

Penetapan Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Ikan Kakap Putih, Ikan Kerapu dan Ikan Tigawaja di Perairan Kota Pekalongan

Irma Suryani^a, Achmad Vandian Nur^{*a}, Khusna Santika Rahmasari^a, Wirasti^a

^a Program Studi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, Pekajangan, 51173, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 21 Agustus 2024

Disetujui 20 Oktober 2024

Key word:

AAS

Fish

Cadmium

Pekalongan

Lead

Kata kunci:

AAS

Ikan

Kadmium

Pekalongan

Timbal

ABSTRACT

Pekalongan City is a batik industrial area whose waste contains heavy metals resulting in water pollution. Pollution can affect water quality and be absorbed by aquatic biota, causing fish catches to be contaminated, so that if consumed by humans it causes toxicity. Cadmium (Cd) and Lead (Pb) are carcinogenic, causing genotoxic and cytotoxic effects, causing damage to the lungs, kidneys, liver, nervous system and blood. The aim of this research is to determine the content of the heavy metals cadmium (Cd) and lead (Pb) in white snapper, grouper and tigawaja fish in Pekalongan City waters. The method in this research was carried out quantitatively using the AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) instrument. The results of the study showed that the cadmium (Cd) level in white sea bass was 0.17 mg/Kg, grouper fish was 0.22 mg/Kg and tigawaja fish was 0.19 mg/Kg. The lead (Pb) content in white snapper, grouper and tigawaja fish were respectively 1.64 mg/Kg, 2.63 mg/Kg and 1.35 mg/Kg. All three samples had cadmium levels exceeding the threshold limit set by BPOM No. 5 of 2018 of 0.10 mg/Kg. Lead levels in the three samples exceeded the threshold limits set by BPOM No. 9 of 2022 of 0.3 mg/Kg.

ABSTRAK

Kota Pekalongan adalah daerah industri batik yang limbahnya mengandung logam berat berakibat tercemarnya perairan. Pencemaran dapat mempengaruhi kualitas air serta diserap oleh biota perairan sehingga membuat hasil tangkapan ikan tercemar, sehingga jika dikonsumsi oleh manusia menyebabkan toksisitas. Logam kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) bersifat karsinogenik, memberikan efek genotoksik, sitotoksik, kerusakan pada paru-paru, ginjal, hati, sistem saraf dan darah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kandungan kadar logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada ikan kakap putih, ikan kerapu dan ikan tigawaja di Perairan Kota Pekalongan. Metode dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan instrumen AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar kadmium (Cd) dalam ikan kakap putih sebesar 0,17 mg/Kg, ikan kerapu sebesar 0,22 mg/Kg dan ikan tigawaja sebesar 0,19 mg/Kg. Kandungan kadar timbal (Pb) pada ikan kakap putih, ikan kerapu dan ikan tigawaja secara berurutan sebesar 1,64 mg/Kg, 2,63 mg/Kg dan 1,35 mg/Kg. Ketiga sampel kadar kadmiumnya melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh BPOM No. 5 Tahun 2018 sebesar 0,10 mg/Kg. Kadar timbal dalam ketiga sampel melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh BPOM No. 9 Tahun 2022 sebesar 0,3 mg/Kg.

*e-mail: avnomad@gmail.com

*Telp: 085878760116

Pendahuluan

Perairan Kota Pekalongan merupakan salah satu daerah pesisir yang memiliki aktivitas perikanan dan kelautan yang cukup tinggi. Berbagai jenis sumber daya biotik,

termasuk ikan banyak ditangkap di wilayah ini. Ikan diketahui memberikan banyak manfaat bagi ibu hamil, bayi dalam kandungan, dan bayi baru lahir. Mengonsumsi ikan dua hingga tiga kali seminggu dapat membantu anak-anak,

perempuan, dan keluarga secara keseluruhan untuk tetap sehat. Ikan juga menyediakan energi dalam makanan hingga 180 kalori per hari [1].

Ikan dapat hidup di hampir semua jenis perairan, baik di permukaan laut maupun di sekitarnya. Ikan berukuran sedang seperti kakap putih, kerapu, dan tigawaja biasanya menjadi sumber makanan dan komoditas penting bagi masyarakat setempat dan daerah sekitarnya. Pantai merupakan bagian dari ekosistem pesisir yang seringkali menjadi tempat berbagai aktivitas manusia, termasuk kegiatan rumah tangga, perikanan, pelayaran, dan industri.

Aktivitas industri di Kota Pekalongan cukup berkembang, salah satunya adalah industri batik. Banyak industri rumahan yang membuang limbah produksi batik ke perairan umum atau sungai, yang kemudian bermuara ke laut di sekitar Kota Pekalongan. Aktivitas industri ini memicu berbagai kegiatan manusia yang dapat menimbulkan masalah lingkungan, termasuk pencemaran. Salah satu bentuk pencemaran yang dapat memengaruhi kualitas perairan dan membahayakan kehidupan organisme air adalah pencemaran logam berat. Limbah industri batik mengandung logam berat seperti Pb, Cd, Cu, Cr, Zn, serta padatan tersuspensi dan zat organik lainnya yang sulit terurai oleh mikroorganisme [2].

Air dan sedimen di perairan pantai Kota Pekalongan telah tercemar logam berat timbal (Pb). Berdasarkan penelitian Kharisma *et al.*, (2023), kadar timbal di perairan tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu, 0,008 mg/L untuk air serta sedimen 47,6 mg/kg dan 25 mg/kg. Peningkatan konsentrasi logam berat dalam air yang melebihi ambang batas dapat menjadi racun bagi organisme. Dampak logam berat tidak hanya dirasakan oleh biota laut, tetapi juga dapat mempengaruhi kesehatan manusia jika mengonsumsi biota laut, karena logam berat tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh.

Timbal (Pb) adalah logam berat yang bersifat beracun dan berbahaya, serta tidak dibutuhkan oleh tubuh. Jika terakumulasi dalam jumlah besar di dalam tubuh manusia, timbal memiliki sifat kumulatif yang dapat menimbulkan dampak negatif. Akumulasi

paparan timbal dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai organ tubuh, terutama sistem saraf, pembentukan darah, sistem reproduksi, ginjal dan jantung. Efek negatif lainnya termasuk peningkatan tekanan darah tinggi dan anemia (kekurangan darah) [4].

Selain timbal, ada kadmium (Cd) yang merupakan logam berat non-esensial dan bersifat toksik yang dapat menyebabkan keracunan kronis pada makhluk hidup. Keracunan kadmium kronis melalui inhalasi dapat mengakibatkan berbagai kondisi seperti peningkatan kadar asam amino, kalsium, gula, protein dalam urin dan fosfat, peningkatan kreatinin dalam darah, pembentukan batu ginjal, anemia, serta gangguan dalam ekskresi asam tubuh. Sementara itu, paparan akut kadmium dapat menyebabkan gangguan pencernaan, bronkitis, asma kimia, pneumonia, masalah fungsi hati, serta gagal ginjal akut [5].

Metode yang efektif untuk mengukur kadar suatu logam adalah *Atomic Absorption Spectrophotometry*. Metode ini didasarkan pada proses penyerapan energi oleh atom-atom pada tingkat energi dasar. Keunggulan dari metode AAS meliputi akurasi tinggi, sensitivitas yang baik, prosedur yang relatif sederhana, analisis yang cepat dan teliti, serta tidak memerlukan pemisahan logam sebelumnya [6].

Berdasarkan latar belakang diatas, logam berat menjadi masalah pencemaran, sehingga diharapkan dapat dideteksi informasi adanya kandungan logam berat kadmium dan timbal dalam ikan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat dalam mengonsumsi biota laut ikan.

Bahan dan Metode

Bahan dan Peralatan

Adapun bahan yang digunakan yaitu larutan baku standar $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ dan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, HNO_3 p.a (Merck), HClO_4 (Merck), pelarut aquabidest p.a, ikan kakap putih, ikan kerapu dan ikan tigawaja. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (Shimadzu AA-7000) dengan lampu katoda Cd dan Pb, oven (Mettler), hot plate (Thermo), neraca analitik (CGOLDENWALL), alat-alat gelas (Pyrex), kertas saring Whatmann No. 41 dan mikro pipet.

Pengambilan Sampel

Sampel ikan kakap putih (*Lates calcarifer*), ikan kerapu (*Ephinephelus lanceolatus*) dan ikan tigawaja (*Johnius coitor*) diperoleh dari muara Pantai Ngebum, Kandang Panjang, Kec. Pekalongan Utara, Kota Pekalongan.

Determinasi Sampel

Determinasi sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Tujuan determinasi yaitu untuk memastikan keakuratan identifikasi sampel yang akan diteliti, mencegah kesalahan dalam pengumpulan bahan dan menghindari kemungkinan tercampurnya dengan sampel yang akan diteliti dengan sampel lain [7].

Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan dengan menimbang berat basah ikan, kemudian dibersihkan dengan dicuci menggunakan aquades, diambil dagingnya dan ditimbang. Sampel dipotong kecil-kecil lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Setelah kering, sampel ditimbang sebanyak 1 gram untuk dilakukan destruksi.

Destruksi Sampel

Hasil preparasi sampel diambil masing-masing 1 gram kemudian ditambahkan larutan HNO_3 65% dan HClO_4 60% sambil dipanaskan pada *hot plate* dengan suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Setelah itu, larutan diencerkan dengan aquabides p.a dalam labu ukur 50 mL lalu dihomogenkan dan disaring dengan kertas whatman no. 41.

Analisis Kuantitatif

Pembuatan Kurva Standar Cd dan Pb

Larutan induk $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ dan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ konsentrasi 1000 mg/L dipipet masing-masing 1 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, tambahkan larutan HNO_3 0,5 M hingga tepat garis batas dan didapatkan larutan standar 10 mg/L. Larutan standar $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 10 mg/L dibuat larutan dengan konsentrasi 0,002; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 mg/L, selanjutnya diukur pada panjang gelombang 228,8 nm [8]. Larutan standar $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10 mg/L dibuat larutan dengan konsentrasi 0,01; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5 mg/L dan

diukur pada panjang gelombang 283,3 nm [9].

Hasil dan Pembahasan

Preparasi Sampel

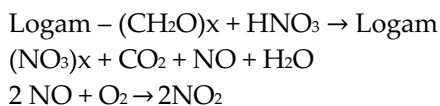
Sampel yang akan diuji disiapkan dengan melakukan preparasi. Ikan dicuci dengan aquades untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Sampel dipisahkan dari bagian yang tidak digunakan, diambil dagingnya lalu ditimbang. Selanjutnya daging ikan dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dengan oven pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Setelah kering, sampel dihaluskan menggunakan blender hingga homogen kemudian ditimbang berat keringnya hingga konstan dan dihasilkan serbuk berwarna kecoklatan.

Destruksi Sampel

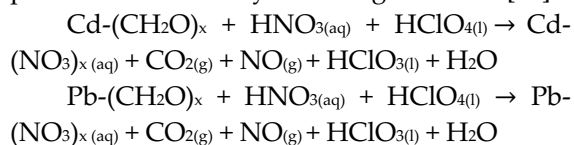
Hasil serbuk preparasi sampel ditimbang masing-masing sebanyak 1 gram untuk dilakukan proses destruksi. Metode destruksi yang digunakan adalah destruksi basah, yang bertujuan untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang memiliki konsentrasi rendah. Proses ini melibatkan penguraian bahan organik menggunakan larutan asam pekat dan pemanasan hingga larutan jernih [10].

Serbuk yang diperoleh dari preparasi ditambah dengan HNO_3 65% dan dipanaskan diatas *hotplate* dengan suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ hingga asap coklat hilang dalam lemari asam. Fungsi penambahan HNO_3 untuk memecah senyawa dalam sampel menjadi unsur-unsurnya. Larutan asam nitrat pekat merupakan asam yang paling efektif dan sering digunakan dalam destruksi basah karena kemampuannya memecah sampel menjadi senyawa yang mudah terurai. Selain itu, larutan ini juga memiliki sifat yang sulit menguap [10].

Pemanasan dilakukan untuk memastikan proses dekomposisi sampel berjalan sempurna. Asam nitrat memiliki titik didih 121°C , sehingga penggunaan suhu 100°C bertujuan untuk mencegah larutan HNO_3 menguap terlalu cepat sebelum proses destruksi selesai [11]. Selama proses destruksi, muncul gas NO_2 berupa gelembung-gelembung gas berwarna coklat tipis, yang menandakan bahwa bahan organik telah teroksidasi secara sepenuhnya oleh asam nitrat. Berikut reaksi yang terjadi antara bahan organik dengan HNO_3 [12]:



Setelah terbentuk gas coklat dalam larutan, sampel secara bertahap ditambahkan dengan HClO_4 . Penambahan asam perklorat untuk campuran asam berfungsi sebagai oksidator kuat sehingga membantu HNO_3 dalam mendekomposisi matriks organik pada sampel. Selain itu, HClO_4 juga berperan sebagai penjernih. Reaksi yang terjadi pada penambahan HClO_4 yaitu sebagai berikut [13]:



Hasil destruksi berupa larutan jernih berwarna kuning muda, menandakan bahwa proses destruksi telah selesai. Kemudian larutan didinginkan, diencerkan dengan aquabides dan disaring menggunakan kertas saring whatman no. 41 untuk menghilangkan residu yang tersuspensi dalam larutan. Sampel hasil destruksi diukur serapannya untuk mengetahui keberadaan logam Cd pada panjang gelombang 228,8 nm dan Pb pada panjang gelombang 283,3 nm dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

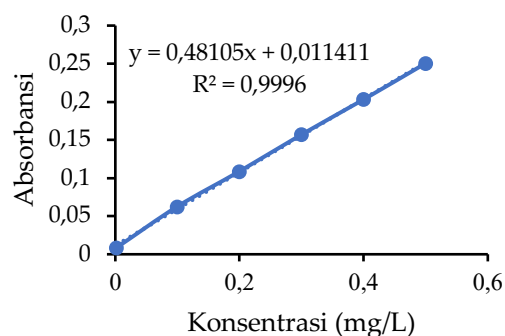
Analisis Kuantitatif

Identifikasi kadar Cd dan Pb pada sampel dilakukan uji kuantitatif dengan AAS dan diawali dengan membuat larutan standar Cd dan Pb.

1. Kadmium

Larutan standar kadmium yang telah dibuat diukur serapannya dengan panjang gelombang 228,8 nm yang dipilih karena termasuk panjang gelombang yang spesifik untuk logam berat kadmium. Selain itu, merupakan panjang gelombang paling kuat menyerap garis untuk transisi elektronik dari tingkat dasar ke tingkat eksitasi [14]. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar Cd didapatkan kurva persamaan regresi linear $y = 0,48105x + 0,011411$ dengan nilai $(r) = 0,9996$. Hal tersebut menandakan bahwa hubungan linear yang didapatkan baik karena nilai (r) mendekati 1 [15]. Kurva kalibrasi Kadmium dapat dilihat

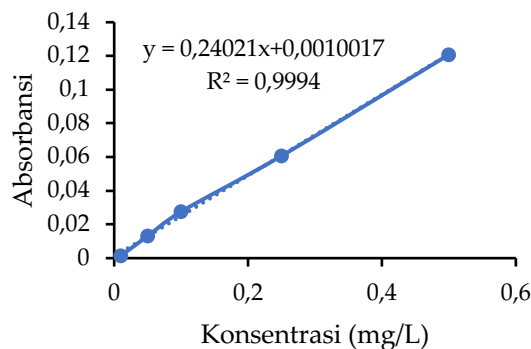
pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva kalibrasi Cd

2. Timbal

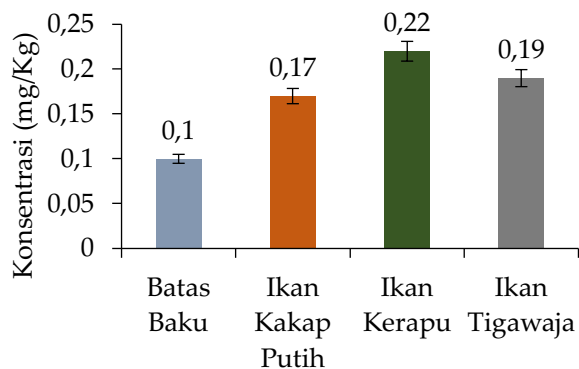
Larutan standar timbal yang telah dibuat diukur serapannya dengan panjang gelombang 283,3 nm yang dipilih karena terjadi penyerapan paling kuat untuk transisi elektronik dari tingkat dasar ke tingkat eksitasi [16]. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar Pb didapatkan kurva persamaan regresi linear $y = 0,24021x + 0,0010017$ dengan nilai $(r) = 0,9994$. Hal tersebut menandakan bahwa hubungan linear yang didapatkan baik karena nilai (r) mendekati 1 [15]. Kurva kalibrasi Timbal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva kalibrasi Pb

Selanjutnya dilakukan pengujian pada sampel dengan AAS yang dilengkapi lampu katode Cd dan Pb. Prinsip kerja *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) adalah bahwa sampel cair atau larutan akan mengalami atomisasi ketika melewati nyala yang sangat panas, sehingga pelarut dalam sampel menguap lalu meninggalkan logam. Logam tersebut kemudian menyerap sinar dari katoda dan jumlah sinar yang diserap

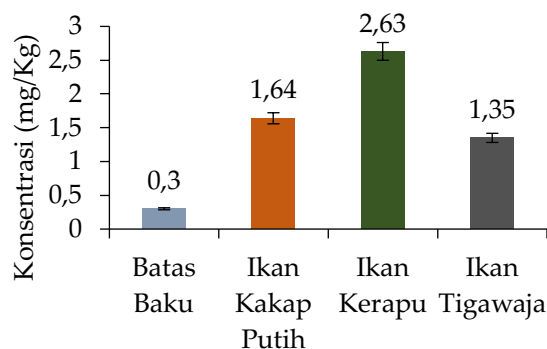
sebanding dengan konsentrasi logam, yang kemudian akan terbaca pada *readout* [17]. Penelitian ini sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang 228,8 nm untuk logam Cd dan 283,3 nm logam Pb. Hasil kadar kadmium dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kadar Cd

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa kandungan kadmium (Cd) pada ikan kakap putih sebesar 0,17 mg/Kg, 0,22 mg/Kg dalam ikan kerapu dan 0,19 mg/Kg pada ikan tigawaja. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa keseluruhan sampel kadarnya melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh BPOM No. 5 Tahun 2018 sebesar 0,10 mg/Kg. Adanya kadar logam berat kadmium yang terdeteksi dalam sampel ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya seperti sumber lokasi pengambilan sampel yang tertimbun sampah, pembakaran sampah plastik yang dilepaskan ke udara lalu masuk ke perairan melalui presipitasi, adanya penggunaan cat kapal, aktivitas antropogenik meliputi pembakaran dan pertaian.

Logam berat kadmium bersifat karsinogenik bagi manusia dan dapat menyebabkan kanker pada berbagai organ seperti paru-paru, ginjal, payudara dan prostat. Kadmium memiliki efek genotoksik dan sitotokik yang berkontribusi pada pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS), seperti superoksida (O_2^-) oksigen (O), hidrogen peroksida (H_2O_2) serta radikal bebas hidroksil (OH) [18].



Gambar 4. Grafik kadar Pb

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa kandungan timbal (Pb) pada ikan kakap putih sebesar 1,64 mg/Kg, 2,63 mg/Kg dalam ikan kerapu dan 1,35 mg/Kg pada ikan tigawaja. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa keseluruhan sampel kadarnya melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh BPOM No. 9 Tahun 2022 sebesar 0,30 mg/Kg.

Terdeteksinya logam timbal dalam sampel dapat dipengaruhi oleh perairan yang digunakan sebagai jalur transportasi nelayan yang menggunakan bahan bakar yang mengandung logam berat dan dapat masuk ke perairan sehingga dapat diserap oleh biota laut. Faktor lain yang menjadi sumber terkandungnya kadar logam berat yaitu pasang surutnya air laut. Pencemaran limbah Pb umumnya berasal dari berbagai aktivitas di sekitar lokasi pengambilan sampel, meliputi pariwisata, pelabuhan dan tempat pelelangan ikan, limbah rumah tangga yang dibuang ke laut serta limbah industri.

Logam berat timbal (Pb) dapat menyebabkan berbagai dampak buruk, termasuk gangguan pada sistem saraf pusat yang memicu masalah kognitif, gangguan pada ginjal, serta masalah pada sistem kardiovaskular seperti penyakit jantung kronis, hipertensi, penyakit jantung koroner, dan perubahan detak jantung. Selain itu, Pb juga dapat mengganggu sistem reproduksi, menyebabkan masalah pada sistem pencernaan seperti nyeri perut parah (kolik kering), serta mempengaruhi sistem pernapasan [19].

Kadar kadmium dan timbal yang terdeteksi pada ikan kerapu (*Ephinephelus lanceolatus*) memiliki kadar lebih tinggi dibandingkan dengan ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) maupun ikan tigawaja (*Johnius coitor*). Hal ini

dapat disebabkan oleh perbedaan habitat, karena ikan kerapu hidup di perairan muara, pantai (laguna), di dasar karang keras yang didominasi oleh karang masif yang membentuk celah atau lubang-lubang di dasar koloni karang dan terumbu karang. Karang merupakan organisme laut yang sensitif terhadap perubahan fisik dan kimia lingkungan laut [20]. Karang juga cenderung tinggi dalam mengakumulasi logam, sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menilai tingkat pencemaran di suatu perairan [21].

Kandungan logam Cd dan Pb yang terdeteksi dalam ikan kakap putih, ikan kerapu dan ikan tigawaja diduga karena spesies tidak mampu mengekresikan logam Cd dan Pb dengan baik, sehingga logam tersebut terakumulasi dalam jaringan tubuh mereka. Spesies ini dianggap sebagai bioindikator pencemaran logam berat, karena memiliki kemampuan tinggi dalam mengakumulasi logam berat, sehingga mencerminkan konsentrasi di lingkungan perairan. Ikan-ikan yang telah terpapar logam berat seperti Cd dan Pb sangat berbahaya jika dikonsumsi manusia, karena akumulasi logam berat ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan keracunan logam berat dan berbagai penyakit.

Ucapan terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium SMK Muhammadiyah Kajen dan Laboratorium Universitas Muhammadiyah Pekalongan yang telah membantu dan menyediakan fasilitas untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar kadmium (Cd) dalam ikan kakap putih sebesar 0,17 mg/Kg, ikan kerapu sebesar 0,22 mg/Kg dan ikan tigawaja sebesar 0,19 mg/Kg. Ketiga kadar tersebut melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh BPOM No. 5 Tahun 2018 sebesar 0,10 mg/Kg. Kandungan kadar timbal (Pb) pada ikan kakap putih, ikan kerapu dan ikan tigawaja secara berurutan sebesar 1,64 mg/Kg, 2,63 mg/Kg dan 1,35 mg/Kg. Kadar

timbal dalam ketiga sampel melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh BPOM No. 9 Tahun 2022 sebesar 0,3 mg/Kg.

Daftar Pustaka

- [1] R. C. Purnama, A. Retnaningsih, and A. Andriyan, "Penetapan Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Ikan (*Rastrelliger kanagurta*) Di Daerah Kampung Nelayan Kecamatan Panjang Dengan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)," vol. 3, no. 4, pp. 259–265, 2018.
- [2] Z. Oktavia, Budiyono, and N. A. Y. Dewanti, "Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik 'X' Magelang," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 4, pp. 238–246, 2016.
- [3] R. N. Kharisma, B. Yulianto, and R. A. T. Nuraini, "Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara Granosa*) di Muara Sungai Loji dan Perairan Pantai Sekitarnya, Kota Pekalongan," *J. Mar. Res.*, vol. 12, no. 2, pp. 330–335, 2023.
- [4] Y. Ardillah, "Risk Factors of Blood Lead Level," *J. Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 7, no. 3, pp. 150–155, 2016, doi: 10.26553/jikm.2016.7.3.150-155.
- [5] Asrori, Nurhayati, A. Mutholib, and T. F. Ellinasari, "Gambaran Kadar Asam Urat Pada Pekerja Bengkel Las di Kecamatan Sukarami Palembang Tahun 2019," *J. Anal. Kesehat.*, vol. 8, no. 1365, pp. 63–71, 2019.
- [6] E. Rahmawati, D. C. Dewi, and B. Fauziyah, "Analisis Kadar Logam Tembaga (Cu) Pada Permen Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)," *J. Islam. Pharm.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–14, 2017, doi: 10.18860/jip.v1i1.4179.
- [7] M. H. C. Klau and R. J. Hesturini, "Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Dandang Gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm F) Lindau) Terhadap Daya Analgetik Dan Gambaran Makroskopis Lambung Mencit," *J. Farm. Sains Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 6–12, 2021, doi: 10.52216/jfsi.v4i1.59.
- [8] L. Ramdanawati, E. Emawati, and B. E.

- Asmayati, "Analisis Kadar Cemar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Sampel Ikan Air Tawar dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)," *Farmagazine*, vol. IV, no. 2, pp. 26–30, 2017.
- [9] A. Zulfiah, S. Seniwati, and S. Sukmawati, "Analisis Kadar Timbal (Pb), Seng (Zn) Dan Tembaga (Cu) Pada Ikan Bandeng (*Chanos Chanos Forsk.*) Yang Berasal Dari Labakkang Kab. Pangkep Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)," *J. Ilm. As-Syifaa*, vol. 9, no. 1, pp. 85–91, 2017, doi: 10.33096/jifa.v9i1.257.
- [10] A. Afrina and L. Lazulva, "Reduction of Heavy Metals Level in the Waste Water Using Phytoremediation Technique," *Indones. J. Chem. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.24114/ijcst.v1i1.10594.
- [11] A. H. Hutuba, A. M. A. Suryadi, and F. Hiola, "Analisis Kandungan Flavanoid Daun Sambang Darah (*Excoecaria cochinchinensis* L)," *J. Syifa Sci. Clin. Res.*, vol. 5, no. 164–171, 2023, doi: 10.37311/jsscr.v5i1.7157.
- [12] A. E. Wulandari and Sukesu, "Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd dan Cu dalam Nugget Ayam Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*)," vol. 2, no. 2, pp. 6–8, 2013.
- [13] M. Kartikasari, "Analisis Logam Timbal (Pb) pada Buah Apel (*Pylus Malus* L.) dengan Metode Destruksi Basah Secara Spektrofotometri Serapan Atom," *Univ. Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*, pp. 1–110, 2016.
- [14] G. L. G. Devi and M. M. Susanti, "Analisis Cemar Logam Berat Kadmium (Cd) Dalam Jamu Pegal Linu Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)," *J. Clin. Pharm. Pharm. Sci.*, vol. 1 (1), pp. 1–8, 2022.
- [15] K. S. Rahmasari and M. B. Alfari, "Validasi Metode dan Penetapan Kadar Sirup Kering Cefadroxil dengan Metode FTIR-ATR," *Sinteza*, vol. 3, no. 2, pp. 66–73, 2023, doi: 10.29408/sinteza.v3i2.19812.
- [16] N. Naimin, "Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Teluk Bone (Kabupaten Sinjai) dengan Menggunakan Metode Spektrofotometer Serapan Atom," *Skripsi*, 2014.
- [17] N. A. I. Aanisa, R. Rahmawati, B. H. A. Tasiman, and Y. Astuti, "Analisis Kualitas dan Tingkat Pencemaran Limbah B3 Terlarut di Aliran Sungai Cideng," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 22, no. 1, pp. 215–227, 2023, doi: 10.14710/jil.22.1.215-227.
- [18] Z. Khan, A. Elahi, D. A. Bukhari, and A. Rehman, "Cadmium sources, toxicity, resistance and removal by microorganisms-A potential strategy for cadmium eradication," *J. Saudi Chem. Soc.*, vol. 26, no. 6, p. 101569, 2022, doi: 10.1016/j.jscs.2022.101569.
- [19] T. Bhasin, Y. Lamture, M. Kumar, and R. Dhamecha, "Unveiling the Health Ramifications of Lead Poisoning: A Narrative Review," *Cureus*, vol. 15, no. 10, pp. 1–7, 2023, doi: 10.7759/cureus.46727.
- [20] Fitriani, Emiyarti, and P. A.G., "Sebaran Logam Berat Nikel (Ni) Pada Air Di Perairan Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka," *J. Ilmu Kelaut. Sapa Laut*, vol. 6, no. (3), pp. 177–182, 2021, doi: <https://doi.org/10.33772/jsl.v6i3.2098>.
- [21] . Riska, N. P. Zamani, T. Prartono, and A. Arman, "Plumbum (Pb) Concentration In Annual Bands Of Coral Porites lutea At Tunda Island, Banten," *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 7, no. 1, pp. 235–246, 2015, doi: 10.29244/jitkt.v7i1.9809.



© 2024 by the authors. Licensee Fullerene Journal Of Chem. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).