

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cu, Cd, Cr PADA TANAMAN PADI DAN JAGUNG YANG SISTEM PENGAIRANNYA BERASAL DARI SUNGAI BADUNG

Ni Luh Widyasari^{1*)}, I Nyoman Rai²⁾, IGB Sila Dharma³⁾, Made Suidiana Mahendra⁴⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Mahasaraswati

²⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana

³⁾Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana

⁴⁾Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Udayana

*Email: widya6812@gmail.com

ABSTRACT

ANALYSIS OF HEAVY METAL CONTAINMENTS OF Pb, Cu, Cd, Cr IN RICE AND CORN PLANTS WITH FLOWING SYSTEM FROM THE BADUNG RIVERS

This research aims at identifying the content of heavy metals, namely Pb, Cu, Cd, and Cr in the rice and corn cultivated on the agricultural land of Subak Kerdung, Pemogan Village, South Denpasar District. Rice and corn plants are suspected of having indications of heavy metals due to pollution of the downstream Badung River, which is used as irrigation in Subak Kerdung agricultural land. The analysis of heavy metal contents is conducted on the rice and corn plant organs samples, including roots, stems, leaves, and seeds. The test results show that the organs of rice and corn plants detect the contents of heavy metals Pb, Cu, Cd, and Cr which exceed quality standards. According to the results of analysis tests on organs of the rice plant, the content of heavy metal Pb is detected 21.95 mg/kg; heavy metal Cu 170.42 mg/kg; heavy metals Cd 0.35 mg/kg; and heavy metal Cr 7.03 mg/kg. Meanwhile, the results of analysis test on organs of the corn plant detect the content of heavy metal Pb 16.96 mg/kg; heavy metal Cu 58.16 mg/kg; heavy metal Cd 2.5 mg/kg; and heavy metal Cr 3.16 mg/kg. Therefore, it can be concluded that the content of heavy metals Pb, Cu, Cd, and Cr is more detected in the roots of rice and corn plants, also partially translocated to their stems, leaves, and seeds.

Keywords: heavy metals; rice plants; corn plants; Badung rivers

1. PENDAHULUAN

Aktivitas domestik dan industri menghasilkan zat sisa berupa limbah dalam bentuk cair, padat, dan gas yang memiliki potensi untuk mencemari lingkungan apabila tidak dikelola secara tepat. Pada umumnya, keberadaan limbah hasil kegiatan industri teridentifikasi mengandung bahan kimia dan logam berat karena sebagian besar unsur logam dimanfaatkan sebagai bahan baku, bahan

tambahan atau pun katalis. Sebagai dampak perkembangan industri, jumlah emisi logam berat dan radionuklida ke biosfer semakin meningkat sehingga dapat membahayakan suatu ekosistem (Taberima, 2004). Selain dari kegiatan industri, logam berat juga terdeteksi dalam limbah domestik serta penggunaan pupuk berlebih yang mengandung logam pada lahan pertanian (Lestari dan Trihadiningrum, 2019). Logam berat tidak seperti polutan organik yang dapat terurai secara alamiah karena mengandung

senyawa mutagenik dan karsinogenik (Wu *et al.*, 2018). Pencemaran logam berat sebagai akibat perkembangan tingkat revolusi industri dan pertumbuhan populasi yang berlebihan sehingga menimbulkan masalah lingkungan serta berdampak pada kesehatan manusia (Abdelhafez dan Li, 2014).

Aktivitas masyarakat dalam bidang industri, pertanian, serta rumah tangga berpotensi menghasilkan limbah yang berkontribusi terhadap menurunnya kualitas perairan sungai (Mahyudin *et al.*, 2015). Sungai Badung menjadi salah satu sungai yang melintasi Kota Denpasar dan memiliki indikasi tercemar logam berat. Kontaminasi logam berat terhadap lingkungan perairan seperti sungai, berpotensi untuk larut dan terakumulasi dalam sedimen serta kemungkinan mengalami peningkatan seiring waktu mengikuti kondisi sungai (Wulan *et al.*, 2013). Pola hidup masyarakat yang heterogen menjadikan sungai beralih fungsi sebagai saluran pembuangan limbah domestik maupun industri sehingga menurunkan kualitas sungai dari segi fisik, kimia, dan biologi. Di satu sisi, logam berat yang mencemari lingkungan memiliki dampak langsung terhadap keberlangsungan hidup organisme. Di sisi lain, logam berat tersebut juga memiliki dampak tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Karakteristik dari logam berat di antaranya, memiliki respon biokimia spesifik untuk organisme hidup, spesifikasi gravitasi sebesar (>4), dan nomor atom 22-34 untuk unsur lantanida serta bernomor atom 40-50 untuk unsur aktanida (Darmono, 2001). Ketiga karakteristik tersebut menyebabkan logam berat sulit terdegradasi dan mudah terakumulasi dalam lingkungan. Menurut Li *et al.* (2019) logam berat mengacu pada jenis logam metaloid yang memiliki toksisitas biologis seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb) arsenik (As), dan kromium (Cr).

Penelitian Suwandewi *et al.* (2015) menyatakan kualitas air Sungai Badung bagian hilir, Desa Pemogan tercemar logam berat timbal (Pb) sebesar 0,664 ppm; kadmium (Cd) 0,05 ppm; tembaga (Cu) 0,022 ppm serta bakteri *Escherichia coli* sebanyak 11.000 MPN/100mL yang melebihi baku mutu perairan berdasarkan Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup Dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Pencemaran logam berat di bagian hilir Sungai Badung, Desa Pemogan diduga akibat pembuangan limbah usaha industri pencelupan/sablon yang berada disekitar sungai.

Penelitian kualitas air di Muara Sungai Badung juga dilakukan oleh Sari dan Perwira (2019) dengan mendapatkan hasil rata-rata kandungan logam berat kromium (Cr) pada tiga stasiun berbeda sebesar 0,095 mg/L. Kandungan logam berat kromium (Cr) yang terdeteksi pada Muara Sungai Badung terjadi akibat tingginya aktivitas industri pencelupan sablon dan berkembang pesat di kawasan hilir Sungai Badung (Sari dan Perwira, 2019). Logam berat yang masuk ke lingkungan perairan sungai tercampur dan terakumulasi dalam sedimen serta bertambah seiring berjalannya waktu tergantung pada kondisi sungai tersebut (Wulan *et al.*, 2013).

Pemanfaatan Sungai Badung bagian hilir yang terindikasi logam berat dengan tingkat toksisitas tinggi yaitu timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan kromium (Cr) jika digunakan sebagai sarana irigasi lahan pertanian cukup membahayakan produk hasil pertanian. Jika ketersediaan logam berat di dalam tanah meningkat, maka logam tersebut berpotensi untuk diserap oleh tanaman pun memberikan efek negatif pada kesehatan manusia (Hidayat, 2015). Salah satu lahan pertanian yang pengairannya berasal dari hilir Sungai Badung adalah Subak Kerdung dengan luas lahan 160

hektar. Padi jenis Ciherang dan jagung merupakan tanaman yang dibudidayakan di lahan pertanian Subak Kerdung. Kedua jenis tanaman tersebut menjadi tanaman pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat yang memiliki masa panen pada bulan Maret-April (Hasil observasi, 2020). Tanaman padi dan jagung memperoleh sumber air untuk kebutuhan irigasi dari bendungan di Banjar Batannyuh, Desa Buagan yang berasal dari hilir Sungai Badung. Kondisi hilir Sungai Badung yang tercemar dan terindikasi adanya logam berat jika digunakan sebagai sarana irigasi lahan tentunya akan mempengaruhi kualitas produk pertanian sehingga berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat jika dikonsumsi secara intensif.

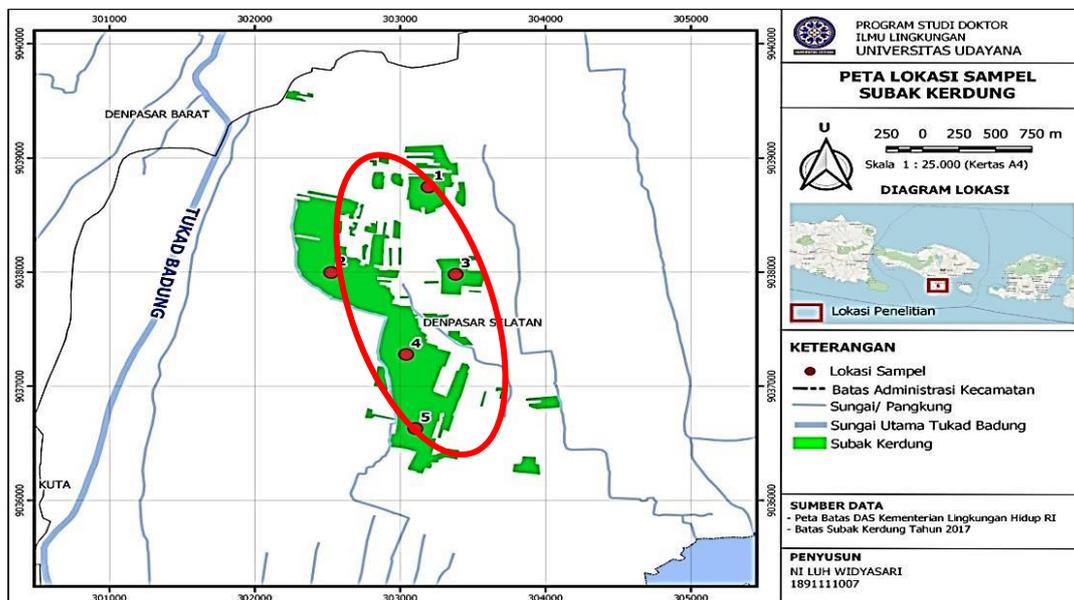
Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan pengukuran kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr utamanya dibagian organ tanaman pertanian padi dan jagung. Sistem pengairan di lahan pertanian Subak Kerdung yang berasal dari hilir Sungai Badung dan terindikasi

logam berat tentunya akan berdampak pada produk hasil pertanian. Oleh karena itu, diperlukan uji analisis sampel tanaman padi dan jagung yang dibudidayakan pada lahan pertanian Subak Kerdung agar dapat mengetahui nilai akumulasi atau kadar dari logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada bagian organ akar, batang, daun serta biji masing-masing tanaman.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel tanaman padi dan jagung dilakukan pada tiga titik lokasi di lahan pertanian Subak Kerdung (Gambar 1). Proses pengambilan sampel tanaman padi dan jagung hanya dilakukan di tiga titik lokasi dikarenakan dua titik lokasi lainnya kondisi tanaman padi dan jagung terserang hama belalang sehingga tidak layak untuk dijadikan sampel. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai bulan Maret 2021.



Gambar 1.

Lokasi sebaran titik sampel pengambilan tanaman padi dan jagung di Subak Kerdung, Kecamatan Denpasar Selatan (Hasil observasi, 2020)

2.2. Alat dan Bahan

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini *vessel*, *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS)*, *Microwave Anton Paar (Microwave Digestion System : Multiwave GO Plus)*, rotor, labu ukur 50 mL (*Iwaki*), labu ukur 100 mL (*Duran*), mikropipet 1000 mL (*Eppendorf RESEARCH Plus*), neraca analitik (*Denver Instrument SI-234*), tips (*Watson*), tube, suntikan (*Sartorius Single Use Only One Med*) yang dilengkapi dengan filter RC/GHP 0,20 μm . Bahan penelitian terdiri atas sampel organ tanaman padi dan jagung yang sudah dibersihkan meliputi organ akar, batang, daun, biji, larutan kimia HNO_3 , H_2O_2 , H_2SO_4 , larutan standard Pb, Cu, Cd, Cr dan aquades

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri atas dua tahap dengan prosedur sebagai berikut:

I. Tahap Pertama

- a. Pengambilan sampel tanaman padi dan jagung di lahan pertanian Subak Kerdung secara *purposive sampling* dengan menggunakan 3 titik lokasi pada Gambar 1.
- b. Sampel tanaman padi dan jagung dikumpulkan kemudian dicuci bersih dengan air.
- c. Selanjutnya tanaman padi dan jagung dipisahkan masing-masing organ akar, batang, daun, biji kemudian dicacah sampai berbentuk butiran halus.
- d. Sampel organ tanaman padi dan jagung yang sudah melalui proses pencacahan selanjutnya diberi label sesuai jenis organ tanaman.
- e. Setelah itu sampel organ tanaman padi dan jagung dibawa ke Laboratorium

Analitik Universitas Udayana untuk diuji kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr.

II. Tahap kedua

- a. Sampel akar kemudian ditimbang sebanyak 0,45-0,55 gram ke dalam *vessel* yang telah dibilas dengan HNO_3 pekat : aquades (2:1) dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C (dilakukan sebanyak 10x), kemudian HNO_3 pekat ditambahkan ke dalam *vessel* sebanyak 10 mL.
- b. *Vessel* ditutup dan diletakkan pada rotor secara berurutan. Sampel didestruksi dengan menggunakan *Microwave Anton Paar* (kurang lebih 45 menit).
- c. Hasil destruksi dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu ditambahkan internal standar (ISTD) 10 mg/L sebanyak 0,4 mL kemudian ditera dengan aquadest dan dihomogenkan.
- d. Larutan sampel disaring dengan suntikan yang dilengkapi dengan filter RC/GHP 0,20 μm setelah itu larutan sampel dimasukkan ke dalam tube.
- e. Larutan sampel yang telah disaring kemudian diukur kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr menggunakan alat *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS)*.
- f. Prosedur yang sama juga dilakukan pada sampel batang, daun, biji tanaman padi serta organ tanaman jagung.

2.4. Analisis Data

Pengumpulan data diperoleh dari hasil uji laboratorium yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil perolehan data dihitung rata-ratanya

kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data yang dianalisis meliputi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr yang terdapat pada sampel organ akar, batang, daun, biji tanaman padi dan jagung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji laboratorium, sampel tanaman padi dan jagung yang diperoleh pada tiga titik lokasi di lahan pertanian Subak Kerdung terdeteksi adanya kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr. Rata-rata kandungan logam berat Pb yang terdeteksi dibagian akar padi sebesar 19,69 mg/kg dan daun 2,26 mg/kg. Sementara rata-rata kandungan

logam berat Cu yang terdeteksi di bagian akar 91,59 mg/kg; daun 51,47 mg/kg dan biji 27,36 mg/kg. Kandungan logam berat Cd dan Cr hanya terdeteksi dibagian akar padi dengan nilai rata-rata Cd 0,35 mg/kg dan Cr 7,03 mg/kg (Tabel 1).

Pada sampel tanaman jagung juga terdeteksi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr. Akar padi terdeteksi kandungan logam berat Pb dengan nilai rata-rata 16,69 mg/kg dan organ daun 0,27 mg/kg. Rata-rata kandungan logam berat Cu terdeteksi dibagian akar sebesar 24,45 mg/kg; batang 27,7 mg/kg dan daun 6,01 mg/kg. Sementara kandungan logam berat Cd dan Cr hanya terdeteksi dibagian akar dengan nilai rata-rata 2,5 mg/kg dan 3,16 mg/kg (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Uji Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Organ Akar, Batang, Daun, Biji Tanaman Padi dan Jagung

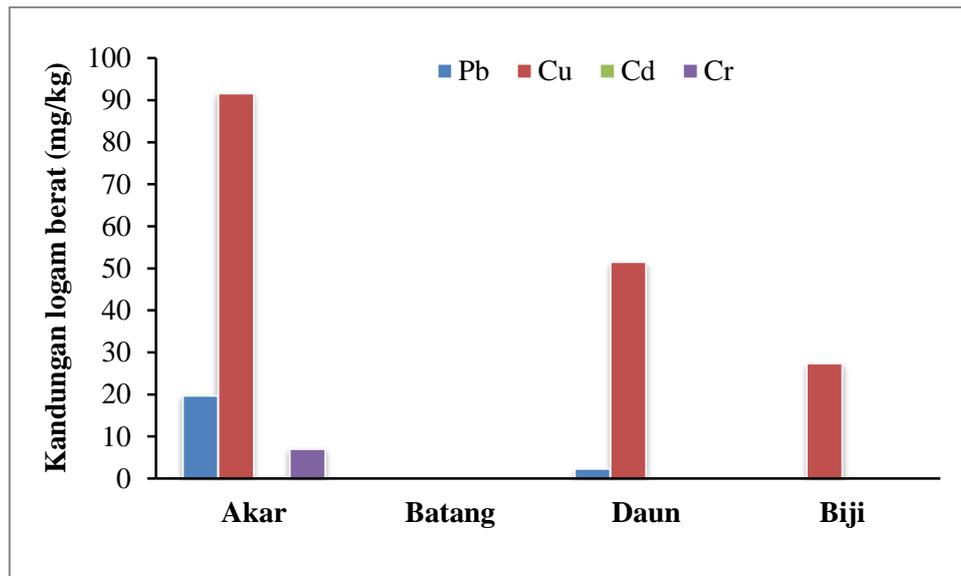
Sampel Tanaman		Hasil Uji Logam Berat (mg/kg)			
		Timbal (Pb)	Tembaga (Cu)	Kadmium (Cd)	Kromium (Cr)
Padi	Akar	19,69	91,59	0,35	7,03
	Batang	ttd	ttd	ttd	ttd
	Daun	2,26	51,47	ttd	ttd
	Biji	ttd	27,36	ttd	ttd
Rata-Rata		5,488±9,528	42,605±38,840	0,088±0,175	1,758±3,515
Jagung	Akar	16,69	24,45	2,5	3,16
	Batang	ttd	27,70	ttd	ttd
	Daun	0,27	6,01	ttd	ttd
	Biji	ttd	ttd	ttd	ttd
Rata-Rata		4,240±8,301	14,540±13,608	0,625±1,250	0,790±1,580

Keterangan: ttd = tidak terdeteksi pada limit deteksi 0,001 mg/kg

Sumber: Hasil analisis Laboratorium Analitik Universitas Udayana, 2021

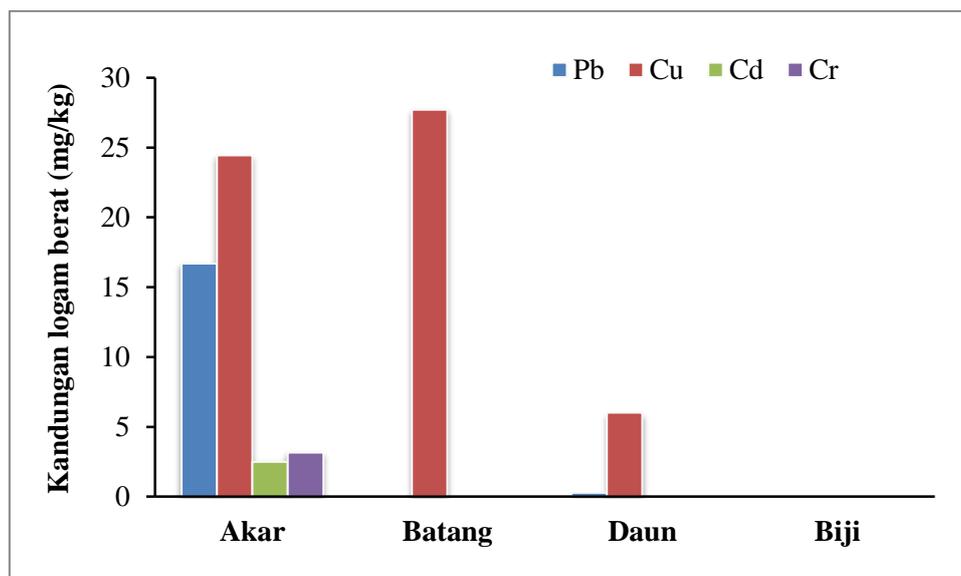
Organ tanaman padi dan jagung meliputi akar, batang, daun serta biji memiliki kemampuan akumulasi logam berat Pb, Cu, Cd, Cr yang berbeda. Pada tanaman padi, kandungan logam berat Cu paling banyak terakumulasi di organ akar, daun dan biji dengan nilai rata-rata 42,605 mg/kg jika dibandingkan logam berat Pb, Cd, Cr. Berbeda halnya dengan tanaman

jagung, kandungan logam berat Cu paling banyak terakumulasi didalam organ akar, batang dan daun dengan nilai rata-rata 14,540 mg/kg. Kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam berat dibagian akar dan tajuk menunjukkan bahwa tanaman padi dan jagung berpotensi sebagai tanaman akumulator.



Gambar 2.

Perbandingan Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Organ Akar, Batang, Daun, dan Biji Tanaman Padi



Gambar 3.

Perbandingan Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Organ Akar, Batang, Daun dan Biji Tanaman Jagung

Kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr yang terdeteksi pada tanaman padi dan jagung telah melebihi nilai batas maksimum kandungan logam berat yang diperbolehkan pada tanaman. Nilai rata-rata kandungan logam berat Pb terdeteksi pada tanaman padi sebesar 5,488 mg/kg

dan tanaman jagung 4,24 mg/kg. Nilai kandungan logam berat Pb pada tanaman padi dan jagung telah melebihi nilai batasan maksimum untuk kandungan logam berat Pb pada tanaman yaitu 2 mg/kg (Tabel 2). Sementara untuk nilai rata-rata kandungan logam berat Cu yang

terdeteksi pada tanaman padi 42,605 mg/kg dan tanaman jagung 14,54 mg/kg. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai kandungan logam berat Cu pada tanaman padi dan jagung melebihi batas maksimum kandungan logam berat Cu yang diperbolehkan pada tanaman sebesar 10 mg/kg (Tabel 2).

Pada tanaman padi nilai rata-rata kandungan logam berat Cd yang terdeteksi 0,088 mg/kg dan tanaman jagung 0,625 mg/kg. Nilai kandungan logam berat Cd pada tanaman padi dan

jagung telah melebihi nilai batasan maksimum untuk kandungan logam berat Cd yang diperbolehkan pada tanaman yaitu 0,02 mg/kg (Tabel 2). Sementara untuk nilai rata-rata kandungan logam berat Cr yang terdeteksi pada tanaman padi sebesar 1,758 mg/kg dan tanaman jagung 0,79 mg/kg. Nilai kandungan logam berat Cr pada tanaman padi telah melebihi batas maksimum kandungan logam berat Cr yang diperbolehkan pada tanaman yaitu 1,3 mg/kg (Tabel 2).

Tabel 2. Perbandingan Nilai Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Tanaman Padi dan Jagung terhadap Nilai Batas Kandungan Logam Berat yang Diperbolehkan pada Tanaman

Jenis logam berat	*Nilai kandungan logam berat yang diperbolehkan pada tanaman (mg/kg)	**Kandungan logam berat pada tanaman padi (mg/kg)	**Kandungan logam berat pada tanaman jagung (mg/kg)
Cd (Cadmium)	0,02	0,088	0,625
Cr (Chromium)	1,3	1,758	0,79
Cu (Coper)	10	42,605	14,54
Pb (Lead)	2	5,488	4,24

*Sumber: Osmani *et al.*, 2015

**Sumber: Hasil analisis, 2021

Kandungan dari logam berat Pb, Cu, Cd, Cr yang terdeteksi di tanaman padi dan jagung melebihi nilai kandungan logam berat yang diperbolehkan untuk tanaman. Hal tersebut menunjukkan bahwa lahan pertanian Subak Kerdung terindikasi tercemar logam berat. Lahan pertanian yang tercemar logam berat kemungkinan besar disebabkan oleh sistem pengairan yang memanfaatkan Sungai Badung bagian hilir. Padatnya pemukiman, aktivitas masyarakat kota yang meningkat dan berkembangnya usaha industri menjadi penyebab terjadinya degradasi lingkungan salah satunya sungai sebagai badan air. Sungai Badung yang dimanfaatkan sebagai sarana air bersih dan aktivitas pertanian mengalami tingkat pencemaran yang dapat berdampak bagi kehidupan masyarakat Kota Denpasar. Adapun sumber pencemar Sungai Badung berasal

dari berbagai jenis limbah yang dihasilkan dari aktivitas pasar, usaha industri, rumah sakit, dan limbah domestik hasil kegiatan rumah tangga. Di daerah Dauh Puri Kangin hingga Waduk Muara, terdapat sekitar 158 industri logam, 393 industri tekstil, 129 industri batik, 663 industri kain, 393 industri sablon, serta 132 industri pembuatan tahu-tempe yang terindikasi membuang limbah ke Sungai Badung. Aktivitas pembuangan berbagai jenis limbah ke aliran Sungai Badung menghasilkan total nilai buangan produksi mencapai 243.491,39 m³ perhari (Vichotama *et al.*, 2020).

Aliran Sungai Badung yang tercemar tentunya berdampak pada sistem pengairan lahan pertanian di Kota Denpasar salah satunya lahan pertanian Subak Kerdung. Tercemarnya lahan pertanian akan mempengaruhi produktivitas tanaman pangan seperti

tanaman padi dan jagung. Logam berat yang berada didalam tanah mampu diserap oleh akar tanaman, sehingga akan terakumulasi di organ tanaman lainnya seperti pada bagian batang dan daun (Tangahu *et al.*, 2011). Hal tersebut terjadi pada tanaman padi dan jagung yang dibudidayakan di lahan pertanian Subak Kerdung. Berdasarkan hasil uji, sampel tanaman pangan yaitu padi dan jagung terdeteksi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr dibagian akar, batang, daun bahkan biji. Tanaman pangan yang terindikasi logam berat dapat mengakibatkan keracunan jika dikonsumsi dalam jangka waktu lama (Yunita, 2011). Kondisi tanaman pangan yang mengandung logam berat dapat menjadi kekhawatiran karena akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, tanaman padi dan jagung yang dibudidayakan pada lahan pertanian Subak Kerdung terdeteksi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr. Kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, dan Cr yang terdeteksi pada tanaman padi dan jagung telah melebihi nilai standar kandungan logam berat yang diperbolehkan pada tanaman. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa air Sungai Badung yang dimanfaatkan sebagai irigasi lahan pertanian di Subak Kerdung telah tercemar logam berat yang berdampak pada tanaman pangan padi dan jagung. Produk pertanian yang tercemar logam berat memiliki dampak negatif bagi masyarakat karena jika dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan gangguan kesehatan.

4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam upaya penanggulangan logam berat pada lahan pertanian dengan menggunakan teknik fitoremediasi yang memanfaatkan tanaman hiperakumulator sebagai media penyerap logam berat. Teknik fitoremediasi dapat menjadi solusi alternatif dalam menangani permasalahan pencemaran pada lahan pertanian sebagai media budidaya tanaman pangan yang dikonsumsi oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhafez, A.A., Li, J. 2014. Geochemical and Statistical Evaluation of Heavy Metal Status in the Region Around Jinxi River, China. *Soil and Sediment Contamination*, 23(8): 850–868.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hidayat, B. 2015. Remediasi tanah tercemar logam berat dengan menggunakan Biochar. *Jurnal Pertanian Tropika*, 2(1): 31- 41.
- Lestari, P dan Trihadiningrum, Y. 2019. The Impact of Improper Solid Waste Management to Plastic Pollution in Indonesian Coast and Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*, 149.
- Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X. 2019. A Review on Heavy Metals Contamination in Soil: Effects, Sources and Remediation Techniques. *Soil and Sediment Contamination*, 28(4): 380-394.
- Mahyudin, Soemarno, dan Tri B. 2015. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen

- Kabupaten Malang. *J-PAL*, 6(2): 105-114.
- Osmani, M., Bani, A., Hoxha, B. 2015. Heavy Metals and Ni Phytoextraction in the Metallurgical Area Soils in Elbasan. *Albanian Journal Agriculture sci*, 14(4): 414-419.
- Taberima, S., 2004. "Peranan Mikroorganisme Dalam Mengurangi Efek Toksik Pada Tanah Terkontaminasi Logam Berat". (Disertasi). Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sari, A.H.W., Perwira, I.Y. 2019. Biomarker histopatologi hati ikan belanak (*Mugil cephalus*) sebagai peringatan dini toksisitas kromium (Cr) di Muara Tukad Badung. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2): 229-233.
- Suwandewi, I.N.M., Ratnawati, I.G.A.A., Darmayasa, I.B.G. 2015. Uji Kandungan Unsur Radioaktif Dan Bakteri Pencemar *Escherichia Coli* Pada Limbah Industri Di Daerah Hilir Sungai Badung, Desa Pemogan. *Buletin Fisika*, 16(1): 7-14.
- Vichotama, R., Haribowo, R., Prayogo, T.B. 2021. Analisa Kualitas Air Tukad Badung, Denpasar, Bali Menggunakan Program QUAL2Kw. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air (JTRESDA)*, 1(1): 40-51.
- Wu, W., Wu, P., Yang, F., Sun, D., Zhang, D., Yi, Zhou. 2018. Assessment of Heavy Metal Pollution and Human Health Risks in Urban Soils Around an Electronics Manufacturing Facility. *Science of Total Environment*, 630: 53-61.
- Wulan, S.P, Thamrin & Amin B. 2013. *Konsentrasi, Distribusi dan Korelasi Logam Berat Pb, Cr dan Zn pada Air dan Sedimen di Perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang-Provinsi Riau*. Pekanbaru: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau.
- Yunita N. 2011. Evaluasi Penggunaan Air Irigasi yang Mengandung Logam Berat Timbal (Pb) pada Ambang Batas Kualitas Air Pertanian Terhadap Kadar Timbal pada Tanaman Bayam (*Amarantus sp.*). (Skripsi). Padang: Universitas Andalas.