

Comparative Analysis of Heavy Metal (Cd and Zn) Contents in Rice Snails (*Pila ampullacea*)

Hilda Fitria Wulandari, Khusna Santika Rahmasari[□], Achmad Vandian Nur, dan Slamet Slamet

Jurusan Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan Jl. Raya Ambokembang No.8 Kedungwuni Kab. Pekalongan Telp. (0285)785179 Fax. (0285)785555 Pekalongan 51173

Info Artikel

Diterima: 23-08-2025

Disetujui: 21-04-2026

Dipublikasikan: 30-05-2026

Keywords:

AAS

Rice Field Snail

Cadmium

Zinc

Abstrak

Keong sawah (*Pila ampullacea*) merupakan biota perairan sawah yang memiliki sifat *filter feeder* dan memiliki kemampuan untuk mengakumulasi polutan. Keong sawah yang terpapar oleh logam berat dapat menimbulkan efek toksik jika dikonsumsi oleh manusia. Logam berat Cd dan Zn merupakan logam berat yang dapat mencemari lahan pertanian yang disebabkan karena penggunaan pupuk anorganik, pembuangan limbah industri, dan juga limbah rumah tangga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan adanya kadar Cd dan Zn pada keong sawah yang diambil dari 4 daerah di Kabupaten Pekalongan. Preparasi sampel dilakukan dengan destruksi basah dan dianalisis dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua sampel mengandung logam berat Cd dan Zn. Kandungan Cd pada keong sawah sebesar 3,04 mg/kg; 5,97 mg/kg; 7,56 mg/kg; 6,83 mg/kg, dan 2,35 mg/kg. Kadar Cd yang terkandung dalam semua sampel keong sawah sudah melebihi baku mutu Cd yang ditentukan oleh BPOM No.9 Tahun 2022 sebesar 1,0 mg/kg. Sedangkan kandungan Zn pada keong sawah 4,78 mg/kg; 7,42 mg/kg; 9,39 mg/kg; 8,95 mg/kg dan 2,93 mg/kg. Kadar Zn yang terkandung dalam semua sampel belum melebihi ambang batas yang ditentukan oleh BPOM No.03725/B/SK/VII/89 sebesar 100 mg/Kg.

Abstract

Rice snails (*Pila ampullacea*) are aquatic biota of rice fields that have filter feeder properties and have the ability to accumulate pollutants. Rice snails that are exposed to heavy metals can cause toxic effects if consumed by humans. The heavy metals Cd and Zn are heavy metals that can pollute agricultural land due to the use of inorganic fertilizers, industrial waste disposal, and also household waste. The study aims to prove the presence of Cd and Zn levels in rice snails taken from 4 areas in Pekalongan Regency. Sample preparation was carried out using the wet digestion method and sample research using the AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) method. The test results showed that all samples contained the heavy metals Cd and Zn. The Cd content in rice snail was 3.04 mg/kg; 5.97 mg/kg; 7.56 mg/kg; 6.83 mg/kg, and 2.35 mg/kg. The Cd levels contained in all rice field snail samples have exceeded the Cd quality standard determined by BPOM No.9 of 2022 of 1.0 mg/kg. The Zn content in rice snail was 4.78 mg/kg; 7.42 mg/kg; 9.39 mg/kg; 8.95 mg/kg and 2.93 mg/kg. The Zn levels contained in all samples have not exceeded the threshold determined by BPOM No.03725/B/SK/VII/89 of 100 mg/kg.

Pendahuluan

Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu daerah yang memiliki lahan pertanian cukup luas, sehingga sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Lahan pertanian atau sawah merupakan tempat budidaya berbagai macam tanaman yang dibutuhkan manusia dalam kehidupan sehari-hari seperti tanaman padi. Selain menjadi tempat budidaya tanaman, lahan sawah juga menjadi tempat berlangsungnya hidup beberapa biota perairan seperti keong sawah.

Keong sawah (*Pila ampullacea*) merupakan salah satu biota perairan sawah yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Menurut Winarni dkk. (2019) keong sawah termasuk sumber protein hewani yang mengandung seng. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmiati dkk. (2023) di Nusa Tenggara Barat, banyaknya populasi keong sawah dimanfaatkan sebagai produk olahan seperti abon keong sawah dalam program pencegahan stunting, karena ketika keong sawah dikonsumsi oleh balita maka balita tersebut memiliki tambahan asupan protein yang akan mempengaruhi pertumbuhannya.

Keong sawah (*Pila ampullacea*) termasuk hewan kelas gastropoda yang memiliki sifat sebagai *filter feeder*, yaitu mampu menyaring makanan langsung dari perairan. Adanya sifat tersebut maka keong sawah dapat dijadikan sebagai indikator penentu kualitas perairan, sehingga jika terdapat perairan sawah yang tercemar oleh logam berat maka logam berat tersebut dapat terakumulasi ke dalam tubuh keong sawah. Sejumlah penelitian internasional melaporkan bahwa gastropoda air tawar cenderung menunjukkan konsentrasi logam berat yang lebih tinggi dibandingkan organisme akuatik lain karena keterbatasan mobilitas serta kontak langsung dengan sedimen yang menjadi tempat pengendapan logam berat (Yap et al., 2016; Wang et al., 2019).

Pencemaran logam berat pada lahan pertanian dapat disebabkan karena penggunaan pupuk anorganik, terutama pupuk fosfat seperti SP-36 dan TSP (*Triple Super Phosphate*) yang diketahui mengandung cemaran kadmium (Cd), serta pupuk nitrogen seperti urea dan NPK dalam penggunaan jangka panjang. Selain itu, limbah industri dan rumah tangga yang masuk ke sistem irigasi pertanian juga berkontribusi terhadap peningkatan kandungan logam berat di lahan sawah (Zhao et al., 2015).

Logam berat kadmium (Cd) memiliki toksisitas yang tinggi setelah merkuri (Hg). Logam berat tersebut termasuk ke dalam logam berat non esensial, yaitu logam berat yang belum diketahui manfaatnya bahkan bersifat toksik jika berada di dalam tubuh. Logam berat kadmium memiliki sifat bioakumulatif, biomagnifikasi, dan karsinogenik, sehingga logam tersebut dapat terakumulasi ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup yang ada di sekitarnya dan apabila mencapai konsentrasi toksik maka dapat meracuni semua komponen biotik (hewan, tumbuhan, dan manusia) (Roberts, 2015; Zhang et al., 2018). Berdasarkan keputusan BPOM No.9 Tahun 2022 batas maksimum kontaminasi logam berat Cd dalam pangan olahan yaitu sebesar 1,0 mg/Kg. Paparan logam berat seperti kadmium dalam jumlah yang cukup besar dapat menyebabkan kerusakan ginjal, hati, testis, sistem imunitas, kerusakan saraf, dan pembuluh darah (Sylvia dkk., 2017).

Logam Zn termasuk ke dalam logam berat esensial, yaitu logam berat yang dibutuhkan oleh tubuh. Logam seng yang terdapat pada lingkungan terutama bersumber dari penggunaan pupuk kimia. Mengonsumsi makanan yang mengandung zink berlebihan akan menyebabkan gangguan saluran pencernaan, penurunan sistem imunitas tubuh, dan pengurangan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) kolesterol di dalam darah (Yusuf dkk., 2016; Winarni dkk., 2019).

Analisis logam berat dilakukan dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). AAS adalah teknik analisis yang digunakan untuk menentukan jumlah logam berat yang terkandung dalam berbagai zat. Salah satu syarat dari metode AAS ini adalah sampel harus dalam bentuk larutan, sehingga sebelum sampel dianalisis kadar logam beratnya dilakukan destruksi terlebih dahulu untuk menghilangkan atau memisahkan kandungan ion lain dan diharapkan kesalahan ketika analisis dapat dicegah seminimal mungkin (Asmorowati dkk., 2020; Anggitami dkk., 2021). Berdasarkan uraian latar belakang diatas, peneliti melakukan penelitian mengenai kandungan logam berat Cd dan Zn pada keong sawah. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat agar lebih berhati-hati dalam mengonsumsi keong sawah.

Metode

Penelitian ini dilakukan secara kualitatif dan juga kuantitatif dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) untuk menentukan kadar logam berat Cd dan Zn dalam keong sawah (*Pila ampullacea*) yang diambil dari 4 sawah di Kabupaten Pekalongan. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya seperangkat alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) (*Shimadzu AA-7000*) dengan lampu katoda Cd dan Zn, neraca analitik (*CGOLDEWALL*), dan oven (*Memmert*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sampel keong sawah (*Pila ampullacea*), baku standar kadmium nitrat [$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$] (purity $\geq 99,0\%$, Merck, Germany), baku standar seng nitrat [$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$] (purity $\geq 99,0\%$, Merck, Germany), asam nitrat (HNO_3) pro analysis (p.a., purity 65%, Merck, Germany), asam perklorat (HClO_4) pro analysis (p.a., purity 70%, Merck, Germany), akuabides, natrium hidroksida (NaOH) (purity $\geq 98\%$, Merck, Germany) yang digunakan untuk pembuatan larutan NaOH 1 M dan 8 N, serta larutan ditizon (diphenylthiocarbazone, purity $\geq 95\%$, Sigma-Aldrich, USA).

Preparasi sampel dilakukan dengan mencuci sampel menggunakan air mengalir terlebih dahulu, kemudian antara cangkang dengan daging keong sawah dipisahkan karena sampel yang akan digunakan adalah bagian daging. Sampel selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Setelah kering, sampel ditimbang sebanyak 2,0 gram untuk proses destruksi. Metode destruksi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode destruksi basah. Sampel didestruksi dengan menambahkan HNO_3 dan HClO_4 yang dipanaskan pada suhu 105°C . Larutan destruksi kemudian diencerkan dengan akuabides lalu disaring dan dihomogenkan.

Analisis Kualitatif

Uji Pengendapan Logam Cd

Hasil destruksi diambil sebanyak 1,0 mL dan ditambahkan dengan NaOH 1M. Sampel positif mengandung Cd jika dihasilkan endapan putih (Rahmawati, 2018).

Uji Warna Logam Zn

Hasil destruksi diambil sebanyak 5,0 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. pH larutan diatur supaya basa, yaitu sebesar 8 dengan menambahkan NaOH 8N. Kemudian ditambahkan 2,0 mL ditizon, dikocok kuat. Jika terbentuk warna merah-ungu maka sampel positif mengandung Zn (Gunawan & Hidayat, 2021).

Analisis Kuantitatif

Pembuatan Kurva Standar Cd dan Zn

Larutan standar $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ dan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 1000 mg/L dipipet masing-masing sebanyak 10 mL, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan HNO_3 0,5 M hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar 100 mg/L. Larutan standar $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 100 mg/L dibuat menjadi larutan dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 mg/L, kemudian larutan tersebut diukur serapannya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* pada panjang gelombang 228,8 nm (Batu et al., 2019). Larutan standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 100 mg/L dibuat menjadi larutan dengan konsentrasi 0,25; 0,5; 1; 1,5; dan 2 mg/L, larutan diukur serapannya pada panjang gelombang 213,9 nm (Zn) (Ramdanawati dkk., 2017).

Penentuan Kadar Cd dan Zn pada Sampel

Konsentrasi logam berat dalam sampel ditentukan berdasarkan persamaan linear dari kurva kalibrasi.

$$\text{Kadar kadmium atau seng (mg/kg)} = \frac{K \text{ instrumen} \times V \text{ sampel}}{m \text{ sampel}} \quad (1)$$

Keterangan:

K instrumen = Hasil perolehan regresi linear

V sampel = Volume larutan uji dalam mL $\times 10^{-3}$ L

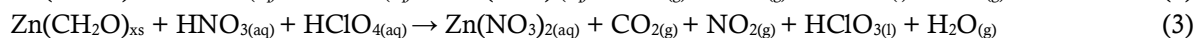
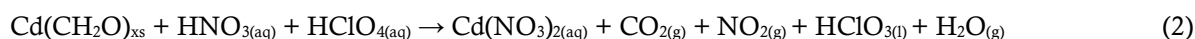
m sampel = Massa sampel basah dalam gram $\times 10^{-3}$ kg

Hasil dan Pembahasan

Preparasi Sampel

Penyiapan sampel dilakukan dengan menimbang daging keong sawah, kemudian pada suhu 80°C selama 24 jam. Sampel dihaluskan menggunakan blender dan kemudian ditimbang sebanyak 2 gram untuk proses destruksi basah. Metode destruksi basah dipilih karena waktu pengerjaannya yang singkat dan sederhana, serta meminimalisir hilangnya sampel akibat penggunaan suhu yang terlalu tinggi (Asmorowati dkk., 2020; Raya dkk., 2023).

Proses destruksi basah dilakukan dengan menimbang 2 g sampel serbuk yang kemudian ditambahkan dengan HNO₃ dan HClO₄ sambil dipanaskan pada suhu 105°C. Campuran pereaksi asam HNO₃-HClO₄ akan meningkatkan kekuatan asam menjadi lebih baik dibandingkan dengan penggunaan pereaksi asam secara tunggal. Asam perklorat (HClO₄) termasuk salah satu asam mineral kuat dan memiliki daya oksidasi yang kuat pada suhu tinggi, selain itu asam perklorat juga memiliki kemampuan untuk mendekomposisi senyawa organik dalam sampel sehingga dapat terdekomposisi secara sempurna. Penambahan asam nitrat (HNO₃) berfungsi untuk memecah senyawa yang terkandung dalam sampel menjadi unsur-unsurnya. Penambahan kedua pereaksi asam tersebut pada suhu panas bertujuan untuk mempercepat pemutusan ikatan senyawa kompleks antara logam dengan senyawa organik (Kristiyana dkk., 2020; Suki dkk., 2023). Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Reaksi di atas menunjukkan terjadinya reduksi pada HClO₄ yang ditandai dengan penurunan bilangan oksidasi menjadi HClO₃, sehingga HClO₄ bertindak sebagai oksidator. Proses destruksi ini dapat menghasilkan gas NO₂ yang berwarna coklat. Terbentuknya gas tersebut menunjukkan terputusnya ikatan logam dengan senyawa organik. Proses destruksi dihentikan ketika larutan mengalami perubahan warna dari kuning keruh menjadi kuning jernih, perubahan warna tersebut disebabkan oleh HClO₄ yang juga berperan sebagai penjernih (Suki dkk., 2023).

Larutan destruksi yang sudah jernih dan sudah didinginkan kemudian diencerkan dengan akuabides, selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring. Proses penyaringan bertujuan untuk menghilangkan residu dalam larutan yang nantinya dapat mengganggu proses analisis dengan AAS. Larutan sampel yang destruksi kemudian dianalisis.

Analisis Kualitatif

1. Kadmium

Hasil uji positif untuk analisis kualitatif Cd yaitu ketika larutan sampel ditambahkan dengan NaOH 1M maka akan terbentuk endapan berwarna putih. Endapan putih tersebut merupakan hasil dari reaksi Cd dan NaOH berupa Cd(OH)₂. Hasil uji pengendapan untuk analisis logam kadmium pada sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

2. Zink

Analisis logam zink pada sampel berupa uji warna Hasil uji positif untuk analisis kualitatif Zn yaitu ketika larutan sampel ditambahkan dengan NaOH 8 N hingga larutan dalam suasana basa, kemudian ditambahkan dengan larutan ditizon maka akan terjadi perubahan warna larutan menjadi merah-ungu. Hasil uji warna sebagai analisis kualitatif logam zink pada sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitatif Cd

Logam	Sampel	Sebelum	Hasil	Standar
Cd	A	Larutan kuning bening	Larutan coklat keruh (+)	Larutan coklat bening ↓putih
	B	Larutan kuning bening	Larutan coklat bening ↓putih (++)	
	C	Larutan kuning bening	Larutan coklat bening ↓putih (++)	
	D	Larutan kuning bening	Larutan coklat bening ↓putih (++)	
	E	Larutan kuning bening	Larutan coklat keruh (+)	

Keterangan:
 ++ : Kuat
 + : Kurang kuat

Tabel 2. Hasil Analisis Kualitatif Zn

Logam	Sampel	Sebelum	Hasil	Standar
Cd	A	Larutan kuning bening	Larutan ungu kemerahan (++)	Larutan ungu kemerahan
	B	Larutan kuning bening	Larutan ungu kemerahan (++)	
	C	Larutan kuning bening	Larutan ungu kemerahan (++)	
	D	Larutan kuning bening	Larutan ungu kemerahan (++)	
	E	Larutan kuning bening	Larutan ungu kemerahan (++)	

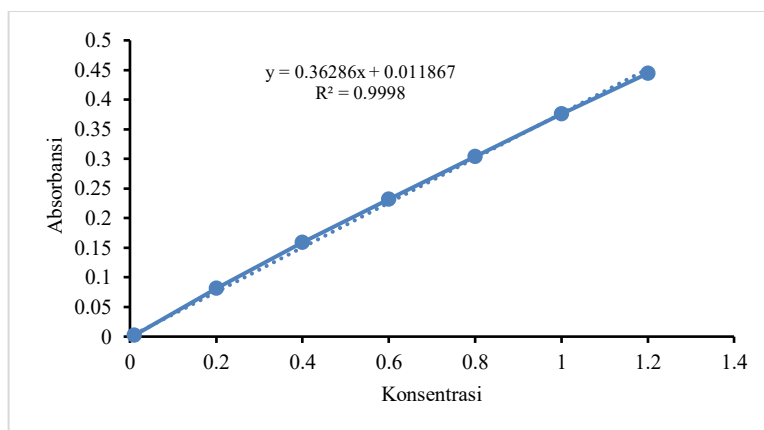
Keterangan:
 ++ : Kuat
 + : Kurang kuat

Analisis Kuantitatif

Untuk mengetahui kadar Cd dan Zn dalam keong sawah, maka dilakukan uji kuantitatif menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry). Langkah pertama diawali dengan pembuatan larutan standar Cd dan Zn.

1. Kadmium

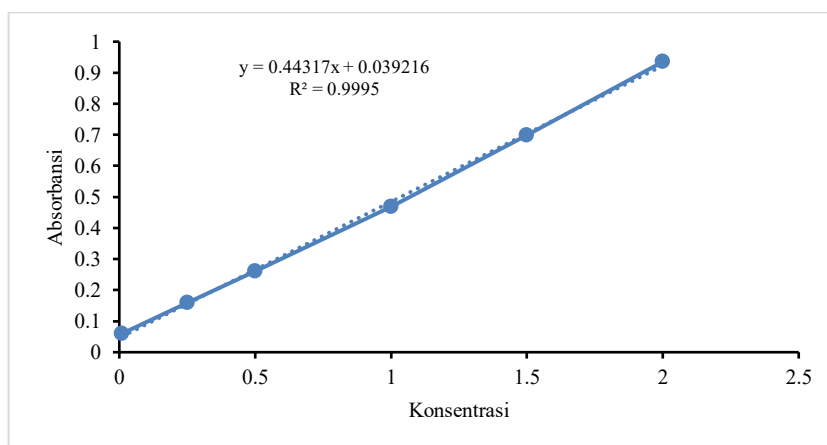
Pengukuran larutan standar dilakukan pada Panjang gelombang 228,8 nm. Panjang gelombang tersebut digunakan karena merupakan panjang gelombang yang paling kuat dari tingkat energi dasar ke tingkat eksitasi untuk logam Cd. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh kurva kalibrasi dengan persamaan regresi linier $y = 0,36286x + 0,011867$ dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9998. Nilai r tersebut mendekati 1 sesuai dengan syarat yang ditentukan oleh SNI 6989-84:2019 dan *Environmental Protection Agency* (EPA) bahwa nilai koefisien korelasi linier yang bagus adalah lebih besar atau sama dengan 0,9995 (Rahmasari dkk., 2023). Kurva kalibrasi Cd dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Baku Cd

2. Seng

Larutan standar seng dibuat dalam 5 konsentrasi yang berbeda, yaitu konsentrasi 0,25; 0,5; 1; 1,5; Pengukuran larutan standar dilakukan pada Panjang gelombang 213,9 nm. Panjang gelombang tersebut digunakan karena merupakan panjang gelombang yang paling kuat dari tingkat energi dasar ke tingkat eksitasi untuk logam Zn. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh kurva kalibrasi dengan persamaan regresi linier $y = 0,44317x + 0,039216$ dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9995. Nilai r tersebut mendekati 1 sesuai dengan syarat yang ditentukan oleh SNI 6989-84:2019 dan Environmental Protection Agency (EPA) bahwa nilai koefisien korelasi linier yang bagus adalah lebih besar atau sama dengan 0,9995 (Rahmasari dkk., 2023) Kurva kalibrasi Zn dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Baku Zn

Penentuan Kadar Cd dan Zn pada Sampel

Analisis kuantitatif pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar logam kadmium dan zink yang terkandung dalam sampel daging keong sawah. Prinsip dari metode AAS yaitu penyerapan cahaya oleh atom pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan sifat unsur yang dianalisis (Wahab dkk., 2024).

1. Kadmium

Sampel keong sawah diukur absorbansinya untuk uji kadar logam kadmium pada panjang gelombang 228,8 nm, untuk melakukan uji kadar ini maka hasil destruksi dari tiap sampel diukur sebanyak 3 kali pengulangan. Hasil analisis kadmium ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Kadar Kadmium (mg/Kg)

Sampel	Replikasi	Kadar Kadmium (mg/Kg)	Rata-rata Kadar Kadmium (mg/Kg)
A	1	3,1886	3,0453 ± 0,14
	2	3,0405	
	3	2,9069	
B	1	5,9701	5,9657 ± 0,047
	2	6,0106	
	3	5,9163	
C	1	7,4272	7,5650 ± 0,13
	2	7,6974	
	3	7,5704	
D	1	6,8508	6,8335 ± 0,037
	2	6,8584	
	3	6,7914	
E	1	2,3639	2,3532 ± 0,015
	2	2,3352	
	3	2,3604	

Berdasarkan keputusan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) No.9 Tahun 2022 batas maksimum kontaminasi logam berat Cd dalam pangan sebesar 1,0 mg/Kg, sehingga kadar kadmium yang terkandung dalam semua sampel sudah melebihi kadar maksimum yang sudah ditentukan. Tingginya kadar kadmium pada keong sawah dapat disebabkan oleh keberadaan kadmium secara alami di lingkungan serta aktivitas antropogenik, khususnya kegiatan pertanian melalui penggunaan pupuk anorganik. Pupuk fosfat, seperti SP-36 dan TSP (*Triple Super Phosphate*), diketahui dapat mengandung cemaran kadmium dalam kisaran tertentu (ppm), bergantung pada bahan baku fosfat alam yang digunakan, sedangkan pupuk nitrogen juga dilaporkan mengandung kadmium dalam jumlah kecil (Wihardjaka & S. Harsanti, 2018).

Keong sawah A memiliki kadar kadmium paling rendah dibandingkan sampel keong sawah lain. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan petani setempat, lokasi sawah A berada di daerah persawahan yang relatif jauh dari kawasan permukiman padat dan tidak berdekatan dengan aktivitas industri, sehingga potensi masuknya limbah rumah tangga maupun limbah industri ke sistem irigasi relatif rendah. Sawah A memanfaatkan air irigasi teknis yang bersumber langsung dari saluran utama pertanian, dengan kondisi air yang secara visual tampak jernih dan tidak berwarna gelap. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara, petani di lokasi tersebut menggunakan pupuk anorganik sesuai dosis anjuran dan tidak menggunakan limbah cair sebagai sumber irigasi. Dengan demikian, kadmium yang terdeteksi pada sampel keong sawah A diduga terutama berasal dari cemaran kadmium dalam pupuk anorganik yang digunakan dalam kegiatan pertanian. Sebagian sampel keong sawah A juga direbus untuk dijadikan sampel keong rebus (Sampel E) yang di analisis kadar kadmiumnya. Berdasarkan hasil analisis, kadar kadmium mengalami penurunan sebanyak 0,6 mg yang menunjukkan bahwa terdapat logam kadmium yang larut dalam air.

Keong sawah B memiliki kadar kadmium yang cukup tinggi, adanya kandungan kadmium tersebut dapat disebabkan karena penggunaan pupuk pada lahan pertanian oleh petani di lokasi tersebut yang juga melebihi dosis penggunaan pupuk. Berdasarkan wawancara, petani di lokasi B menggunakan pupuk urea 400 kg-500 kg/ha, pupuk phonska 300 kg/ha, dan pupuk SP-36 100 kg/ha. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No.13 Tahun 2022 tentang penggunaan dosis pupuk NPK untuk padi, jagung, kedelai pada lahan sawah ditetapkan untuk dosis pupuk urea sebanyak 300 kg/ha, SP-36 50 kg/ha, dan NPK 250 kg/ha.

Kadar kadmium yang paling tinggi terkandung dalam sampel keong sawah C dan juga D. Ketika pengambilan sampel keong sawah, padi pada lahan pertanian di daerah C dan D sudah berusia 2 bulan. Hal tersebut juga dapat mempengaruhi tingginya kadar kadmium pada daerah tersebut karena penggunaan pupuk yang lebih banyak dibandingkan dengan daerah lain yang usia padinya masih 30-40 hari. Beberapa penelitian internasional menyatakan bahwa aplikasi pupuk fosfat secara berulang dalam jangka panjang dapat meningkatkan akumulasi kadmium di tanah dan perairan pertanian, yang selanjutnya diserap oleh organisme akuatik (Hu et al., 2017; Rai et al., 2019).

Selain dari penggunaan pupuk, tingginya kadar kadmium di lokasi C dan D juga diduga dipengaruhi oleh aktivitas industri batik yang berada di sekitar area persawahan. Berdasarkan hasil observasi lapangan, limbah cair hasil proses pewarnaan batik dibuang ke saluran pembuangan terbuka yang terhubung langsung dengan sungai atau saluran irigasi pertanian. Aliran air dari saluran tersebut kemudian digunakan untuk mengairi lahan sawah, sehingga memungkinkan terjadinya masuknya logam berat ke dalam ekosistem pertanian. Kondisi ini diperkuat dengan pengamatan visual berupa warna air sawah yang cenderung gelap

hingga kehitaman, yang mengindikasikan adanya pencemaran limbah industri. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa limbah tekstil dan batik berpotensi mengandung logam berat, termasuk Cd, yang apabila tidak dikelola dengan baik dapat mencemari badan air dan sedimen (Zhou *et al.*, 2020).

Kadmium (Cd) merupakan logam non esensial yang tidak dapat didegradasi dalam tubuh makhluk hidup dan juga dapat terakumulasi ke lingkungan, sehingga sangat berbahaya. Dampak kadmium yang terakumulasi ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan rusaknya sistem metabolisme tubuh dan organ tubuh (Wihardjaka & S. Harsanti, 2018).

2. Seng

Sampel keong sawah diukur absorbansinya untuk uji kadar logam seng pada Panjang gelombang 213,9 nm, untuk melakukan uji kadar ini maka hasil destruksi dari tiap sampel diukur sebanyak 3 kali pengulangan. Hasil analisis zink ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Kadar Seng pada Sampel

Sampel	Replikasi	Kadar Seng (mg/kg)	Rata-rata Kadar seng (mg/kg)
A	1	4,7464	4,7782 ± 0,028
	2	4,7955	
	3	4,7927	
B	1	7,3905	7,4233 ± 0,029
	2	7,4342	
	3	7,4451	
C	1	9,3739	9,3896 ± 0,021
	2	9,3816	
	3	9,4132	
D	1	8,9274	8,9548 ± 0,031
	2	8,9488	
	3	8,9882	
E	1	2,9076	2,9263 ± 0,017
	2	2,9397	
	3	2,9317	

Berdasarkan keputusan BPOM No.03725/B/SK/VII/89 standar baku mutu untuk logam seng sebesar 100 mg/kg, sehingga kadar zink yang terkandung dalam semua sampel belum melebihi abang batas maksimum logam seng dalam pangan. Seng yang terdapat di lingkungan dapat bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan pupuk dan cemar limbah industri serta limbah rumah tangga. Proses pembuatan batik khususnya ketika proses pewarnaan seperti pewarna indigosol dan naphthol akan menghasilkan limbah cair yang mengandung logam seng (Rahmadani dkk., 2017).

Seng tidak dianggap sebagai mineral yang beracun, tetapi jika kadar seng dalam suatu makanan melebihi baku mutu maka jika makanan tersebut dikonsumsi dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti muntah, diare, demam, anemia, dan gangguan reproduksi (Handayani dkk., 2020). Penelitian Wang *et al.* (2019) menunjukkan bahwa gastropoda air tawar mampu mengakumulasi seng secara signifikan melalui mekanisme penyerapan dari air dan partikel sedimen, sehingga berpotensi menjadi jalur masuk logam tersebut ke dalam rantai makanan.

Keong sawah termasuk salah satu biota air yang dijadikan sebagai bioindikator untuk memonitoring pencemaran di perairan karena gerakan keong sawah yang lambat serta mampu mempertahankan hidupnya di suatu habitat tertentu dalam waktu yang lama. Keong sawah juga memiliki sifat “*filter feeder*” yang dapat meningkatkan terakumulasinya logam berat dalam tubuh organisme ini. Periode waktu untuk akumulasi logam terjadi cukup lama, keong sawah menyerap sedikit demi sedikit logam berat yang terdapat di perairan, terutama dari sedimennya. Apabila keong sawah yang terakumulasi logam berat dikonsumsi oleh manusia maka akan berbahaya bagi kesehatan, hal tersebut dapat terjadi karena logam yang mencemari organisme tersebut akan mengalami proses biomagnifikasi. Jika proses biomagnifikasi terus berlanjut, maka akan mengakibatkan kontaminasi bagi tubuh dan mengganggu sistem metabolisme (Gunawan dkk., 2022).

Simpulan

Berdasarkan penelitian analisis perbandingan kadar Cd dan Zn pada keong sawah (*Pila ampullacea*) yang diperoleh dari beberapa sawah di Kabupaten Pekalongan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* diperoleh kesimpulan:

1. Kandungan logam Cd dan Zn terdeteksi pada semua sampel, yaitu sampel keong sawah A, B, C, D, dan E.
2. Kadar kadmium keong sawah A sebesar 3,04 mg/kg, keong sawah B sebesar 5,97 mg/kg, keong sawah C sebesar 7,56 mg/kg, keong sawah D sebesar 6,83 mg/kg, dan keong sawah E sebesar 2,35 mg/kg. sedangkan untuk kadar seng pada keong sawah A sebesar 4,78 mg/kg, keong sawah B sebesar 7,42 mg/kg, keong sawah C sebesar 9,39 mg/kg, keong sawah D sebesar 8,95 mg/kg, dan keong E sebesar 2,93 mg/kg.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan yang telah menyediakan fasilitas untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Referensi

- Anggitami, A., Dian, A.S., Yudhistira, A., dan Ria, S.A. (2021) 'Analisis Logam Cr(III) Hasil Reduksi Cr(VI) dengan Teknik Voltametri Lucutan Menggunakan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi EDTA: Studi Pendahuluan', *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 17(2), p. 185.
- Asmorowati, D.S., Sumarti, S.S. and Kristanti, I.I. (2020) 'Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES', *Indonesian Journal of Chemical Science*, 09(03), pp. 171–173.
- Genchi, G., Sinicropi, M. S., Lauria, G., Carocci, A., & Catalano, A. (2020). The effects of cadmium toxicity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3782.
- Gunawan, A., Agus, S., Hening, W., dan Mia, C. (2022) 'Pengolahan Daging Keong Mas Untuk Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb)', *Biolova*, 3(2), pp. 102–108.
- Gunawan, M. and Hidayat, R. (2021) 'Penetapan Kadar Zink Ikan Lele (*Clarias batrachus*) dari Pasar Sei Sikambing secara Spektrofotometri Sinar Tampak', *Journal of indah Science and Clinic*, 2(1), pp. 1–5.
- Handayani, R., Bulan, N., Noorlia, Sumaria, dan Abdul, M. (2020) 'Kadar Logam Berat Cu, Cr, Pb dan Zn Pada Kerang Darah (*Anandara granosa*) di Muara Elo dan Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Di Loa Janan Ilir Kalimantan Timur', *Jambura Journal of Chemistry*, 2(2), pp. 70–77.
- Hu, B., Jia, X., Hu, J., Xu, D., Xia, F., & Li, Y. (2017). Assessment of heavy metal pollution and health risks in agricultural soils. *Environmental Pollution*, 222, 206–214.
- Kristiyana, Prasetya, A.T. and Kasmui (2020) 'Indonesian Journal of Chemical Science Perbandingan Metode Destruksi Sedimen Sungai Kaligarang pada Analisis Logam Cu Menggunakan Flame Atomic Absorption Spectrometer (FAAS)', *Indonesia Journal of Chemical Science*, 9(2), pp. 99–105.
- Rahmadani, T., Sabang, S.M. and Said, I (2017) 'Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara', *Jurnal Akademika Kimia*, 4(4), p. 197.
- Rahmasari, K.S., Kholisatus, Z., Achmad, V.N., dan Wirasti (2023) 'Analysis of Cr and Pb in Green Mussels from the Fish Auction Site, Klidang Lor, Batang Using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)', *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(3), pp. 262–268.
- Rahmawati, S. (2018) 'Analisis Kualitatif Logam Cd Pada Sungai JL. Kaligawe Raya', *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(2), pp. 91–95.
- Rahmiati, B.F. Wiwin, L., Novia, Z.S., dan Christine (2023) 'Penerapan Lima Pilar Program Penanganan Stunting melalui Program Dapur Sehat Atasi Stunting (DAHSAT) dengan Pemanfaatan Keberlimpahan Pangan Lokal Keong Sawah', 2(1), pp. 225–242.
- Rai, P. K., Lee, S. S., Zhang, M., Tsang, Y. F., & Kim, K. H. (2019). Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 168, 234–246.
- Ramdanawati, L., Emawati, E. and Asmayati, B.E. (2017) 'Analisis Kadar Cemar Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Sampel Ikan Air Tawar Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan

- Atom (SSA), *Farmagazine*, IV(2), pp. 26–30.
- Roberts, T. L. (2015). Cadmium and phosphorus fertilizers: The issues and the science. *Journal of Environmental Quality*, 44(4), 1280–1286.
- Suki, P.D., Hermanto, S. and Hindratmo, B. (2023) Validasi Metode Destruksi Basah Menggunakan AOAC 975 . 03 (2005) Modifikasi pada Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Seng (Zn) dalam DORM 4 dengan Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- Sylvia, M., Yusniar, H., Hanan, L (2017) ‘Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Kadmium (Cd) Dalam Ikan Bandeng Di Kawasan Tambak Lorok Semarang’, 5, pp. 724–732.
- Wahab, N., Amin, I.I. and Prasetya, D. (2024) ‘Analisis Kadar Au, Ag, Pb, Zn Dalam Sampel Tanah Dengan Metode Atomic Absorption Spectroscopy Analysis of Au, Ag, Pb, Zn Levels in Soil Samples Using the Atomic Absorption Spectroscopy Method’, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(1), pp. 24–32.
- Wang, W.X., Liu, X., dan Chen, J. (2019). Bioaccumulation of heavy metals in freshwater snails. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 20345–20356.
- Wihardjaka, A. and S. Harsanti, E. (2018) ‘Konsentrasi Kadmium (Cd) Dalam Gabah Padi Dan Tanah Sawah Tadah Hujan Akibat Pemberian Pupuk Secara Rutin’, *Jurnal Ecolab*, 12(1), pp. 12–19.
- Winarni, S., Nissa, C. and Purnami, C.T. (2019) Modul Makanan Kaya Antioksidan Untuk Peningkat Fertilitas, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Diponegoro, Semarang
- Yap, C. K., Cheng, W. H., Ismail, A., & Tan, S. G. (2016). Heavy metal accumulation in mollusks as bioindicators of aquatic pollution. *Chemosphere*, 144, 1507–1516.
- Yusuf, M., Nurtjahja, K. and Lubis, R. (2016) ‘Analysis of Metallic Content of Pb, Cu, Cd And Zn On Vegetables Sawi Kangkung and Spinach In The Area Agriculture and Paya Rumput Village Industry Titipapan Medan’, *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 3(1), pp. 56–64.
- Zhao, F. J., Ma, Y., Zhu, Y. G., Tang, Z., & McGrath, S. P. (2015). Cadmium contamination in soils and crops: A global perspective. *Journal of Hazardous Materials*, 296, 1–12.
- Zhang, H., Lombi, E., Sun, Q., Ding, L., Li, H., & McGrath, S. P. (2018). Phosphate fertilizers as a source of cadmium in agricultural soils. *Science of the Total Environment*, 636, 90–99.
- Zhou, Q., Yang, N., Li, Y., Ren, B., Ding, X., Bian, H., & Yao, X. (2020). Distribution, sources, and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments. *Science of the Total Environment*, 715, 136913.