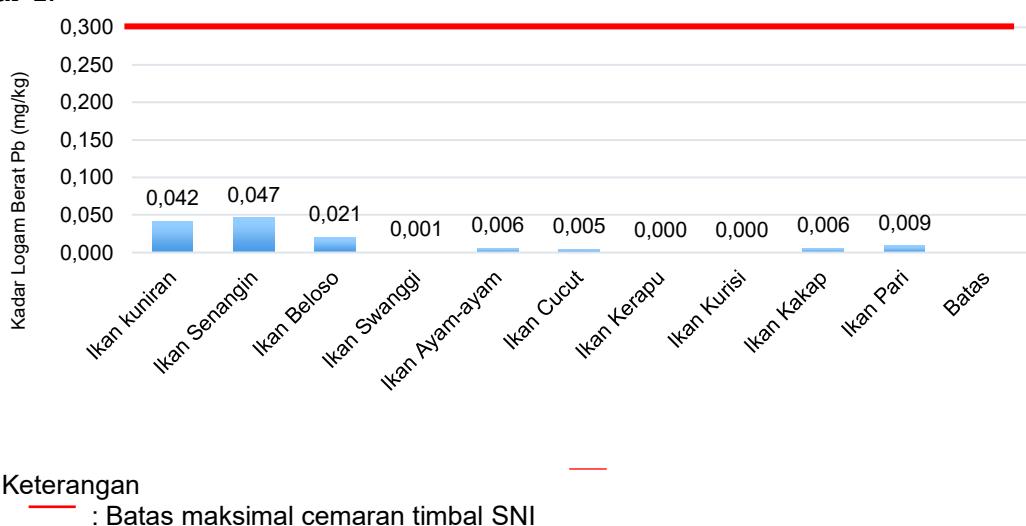
Konsentrasi logam berat dihitung berdasarkan kurva kalibrasi dan dinyatakan dalam mg/kg berat basah. Hasil dibandingkan dengan standar baku mutu yang berlaku, seperti SNI 7387:2009, yang menetapkan batas maksimum residu Pb sebesar 0,3 mg/kg dan Cd sebesar 0,1 mg/kg dalam produk perikanan (Aksari, 2016).

2.4 Analisa data

Analisis data dilakukan secara deskriptif yaitu memberi deskripsi mengenai sampel ikan yang diteliti melalui data sampel sebagaimana adanya. Hasil pengujian diuraikan dengan statistik deskriptif, yaitu dalam bentuk diagram untuk menggambarkan hasil identifikasi kandungan logam berat timbal dan kadmium pada ikan demersal di TPI Kab. Lamongan. Hasil pengujian akan dibandingkan dengan SNI 2729:2013.

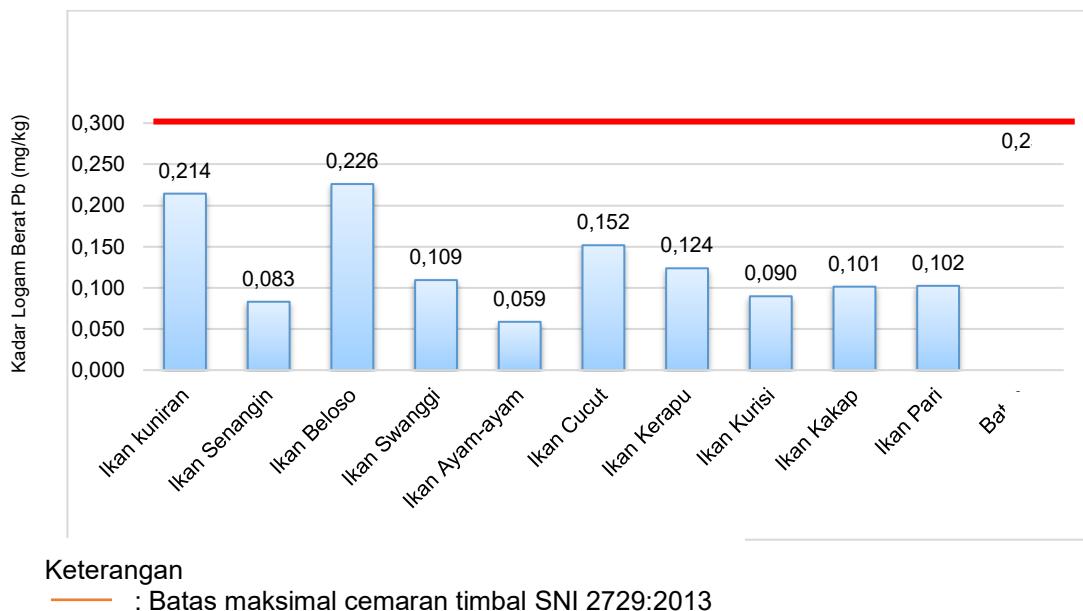
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian logam berat timbal dan cadmium pada organ hati, ginjal, dan daging ikan demersal (ikan kuniran, ikan kurisi, ikan swanggi, ikan senangin, ikan cicut, ikan pari, ikan kakap, ikan ayam-ayam, ikan kerapu dan ikan beloso) yang diperoleh dari PPDI Brondong dan TPI Weru, Kab. Lamongan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram kadar logam berat timbal (Pb) pada daging ikan demersal

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan daging pada 10 jenis ikan demersal positif tercemar timbal, namun kadarnya tidak melebihi batas SNI 2729:2013 tentang ikan segar yaitu maksimal 0,3 mg/kg. Kandungan timbal berturut-turut dari yang terbesar sampai terkecil yaitu ikan senangin sebesar 0,047 mg/kg, ikan kuniran sebesar 0,042 mg/kg, ikan beloso sebesar 0,021 mg/kg, ikan pari sebesar 0,009 mg/kg, ikan ayam-ayam 0,006 mg/kg, ikan kakap sebesar 0,006 mg/kg, ikan cicut sebesar 0,005 mg/kg, ikan swanggi sebesar 0,001 mg/kg, ikan kerapu sebesar <0,0001 mg/kg dan ikan kurisi sebesar <0,0001 mg/kg. Kadar timbal pada daging ikan demersal termasuk dalam kategori rendah, namun keberadaan logam berat timbal pada ikan harus tetap diwaspadai, sesuai Irianti *et al.* (2017) walaupun kadar timbal dalam jumlah yang rendah namun dapat terjadi akumulasi logam berat seiring waktu di dalam tubuh sehingga dapat mengakibatkan keracunan kronis. Logam berat timbal yang masuk ke dalam organisme atau ikan akan melalui proses absorpsi.

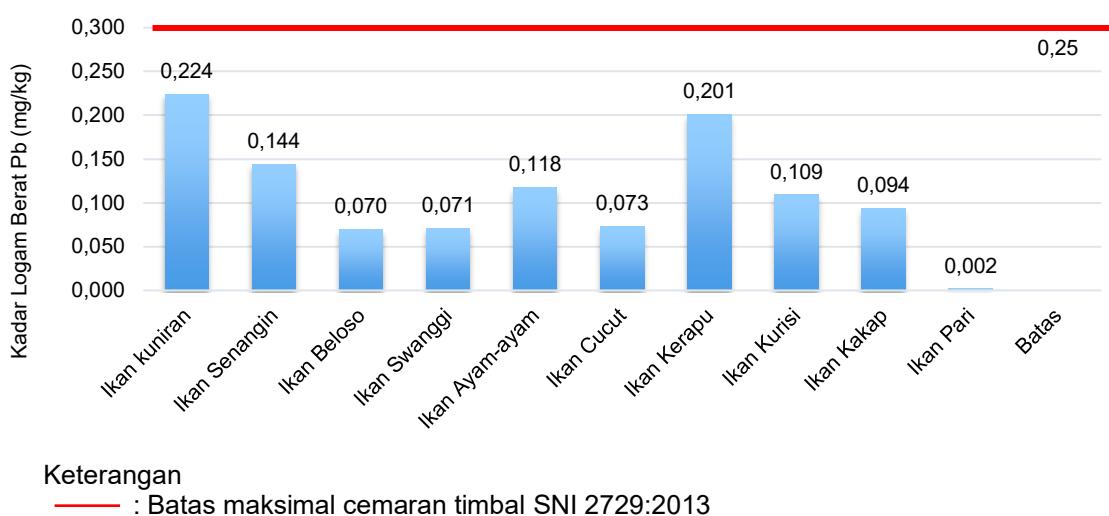


Gambar 2. Diagram kadar logam berat timbal (Pb) pada hati ikan demersal

Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan timbal berturut-turut dari yang terbesar sampai terkecil yaitu ikan beloso sebesar 0,226 mg/kg, ikan kuniran sebesar 0,214 mg/kg, ikan cicut sebesar 0,152 mg/kg, ikan kerapu sebesar 0,124 mg/kg, ikan swanggi 0,109 mg/kg, ikan pari sebesar 0,102 mg/kg, ikan kakap sebesar 0,102 mg/kg, ikan kurisi sebesar 0,090 mg/kg, ikan senangin sebesar 0,083 mg/kg dan ikan ayam-

ayam sebesar 0,059 mg/kg. Logam berat timbal pada organ hati beberapa ikan demersal hampir mencapai batas SNI 2729:2013 maks. 0,3 mg/kg, hal ini dikarenakan hati adalah organ vital yang memiliki fungsi untuk detoksifikasi dan mensekresi bahan kimia salah

satunya logam berat. Hal ini juga didukung oleh Nuraeni *et al.* (2021) bahwa hati merupakan organ yang memiliki banyak protein metallothionein, protein tersebut dapat mengikat logam berat akibatnya organ hati menjadi tempat terakumulasinya logam berat dan mudah terkena efek toksik.

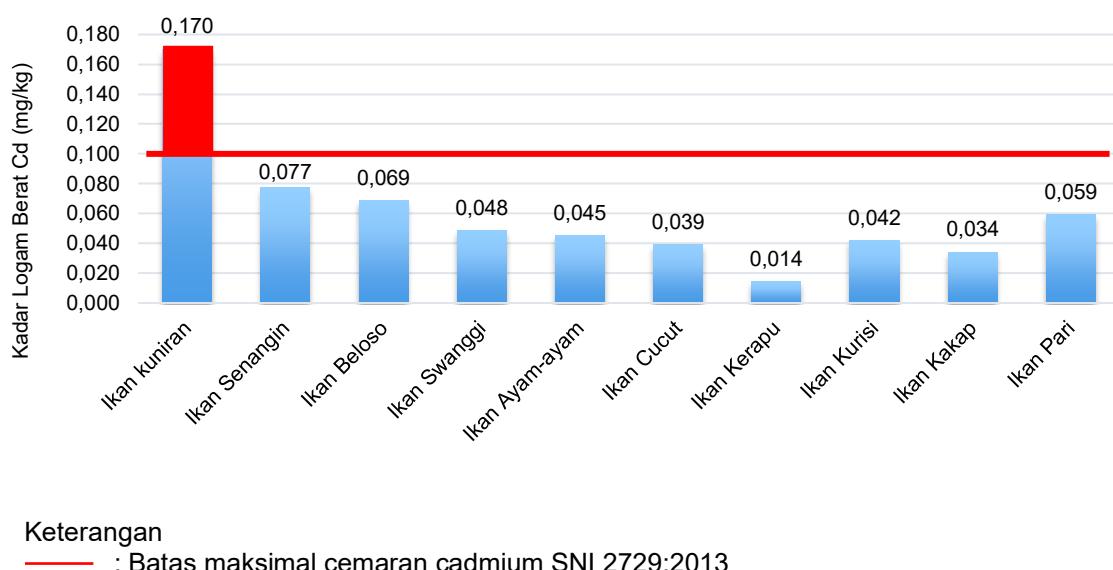


Gambar 3. Diagram kadar logam berat timbal (Pb) pada ginjal ikan demersal

Gambar 3 menunjukkan bahwa kandungan kandungan timbal berturut-turut dari yang terbesar sampai terkecil yaitu ikan kuniran sebesar 0,224 mg/kg, ikan kerapu sebesar 0,201 mg/kg, ikan senangin sebesar 0,144 mg/kg, ikan ayam-ayam sebesar 0,118 mg/kg, ikan kurisi 0,109 mg/kg, ikan kakap sebesar 0,094 mg/kg, ikan cucut sebesar 0,073 mg/kg, ikan swanggi sebesar 0,071 mg/kg, ikan beloso sebesar 0,070 mg/kg dan ikan pari sebesar 0,002 mg/kg. Kadar timbal yang terdeteksi pada organ ginjal hampir mendekati batas SNI 2729:2013 maks. 0,3 mg/kg, hal ini disebabkan tingginya kadar timbal di perairan Kab. Lamongan sehingga masuk kedalam tubuh ikan melalui saluran pencernaan, pernapasan dan penetrasi melalui kulit serta fungsi ginjal sebagai ekskresi sehingga memungkinkan banyak logam berat yang mengendap pada ginjal. Hal ini sesuai Sandra *et al.* (2021) yaitu organ ginjal yang berfungsi sebagai ekskresi metabolisme, pencernaan serta sebagai tempat penyimpanan polutan salah satunya yaitu logam berat, sehingga mengakibatkan ginjal

mengalami kerusakan. Logam berat yang larut dalam lemak dapat melakukan penetrasi pada membran sel, akibatnya ion-ion logam berat dapat terakumulasi pada ginjal dan organ lain.

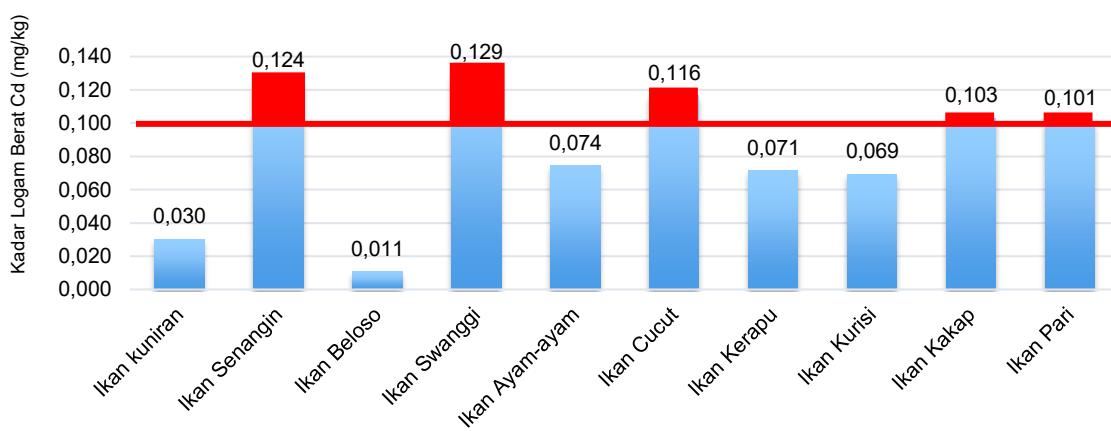
Kadar yang terdeteksi pada organ hati, ginjal dan daging masih dibawah batas SNI 2729:2013 yaitu maks. 0,3 mg/kg sehingga masih aman untuk dikonsumsi, namun tetap harus diwaspadai karena sifat logam berat timbal dapat terakumulasi sehingga semakin lama kadarnya dapat bertambah tinggi. Hal ini sesuai dengan Hananingtyas (2017) yaitu logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, sehingga semakin tinggi tingkatan makhluk hidup dalam rantai makanan, maka logam berat yang terakumulasi akan semakin bertambah jumlahnya. Sehingga kadar logam berat didalam tubuh makhluk hidup lebih besar dibandingkan lingkungan perairan.



Gambar 4. Diagram kadar logam berat cadmium (Cd) pada daging ikan demersal

Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan cadmium berturut-turut dari yang terbesar sampai terkecil yaitu ikan kuniran sebesar 0,170 mg/kg, ikan senangin sebesar 0,077 mg/kg, ikan beloso sebesar 0,069 mg/kg, ikan pari sebesar 0,059 mg/kg, ikan swanggi sebesar 0,048 mg/kg, ikan ayam-ayam sebesar 0,045 mg/kg, ikan kurisi sebesar 0,042 mg/kg, ikan cucut sebesar 0,039 mg/kg, ikan kakap sebesar 0,034 mg/kg dan ikan kerapu sebesar 0,014 mg/kg. Kandungan cadmium pada daging kuniran lebih tinggi dari pada jenis ikan lainnya dan lebih tinggi dibandingkan dengan organ hati dan ginjal, yaitu pada daging mengandung cadmium sebesar 0,170

mg/kg sementara pada hati sebesar 0,030 mg/kg dan pada ginjal sebesar 0,123 mg/kg. Kadar cadmium pada daging ikan kuniran melebihi batas SNI 2729:2013 tentang ikan segar yaitu maksimal 0,1 mg/kg. Hal ini karena daging tempat akumulasi logam berat yang dapat berasal dari terabsorbsinya logam berat yang ada di lingkungan kedalam tubuh ikan maupun dari organ hati dan ginjal lewat pembuluh darah. Hal ini didukung Nuaren et al. (2021) yang menyatakan kemampuan detoksifikasi yang dilakukan oleh hati relatif terbatas, akibatnya logam berat yang jumlahnya berlebih maka akan didistribusi ke seluruh jaringan tubuh melalui pembuluh darah. Semakin rendah detoksifikasi yang dilakukan oleh hati maka semakin banyak juga logam berat yang akan didistribusikan pada jaringan lain seperti daging.

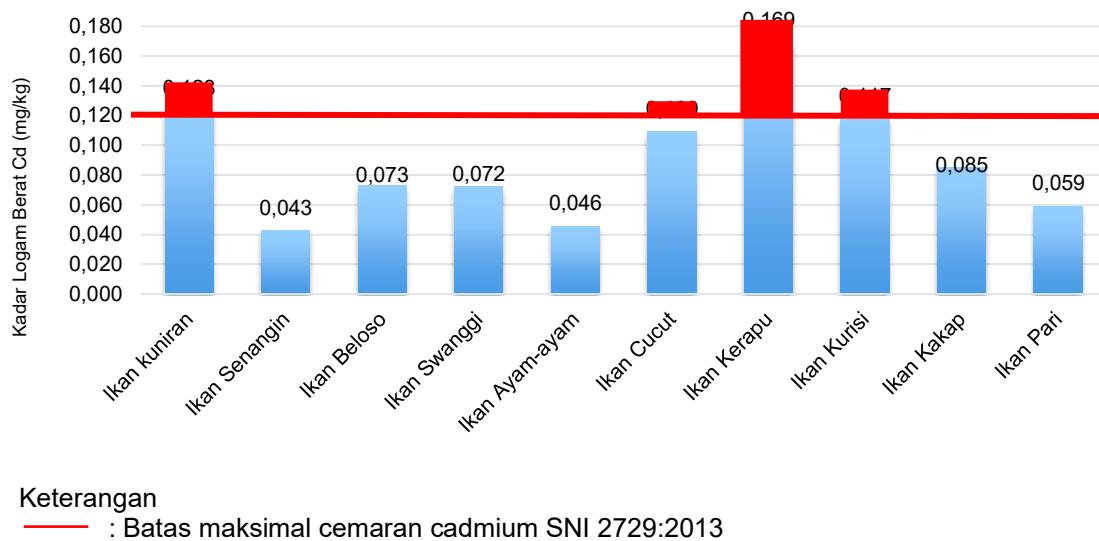


Keterangan
— : Batas maksimal cemaran cadmium SNI 2729:2013

Gambar 5. Diagram kadar logam berat cadmium (Cd) pada hati ikan demersal

Gambar 5 menunjukkan bahwa kandungan cadmium pada hati 5 dari 10 jenis ikan demersal (50%) melebihi batas SNI 2729:2013 tentang ikan segar (maks. 0,1 mg/kg) yaitu ikan senangin sebesar 0,124 mg/kg, ikan swanggi sebesar 0,129 mg/kg, ikan cicut sebesar 0,116 mg/kg, ikan kakap sebesar 0,103 mg/kg dan ikan pari sebesar 0,101 mg/kg. Kandungan cadmium berturut-turut dari yang terbesar sampai terkecil yaitu ikan swanggi sebesar 0,129 mg/kg, ikan senangin sebesar 0,124 mg/kg, ikan cicut sebesar 0,116 mg/kg, ikan kakap sebesar 0,103 mg/kg, ikan pari 0,101 mg/kg, ikan ayam-ayam sebesar 0,074 mg/kg, ikan kerapu sebesar 0,071 mg/kg, ikan kurisi sebesar 0,069 mg/kg, ikan kuniran sebesar 0,030 mg/kg dan ikan beloso sebesar 0,011 mg/kg. Banyaknya cadmium pada organ hati yang melebihi standar disebabkan

karena hati merupakan organ yang banyak mengandung protein metallothionein, protein tersebut dapat mengikat logam berat akibatnya organ hati menjadi sangat mudah terkena efek toksik. Hal ini mengakibatkan akumulasi logam berat pada organ hati, karena organ hati adalah organ vital yang mempunyai fungsi untuk detoksifikasi dan mensekresi bahan kimia (Nuraeni *et al.*, 2021). Sugiantari *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa logam berat terdapat pada sel jaringan hati dapat mengakibatkan terhambatnya pompa natrium dalam sel hati dan pertukaran nutrisi yang terganggu.



Gambar 6. Diagram kadar logam berat cadmium (Cd) pada ginjal ikan demersal

Gambar 6 menunjukkan bahwa kandungan cadmium pada organ ginjal 4 dari 10 jenis ikan demersal (40%) melebihi batas SNI 2729:2013 tentang ikan segar (maks. 0,1 mg/kg) yaitu ikan kerapu sebesar 0,169 mg/kg, ikan kuniran sebesar 0,123 mg/kg, ikan kurisi sebesar 0,117 mg/kg dan ikan cicut sebesar 0,109 mg/kg. Kandungan cadmium berturut-turut dari yang terbesar sampai terkecil yaitu ikan kerapu sebesar 0,169 mg/kg, ikan kuniran sebesar 0,123 mg/kg, ikan kurisi sebesar 0,117 mg/kg, ikan cicut sebesar 0,109 mg/kg, ikan kakap 0,085 mg/kg, ikan beloso sebesar 0,073 mg/kg, ikan swanggi sebesar 0,072 mg/kg, ikan pari sebesar 0,059 mg/kg, ikan ayam-ayam sebesar 0,046 mg/kg dan ikan senangin sebesar 0,043 mg/kg.

Banyaknya kadar cadmium pada ginjal karena organ ginjal pada ikan berfungsi sebagai ekskresi sehingga memungkinkan adanya logam berat cadmium yang mengendap pada ginjal hal ini didukung oleh Sandra *et al.* (2021) yaitu ginjal dapat mengalami kerusakan karena fungsinya sebagai ekskresi metabolisme, pencernaan,

dan tempat penyimpanan polutan sehingga terdampak daya toksik dari logam berat. Logam berat yang masuk kedalam tubuh organisme air seperti ikan tidak bisa dicerna, namun logam berat dapat larut dalam lemak. Logam berat yang larut dalam lemak dapat melakukan penetrasi pada membran sel, akibatnya ion-ion logam berat dapat terakumulasi pada ginjal dan organ yang lainnya.

Logam berat cadmium yang terakumulasi pada jaringan dapat diakibatkan tingginya kandungan cadmium diperairan Kab. Lamongan sehingga masuk kedalam tubuh ikan melalui pernafasan, pencernaan dan terabsorsi hingga terjadi bioakumulasi. Hal ini didukung oleh Irianti *et al.* (2017) yaitu cadmium dan senyawanya sangat larut di dalam air apabila dibandingkan dengan jenis logam lainnya dan sulit untuk mengalami degradasi sehingga bertahan lama di dalam perairan. Bioavailabilitas cadmium sangat tinggi, oleh karena itu cenderung untuk terjadi bioakumulasi pada ikan. Lokasi Kab. Lamongan yang panas juga dapat menyebabkan logam berat terlarut lebih banyak. Kandungan cadmium lebih banyak terakumulasi pada ikan karena cadmium memiliki berat atom 112 yang lebih ringan (Shuvriah *et al.*, 2019).

Penelitian Hananingtyas (2017) ikan tongkol hasil tangkapan dari laut wilayah Pantai Utara seperti Kabupaten Kendal, Kabupaten Rembang, Kabupaten Tuban, Kabupaten Batang dan Kabupaten Jepara menunjukkan logam berat timbal pada ikan tongkol rata-rata yaitu 0,276 mg/kg namun 40% sampel ikan tongkol mengandung logam berat timbal yang telah melebihi standar dan 60% sampel ikan mengandung logam berat cadmium yang telah melebihi standar SNI 7387 tahun 2009 rata-rata yaitu 0,156 mg/kg. Berdasarkan Sugiyanto *et al.* (2016), logam berat yang sering ditemukan di perairan dekat pelabuhan Kabupaten Lamongan antara lain timbal (Pb) dan cadmium (Cd), logam berat timbal (Pb) di air laut yaitu 0,1490 ppm dan rata-rata pada sedimen 0,1774 ppm, rata-rata konsentrasi logam berat cadmium (Cd) pada air yaitu 0,0279 ppm dan di sedimen yaitu 0,0155 ppm. Apabila dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut bahwa kandungan timbal maksimal yaitu 0,05 mg/l dan kandungan cadmium (Cd) maksimal 0,01 mg/l maka konsentrasi timbal dan cadmium (Cd) pada air laut perairan Kabupaten Lamongan telah melebihi batas.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat variasi tingkat cemaran logam berat antar spesies ikan demersal yang menjadi subjek percobaan. Menurut Yi & Zhang

(2012), hal ini dapat disebabkan karena ikan demersal menempati habitat berupa substrat pasir, lumpur, dan bebatuan yang memiliki gradien konsentrasi logam tinggi pada lapisan dasar, sehingga spesies ikan yang hidup di dasar laut memiliki kandungan logam berat lebih tinggi dibandingkan spesies ikan yang hidup di permukaan. Selain itu, spesies pemakan detritus dan moluska menyerap logam terlarut dan terikat sedimen lebih intensif, berbeda dengan spesies planktonik yang berada di lapisan kolom air atas. Hal ini mengakibatkan bentik karnivora cenderung memperlihatkan akumulasi logam lebih tinggi dibanding omnivora atau herbivora. Ukuran tubuh ikan juga dapat berpengaruh pada akumulasi logam berat pada organ dalam maupun daging ikan tersebut. Hal ini didukung penelitian Jung *et al.* (2023) yaitu ikan mas (*cyprinidae*) di Sungai Han. Analisis regresi linier antar ukuran (panjang, berat) dan konsentrasi logam menunjukkan adanya kecenderungan positif, yang menunjukkan bahwa ukuran ikan yang lebih besar memiliki akumulasi Pb dan Cd lebih tinggi ($r = 0,57-0,74$, $p < 0,05$).

Mekanisme spesifik akumulasi logam berat pada penelitian ini berfokus pada organ dalam seperti ginjal dan hati. Pengujian pada ginjal menunjukkan bahwa 40% spesies ikan yang diteliti, yaitu kerapu, kuniran, kurisi, cicut melampaui batas cemaran Cd menurut SNI, bahkan mencapai 0,169 mg/kg pada kerapu. Menurut Tanhan *et al.* (2023), hal ini dikarenakan Cd bersifat lebih larut dalam air, memudahkan difusi membran sel lemak dan akumulasi di organ lipid-rich seperti ginjal. Lebih lanjut, pengujian hati pada penelitian ini memperlihatkan akumulasi Pb tertinggi pada ikan beloso (0,226 mg/kg) hingga ayam-ayam (0,059 mg/kg), mendekati ambang toksisitas akibat fungsi detoksifikasi hati dan kepadatan metallothionein dalam sel hepatosit. Metallothionein adalah protein kecil yang kaya akan asam amino sistein dan berperan penting dalam proses detoksifikasi logam berat di dalam tubuh organisme, termasuk ikan. Protein ini memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) melalui gugus tiol (-SH) pada residu sistein, membentuk kompleks yang stabil dan tidak beracun. Proses ini membantu mencegah adanya penyebaran logam-logam berbahaya ke jaringan tubuh lainnya dan mengurangi potensi kerusakan sel akibat stres oksidatif (Dewi, 2017). Dalam konteks ikan, hati merupakan organ utama yang memproduksi metallothionein sebagai respons terhadap paparan logam berat. Ketika ikan terpapar Pb dan Cd dari lingkungan perairan yang tercemar, hati akan meningkatkan sintesis

metallothionein untuk mengikat dan menahan logam-logam tersebut, sehingga mencegah distribusinya ke organ lain seperti ginjal dan otot. Namun, kemampuan detoksifikasi ini memiliki batas, jika paparan logam berat melebihi kapasitas dari pengikatan metallothionein, maka logam-logam tersebut dapat terakumulasi pada jaringan lain serta menyebabkan efek toksik (Suryani *et al.*, 2018).

Apabila dibandingkan dengan literatur lain, penelitian ini dapat mendukung penemuan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian pada enam jenis ikan di Laut Mediterania yang dilakukan oleh Canli & Ali (2003) mencatat variasi organ-spesifik, yaitu liver umumnya menampung logam tertinggi, sedangkan daging paling rendah. Selain itu, Riset di Sungai Arno (Italia) yang dilakukan oleh Balzani *et al.* (2021) memperlihatkan pola serupa yang mendukung adanya pengaruh antara spesies, makanan, habitat, dengan akumulasi logam berat.

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, ditemukan bahwa kualitas produk berpengaruh positif dan signifikan terhadap keputusan pembelian Jamu Madura pada UD Jamu Ummi Kulsum Sumenep. Risiko juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap keputusan pembelian Jamu Madura pada UD Jamu Ummi Kulsum Sumenep. Secara simultan, kualitas produk dan risiko memiliki dampak positif serta signifikan terhadap keputusan pembelian Jamu Madura pada UD Jamu Ummi Kulsum Sumenep.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa:

1. Kadar timbal pada daging yaitu berkisar <0,001 mg/kg sampai dengan 0,047 mg/kg. Kadar timbal pada hati yaitu berkisar 0,059 mg/kg sampai dengan 0,226 mg/kg. Kadar timbal pada ginjal yaitu berkisar 0,002 mg/kg sampai dengan 0,224 mg/kg. Kadar tersebut masih dibawah batas SNI 2729:2013 yaitu maks. 0,3 mg/kg sehingga masih aman untuk dikonsumsi
2. Kadar cadmium tertinggi pada daging yaitu berkisar 0,014 mg/kg sampai dengan 0,170 mg/kg, 90% ikan dinyatakan aman namun terdapat 10% (1 jenis ikan) diatas standar SNI 2729:2013 maks. 0,1 mg/kg yaitu ikan kuniran. Kadar cadmium pada hati yaitu berkisar 0,011 mg/kg sampai dengan 0,129 mg/kg, terdapat 50% (5 jenis ikan) yang melebihi batas SNI. Kadar cadmium pada ginjal yaitu berkisar 0,043

- mg/kg sampai dengan 0,169 mg/kg, terdapat 40% (4 jenis ikan) yang melebihi batas SNI.
3. Organ hati, organ ginjal dan daging pada 10 jenis ikan demersal (ikan kuniran, ikan kurisi, ikan swanggi, ikan senangin, ikan cicut, ikan pari, ikan kakap, ikan ayam-ayam, ikan kerapu dan ikan beloso) semua dinyatakan aman dari timbal namun terdapat 10% jenis ikan mengandung cadmium yang melebihi batas, sisanya 90% layak untuk dikonsumsi.
 4. Temuan ini menegaskan perlunya pemantauan rutin komprehensif untuk setiap spesies demersal di wilayah pesisir, khususnya Kabupaten Lamongan. termasuk pengukuran ukuran populasi dan analisis organ-spesifik, guna mendeteksi potensi risiko kesehatan kronis akibat konsumsi jangka panjang.

5. SARAN

1. Perlu dilakukan monitoring berkala (setiap 6–12 bulan) terhadap kadar Pb dan Cd pada spesies demersal utama, mencakup organ hati, ginjal, dan daging, guna mendeteksi kontaminasi, serta integrasi data kualitas air, sedimen, dan biota dalam program pengawasan terpadu untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai sumber dan tingkat pencemaran logam berat.
2. Terdapat urgensi untuk melakukan penelitian lanjutan berupa evaluasi risiko kesehatan kuantitatif (*Risk Assessment*) menggunakan *Target Hazard Quotient* (THQ) dan *Margin of Exposure* (MOE) untuk Pb dan Cd pada konsumsi jangka panjang. Selain itu, perlu dilakukan implementasi kebijakan pengendalian limbah logam berat dengan menegakkan peraturan baku mutu air laut (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51/2004) disertai inspeksi rutin dan penindakan terhadap pelanggar. Hal ini perlu dilakukan untuk mengurangi risiko kesehatan masyarakat, serta menjaga kelestarian ekosistem pesisir Kabupaten Lamongan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ainuddin, W. (2017). Studi Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) di Perairan Sungai Tabobo Kecamatan Malifut Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Ecosystem*, 17(1), 653-659.

- Aksari, Y. D. (2016). Konsentrasi Logam Berat dan Bioekologi Ikan Sapu-Sapu, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) di Sungai Ciliwung. (Tesis Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor).
- Anwar, C., Wonggo, D., & Mongi, E. (2022). Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Ikan Demersal di Perairan Teluk Manado, Sulawesi Utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(3), 198–202.
- Balzani, P., Kouba, A., Tricarico, E. et al. (2022). Metal accumulation in relation to size and body condition in an all-alien species community. *Environ Sci Pollut Res* 29, 25848–25857.
- Briffa, J., Sinagra, E., and Blundell, R. (2020). Heavy Metal Pollution in The Environment And Their Toxicological Effects On Humans. *Journal Heliyon*, 2(2020), 1-26.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2013). Ikan Segar SNI 2729:2013. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Canli, M. & Atli, G. (2003). Relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution* 121, 129–136.
- Dewi, N. K. (2017). *Metallothionein*. Semarang: FMIPA Press.
- Diniarti, I. (2019). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Low Density Lipoprotein (LDL) dan High Density Lipoprotein (HDL) pada Kerang Darah (Anadara Granosa) dari Hasil Tangkap Nelayan di Pasar Ikan Brondong, Lamongan, Jawa Timur. (Skripsi Sarjana, Universitas Airlangga).
- Diskan (Dinas Perikanan Kabupaten Lamongan). (2022). Profil Perikanan Dan Kelautan Kabupaten Lamongan. Dinas Perikanan Kabupaten Lamongan. Lamongan.
- Farizky, C. K., Fitriani, M., Hidayati, N. V., Rahardja, B., dan Andriyono, S. (2022). Studi Bioakumulasi Logam Berat (Pb, Cd, Dan As) Pada Rumput Laut (Caulerpa Racemosa) Dari Tambak Tradisional di Brondong, Lamongan. *Journal Perikanan*, 12(4), 722-733.
- Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., dan Budiyatni, A. (2017). Logam Berat & Kesehatan. Grafika Indah. Yogyakarta.
- Hananingtyas, I. (2017). Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) di Pantai Utara Jawa. *The Journal of Tropical Biology*, 1(2), 41-50

- Haryanti, E. T., dan Martuti, N. K. (2020). Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus* sp.) di TPI Kluwut Brebes. *Jurnal Life Science*, 9(2), 149-160
- Jung, H. R., Lee, J. S., Ahn, M. et al. (2023). Heavy metal baselines in cyprinidae of the Han River: a decade-long study on bioaccumulation trends and species-specific sensitivities. *Environ Sci Eur* 35, 110.
- Kusumahadi, K. S., dan Tjamin, Y. R. (2022). Hubungan Antara Kandungan Logam Berat Pb, Cr Dan Hg Di Sedimen Dan Kandungan Logam Berat Pb, Cr Dan Hg di Daging Dan Organ Ikan Demersal Dan Pelagis di Perairan Sungai Ciliwung. Seminar Nasional Biologi, 18(2013), 208-220.
- Munandar, M. A. (2017). Distribusi Dan Prediksi Tingkat Pencemaran Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn, Dan Ni) Dalam Sedimen Di Perairan Lamongan Dengan Menggunakan Indek Beban Pencemaran Dan Indek Geoakumulasi. (Skripsi Sarjana, Universitas Brawijaya).
- Nuraeni, A., Samosir, A., dan Sulistiono. (2021). Logam Berat Timbal (Pb) Pada Hati Ikan Patin (*Pangasius Djambal*) di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(2), 113-123
- Sa'adah, C. N., Utami, M. R., dan Mulki, M. A. (2023). Validasi Metode Analisis Timbal (II) pada Kerang Hijau Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis Derivatisasi. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 8(2), 53-62.
- Sandra, D., Aliza, D., dan Nazaruddin. (2021). Gambaran Histopatologis Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) Yang Terpapar Merkuri Klorida (HgCl₂). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner (Jimvet)*, 5(1), 34-42
- Simbolon, D. (2022). Daerah Penangkapan Ikan: Perencanaan, Degradasi Dan Pengelolaan. IPB Press. Bogor.
- Suryani, A., Nirmala, L., Djokosetyanto, D. (2018). Akumulasi Logam Berat (Timbal dan Tembaga) pada Air, Sedimen, dan Ikan Bandeng (*Chanos Chanos* Forsskal, 1775) di Pertambakan Ikan Bandeng Dukuh Tapak, Kelurahan Tugurejo, Kota Semarang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(3), 271-278.
- Shuvriah, L. B., Suharriyadi dan Wulandari, D. D. (2019). Analisis Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Pada Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) Tambak di Desa Kupang, Jabon Sidoarjo. *Jurnal Ergasterio*, 6(1), 9-16.

- Sugiantari, I. A. P., Sukmaningsih, A. A. S. A., dan Wijana, I. M. S. (2022). Kajian Struktur Histologi Hati, Insang Dan Lambung Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Danau Batur, Bangli. Buletin Anatomi dan Fisiologi, 7(1), 51-59.
- Sugiyanto, R. A. N., Yona, D., dan Kasitowati, R. D. (2016). Analisis akumulasi logam berat timbal (pb) dan kadmium (cd) pada lamun *Enhalus acoroides* sebagai agen fitoremediasi di Pantai Paciran, Lamongan. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan. Universitas Brawijaya Malang, Malang.
- Tanhan, P., Imsilp ,K., Lansubsakul, N., & Thong-asa, W. (2023). Oxidative response to Cd and Pb accumulation in coastal fishes of Pattani Bay. Italian Journal of Animal Science, 22(1), 148-156.
- Tuslinah, L., Winarti, P., & Zustika, D. S. (2022). Validasi Metode Analisis Logam Timbal (Pb) dalam Rumput Laut Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan Dan Farmasi, 22(1), 23-28.
- Yi, Y.-J., & Zhang, S.-H. (2012). Heavy metal (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn) concentrations in seven fish species in relation to fish size and location along the Yangtze River. Environmental Science and Pollution Research, 19(9), 3989–3996.