

Kandungan Kadmium (Cd) pada Jenis Beras C4 Super, C4 Raja, Mentik, dan Rojolele

Yonanda Surya Agustin^{1*}, Lathifa Putri Wiedhya Syahrani¹, Hanif Ahsani Taqvim¹, Vidda Arlysia¹, Ardia Candra Fajar Herbowo¹

¹Program Studi S-1 Ilmu Lingkungan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia 57126

Received: 13/01/2025 Accepted: 17/03/2025

Abstract

*Rice is a staple food source for the Indonesian people, so its quality needs to be considered. One of the contaminants in rice is the heavy metal cadmium. This metal is toxic to the human body if consumed. The purpose of this study was to determine the levels of cadmium (Cd) in 4 types of rice circulating in the community including C4 Super, C4 Raja, Mentik, and Rajalele rice using the atomic absorption spectrophotometry (AAS) method. The results of the analysis of cadmium (Cd) content from the four samples showed indications of cadmium heavy metal content from the lowest to the highest, namely the Mentik type with a heavy metal content of 1.0913 mg/Kg. The next lowest heavy metal content was Rojolele with a heavy metal content of 1.1415 mg/Kg. The heavy metal content of C4 Super was 1.147 mg/Kg and the highest heavy metal content was C4 Raja 1.1568 mg/Kg. The results show that all results above 0.4 mg/Kg mean that all samples exceed the quality standard for Cd content in rice according to SNI 7287: 2009. Cadmium (Cd) heavy metal has negative impacts on abiotic, biotic, and cultural aspects. The impacts that arise in the abiotic aspect can be in the form of decreased soil quality. The impact on the biotic aspect is in the form of accumulation of cadmium (Cd) heavy metal in plants and plant products produced which will later experience biomagnification. The impact on the cultural aspect is in the form of disruption of biological balance and human health which can cause damage to body organs. Recommended efforts that can be offered to minimize the potential for cadmium (Cd) heavy metal contamination, especially in the agricultural sector, are to replace chemical fertilizers with organic fertilizers, use activated charcoal adsorbents and utilize phytoremediation techniques using *Impatiens balsamina L.* and *Mirabilis jalapa L.* flowers to reduce cadmium levels in the soil.*

Abstrak

Beras merupakan sumber pangan pokok bagi masyarakat Indonesia sehingga kualitasnya perlu diperhatikan. Salah satu zat yang menjadi kontaminan dalam beras adalah logam berat kadmium. logam ini memiliki sifat toksik bagi tubuh manusia apabila dikonsumsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar logam kadmium (Cd) dalam 4 jenis beras yang beredar di masyarakat meliputi beras jenis C4 Super, C4 Raja, mentik, dan rajalele menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). Hasil analisis kandungan kadmium (Cd) dari keempat sampel menunjukkan indikasi kandungan logam berat kadmium dari mulai terendah sampai tertinggi yaitu jenis Mentik dengan kandungan logam berat 1,0913 mg/Kg. Kadar logam berat terendah berikutnya yaitu Rojolele dengan kandungan logam berat 1,1415 mg/Kg. Kadar logam berat C4 Super sebesar 1,147 mg/Kg dan kadar logam berat tertinggi yaitu C4 Raja 1,1568 mg/Kg. Dari hasil tersebut menunjukkan semua hasilnya diatas 0,4 mg/Kg artinya semua sampel tersebut melebihi baku mutu kandungan Cd pada beras sesuai dengan SNI 7287 : 2009. Logam berat Kadmium (Cd) memberikan dampak negatif pada aspek abiotik, biotik, dan kultural. Dampak yang

* Corresponding author: 03suryaagustin@gmail.com

timbul pada aspek abiotik dapat berupa penurunan kualitas tanah. Dampak pada aspek biotik berupa akumulasi logam berat kadmium (Cd) pada tanaman dan produk tanaman yang dihasilkan yang nantinya akan mengalami biomagnifikasi. Dampak pada aspek kultural berupa terganggunya keseimbangan biologis dan kesehatan manusia yang dapat menyebabkan kerusakan organ. Upaya rekomendasi yang dapat ditawarkan untuk meminimalkan potensi terjadinya cemaran logam berat kadmium (Cd) terutama di sektor pertanian adalah dengan mengganti pupuk kimia menjadi pupuk organik, menggunakan adsorben berupa arang aktif, dan memanfaatkan teknik fitoremediasi menggunakan *Impatiens balsamina L.* dan bunga *Mirabilis jalapa L.* untuk mengurangi kadar kadmium di dalam tanah.

Kata kunci: *Kadmium (Cd), C4 Super, C4 Raja, Menthik, Rojolele*

PENDAHULUAN

Manusia sebagai makhluk yang memerlukan makan setiap harinya untuk mendapatkan energi untuk menjalankan aktivitasnya sehari-hari. Sistem logistik yang baik diharapkan dapat menjaga stabilitas pasokan pangan dan harga pangan agar setiap individu dapat menikmati (Akbar dkk., 2022). Indonesia yang mayoritas komoditas pangan utamanya beras saat pandemi COVID-19 menerjang hampir seluruh dunia menyebabkan perlu adanya adaptasi agar kestabilan antara pasokan beras dari petani, tingkat konsumsi, harga beras, serta kebijakan pemerintah terhadap hal ini dapat berjalan seimbang (Isnawati dkk., 2022). Menurut data Badan Pusat Statistika di Surakarta terjadi penurunan pada 2019 ke 2020 yaitu pada luas panen dari 45 hektar menjadi 39 hektar, produksi padi dari 288 ton menjadi 245 ton, dan produksi beras dari 165 ton menjadi 138 ton. Meskipun begitu beras masih menjadi komoditas pangan terbesar di Indonesia, karena itu dikhawatirkan beras yang beredar dan dikonsumsi masyarakat kualitasnya tidak layak pangan. Hal tersebut dapat terjadi karena penggunaan pupuk pestisida yang berlebihan oleh petani padi, salah satunya yaitu kandungan logam berat yang dapat masuk ke sistem tubuh jika dikonsumsi terus menerus (Pratiwiningsih, 2022).

Logam berat merupakan unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm³ dan memiliki nomor atom antara 22-92. Seiring dengan pesatnya laju pembangunan terutama di bidang industri, pertanian, pertambangan dan lainnya yang didukung oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, memungkinkan manusia memanfaatkan berbagai jenis bahan kimia termasuk logam berat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, seperti timbal, (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd) dan sebagainya (Haryanti dan Martuti, 2020). Kadmium (Cd) bersifat toksik atau beracun bagi tubuh walau dalam kadar yang sangat rendah. Efek toksisitas Kadmium dipengaruhi dari lama paparan dan kadar paparan, sehingga jika terpapar dengan kadar yang tinggi dalam waktu lama tentu meningkatkan efek toksisitas. Dosis tunggal Cd dapat menyebabkan gangguan saluran pencernaan, sedangkan paparan Cd dalam dosis rendah dalam waktu berulang kali dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal. Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena bersifat non-degradable oleh organisme hidup. (Pulungan dan Wahyuni, 2021). Kadmium dapat terakumulasi pada ginjal dan berperan dalam kerusakan tulang. Kadmium diduga mengganggu produksi progesteron dan testosteron sehingga mengganggu sistem reproduksi (Adinda dkk, 2018).

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan kadmium (Cd) pada keempat jenis beras yang biasa beredar dan dikonsumsi yaitu menthik, rojolele, C4 Raja, dan C4 Super.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam praktikum ini terdiri atas seperangkat spektrofotometri yang dilengkapi dengan katoda kadmium (Cd), tabung reaksi, pipet tetes, neraca analitik, lemari asam, kompor, dan mortir serta alu. Sedangkan bahan yang digunakan terdiri atas sampel beras C4 Super, C4 Raja, Menthik, dan Rojolele, asam nitrat pekat (HNO₃), larutan standar Cd, *Aquabidest*, dan kertas saring *Whatman*.

Analisis Data

Penelitian dilakukan mulai dari 10 Mei-6 Juni 2023. Analisis data dilakukan dengan menguji keseluruhan sampel beras dengan konsentrasi HNO₃ dan pengujian absorbansi dengan berbagai variasi konsentrasi (ppm) menggunakan pengujian AAS. Pengolahan data menggunakan acuan SNI 8910:2021 kadar logam berat berdasarkan berat aktual.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 8910:2021 perhitungan kadar logam berat aktual menggunakan rumus:

$$Kadar\ logam\ (mg/Kg) = \frac{C \times V}{W} \times fp \dots\dots\dots(1)$$

Dengan keterangan:

C = konsentrasi contoh uji yang di dapat dari SSA-Nyala (mg/L)

V = volume akhir setelah dilakukan destruksi (mL)

W = berat sampel (g)

fp = faktor pengencer

Prosedur Kerja

a. Pemilihan dan Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan merupakan beras dari 4 jenis yang berbeda, yaitu C4 Super, C4 Raja, Menthik, dan Rojolele. Sampel kemudian dicuci dan disortir dan diletakan dalam mortir dan dihaluskan menggunakan alu hingga halus. Setelah halus, beras siap digunakan untuk destruksi basah (Pratiwiningsih dkk, 2022) sehingga berbentuk larutan ion-ion yang selanjutnya dianalisis kandungan kadmiumnya.

b. Destruksi Basah

Destruksi merupakan suatu perlakuan untuk melarutkan atau mengubah sampel menjadi bentuk materi yang dapat diukur sehingga kandungan unsur-unsur didalamnya dapat dianalisis (Asmorowati, 2020). Destruksi basah dilakukan dengan cara menguraikan bahan organik dalam larutan oleh asam pengoksidasi pekat dan panas seperti H₂SO₄, HNO₃, H₂O₂ dan HClO₄ dengan pemanasan sampai jernih (Dewi, 2012). Setelah proses destruksi diharapkan yang tertinggal hanya logam-logam saja dalam bentuk ion (Asmorowati, 2020).

Sampel beras yang sudah halus ditimbang menggunakan timbangan analitik seberat 0,5 gram. Setelah ditimbang, sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Zat pengoksidasi yang ditambahkan ke dalam tabung reaksi adalah HNO₃ sebanyak 5 ml dan HClO₄ sebanyak 1,5 ml. Metode destruksi menggunakan HNO₃-HClO₄ bertujuan untuk mendestruksi sampel sedimen agar dapat terdekomposisi secara sempurna. Asam perklorat (HClO₄) merupakan salah satu asam mineral kuat yang pada konsentrasi dan suhu tinggi HClO₄ memiliki daya oksidasi yang kuat dan memiliki kemampuan untuk mendekomposisi matriks organik dalam sampel sedimen, sehingga dapat terdekomposisi sempurna (Kristiyana, dkk., 2020). Kemudian destruksi sampel diatas kompor pasir selama 1-3 jam hingga larutan berkurang setengah dan uap berwarna kuning menghilang. Proses destruksi akan menghasilkan larutan dengan warna yang jernih (Pratiwiningsih, 2022).

c. Pembuatan Kurva Standar Logam Kadmium (Cd)

Larutan induk kadmium 10 mL (1000 ppm) diencerkan menjadi 100 ppm sebanyak 100 mL. Setelah pengenceran tersebut, larutan diencerkan kembali sesuai dengan deret standar yang telah ditentukan. Deret larutan standar kadmium (Cd) yang digunakan adalah 0,025 ppm; 0,05 ppm; 0,25 ppm; dan 0,5 ppm. Masing-masing pengenceran dilakukan pada labu ukur 50mL. Selanjutnya larutan diukur dengan menggunakan Spektrofotometri serapan atom (SSA). Dengan persamaan:

$$M1 \times V1 = M2 \times V2 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

M1 = konsentrasi awal larutan (ppm)

V1 = volume awal larutan (mL)

M2= konsentrasi akhir larutan (ppm)

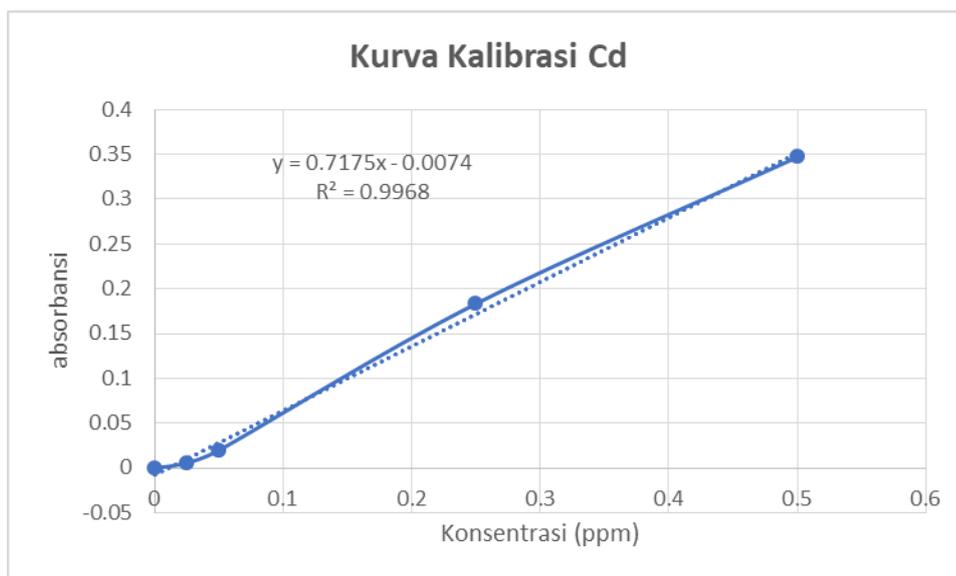
V2 = volume akhir larutan (mL)

e. Penentuan Kadar Menggunakan SSA

Sampel beras yang sudah selesai didestruksi selanjutnya dilakukan uji kadar logam berat kadmium (Cd) menggunakan alat spektrofotometer serapan atom dimana setiap sampel beras dikenai prosedur yang sama sebanyak 5 kali (Pratiwiningsih dkk, 2022). Kadar logam kadmium (Cd) ditentukan dengan pengukuran Spektrofotometer serapan atom dengan panjang gelombang 228,8 nm hingga diperoleh data absorbansi (Nasir, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kadar logam dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom atau SSA dengan parameter logam yang diuji yaitu kadmium. Hasil kurva yang dihasilkan dari pengujian keempat sampel yakni terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Cd

Persamaan garis lurus yang digunakan adalah $y=mx+c$. Dengan koefisien y adalah nilai absorbansi tiap sampel beras, variabel x merupakan kandungan logam berat (mg/Kg) sedangkan c adalah nilai konstanta yang didapat dari hasil laboratorium yaitu -0.0074. Dengan R^2 menunjukkan nilai keakuratan sebesar 0,9968. Semakin mendekati 1, maka semakin akurat.

Tabel 1. Hasil Perhitungan SNI 8910:2021

Jenis Sampel	Kadar Logam (mg/Kg)
C4 Super	1,147
C4 Raja	1,1568
Mentik	1,0913
Rojolele	1,1415

Sumber: Data penulis, 2023

Hasil yang didapatkan dari pengujian dapat dihitung nilai kadar logam dengan persamaan (1) diatas dan mendapatkan hasil kadar logam aktual terendah yaitu Mentik dengan kandungan logam berat 1,0913 mg/Kg. Kadar logam berat terendah berikutnya yaitu Rojolele dengan kandungan logam berat 1,1415 mg/Kg. Kadar logam berat C4 Super sebesar 1,147 mg/Kg dan kadar logam berat tertinggi yaitu C4 Raja 1,1568 mg/Kg.

Kadmium yang terkandung dalam bahan pangan mempunyai batas baku mutu yang diatur dalam SNI 7387:2009. Dalam SNI tersebut beras termasuk dalam kategori pangan mempunyai batas maksimum kandungan Cd yaitu 0,4 mg/Kg. Berdasarkan hasil perhitungan kandungan Cd tersebut maka keempat jenis

beras tersebut hasilnya diatas 0,4 mg/Kg artinya semua sampel tersebut melebihi baku mutu kandungan Cd pada beras sesuai dengan SNI.

Secara umum total logam berat di lingkungan hanya 10% yang berasal dari sumber alami, sedangkan sisanya 90% berasal dari aktivitas antropogenik. Pencemaran sumber alami terjadi akibat adanya letusan gunung berapi, erosi tanah, partikel tanah yang terbawa ke udara, pelapukan batuan dan kebakaran hutan. Sedangkan sumber pencemar antropogenik menjadi sumber umum penyebab terjadinya pencemaran logam berat yang berasal dari sisa produksi berbagai industri seperti industri pelapisan logam dan krom, pabrik tekstil dan cat, pigmen, stabilisator untuk plastik, dan industri baterai (Lukmanulhakim dkk, 2023). Selain itu, kontaminasi logam berat dapat berasal dari aktivitas pertanian.

Kontaminasi logam berat pada sektor pertanian dipicu oleh penggunaan bahan kimia anorganik seperti pupuk dan pestisida apabila dilakukan dalam jangka panjang (Mansour et al., 2020). Sumber kontaminan logam berat yang ada di dalam tanah dapat berasal dari lingkungan maupun penambahan pupuk pada aktivitas pertanian. kontaminasi logam berat dapat berasal dari penggunaan pestisida, pupuk organik maupun pupuk anorganik selama proses budidaya (Adeniyi et al., 2021). Bahan baku pembuatan pupuk sangat berpengaruh pada kualitas pupuk yang digunakan dan salah satu bahan dasar pembuatan pupuk yang tidak memberikan manfaat adalah unsur logam berat (Chen et al., 2020).

Kandungan Kadmium pada produk pertanian seperti beras berasal dari kandungan kadmium yang ada di dalam tanah di mana kandungan tersebut berasal dari pengendapan dan pelapukan bahan mineral tanah, adanya aktivitas vulkanik, serta aktivitas industri dan pembakaran batubara (Morin dan santi, 2020). Kadar cemaran tersebut dapat meningkat seiring bertambahnya aktivitas manusia. Aktivitas manusia pada sektor pertanian seperti pemberian pupuk anorganik yang mengandung bahan kimia seperti fosfat akan memicu peningkatan kadar kadmium di dalam tanah. Hal ini disebabkan karena dalam pupuk fosfat terdapat kandungan kadmium sebesar 0,1-170 ppm (Mutiara dkk, 2020). Pemberian pupuk fosfat dalam jangka panjang memicu peningkatan kadar kadmium di dalam tanah dimana hal tersebut dapat mempengaruhi tanaman padi yang ditanam di atasnya. Hal ini juga dipicu oleh sifat dari kadmium sendiri yakni bersifat mobile sehingga lebih mudah transfer ke tanaman. Hal ini didukung oleh penelitian Lindawati dkk (2023) yang menyatakan bahwa terdapat kandungan kadmium pada seluruh bagian tanaman bawang dengan akumulasi terbesar pada bagian akar umbinya.

Logam berat Kadmium (Cd) dapat mempengaruhi rantai kehidupan biota dalam tanah karena tidak dapat terdegradasi dengan baik sehingga terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Akumulasi logam berat dapat mengakibatkan penurunan efektivitas mikroba, kesuburan dan kualitas tanah yang berdampak pada terganggunya rantai makanan. Logam berat yang mencemari tanah dapat menurunkan pH tanah menjadi asam (Khasanah dkk, 2021). Kadar asam tanah yang melebihi toleransi tanaman, tentu akan membuat tanaman mati dan tanah tidak dapat digunakan kembali sehingga merusak fungsi dari tanah itu sendiri. Kandungan mikroorganisme tanah sensitif terhadap peningkatan konsentrasi logam berat dan dapat menyebabkan disfungsi, denaturasi protein atau penghancuran integritas membran sel sehingga mempengaruhi kualitas tanah (Tang et al, 2019).

Logam berat Cd yang terakumulasi di dalam tanah dapat masuk dan terserap oleh tumbuhan bersamaan dengan penyerapan unsur hara (Uddin et al., 2021). Logam berat tersebut terserap dan terangkut melalui akar tanaman dan kemudian masuk ke dalam jaringan tanaman, Logam berat tersebut pada akhirnya terakumulasi di dalam buah atau bagian tanaman yang dikonsumsi (Suryandani dkk, 2022). Begitu pula dengan tanaman padi, logam berat yang terserap oleh padi akan terakumulasi ke dalam bulir padi. Bulir padi kemudian dikonsumsi oleh manusia maupun makhluk hidup lainnya di ekosistem sawah.

Akumulasi logam berat Cd pada beras sangat berbahaya bagi manusia. Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya yang apabila dikonsumsi dalam jangka waktu panjang dapat terakumulasi pada tubuh, khususnya pada hati dan ginjal (Syachroni, 2017). Hal ini juga didukung oleh penelitian Widyasari dan Wiratama (2021) yang menyatakan bahwa Logam berat yang terakumulasi pada gabah jika dikonsumsi manusia dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan yaitu menyebabkan gangguan sistem saraf dan fungsi ginjal. Logam berat kadmium yang masuk dalam tubuh akan diangkut ke

hati oleh darah yang kemudian akan membentuk ikatan dengan protein dan diangkut ke ginjal. Selanjutnya, kadmium yang terakumulasi pada hati atau ginjal dapat mengganggu fungsi organ tersebut dan bahkan menyebabkan kerusakan. Selain itu, kandungan kadmium pada bahan pangan juga dapat menyebabkan kerusakan tulang dan penyakit ginjal kronis (Pratiwi, 2020). Penumpukan pencemar yang terus menerus dalam organ tubuh tersebut disebut dengan bioakumulasi.

Logam berat kadmium dapat mengalami biomagnifikasi. Biomagnifikasi adalah masuknya zat kimia dari lingkungan melalui rantai makanan yang dapat menyebabkan tingkat konsentrasi zat kimia di dalam organisme sangat tinggi dan lebih tinggi dari bioakumulasi (Nnaji et al., 2023). Logam berat akan terkumpul dan meningkat kadarnya dalam tubuh organisme yang hidup, kemudian melalui biotransformasi akan terjadi pemindahan dan peningkatan kadar logam berat tersebut melalui rantai makanan (Nasrun dkk, 2017). Selain manusia, tanaman dan bulir padi yang mengandung Cd juga dikonsumsi oleh makhluk hidup di ekosistem sawah. Selanjutnya melalui rantai makanan, Cd akan berpindah ke tingkat yang lebih tinggi. Manusia sebagai puncak rantai makanan cenderung untuk mengakumulasi logam berat lebih tinggi dan beresiko pada kesehatannya. Selain itu, pada kadar tertentu, kadmium dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan dan kematian pada hewan.

Logam berat Cd dapat memberikan dampak yang buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Cd dapat terakumulasi dalam tanah dan air, dan dapat merusak ekosistem dan mengganggu keseimbangan biologis. Cd juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan mengurangi produktivitasnya (Istarani & Pandebesie, 2014). Dengan lingkungan yang tercemar Cd, maka akan berdampak pada ekosistem alami yang ada pada daerah tersebut, termasuk flora dan fauna yang menjadi bagian dari budaya daerah setempat. Maka, dapat dikatakan bahwa tercemarnya Cd ke suatu lingkungan akan mengganggu ekosistem dan mengancam keberlanjutan lingkungan yang penting bagi budaya lokal.

Cd yang mencemari lingkungan juga dapat berdampak pada kesehatan manusia. Hal ini terjadi apabila tanaman atau makanan yang mengandung Cd dikonsumsi oleh manusia. Cd yang dikonsumsi dapat menumpuk dalam jaringan tubuh manusia dan menyebabkan kerusakan organ, gangguan kesehatan, bahkan kematian. Cd beresiko tinggi terhadap pembuluh darah dan ginjal manusia (Istarani & Pandebesie, 2014). Toksisitas Cd juga menyebabkan stres oksidatif, menyebabkan terganggunya sistem pertahanan antioksidan dan pembentukan ROS, sehingga menghambat sistem imun tubuh (Suhani, dkk. 2021). Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Liu et al, (2017) kandungan Cd tanah bervariasi, saat awal panen pada bulan Juli adalah 0,13 mg/Kg, 0,14 mg/Kg dan 0,19 mg/Kg pada sampel. Setelah padi terlambat tanam selama 3 bulan, tanah Cd kandungan di sekitar akar padi akhir pada waktu panen di akhir Oktober meningkat menjadi 0,85 mg/Kg, 1,01 mg/Kg dan 1,48 mg/Kg. Kandungan Cd dalam rachis (cabang sekunder daun) dan rasio transportasi Cd dari rachis ke biji-bijian memainkan peran penting dalam menentukan konsentrasi Cd dalam biji beras. Jumlah curah hujan yang berbeda selama periode pertumbuhan tanaman adalah faktor terpenting yang menyebabkan variasi kandungan Cd yang besar di tanah bagian atas dan biji-bijian antara padi awal dan akhir. Hal ini menunjukkan akumulasi logam berat dari tanah ke biji beras membutuhkan waktu sekitar 3 bulan. Menurut Li et al, (2017). Ada empat proses utama yang memediasi transportasi Cd akar ke pucuk dan selanjutnya, biji-bijian (i) serapan oleh akar, (ii) translokasi yang dimediasi pemuatan xilem ke pucuk (iii) pengalihan transportasi melalui intervaskular transfer pada node dan (iv) remobilisasi dari bilah daun melalui floem dan akhirnya transportasi menjadi biji-bijian. Setelah penyerapan akar, Cd ditransfer ke pucuk oleh xilem dalam waktu singkat. Dimediasi oleh xilem Translokasi Cd dari akar ke pucuk sebagai faktor penentu utama Akumulasi Cd pucuk telah dikonfirmasi pada sejumlah tanaman termasuk nasi. Dua jalur yang mungkin terlibat untuk transportasi akar-ke-butir selama pematangan gabah: (i) Cd langsung diangkut kemengembangkan biji-bijian melalui xilem; (ii) Cd diangkut ke bagian transpiring, misalnya rachis, batang, daun bendera dan bagian luar malai, diikuti dengan remobilisasi cepat ke biji-bijian floem Untuk tumbuhan, dinding sel akar bersentuhan langsung dengan logam berat terlarut dalam larutan tanah, dan merupakan lapisan perlindungan terluar bagi protoplas dari toksisitas Cd Ion kadmium bergerak ke dalam akar melalui dinding sel rhizodermis, dari larutan tanah menuju silinder vaskular. Dua jalur paralel terlibat untuk mengangkut Cd melalui root korteks menuju pucuk : (i) transpor aktif dari sel ke sel dalam

simpas, yaitu transpor selektif melintasi membran, dan (ii) transpor pasif melalui difusi dan konveksi melalui apoplast, yaitu dinding sel dan ruang antar sel.

Kandungan kadmium yang ada di beras berasal dari kandungan kadmium yang ada di dalam tanah akibat penggunaan pupuk fosfat berlebih (Mutiara dkk, 2020). Pencemaran Cd oleh tumbuhan disebabkan dari udara, air, tanah dan sedimen. Paparan Cd juga dapat melalui hujan, gasi, pestisida, dan pupuk, dll. Kadmium adalah mudah larut dan mobile relatif terhadap logam lain, dan dengan demikian cepat dikonsumsi tanaman. Madella, dkk. (2020) menunjukkan bahwa pencemaran Cd pada tumbuhan sangat dapat dikendalikan. Amandemen tanah mungkin memberi dampak langsung pada peningkatan laju fotosintesis dan transpirasi tanaman. Beberapa strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi akumulasi Cd pada beras seperti pembibitan atau rekayasa genetika untuk menghasilkan kultivar dengan akumulasi Cd rendah, mengurangi ketersediaan Cd dalam tanah, penambahan kalium karbonat (CaCO_3) dan penghilangan Cd dari tanah dengan fitoremediasi atau pencucian tanah. Ketersediaan Cd di tanah sawah adalah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pH tanah dan redoks potensi yang paling menonjol (Chen et al, 2018).

Oleh sebab itu upaya yang dapat direkomendasikan adalah dengan melakukan upaya penyehatan tanah baik dengan penggunaan pupuk organik serta melakukan pemantauan kualitas tanah secara berkala dengan tujuan untuk mengurangi kadar logam berat kadmium di dalamnya (Prihandarini, 2023). Upaya penyehatan tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan adsorben berupa arang aktif yang dapat menyerap kandungan logam berat di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan Penelitian yang dilakukan oleh Rahman dkk (2020) yang menyatakan bahwa pemanfaatan arang aktif berupa tempurung kelapa, kendaga (kulit buah) karet, dan limbah gergaji kayu dinilai efektif dalam penurunan logam berat kadmium sebesar 7 g/kg tanah sampel. Upaya lain yang dapat direkomendasikan dalam penurunan kadar logam berat kadmium di dalam tanah adalah menggunakan metode fitoremediasi. Metode ini memanfaatkan tanaman sebagai agen penyerap kadar kadmium yang ada di dalam tanah. Contoh tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai agen adsorben adalah tanaman hias pacar air (*Impatiens balsamina L.*) dan bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa L.*). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Juhriah dkk (2023) yang menyatakan bahwa penanaman bunga pacar air menurunkan kadar kadmium sebesar 0.0535 $\mu\text{g}/\text{kg}$ dan tanaman bunga pukul empat menurunkan kadar kadmium sebesar 0.0367 $\mu\text{g}/\text{gram}$ dengan efisiensi penyerapan pada bunga pacar air dan pukul empat sebesar 24,64% dan 31,96%. Berdasarkan hasil ini kedua tanaman tersebut dinilai mampu mengakumulasi logam berat kadmium di dalam tanah yang tercemar.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan menunjukkan kandungan Cd dari mulai terendah sampai tertinggi yaitu jenis Mentik dengan kandungan logam berat 1,0913 mg/Kg. Kadar logam berat terendah berikutnya yaitu Rojolele dengan kandungan logam berat 1,1415 mg/Kg. Kadar logam berat C4 Super sebesar 1,147 mg/Kg dan kadar logam berat tertinggi yaitu C4 Raja 1,1568 mg/Kg. Dari hasil tersebut menunjukkan semua hasilnya di atas 0,4 mg/Kg artinya semua sampel tersebut melebihi baku mutu kandungan Cd pada beras sesuai dengan SNI 7287 : 2009. Sehingga perlu adanya upaya untuk mengurangi kandungan Cd yaitu dengan mengganti pupuk kimia menjadi pupuk organik, menggunakan adsorben berupa arang aktif, dan memanfaatkan teknik fitoremediasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi, H., Akorede, S., Opeyemi, M., Adebayo, I., Adelabu, A., & Michael, S. 2021. Towards achieving food security in Nigeria: A fuzzy comprehensive assessment of heavy metals contamination in organic fertilizers. *Current Research in Agricultural Sciences*. 8(2): 110-127.
- Adinda, A., Trisnawati, A., & Restiawati, M. 2018. Pengaruh Kecerahan Warna Lipstik Terhadap Banyaknya Kandungan Logam Berat Timbal, Kromium, Dan Kadmium Yang Dianalisis Menggunakan Atomic Absorption Spectroscopy (Aas). *Cheesa: Chemical Engineering Research Articles*. 1(1): 1-6.

- Akbar, M. J., Qurtubi, Q., & Maghfiroh, M. F. N. 2022. Perancangan Strategi Pemasaran Menggunakan Metode Swot Dan Qspm Untuk Meningkatkan Penjualan Beras. *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*. 8(1): 61-67.
- Asmorowati, D. S., Sumarti, S. S., & 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*. 9(3): 169-173.
- Chen, H., Zhang, W., Yang, X., Wang, P., McGrath, S. P., & Zhao, F. J. 2018. Effective methods to reduce cadmium accumulation in rice grain. *Chemosphere*. 207: 699-707.
- Chen, X. X., Liu, Y. M., Zhao, Q. Y., Cao, W. Q., Chen, X. P., & Zou, C. Q. 2020. Health risk assessment associated with heavy metal accumulation in wheat after long-term phosphorus fertilizer application. *Environmental pollution*, 262: 114348.
- Haryanti, E. T., & Martuti, N. K. T. 2020. Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus Sp.*) Di Tpi Kluwut Brebes. *Life Science*. 9(2): 149-160.
- Hussain, B., Umer, M. J., Li, J., Ma, Y., Abbas, Y., Ashraf, M. N., Tahir, T., Ullah, A., Gogoi, N. & Farooq, M. 2021. Strategies for reducing cadmium accumulation in rice grains. *Journal of Cleaner Production*. 286: 125557.
- Istarani, F. F., & Pandebesie, E. S. 2014. Studi Dampak Arsen (As) Dan Kadmium (Cd) Terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Its*. 3(1): D53-D58.
- Juhriah, J., La Ganirun, Nf, & Tambaru, E. (2023). Kemampuan Tanaman Hias Bunga Impatiens Balsamina L. Dan Mirabilis Jalapa L. Dalam Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd). *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 14 (1) : 17-24.
- Khasanah, U., Mindari, W., & Suryaminarsih, P. 2021. Kajian Pencemaran Logam Berat Pada Lahan Sawah Di Kawasan Industri Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2): 73-81.
- Kristiyana, K., Prasetya, A. T., & Kasmui, K. 2020. Perbandingan Metode Destruksi Sedimen Sungai Kaligarang Pada Analisis Logam Cu Menggunakan Flame Atomic Absorption Spectrometer (Faas). *Indonesian Journal Of Chemical Science*. 9(2): 99-105.
- Li, H., Luo, N., Li, Y. W., Cai, Q. Y., Li, H. Y., Mo, C. H., & Wong, M. H. 2017. Cadmium in rice: transport mechanisms, influencing factors, and minimizing measures. *Environmental Pollution*. 224: 622-630.
- Lindawati, E., Khairuddin, K., Ridhay, A., Sosidi, H., & Rahim, E. A. 2023. Analisis Kadar Kadmium (Cd) Dalam Bawang Merah Lokal Palu (*Allium Cepa L. Var. Aggregatum*) Pada Berbagai Lokasi Dan Umur Tanam. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 9(1): 70-76.
- Liu, Y., Zhang, C., Zhao, Y., Sun, S., & Liu, Z. 2017. Effects of growing seasons and genotypes on the accumulation of cadmium and mineral nutrients in rice grown in cadmium contaminated soil. *Science of the Total Environment*. 579: 1282-1288.
- Lukmanulhakim, R. C., Hidayati, N. V., & Baedowi, M. 2023. Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Dan Kromium (Cr) Pada Matriks Air Di Sungai Pelus Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Maiyah*. 2 (1): 41-50.
- Maddela, N. R., Kakarla, D., Garcia, L. C., Chakraborty, S., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. 2020. Cocoa-laden cadmium threatens human health and cacao economy: A critical view. *Science of the Total Environment*. 720: 137645.
- Morin, J. V., & Santi, D. 2020. Studi Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Oleh Tanaman Kayambang (*Salvinia Molesta*). *Jurnal Natural*. 16(2): 85-95.
- Mutiara, C., Redu, I., & Hutubessy, J. I. B. 2020. Analisis Ketersediaan Kadmium Di Tanah Dan Beras Yang Berasal Dari Desa Detusoko Barat. *Agrica: Journal Of Sustainable Dryland Agriculture*. 13(2): 117-124.
- Nasir, M. 2020. *Spektrometri Serapan Atom*. Aceh. Syiah Kuala University Press.

- Nasrun, D., Rinidar, R., & Tr, T. A. 2017. Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Insang Ikan Cendro (*Tylosurus Crocodilus*) Di Pesisir Krueng Raya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 1(3): 258-264.
- Nnaji, N. D., Onyeaka, H., Miri, T., & Ugwa, C. 2023. Bioaccumulation for heavy metal removal: a review. *SN Applied Sciences*. 5(5): 125-132.
- Pratiwi, D. Y. 2020. Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*. 1(1): 59-65.
- Pratiwiningsih, R. E., Ramadhan, M. F., & Sari, W. Y. 2022. Uji Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Beras Di Daerah Maos Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Serulingmas Health Journal*, 2(1): 39-48.
- Prihandarini, R. 2023. *Kapita Selekta Pertanian Organik Dan Pertanian Ramah Lingkungan*. Penerbit Empat.
- Pristiyanto, T. R. 2019. Analisis Kandungan Logam Berat (Fe, Cd, Cu, Zn, Pb Dan Mn) Pada Airtanah Dan Potensi Risiko Lingkungan Di Kecamatan Asembagus Situbondo (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Pulungan, A. F., & Wahyuni, S. 2021. Analisis Kandungan Logam Kadmium (Cd) Dalam Air Minum Isi Ulang (Amiu) Di Kota Lhokseumawe, Aceh. *Averrous: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Malikussaleh*, 7(1): 75-83.
- Rahman, A., Aziz, R., Indrawati, A., & Usman, M. 2020. Pemanfaatan Beberapa Jenis Arang Aktif Sebagai Bahan Absorben Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Tanah Sedimen Drainase Kota Medan Sebagai Media Tanam. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*. 5(1): 42-54.
- Salem, M. A., Bedade, D. K., Al-Ethawi, L., & Al-Waleed, S. M. 2020. Assessment of physiochemical properties and concentration of heavy metals in agricultural soils fertilized with chemical fertilizers. *Heliyon*. 6(10): e05224.
- Suhani, I., Sahab, S., Srivastava, V., & Singh, R. P. 2021. Impact of cadmium pollution on food safety and human health. *Current Opinion in Toxicology*. 27: 1-7.
- Suryandani, H., Trisnawati, D., Hudaya, D. A., Rostianti, T., & Purwantoro, R. 2022. Implementasi Kandungan Kadmium (Cd) Pada Beras Merah: Implementasi Kandungan Kadmium (Cd) Pada Beras Merah. *Teknotika*. 2(1): 111-114.
- Syachroni, S. H. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Tanah Sawah Di Kota Palembang. *Sylva: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kehutanan*. 6(1): 23-29.
- Tang, J., Zhang, J., Ren, L., Zhou, Y., Gao, J., Luo, L., ... & Chen, A. 2019. Diagnosis Of Soil Contamination Using Microbiological Indices: A Review On Heavy Metal Pollution. *Journal Of Environmental Management*. 242:121-130.
- Uddin, M. M., Zakeel, M. C. M., Zavahir, J. S., Marikar, F. M., & Jahan, I. 2021. Heavy metal accumulation in rice and aquatic plants used as human food: A general review. *Toxics*. 9(12) : 360-268.
- Widyasari, N. L., & Wiratama, I. G. N. M. 2021. Studi Teknik Bioremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Dengan Menggunakan Eco-Enzyme. *Jurnal Ecocentrism*. 1 (2): 89-95.
- Yulia, R., Putri, A., & Hevira, L. 2019. Analisis Merkuri Pada Merk Krim Pemutih Wajah Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Katalisator*. 4(2): 103-110.