



DAMPAK KONSUMSI IKAN *COLUMBIA CATFISH* DARI KOLAM BEKAS PELEBURAN AKI BEKAS TERHADAP PENYAKIT DEGENERATIF DAN KEAMANAN PANGAN

Etty Riani^{1*}, Nurlisa A. Butet¹, P. Mukhlas Ansori², Annisa Putri Nandini¹,
Majariana Krisanti¹, Benny Setiyadi³, Muhammad Reza Cordova⁴

¹Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University
Jalan Agatis Kampus IPB Dramaga, Jawa Barat Indonesia 16680

²Departemen Ilmu Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB University
Jalan Kamper, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16680

³Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung,
Jalan Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Lampung Indonesia 35145

⁴Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jalan Pasir Putih 1, Ancol Timur, Jakarta Indonesia, 14430

Diterima: 19 Maret 2025/Disetujui: 30 April 2025

*Korespondensi: etty_riani@apps.ipb.ac.id

Cara sitasi (APA Style 7th): Riani, E., Butet, N. A., Ansori, P. M., Nandini, A. P., Krisanti, M., Setiyadi, B., & Cordova, M. R. (2025). Dampak konsumsi ikan *columbia catfish* dari kolam bekas peleburan aki bekas terhadap penyakit degeneratif dan keamanan pangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 28(4), 349-360. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v28i4.63319>

Abstrak

Desa Cinangka merupakan sentra daur ulang aki bekas tradisional ilegal di Bogor, namun sudah ditutup 15 tahun lalu. Tujuan penelitian, yaitu menentukan dampak konsumsi ikan *columbia catfish* yang dipelihara di kolam bekas peleburan aki bekas terhadap potensi penyakit degeneratif kanker dan non-kanker serta keamanan pangan. Parameter yang dianalisis meliputi kandungan logam berat pada daging ikan dan logam terlarut pada air dengan XRF dan AAS, faktor biokonsentrasi, risiko kesehatan akibat konsumsi ikan (kanker dan non-kanker) serta keamanan pangan. Hasil penelitian menunjukkan ikan memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat pada tubuhnya. Daging ikan terkontaminasi Fe (537,53 ppm), Cu (47,69 ppm), Zn (942,53 ppm), As (11,58 ppm) dan Pb (13,07 ppm). Air kolam tercemar oleh Fe, Zn, As dan Pb serta terkontaminasi Cu. Terjadi biokonsentrasi pada daging ikan, yakni Fe (658,33), Cu (4541,90 ppm), Zn (17357,83 ppm), As (9,94 ppm) dan Pb (142,53 ppm). Nilai *target hazard quotient* (THQ) pada anak untuk semua logam berat >1, sedangkan pada dewasa nilai THQ>1 adalah Zn, As, dan Pb. Nilai *hazard index* (HI)>1 pada anak dan dewasa sehingga konsumsi ikan berisiko memunculkan penyakit degeneratif non kanker. Konsumsi daging ikan berisiko memunculkan penyakit kanker, pada dewasa, yaitu rendah-sedang, sedangkan pada anak sedang-tinggi. Konsumsi harian ikan *columbia catfish* yang aman untuk anak 0,004 g/hari dan dewasa 0,015 g/hari. Batas konsumsi maksimum untuk anak 0,026 kg/minggu dan dewasa 0,091 kg/minggu. Anak-anak jauh lebih rentan dibanding dewasa.

Kata kunci: *hazard index*, kanker, logam berat, penyakit non kanker, *target hazard quotient*

The Impact of Consuming Driftwood Catfish from a Former Used Battery Smelting Pond on Degenerative Diseases and Its Food Safety

Abstract

Cinangka Village, located in Bogor, was historically known as a site for illegal battery recycling. However, the activity ceased 15 years ago. The aim of this study was to determine the potential health impacts

of consuming *Columbia catfish* raised in a pond contaminated by used battery smelting and its potential for causing cancer, non-cancer degenerative diseases, and affecting food safety. The study included testing for heavy metal content in the fish flesh and dissolved metals in the water using XRF and AAS techniques. It also calculated bioconcentration factors and assessed health risks associated with fish consumption, both for cancer and non-cancer conditions, in relation to food safety. The results indicated that the fish is capable of effectively accumulating heavy metals in its body. The flesh was found to be contaminated with Fe (537.53 ppm), Cu (47.69 ppm), Zn (942.53 ppm), As (11.58 ppm), and Pb (13.07 ppm). The pond water itself was contaminated with Fe, Zn, As, Pb, and Cu. Bioconcentration of these metals was observed in the flesh, with Fe (658.33 ppm), Cu (4541.90 ppm), Zn (17357.83 ppm), As (9.94 ppm), and Pb (142.53 ppm). The target hazard quotient (THQ) > 1 value for all heavy metals in children, while for adults, the THQ > 1 only for Zn, As, and Pb. Both children and adults had a Hazard Index (HI) > 1, indicating that consuming these fish presents a risk of non-cancer degenerative diseases. Consuming fish poses a cancer risk, with the risk level being low to medium for adults and medium to high for children. The safe daily consumption of *Columbia catfish* for children is 0.004 grams per day, while for adults, it is 0.015 grams per day. The maximum safe consumption limit is 0.026 kg/week for children and 0.091 kg/week for adults. Children are notably more vulnerable to these risks than adults.

Keywords: cancerous, hazard index, heavy metals, non-cancerous diseases, target hazard quotient

PENDAHULUAN

Desa Cinangka (Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor, Jawa Barat) pernah menjadi pusat peleburan aki bekas tradisional yang bersifat ilegal sejak tahun 1978. Kegiatan ini mendapatkan impor aki bekas secara resmi dari Taiwan dalam jumlah besar, sehingga industri tersebut berkembang dengan pesat, dan puncaknya terjadi pada 2008, yang mencapai 60 unit usaha. Kegiatan ini ditutup secara berangsur-angsur hingga 2010. Peleburan aki bekas hanya dilakukan terhadap anoda dan katodanya (timbang), sedangkan wadah plastiknya tidak dimanfaatkan dan asam sulfat yang ada di dalamnya umumnya dibuang ke lingkungan. Peleburan dilakukan melalui pembakaran secara terbuka di halaman rumah atau di kebun yang semuanya berdekatan dengan permukiman, tanpa pengamanan yang memadai, sehingga pada peleburan tersebut sama sekali tidak dijumpai cerobong asap atau sistem penyaringan emisi udara sebelum masuk ke lingkungan. Kondisi tersebut mengakibatkan pencemaran timbal di udara sekitar pemukiman Desa Cinangka. Hal ini terlihat dari konsentrasi Pb pada darah anak-anak saat berlangsung peleburan aki bekas, mencapai 36,6 µg/dl (KPBB, 2011), jauh lebih tinggi dari ketentuan WHO yaitu 10 µg/dl.

Kegiatan peleburan aki bekas selain mencemarkan udara, juga meninggalkan jejak berupa limbah (*bottom ash*) yang dibuang

langsung ke tanah tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, atau malah dimanfaatkan untuk menguruk, mengeraskan jalan, menguatkan tebing, dan lain sebagainya, sehingga mengakibatkan terjadinya pencemaran logam berat pada tanah dan air dengan kategori sangat berat (Riani *et al.*, 2024). Hal ini sesuai pendapat Ali & Khan (2018) dan Briffa *et al.* (2020) bahwa logam berat akan terakumulasi pada tanah dan sedimen. Pemerintah melalui KLHK dan penduduk Desa Cinangka mulai pada tahun 2013 hingga 2014 memulihkan kondisi lingkungan yang sudah terlanjur tercemar logam berat tersebut. Pekerjaan masyarakat yang sebelumnya melakukan peleburan aki bekas, beralih ke usaha budidaya ikan.

Lokasi peleburan aki bekas Cinangka, umumnya bukan hanya terjadi pencemaran Pb, namun juga tercemar oleh berbagai jenis logam berat dan logam ringan, yaitu Pb, Ti, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Sn, dan Th (Riani *et al.*, 2024). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Oloruntoba *et al.* (2021) di Nigeria yang menyatakan bahwa selain Pb, pada lokasi peleburan aki bekas juga terjadi pencemaran logam berat As, Cd, Sb, Cr, Cu, Mn, Ni, Se, dan Zn. Logam berat maupun logam ringan apabila terikat dalam organ tubuh, umumnya bersifat *irreversible* (Ali & Khan, 2018), sehingga akan terakumulasi pada tubuh biota (Magalhaes *et al.*, 2015; Riani *et al.*, 2018; David & Isangedighi, 2019), dan pada manusia yang



mengonsumsinya (Briffa *et al.*, 2020; David & Isangedighi, 2019; Zhao *et al.*, 2024), sehingga berpotensi mengganggu kesehatan (Wagh *et al.*, 2023). Hasil klasifikasi konsentrasi Pb pada tanah dan sedimen kolam di Desa Cinangka berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 menunjukkan bahwa di beberapa lokasi masih tergolong pada tanah yang harus dikelola sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun atau B3 (Riani *et al.*, 2024).

Tingginya konsentrasi Pb dan konsentrasi logam lainnya pada tanah di Desa Cinangka akan berbahaya jika tanah tersebut dimanfaatkan, namun kenyataannya tanah tersebut dimanfaatkan baik untuk kegiatan pertanian maupun untuk kegiatan budidaya ikan dalam kolam, mengingat tanah, air dan biota yang hidup di dalamnya, diduga akan terpapar B3 secara kontinu, sehingga makin lama akan makin meningkat. B3 juga akan mengontaminasi berbagai tumbuhan dan air tanah serta sedimen (Fretes *et al.*, 2020). Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup melalui proses makan memakan (Arnot & Gobas, 2023), dan selanjutnya jika dikonsumsi manusia akan masuk ke dalam tubuhnya (Briffa *et al.*, 2020; David & Isangedighi, 2019), sehingga berpotensi untuk mengganggu kesehatan yang mengonsumsinya (Riani, 2020; Wasito *et al.*, 2022; Wagh *et al.*, 2023; Utari *et al.*, 2023; Suseno & Razari, 2023). Mengingat logam umumnya bersifat resisten, sementara lahan di Desa Cinangka cukup banyak yang dialih fungsikan dari kegiatan peleburan aki bekas ke budidaya ikan dalam kolam, maka perlu dikaji kontaminasinya pada air, tanah dan ikan yang dipelihara pada kolam, pasca ditinggalkannya kegiatan peleburan aki bekas.

Ikan *columbia catfish* merupakan salah satu jenis ikan yang cukup banyak dibudidayakan di Desa Cinangka. Ikan ini saat ukurannya kecil, merupakan ikan hias, namun apabila ikan ini tidak berhasil dijual, maka ikan ini akan terus dibudidaya dan akan dikonsumsi oleh masyarakat. Kolam pemeliharaan yang digunakan terindikasi tercemar oleh berbagai jenis logam berat dan logam ringan, sehingga informasi mengenai akumulasi berbagai jenis logam berat pada ikan ini sangat diperlukan. Informasi terkait

hal tersebut belum dilaporkan. Penelitian yang telah dilakukan mengenai peleburan aki bekas di Desa Cinangka masih terbatas pada pemulihan lahan terkontaminasi akibat aktivitas peleburan baterai bekas tanpa izin (Adryansyah *et al.*, 2019), hubungan kadar timbal dalam darah dengan hemoglobin dan *basophilic stippling* pada siswa Sekolah Dasar (Annashr, 2015), teknologi daur ulang timbal ramah lingkungan dari baterai bekas (Wiharja, 2004) dan dampak pencemaran logam berat di lokasi daur ulang aki bekas yang dijadikan kolam ikan (Riani *et al.*, 2024). Maka penelitian ini sangat perlu dilakukan dengan tujuan menentukan dampak konsumsi ikan *columbia catfish* yang dibudidaya di lokasi bekas peleburan aki bekas Desa Cinangka terhadap munculnya penyakit degeneratif kanker dan non kanker serta keamanan pangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Cinangka Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, dari Januari hingga Juni 2024. Preparasi sampel untuk analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Ekofisiologi Hewan Air dan pembacaan logam beratnya dilakukan di Laboratorium Lingkungan PT RND Teknologi Indonesia. Analisis yang dilakukan adalah pada air, sedimen, dan ikan *columbia catfish* yang dipelihara di kolam bekas peleburan aki bekas. Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data logam hasil analisis laboratorium dari sampel air dan organ tubuh ikan. Organ tubuh yang dianalisis adalah organ tubuh yang biasa dikonsumsi, yakni daging ikan *columbia catfish*.

Penentuan Lokasi Sampling dan Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ditentukan secara *purposive sampling*, yakni hanya dilakukan di kolam pemeliharaan ikan *columbia catfish* yang sebelumnya merupakan bekas tempat peleburan aki bekas. Pengambilan sampel sedimen dan air dilakukan pada lima lokasi yakni di empat sudut kolam dan ditengah kolam, dengan tiga ulangan. Sampel selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan logamnya. Pengambilan sampel air dan sedimen, berdasarkan standar

SNI. Analisis parameter kualitas air dilakukan berdasarkan standar APHA (2017).

Analisis Kandungan Logam Berat

Analisis kandungan logam berat pada sedimen dan organ tubuh ikan dilakukan menggunakan *X-ray fluorescence* (XRF). Alat ini memanfaatkan sinar-X yang bertumbukan dengan atom-atom di permukaan sampel yang dianalisis. Sinar tersebut sebagian ada yang dihamburkan dan diabsorpsi oleh atom dengan cara mengirim energi ke elektron paling dalam yang disebut dengan efek fotolistrik. Perpindahan tersebut mengakibatkan atom tidak stabil yang menyebabkan atom berpindah dari kulit luar ke kulit dalam. Analisis logam berat dengan XRF dilakukan melalui perhitungan panjangnya sinar dan gelombang X yang dipancarkan. Hasil analisis XRF ini selanjutnya dikonfirmasi lagi dengan hasil AAS tanpa nyala api. Kandungan logam berat pada air dilakukan dengan AAS. Cara kerja analisis AAS tanpa nyala api dengan menyerap energi dengan seimbang terhadap logam berat di sampel yang dianalisis.

Hasil dari analisis logam pada air, sedimen dan organ-organ ikan dari kolam bekas tempat peleburan aki bekas Cinangka, dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil analisis logam dengan kriteria baku mutu logam berat pada sedimen, air tawar dan organ-organ ikan. Logam berat terlarut pada air dibandingkan dengan baku mutu perairan tawar yang tercantum pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Logam berat pada daging ikan dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No. 5 Tahun 2018 Tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan.

Analisis Maximum Weekly Intake

Penelitian ini menggunakan analisis *maximum weekly intake* (MWI) yakni nilai maksimum yang dapat dikonsumsi per minggu dari total berat ikan, yang dianalisis dengan mengalikan berat badan dengan *provisional tolerable weekly intake* (PTWI)-nya (Türkmen *et al.*, 2008). PTWI adalah nilai

toleransi batas maksimum konsumsi daging per minggu yang ditetapkan WHO & FAO (2010). Rumus MWI sebagai berikut:

$$MWI = \text{berat badan} \times PTWI$$

Analisis Maximum Tolerable Intake

Penelitian ini dianalisis *maximum tolerable intake* (MTI), yakni bobot atau berat maksimum dari biota yang dapat dikonsumsi oleh manusia dalam satu minggu. Nilai MTI dapat diketahui menggunakan persamaan sebagai berikut (Türkmen *et al.*, 2008).

$$MTI = \frac{MWI}{Ct}$$

Keterangan:

MTI : *maximum tolerable intake* (kg)

Ct : konsentrasi logam berat yang terdapat di dalam bagian yang dikonsumsi (mg/kg)

Analisis Risiko Kesehatan

Analisis risiko kesehatan dilakukan dengan menghitung *target hazard quotient* (THQ) yang selanjutnya digunakan untuk menilai munculnya risiko kesehatan berupa penyakit degeneratif non kanker akibat konsumsi produk perikanan yang mengandung logam. Analisis ini dihitung berdasarkan nilai *estimated daily intake* (EDI) dan *reference oral dose* (Rfd) dari setiap jenis logam yang terkandung dalam produk yang dikonsumsi tersebut. Rfd adalah asupan harian pada manusia yang di dalamnya terdapat bahan berbahaya dan beracun namun tidak memunculkan risiko nonkarsinogenik. Nilai Rfd yang ditetapkan oleh *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) untuk Fe, Cu, Zn, As dan Pb adalah 700; 40; 300; 0,3 dan 3,5 µg/kg/berat badan/hari (Song *et al.*, 2009; Cheng & Yap, 2015; Yap *et al.*, 2016). Klasifikasi nilai THQ di dasarkan pada Yap *et al.* (2016), yakni nilai THQ<1 berarti tidak ada risiko nonkarsinogenik, sedangkan THQ>1 terdapat risiko nonkarsinogenik.

$$THQ = \frac{EDI}{RFD}$$

$$HI = \sum_{i=1}^n THQ_i$$



Hazard Index merupakan penjumlahan dari THQ yang selanjutnya digunakan untuk menilai efek logam Fe, Cu, Zn, As dan Pb.

Analisis lainnya adalah analisis *carcinogenic risk* (CR) dihitung dari nilai EDI dan nilai *carcinogenic slope factor* (CSF). CSF adalah risiko kanker dari paparan suatu senyawa karsinogenik yang diperoleh dari database *integrated risk information system* (IRIS) oleh USEPA dan 10^{-3} adalah faktor konversi. Kategori nilai C R yang digunakan di sini berdasar Ullah *et al.* (2017). Rumus CR yaitu:

$$CR = EDI \times CSF \times 10^{-3}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Logam Berat pada Daging Ikan *Columbia Catfish*

Ikan *columbia catfish* yang dipelihara pada kolam bekas peleburan aki bekas terkontaminasi logam berat Fe, Cu, Zn, As, dan Pb. Jenis logam berat tersebut terdeteksi pada daging ikan (*Figure 1*). Tingginya logam berat pada daging ikan disebabkan habitat tempat hidupnya merupakan lokasi alih fungsi lahan dari lokasi peleburan aki bekas menjadi kolam, sehingga habitat tempat hidupnya berisiko tercemar *bottom ash* dari proses daur ulang aki bekas. Walaupun saat penelitian *bottom ash* sudah berusia minimum 14 tahun, namun masih merupakan sumber pencemar logam berat yang potensial. Hal tersebut terjadi karena pada dasar kolam terdapat

banyak *bottom ash* dari kegiatan peleburan aki bekas yang di dalamnya banyak mengandung berbagai jenis logam berat. Logam berat bersifat persisten (Ali *et al.*, 2019; Briffa *et al.*, 2020; Riani *et al.*, 2024), dengan waktu paruh (*half-life*) yang panjang hingga sangat panjang (Mitra *et al.*, 2022, Jadaa & Mohammed 2023, Riani *et al.* 2024), sehingga berbagai jenis logam berat tersebut tetap ada dalam sedimen kolam walau sudah ditinggalkan minimal 14 tahun.

Analisis logam berat pada air menunjukkan bahwa air kolam tempat pemeliharaan ikan tercemar oleh Fe, Zn, As, dan Pb. Konsentrasi logam berat pada air untuk parameter tersebut telah melebihi baku mutu berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 (*Table 1*). Hasil analisis terhadap kandungan logam berat Fe, Cu, Zn, As dan Pb yang terlarut dalam air kolam, menunjukkan kelima jenis logam berat yang dianalisis di sini, semuanya terdeteksi pada air kolam dengan nilai yang bervariasi. *Table 1* terlihat bahwa apabila dibandingkan dengan baku mutunya, maka air kolam tempat budi daya ikan telah tercemar oleh logam Fe, Zn, As dan Pb.

Terdeteksi Cu terlarut di kolam budi daya ikan dan tercemarnya air kolam oleh Fe, Zn, As dan Pb, disebabkan tanah yang dijadikan kolam sebelumnya merupakan lokasi kegiatan pembakaran aki bekas yang sudah ditinggalkan 14 tahun yang lalu. Hal tersebut mengakibatkan *bottom ash* dari sisa pembakarannya diduga masih banyak di

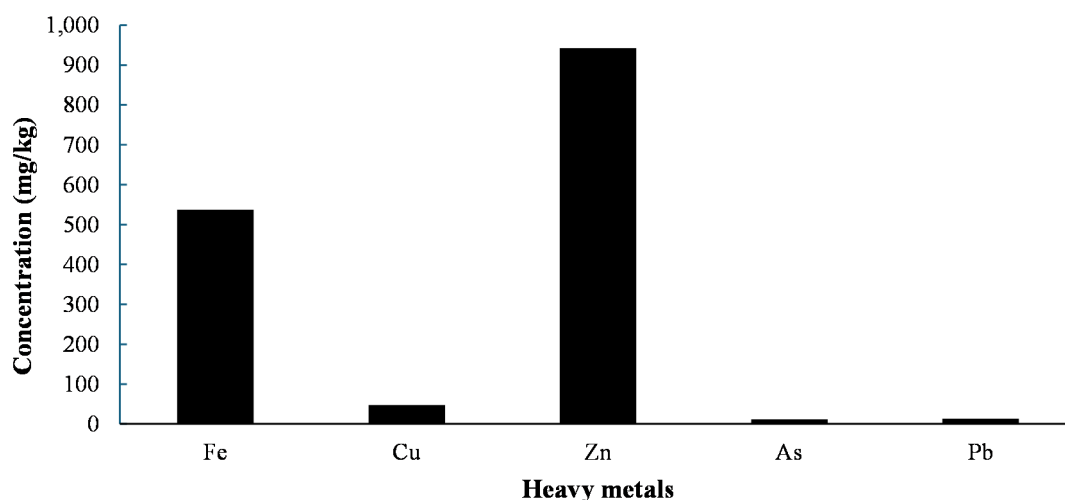


Figure 1 Heavy metal concentrations in columbia catfish flesh
Gambar 1 Konsentrasi logam berat pada daging ikan *columbia catfish*

Table 1 Heavy metal concentration in water, estimated daily intake of columbia catfish, target hazard quotient (THQ), and hazard index (HI)

Tabel 1 Konsentrasi logam berat pada air, perkiraan asupan harian ikan *columbia catfish*, target hazard quotient (THQ), dan hazard index (HI)

Heavy metals	Concentration in water (mg/L)	Standard*	EDI (mg/kg/day)		THQ	
			Adults	Children	Adults	Children
Fe	0.8165	0.30**	0.20	0.69	0.29	1.00
Cu	0.0105	0.02	1.77×10^{-2}	0.06	0.44	1.55
Zn	0.0543	0.05	0.35	1.23	1.17	4.08
As	1.1651	0.05	4.30×10^{-3}	1.51×10^{-2}	14.34	50.18
Pb	0.0917	0.03	4.85×10^{-3}	1.70×10^{-2}	1.39	4.85
Hazard index (HI)					17.62	61.67

*) Government Regulation No. 22 of 2021 Appendix VI Standard of Class II

**) Government Regulation No. 22 of 2021 Appendix VI Standard of Class I

lokasi tersebut. Di lain pihak, pada *bottom ash* tersebut banyak terdapat berbagai jenis logam berat (Riani *et al.*, 2024; Oloruntoba *et al.*, 2021). Logam berat dari *bottom ash* tersebut akan mengkontaminasi air kolam tersebut (David & Isangedighi, 2019; Riani *et al.*, 2024; Al Jufaili *et al.*, 2024), sehingga air kolam menjadi terkontaminasi dan atau tercemar oleh berbagai jenis logam berat.

Faktor Biokonsentrasi Logam Berat pada Daging Ikan *Columbia Catfish*

Analisis bioakumulasi dari logam berat yang dominan pada sisa-sisa limbah peleburan aki bekas yakni Fe, Cu, Zn, As dan Pb pada daging ikan. Analisis bioakumulasi dilakukan terhadap kandungan logam berat yang terakumulasi dalam jaringan biologis (daging ikan). Perhitungan bioakumulasi ini didapatkan melalui perbandingan antara konsentrasi logam pada masing-masing organ dengan konsentrasi logam di lingkungan tempat hidup biota (logam berat yang terlarut dalam air). Logam yang menjadi perhatian khusus dan memiliki dampak berbahaya terhadap kesehatan yaitu arsenik (As) dan timbal (Pb). Logam esensial misalnya Fe, Cu dan Zn walau bermanfaat bagi tubuh untuk berbagai proses fisiologi, namun dalam jumlah banyak akan memberikan dampak negatif yang cukup serius, sehingga Fe, Cu dan Zn yang selalu ada pada tanah dan sedimen yang

tercampur *bottom ash* dari kegiatan peleburan aki bekas di Cinangka (Riani *et al.*, 2024) dianalisis pada penelitian ini. *Figure 2* adalah nilai faktor biokonsentrasi logam berat pada air.

Risiko Kesehatan Akibat Konsumsi Ikan *Columbia Catfish*

Ikan *columbia catfish* yang hidup pada lingkungan tercemar bahan berbahaya dan beracun misalnya logam berat, umumnya akan berdampak terhadap terjadinya akumulasi bahan pencemar tersebut. Bahan pencemar logam berat bukan hanya merusak lingkungan tapi akan membahayakan biota yang hidup di dalamnya serta membahayakan yang mengkonsumsinya (Kosker *et al.*, 2022; Lin *et al.*, 2021; Riani *et al.*, 2024). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis risiko kesehatan akibat mengkonsumsi ikan. Asumsi bobot tubuh orang dewasa yang digunakan pada perhitungan analisis risiko kesehatan ini adalah 70 kg dan anak-anak 20 kg.

Analisis risiko kesehatan akibat konsumsi ikan dilakukan terhadap organ tubuh yang biasa dikonsumsi, yakni daging. Dampak dari konsumsi daging ikan ini dihitung berdasarkan indeks risiko kesehatan, yang terdiri atas *Estimated Daily Intake* (EDI), *Estimated Weekly Intake* (EWI) yakni perkiraan asupan dalam satu minggu yang diperoleh dari nilai EDI dikalikan 7 hari, risiko nonkarsinogenik logam tunggal (THQ),

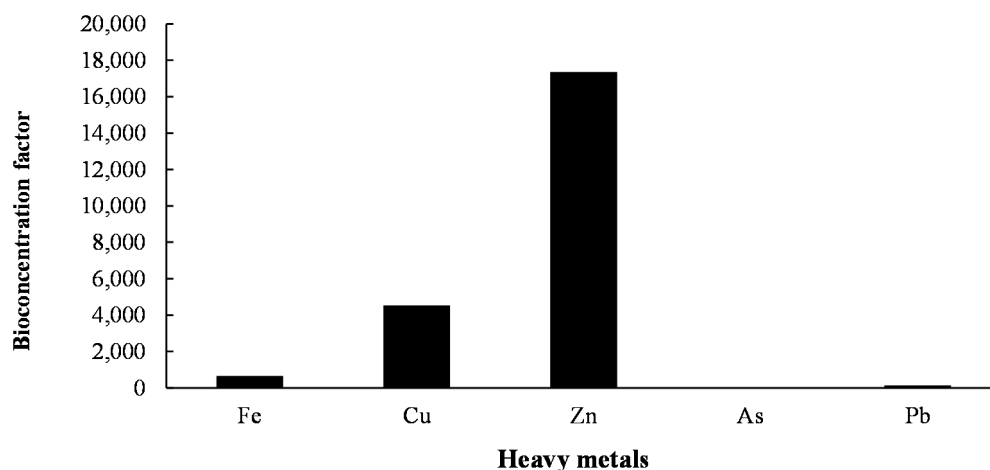


Figure 2 Bioconcentration factor of columbia catfish flesh
Gambar 2 Faktor bioakumulasi pada daging ikan *columbia catfish*

indeks risiko dari gabungan logam (HI), risiko karsinogenik (CR), dan batas aman konsumsi (MWI) untuk dewasa dan anak-anak.

Hasil analisis terhadap konsumsi ikan harian (EDI), dapat dilihat pada *Table 1*. Konsumsi harian yang aman atau yang tidak mengganggu dan membahayakan kesehatan yang mengonsumsinya dalam jangka panjang bervariasi antar jenis logam berat. Namun nilai terkecil terjadi pada logam berat arsen. Sangat rendahnya konsentrasi arsen dibanding unsur logam berat lainnya, karena arsen (terutama arsen anorganik), memiliki bahaya yang sangat serius, yakni berpotensi memunculkan gangguan kulit, kardiovaskular, hati, ginjal dan berbagai organ lainnya, serta bersifat karsinogen (Bakar *et al.*, 2024), dan mengakibatkan terjadinya kerusakan sistem saraf (Singh *et al.*, 2021). Selain itu dapat mengganggu mekanisme perbaikan DNA dan ekspresi protein penting, meningkatkan stres oksidatif melalui produksi spesies oksigen reaktif (ROS), yang dapat merusak sel dan jaringan tubuh (Mitra *et al.*, 2022). Oleh karena itu, konsumsi harian ikan *columbia catfish* yang aman untuk anak-anak adalah 0,004 g/hari dan 0,015 g/hari untuk dewasa.

Perkiraan terjadinya risiko kesehatan berupa penyakit non karsinogenik dari logam yang terkonsumsi melalui analisis *target hazard quotient* (THQ) dan *hazard index* (HI) (Lin *et al.*, 2021). Hasil analisis THQ pada penelitian ini menunjukkan bahwa

pada orang dewasa, mempunyai nilai THQ>1 untuk logam Zn, As, dan Pb, sedangkan untuk anak-anak, semua logam menunjukkan nilai THQ>1. Hasil analisis lanjutannya, yakni HI atau indeks risiko gabungan dari berbagai jenis logam berat atau penjumlahan dari THQ, memperlihatkan bahwa HI dari konsumsi ikan yaitu HI>1 (*Table 1*).

Table 1 menunjukkan bahwa THQ untuk semua jenis logam berat mulai dari Fe, Cu, Zn, As maupun Pb untuk anak-anak melebihi 1. Hal ini menunjukkan bahwa paparan semua jenis logam berat akibat konsumsi ikan dapat menyebabkan dampak negatif pada kesehatan anak-anak sehingga berpotensi memunculkan penyakit degeneratif non cancer. Kondisi yang berbeda terjadi pada orang dewasa, yang memperlihatkan bahwa pada orang dewasa Fe dan Cu yang terdapat pada ikan tidak membahayakan. Kandungan logam dalam ikan tersebut bukan hanya Fe dan Cu, namun juga terdapat Zn, As dan Pb yang berisiko, maka konsumsi ikan *columbia catfish* untuk orang dewasa juga berisiko memunculkan penyakit degeneratif non cancer. Risiko penyakit degeneratif non kanker akibat konsumsi ikan tersebut, pada anak-anak jauh lebih tinggi dibanding pada dewasa.

Berdasarkan kandungan logam berat yang terdapat pada daging ikan, maka potensi penyakit degeneratif non kanker yang dapat muncul akibat konsumsi ikan ini, di antaranya

adalah diabetes tipe 2 akibat paparan Fe yang berlebih (Aregbesola *et al.*, 2018), dan berbagai penyakit lainnya. Akibat paparan Cu yang berlebih berpotensi pada terjadinya gagal hati dan gagal ginjal (Rengaraj, 2004), pembentukan dan akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS) (Zhang, 2019), dan berbagai penyakit degeneratif lainnya. Akibat paparan Pb yang berlebih berpotensi mengganggu fungsi makrofag (Dietert & Piepenbrink, 2006), menginduksi produksi spesies yang reaktif terhadap oksigen (ROS) (Zeng *et al.*, 2020; Zulfqar *et al.*, 2019), menurunnya IQ secara signifikan (Wang *et al.*, 2023), mengganggu sistem hematologi (Dehari-Zeka *et al.*, 2020), mengganggu DNA dan RNA (Kim & Kang, 2016) dan berbagai penyakit degeneratif non kanker lainnya.

Analisis potensi risiko munculnya penyakit degeneratif kanker akibat konsumsi daging ikan hanya dilakukan terhadap logam berat yang bersifat karsinogen, yakni As dan Pb. sedangkan logam berat Fe, Cu, dan Zn merupakan unsur esensial yang bersifat non karsinogenik, sehingga tidak berpotensi sebagai karsinogen. Hasil analisis potensi risiko munculnya penyakit degeneratif kanker akibat konsumsi daging ikan *columbia catfish* yang berasal dari kolam Cinangka, memperlihatkan bahwa untuk dewasa berada pada kisaran rendah (Pb) hingga sedang (As). Namun resiko untuk anak-anak pada kisaran dari sedang (Pb) hingga tinggi (As). Contoh risiko tersebut di antaranya adalah makin tinggi paparan Pb, makin besar risiko terjadinya kanker ginjal (Al-Mzaïen,

2021), serta berbagai jenis kanker lain yang merupakan akibat tidak langsung melalui pembentukan ROS (Zeng *et al.*, 2020; Ogata, 2023).

Keamanan Pangan Ikan *Columbia Catfish*

Batas maksimum ikan *columbia catfish* yang dipelihara pada kolam bekas peleburan aki bekas di Desa Cinangka yang boleh dikonsumsi maksimum per minggu atau *maximum weekly intake* (MWI) pada penelitian ini menggunakan asumsi bobot tubuh dewasa adalah 70 kg, sedangkan pada anak-anak diasumsikan bobot tubuh adalah 20 kg (Table 2).

Hasil analisis *maximum tolerable intake* (MTI) bahwa jumlah (berat) ikan *columbia catfish* yang dipelihara pada kolam bekas peleburan aki bekas di Desa Cinangka yang diperbolehkan dikonsumsi dapat dilihat pada Table 2. Batas aman konsumsi ikan untuk dewasa yaitu sebanyak 0,091 kg/minggu atau hanya 91 g/minggu. Konsumsi ikan oleh anak-anak hanya boleh sebanyak 0,026 kg/minggu atau hanya 26 g/minggu. Jika dilihat MTI dari masing-masing logam, memperlihatkan bahwa baik pada orang dewasa maupun pada anak-anak, logam arsen memiliki nilai MTI yang paling kecil dibandingkan dengan logam lainnya disusul oleh Pb.

Rendahnya ikan yang boleh dikonsumsi tersebut disebabkan oleh bahaya mengonsumsi ikan *columbia catfish* yang mengandung logam As dan logam Pb pada daging ikan yang cukup tinggi. Batas aman

Table 2 Provisional tolerable weekly intake (PTWI), maximum weekly intake (MWI), and maximum tolerable intake (MTI) per week of food consumption

Tabel 2 *Provisional tolerable weekly intake* (PTWI), *maximum weekly intake* (MWI), dan angka toleransi ambang batas (MTI) per minggu untuk logam berat

Metals	PTWI (mg/kg body weight)	MWI (g)		MTI (kg/week)	
		Adults	Children	Adults	Children
Fe	5.6	392	112	0.73	0.21
Cu	3.5	245	70	5.14	1.47
Zn	7.0	490	140	0.52	0.15
As	0.015	1.05	0.30	0.09	0.03
Pb	0.025	1.75	0.50	0.13	0.04



konsumsi untuk anak-anak nilainya jauh lebih kecil dibandingkan orang dewasa. Hal ini disebabkan anak-anak lebih rentan terhadap paparan logam berat. Hal ini sesuai dengan pendapat Wang *et al.* (2023) dan Olujimi *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa anak-anak jauh lebih rentan terhadap paparan logam berat dibanding pada orang dewasa.

KESIMPULAN

Kolam yang dibangun pada lokasi bekas peleburan aki bekas tetap tercemar logam berat Fe, Zn, As, dan Pb serta terkontaminasi Cu. Ikan *columbia catfish* terkontaminasi oleh logam berat Fe, Cu, Zn, As, dan Pb cukup tinggi. Konsumsi ikan *columbia catfish* yang dipelihara pada kolam tersebut, baik pada anak-anak maupun pada dewasa berisiko memunculkan penyakit degeneratif non kanker serta memunculkan risiko penyakit kanker dengan kategori sedang-tinggi pada anak-anak, dan kategori rendah-sedang pada dewasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui pendanaan Program Riset Keilmuan skema Penelitian Fundamental Reguler dengan nomor kontrak: 027/E5/PG.02.00.PL/2024 pada tanggal 11 Juni 2024 atas nama Prof. Dr. Ir. Etty Riani MS.

DAFTAR PUSTAKA

- Adryansyah, A., Hartono, D. M., & Said, C. A. A. (2019). Pemulihan lahan terkontaminasi dari kegiatan peleburan aki bekas tanpa izin di Desa Cinangka, Kabupaten Bogor. *Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/doi.org/10.21009/jgg.041.01>
- Al-Jufaili, S. M., Adel, M., Shekarabi, S. P. H., Copat, C., & Velisek, J. (2024). Trace elements in the muscle and liver tissues of Garra shama from the freshwater ecosystem of Oman: an exposure risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 15199–15208.
- Al-Mzaen, A. K. (2021). Heavy metals and carcinogenesis: a review. *Muthanna Medical Journal*, 8(1), 20–30.
- Ali, H., & Khan, E. (2018). What are heavy metals? Long-standing controversy over the scientific use of the term 'heavy metals' – proposal of a comprehensive definition. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 100(1), 6-19. <https://doi.org/10.1080/02772248.2017.1413652>
- Ali, H.; Khan, E.; Ilahi, I., (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, (2019): 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>
- Annashr, N. N. (2015). Hubungan Kadar Timbal dalam Darah dengan Kadar Hemoglobin (Hb) dan Eritrosit Berbintik Basofilik pada Siswa Sekolah Dasar (SD) di Desa Cinangka Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor Tahun 2014. [Tesis]. Universitas Indonesia.
- Aregbesola, A., Melloa, V. D. F., Lindström, J., Voutilainen, S., Virtanen, J. K., Kiukaanniemi, S. K., Tuomainen, T. P., Tuomilehto, J., & Uusitupa, M. (2018). Serum adiponectin/ Ferritin ratio in relation to the risk of type 2 diabetes and insulin sensitivity. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 141(2018), 264–274 <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.05.012>
- Arnot, J. A., & Gobas, F. A. P. C. (2003). A generic QSAR for assessing the bioaccumulation potential of organic chemicals in aquatic food webs. *QSAR and Combinatorial Science*, 22(3), 337-345.
- Bakar A. N., Wan Ibrahim, W. N., & Mohd Faudzi, S. M. (2024). Arsenic contamination in rice and drinking water: An insight on human cognitive function. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 17, 100543. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100543>
- Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological

- effects on humans. *Heliyon*, 6(9), e04691. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- Cheng, W. H., & Yap, C. K. (2015). Potential human health risks from toxic metals via mangrove snail consumption and their ecological risk assessments in the habitat sediment from Peninsular Malaysia Malacca. *Chemosphere*, 135, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.04.013>.
- David, G. S., & Isangedighi, I. A. (2019). Heavy metals contamination in fish: effects on human health. *Journal of Aquatic Science and Marine Biology*, 2(4), 7–12.
- Dehari-Zeka, M., Letaj, K. R., Selimi, Q. I., & Elezaj, I. R. (2020). Blood lead level (BLL), δ -aminolevulinic acid dehydratase activity (ALAD), hemoglobin (Hb) and hematocrit (hct) in primary school-children and adult residents living in smelter rural areas in Kosovo. *Journal of Environmental Science and Health*, 55(10), 1179–1187, <https://doi.org/10.1080/10934529.2020.1780851>
- Dietert, R. R., & Piepenbrink M. S. (2006). Lead and immune function. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(4), 359–385. <https://doi.org/10.1080/10408440500534297>
- Edokpayi, J. N., Enitan, A. M., Mutileni, N., & Odiyo, J.O. (2018). Evaluation of water quality and human risk assessment due to heavy metals in groundwater around Muledane area of Vhembe District, Limpopo Province, South Africa. *Chemistry Central Journal*, 12(1), 1–16 <https://dx.doi.org/10.1186/s13065-017-0369-y>
- [FAO/WHO] Food and Agriculture Organization/ World Health Organization. (2010). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. http://www.fao.org/ag/agn/agns/jecfa_index_en.asp and <http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/en/index.html>.
- Frete, C. C., Kakisina, P., & Rumahlatu, D. (2020). Concentration of heavy metal Hg, Au, and Fe in sediments, water, and tissue damage of golden sea cucumber *Stichopus herrmanni* (Semper, 1868) (Holothuroidea; Stichopodidae) in Kayeli Bay, Indonesia. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 113–123. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.603602>
- Jadaa, W. & Mohammed, H. (2023). Heavy metals – Definition, natural and anthropogenic sources of releasing into ecosystems, toxicity, and removal methods – An overview study. *Journal of Ecological Engineering*, 24(6), 249–271. <https://doi.org/10.12911/22998993/162955>
- Kim, J. H., & Kang, J. C. (2016). The toxic effects on the stress and immune responses in juvenile rockfish, *Sebastes schlegelii* exposed to hexavalent chromium. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 43, 128–133.
- Kosker, A. R., Gundogdu, S., Ayas, D., & Bakan, M. (2022). Metal levels of processed ready-to-eat stuffed mussels sold in Turkey: Health risk estimation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 106, 104326. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104326>
- Lin, P., Nan, F. H., & Ling, M. P. (2021). Dietary exposure of the Taiwan population to mercury content in various seafood assessed by a total diet study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 12227. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212227>
- Mitra, S., Chakraborty, A. J., Tareq, A. M., Emran, T. B., Nainu, F., Khushro, A., Idris, A. M., Khandaker, M. U., Osman, H., Alhumaydhi, F. A., & Simal-Gandara, J. (2022). Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University-Science*, 34, 101865. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101865>
- Magalhaes, D. D. P., Marques, M. R. D. C., Baptista, D. F., & Buss, D. F. (2015). Metal bioavailability and toxicity in freshwaters. *Environmental Chemistry Letters*, 13(1), 69–87.
- Ogata, R. (2023). Three-year monitoring of the efficacy and improvement of the most popular arsenic removal filter in Nepal. *Groundwater for Sustainable Development*, 23, 101013. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.101013>



- org/10.1016/j.gsd.2023.101013
- Oloruntoba, E., Gurusa, O., Omokhodion, E., Fobil, J., Basu, N., Arko-Mensah, J., & Robin, T. (2021). Spatial distribution of heavy metals and pollution of environmental media around a used lead-acid battery recycling center in Ibadan, Nigeria. *Journal of Health and Pollution*, 11(29), 1-18. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-11.29.210304>
- Olujimi, O., Ajakore, S., Abuganloye, D., Arowolo, T., Steiner, O., Goessler, W., & Towolawi, T. (2023). Levels of toxic and trace metals in the breast milk of lactating mothers in Abeokuta, Ogun State, Nigeria. *Toxicology Reports*, 11, 168-173. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2023.08.001>
- Rengaraj, S., Kim, Y., Joo, K.C., & Yi, J. (2004). Removal of copper from aqueous solution by aminated and protonated mesoporous aluminas: kinetics and equilibrium. *Journal of Colloid and Interface Science*, 273(1), 14-21. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.01.007>
- Riani, E., Cordova, M. R., Arifin, Z. (2018). Heavy metal pollution and its relation to the malformation of green mussels cultured in Muara Kamal waters, Jakarta Bay, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 664-670
- Riani, E., Butet, N. A., Ansori, M., & Cordova, M. R. (2024). Impact of heavy metal pollution on the use of fishing pond land, a former site of used battery smelting. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 10(4), 1655-1674.
- Singh, P., Granberg, C. F., Harris, P. C., Lieske, J. C., Licht, J. H., Weiss, A., & Milliner, D. S. (2021). Primary hyperoxaluria type 3 can also result in kidney failure: A case report. *American Journal of Kidney Diseases*, 79(1), 125-128. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2021.05.016>
- Song, B., Lei, M., Chen, T., Zheng, Y., Xie, Y., Li, X., & Gao, D. (2009). Assessing the health risk of heavy metals in vegetables to the general population in Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences*, 21(12), 1702-1709. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62476-6](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62476-6)
- Suseno, D., & Razari, I. (2023). Identifikasi kandungan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*) dan ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp.) pada otak-otak. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(2), 191-205. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i2.45368>
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Ateş, A., & Gökkuş, K. (2008). Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: Twelve fish species. *Food Chemistry*, 108(2), 794-800. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.025>
- Ullah, A. K. M. A., Maksud, M. A., Khan, S. R., Lutfi, L. N., & Quraishi, S. B. (2017). Dietary intake of heavy metals from eight highly consumed species of cultured fish and possible human health risk implications in Bangladesh. *Toxicology Reports*, 4, 574-579. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2017.10.002>
- USEPA. (2014). Integrated Risk Information System (IRIS) Assessments. IRIS US EPA. Washington, DC. https://iris.epa.gov/AtoZ/?list_type=alpha
- Utari, S. P. S. D., Astiana, I., Ginting, E. K., & Pradnyaswari, N. M. R. (2023). Pengujian mutu organoleptik dan logam berat merkuri, timbel, kadmium ikan tuna bentuk steak di Denpasar. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(2), 271-279. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i2.44430>
- Wagh, M. S., Osborne, W. J., & Sivarajan, S. (2023). Toxicity assessment of lead, nickel and cadmium on zebra fish augmented with *Bacillus xiamenensis* VITMSJ3: An insight on the defense mechanism against oxidative stress due to heavy metals. *Food and Chemical Toxicology*, 177, 113830. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113830>
- Wang, H., Miao, D., Yu, Y., Zhang, Z., Zhu, Y., & Wang, Q. (2023). PVA/PAA/DMTD electrospun nanofibrous membrane for the selective adsorption of Pb(II) ions in liquid foods. *iScience*, 27(1), 108737. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108737>

- Wasisto, N. H., Trilaksani, W., & Setyaningsih, I. (2022). Penilaian risiko semikuantitatif logam berat pada ikan salmon di Jabodetabek. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 244-252.
- Wiharja. (2004). Kajian teknologi daur ulang timah dari aki bekas yang ramah lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5(1), 69-74.
- Yap, C. K., Cheng, W. H., Karami, A., & Ismail, A. (2016). Health risk assessments of heavy metal exposure via consumption of marine mussels collected from anthropogenic sites. *Science of The Total Environment*, 553, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.092>.
- Zeng, X., Huo, X., Xu, X., Liu, D., & Wu, W. (2020). E-waste lead exposure and children's health in China. *Science of The Total Environment*, 734(2020), 139286 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139286>
- Zhang, D., Liu, X., Ma, J., Yang, H., Zhang, W., & Li, C. (2019). Genotype Differences and Glutathione Metabolism Response in Wheat Exposed to Copper. *Environmental and Experiment Botany*, 157(2019), 250-259 <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.06.032>
- Zhao, T., Chae, S., Choi, Y. (2024). A review on recycling of waste lead-acid batteries. *Journal of Physics: Conference Series*, 2738, 012019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2738/1/012019>
- Zulfiqar, U., Farooq, M., Hussain, S., Maqsood, M., Hussain, M., Ishfaq, M., Ahmad, M., & Anjum, M.Z. (2019). Lead toxicity in plants: Impacts and remediation. *Journal of Environmental Management*, 250, 109557. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109557>