

Analisis Risiko Kesehatan Kromium Yang Terkandung Dalam Beras Dari Area Persawahan Kecamatan Pleret

Health Risk Analysis of Chromium Contained in Rice From Paddy Field of Pleret District

Anjelina Miyenfa¹, Djoko Rahardjo^{1*}, dan Krismono²

¹Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia

Abstrak

Kegiatan industri penyamakan kulit sekitar daerah aliran Sungai Opak berpotensi meningkatkan pencemaran Sungai Opak akibat belum efektifnya pengolahan limbah cair yang berakhir pada pembuangan ke badan air. Logam kromium dalam bentuk kromium heksavalen yang terdapat dalam limbah cair industri penyamakan kulit dapat terakumulasi dalam tanaman padi yang ditanam di area persawahan yang memanfaatkan air Sungai Opak sebagai sumber irigasi, termasuk persawahan di Kecamatan Pleret. Kromium heksavalen yang terakumulasi dalam beras dapat menyebabkan gangguan kesehatan orang yang mengkonsumsi beras tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar kromium heksavalen yang terdapat dalam beras yang dihasilkan dari area persawahan di Kecamatan Pleret, dan mempelajari risiko kesehatan yang diakibatkan pola konsumsi beras yang tercemar kromium heksavalen. Penelitian menggunakan 60 sampel beras yang dihasilkan dari persawahan di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul yang mendapatkan aliran irigasi dari Sungai Opak. Analisis kandungan kromium heksavalen dalam sampel dilakukan dengan metode spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi kromium heksavalen dalam beras berada pada kisaran 0,072-0,667 mg/kg dengan rerata konsentrasi 0,251 mg/kg. Laju asupan kromium di Kecamatan Pleret masih berada di bawah ambang batas berdasarkan standar US EPA. Tingkat risiko kesehatan non karsinogenik masih terbilang aman dengan nilai RQ < 1. Nilai *Excess Cancer Risk* (ECR) dalam penelitian ini menunjukkan pajanan kromium heksavalen berpotensi menjadi kasus kanker.

Kata kunci : beras, kromium heksavalen, analisis risiko kesehatan, Sungai Opak, Kecamatan Pleret

Abstract

Leather tanning industry activities around the Opak River have the potential to increase pollution of the Opak River due to ineffective wastewater treatment which ends in disposal into water bodies. Heavy metal in the form of hexavalent chromium contained in the leather tanning industrial wastewater can accumulate in rice plants planted in paddy fields that utilize the Opak River water as a source of irrigation, including rice fields in Pleret District. Hexavalent chromium that accumulates in rice can cause health problems for people who consume rice. This study aimed to measure hexavalent chromium levels in rice produced from paddy fields in Pleret District, and to study the health risks caused by consumption patterns of rice contaminated with hexavalent chromium. The research was carried out using 60 samples of rice produced from paddy fields in Pleret District, Bantul Regency, which receive irrigation from the Opak River. Analysis of the hexavalent chromium content in the samples was carried out by the spectrophotometry. The results showed that the concentration of hexavalent chromium in rice was in the range of 0.072-0.667 mg/kg with an average concentration of 0.251 mg/kg. The rate of chromium intake in Pleret District is still below the threshold based on US EPA standards. The level of non-carcinogenic health risks is still relatively safe with an RQ value < 1. The Excess Cancer Risk (ECR) value in this study indicates hexavalent chromium exposure has the potential to cause cancer.

Keywords : rice, hexavalent chromium, health risk analysis, Opak River, District of Pleret

*Corresponding author:

Djoko Rahardjo
Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana
Jl. Wahidin Sidurohusodo 5-25. Yogyakarta, Indonesia, 55224
E-mail: djoko@staff.ukdw.ac.id

Pendahuluan

Aktivitas kegiatan industri yang meningkat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terkadang menghasilkan dampak lain yang kurang menguntungkan. Kerusakan lingkungan dalam wujud pencemaran badan air oleh limbah industri adalah salah satu contoh dari dampak tersebut. Hal ini terjadi karena belum semua industri memiliki instalasi pengolahan limbah yang efektif, sehingga masih banyak limbah industri yang masuk ke badan air dan menjadi bahan pencemar (Laoli *et al.* 2021; Yudo, 2006).

Logam kromium (Cr) banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengolah dalam kegiatan industri penyamakan kulit. Keberadaan Cr dalam limbah industri berpotensi menjadi bahan pencemar karena sifatnya yang persisten di dalam lingkungan. Masuknya Cr dalam rantai makanan berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan (Zeng *et al.* 2011). Akumulasi Cr yang besar dalam tubuh dapat mempengaruhi kesehatan pada organ hati, gangguan saluran pernapasan dan gagal ginjal (Wahyuningtyas, 2001).

Sungai Opak merupakan salah satu sungai besar di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang mengalir melewati Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Pleret adalah salah satu Kecamatan di Kabupaten Bantul yang wilayahnya juga mendapat aliran dari Sungai Opak. Sungai Opak banyak dimanfaatkan masyarakat dalam berbagai keperluan seperti pengairan irigasi persawahan, perikanan, perkebunan, dan penambangan pasir (Laoli *et al.* 2021). Sebagian besar masyarakat di Kecamatan Pleret bekerja sebagai petani dan mengkonsumsi beras dari persawahan yang mendapat aliran irigasi dari Sungai Opak. Beras yang dihasilkan dari tanaman padi tersebut potensial menyerap dan menyimpan unsur logam berat seperti Cr dari tanah dan air yang tercemar. Konsumsi bahan pangan yang telah tercemar logam berat dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada manusia dalam rentang waktu yang panjang akibat terjadinya akumulasi logam berat pada organ tubuh (Sylvia, 2019).

Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan potensi cemaran Cr baik terhadap air Sungai Opak ataupun tanaman yang pertumbuhannya didukung oleh air dari sungai tersebut. Hasil penelitian Rahardjo (2021), menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi kromium di Sungai Opak dari tahun 2015-2016, dimana pada air terjadi kenaikan sebesar 8,83 mg/l dan dalam sedimen sebesar 89,22 mg/l. Lebih lanjut dalam penelitian Pratiwi (2021), menunjukkan bahwa rerata konsentrasi senyawa kromium dalam sampel beras di kecamatan Pleret adalah sebesar 0,206 mg/kg, yang meskipun belum melebihi standar baku mutu, tingginya tingkat konsumsi beras orang Indonesia berpotensi meningkatkan risiko kesehatan akibat cemaran Cr dalam beras. Penelitian Doabi *et al.* (2018) dan Zhang *et al.* (2020), mengidentifikasi konsumsi makanan menjadi jalur utama yang berkontribusi terhadap lebih dari 90% risiko kesehatan.

Penyebab suatu penyakit terkait cemaran bahan pangan pokok seperti beras telah meningkatkan kesadaran konsumen terhadap mutu dan keamanan bahan pangan tersebut. Identifikasi kandungan logam berat yang ada pada beras diperlukan untuk memperkirakan nilai toksiknya (Sylvia, 2019). Langkah ini adalah bagian dari analisis risiko kesehatan, yang didefinisikan sebagai upaya preventif dengan melakukan karakterisasi efek yang potensial akan merugikan kesehatan manusia dari paparan bahaya lingkungan (Anonim, 1983).

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi kromium heksavalen beras yang ditanam di area persawahan di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul dan mempelajari risiko kesehatan yang diakibatkan pola konsumsi beras yang tercemar kromium heksavalen.

Materi Dan Metode

Bahan dan Lokasi

Bahan penelitian berupa beras diambil dari padi yang ditanam di area persawahan Kecamatan Pleret yang mendapatkan aliran irigasi dari Sungai Opak. Secara teknis, sampel beras diperoleh dari warga yang

bekerja sebagai petani di Dusun Bawuran I dan II, Tegalrejo, Kerto Lor, dan Pleret, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Jumlah sampel di tentukan menggunakan rumus *sloven* ($n = \frac{N}{1+Ne^2}$). Dalam pelaksanaannya, hanya 60 dari 90 sampel yang diteliti karena keterbatasan peneliti.

Koleksi Sampel dan Data Pola Konsumsi Beras

Selain sampel beras yang digunakan untuk mendapatkan data kadar kromium, sejumlah data lain yang diambil dalam penelitian ini pH tanah persawahan dan pola konsumsi beras. Data pola konsumsi beras diperoleh dari hasil wawancara menggunakan kuisioner meliputi pertanyaan berupa identitas responden (nama, umur, jenis kelamin, pekerjaan, berat badan, lama tinggal), preferensi konsumsi (jenis beras yang dikonsumsi) dan pola konsumsi (cara memperoleh, frekuensi makan dalam sehari, dan rerata jumlah beras yang dikonsumsi).

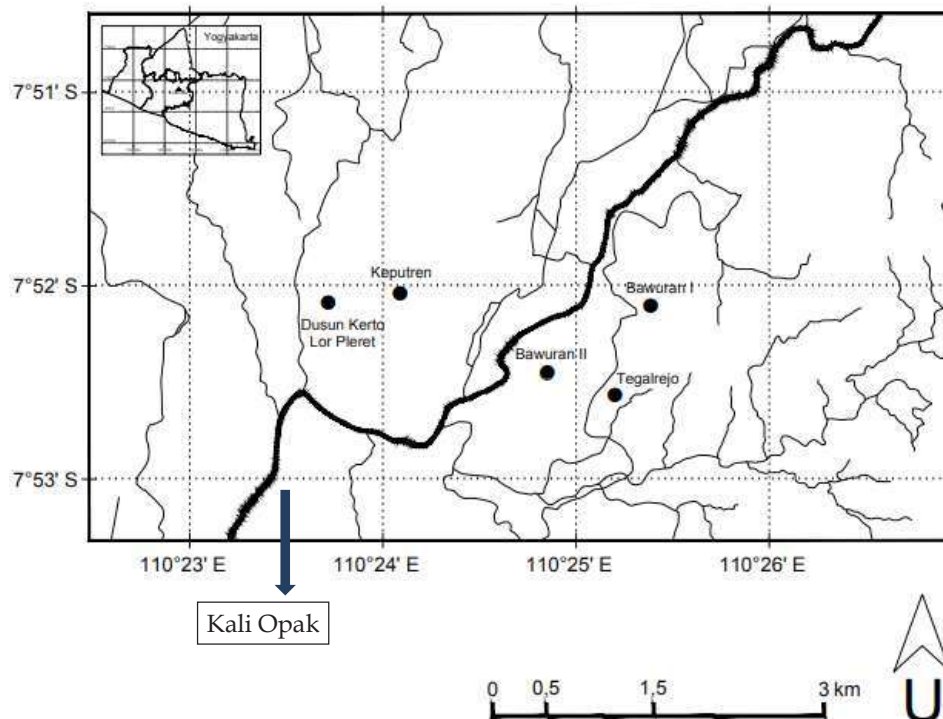
Preparasi dan Analisis Sampel

Sebanyak 15 g sampel beras direbus

dalam 45 ml akuades. Hasil rebusan disaring menggunakan kertas saring, dan sejumlah 40 ml filtrat digunakan sebagai bahan untuk pengukuran kadar kromium heksavalen di Laboratorium Fakultas Sains dan Matematika (FSM), Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Pengukuran menggunakan *spectrophotometer HACH DR 2700*. Pengukuran kromium heksavalen air beras dilakukan dengan metode 1,5 Diphenylcarbohidrazide (*Methods 8023, Powder Pillow Accepted USEPA and Standard Method 3500 Cr B*)

Analisis Data

Data yang dianalisis adalah data primer yang didapatkan dari hasil pengukuran kandungan kromium dalam beras beserta hasil wawancara menggunakan kuisioner. Analisis statistik data menggunakan program SPSS 20 dengan uji *One Way ANOVA* untuk mengetahui nilai rerata kromium heksavalen (Cr (VI)) dalam beras dan uji korelasi dan regresi bivariat untuk mengetahui hubungan antara 2 variabel, yaitu antara variabel independen (jenis kelamin, kelompok usia, pekerjaan, berat



Gambar 1. Peta area penelitian di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul yang mendapat aliran irigasi dari Sungai Opak

badan, dan lama tinggal) dengan variabel dependen risiko kesehatan.

Hasil

Tabel 1 menunjukkan seluruh sampel beras telah terkontaminasi kromium heksavalen (Cr (VI)) dengan kisaran 0,072-0,667 mg/kg dengan rerata konsentrasi sebesar 0,251 mg/kg. Terdapat perbedaan konsentrasi Cr (VI) berdasarkan daerah dan juga jenis beras. Dusun Kerto Lor merupakan lokasi ditemukannya rerata Cr (VI) tertinggi (0,279 mg/kg), sedangkan rerata CrVI terendah ditemukan di Dusun Keputren (0,213 mg/kg). Jenis beras Mapan dideteksi mempunyai konsentrasi Cr (VI) tertinggi (0,34 mg/kg), sedangkan jenis beras Sunggal mempunyai kadar Cr (VI) terendah (0,0072 mg/kg). Uji F menurut Ghazali (2013), pada dasarnya bertujuan untuk menunjukkan apakah semua variabel bebas memiliki pengaruh simultan. Hasil uji One Way ANOVA, menunjukkan bahwa jenis beras tidak berpengaruh terhadap kromium dengan nilai sig = 0,094.

Tabel 2 menunjukkan karakteristik responden dalam penelitian ini yang meliputi jenis kelamin, kelompok usia, pekerjaan, berat badan dan lama tinggal. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari hasil wawancara dengan kuisioner diketahui bahwa 60 responden terdiri dari 58% responden laki-laki dan 42% responden kelamin perempuan, dan pekerjaan responden terbanyak adalah pelajar.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rerata

frekuensi konsumsi beras tertinggi ditemukan di Dusun Keputren dan Bawuran II sebesar 2,9, dan rerata konsumsi tertinggi di Dusun Keputren 504,5 gram/hari. Hasil *biosurvey* responden pada penelitian ini menunjukkan responden mengkonsumsi beras yang berasal dari sawah milik pribadi ataupun milik masyarakat lainnya. Frekuensi konsumsi beras dalam sehari yaitu 3 kali dan rerata konsumsi beras responden dalam sehari yaitu 400 g/hari.

Penilaian pajanan risiko kanker pada *risk agent* CrVI ditunjukkan oleh Tabel 4 sampai Tabel 6. *Risk agent* yang memiliki risiko menimbulkan gangguan kesehatan kronis (non kanker) terlebih dahulu dihitung *intake* sebelum dibagi dengan nilai dosis aman (RFD), sedangkan *risk agent* yang memiliki risiko menimbulkan kanker (karsinogenik) dihitung nilai *intake* sebelum dikalikan dengan nilai dosis aman (CSF). Perhitungan tersebut diatas akan memperoleh nilai *risk quotient* (RQ) dan risiko karsinogenik yang dinyatakan *Excess Cancer Risk* (ECR).

Pembahasan

Akumulasi Kromium Heksavalen dalam Beras

Kromium heksavalen (Cr (VI)) sebagai salah satu bentuk kromium yang terdapat dalam limbah industri bersifat reaktif dengan unsur lain (Amin & Kassem, 2012). Unsur ini sangat mudah larut, mudah bergerak dan beracun bagi tanah bahkan dalam konsentrasi yang sangat rendah (<1mg/kg) (Ranieri *et al.* 2013).

Tabel 1. Konsentrasi kromium dalam beras

Jenis Beras	n	Konsentrasi Kromium (mg/kg)										Baku Mutu (mg/kg)
		Keputren	Rerata	Bawuran I	Rerata	Kerto Lor	Rerata	Tegalrejo	Rerata	Bawuran II	Rerata	
IR 64	18	0,153-0,354	0,276	0,276-0,288	0,282	0,258-0,378	0,318	0	0	0,099-0,667	0,272	0,279
Inpari 42	30	0-0,150	0,15	0,153-0,375	0,265	0,144-0,613	0,266	0,150-0,369	0,248	0,108-0,438	0,253	0,252
Inpari 32	6	0,048-0,315	0,162	0	0	0	0	0	0	0	0	0,162
Mapan	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,296-0,369	0,34	0,34
Rojo Lele	2	0,195-0,222	0,208	0	0	0	0	0	0	0	0	0,208
Sunggal	1	0	0	0-0,072	0,072	0	0	0	0	0	0	0,072
Rerata	n=60	0,213		0,238		0,279		0,248		0,269		0,251

*1

Tabel 2. Perbedaan Tingkat Laju Asupan Kromium berdasarkan Karakteristik Responden

Variabel	Sub Variabel	Kecamatan Pleret				
		Dusun Keputren	Dusun Bawuran I	Dusun Kerto Lor	Dusun Tegalrejo	Dusun Bawuran II
		Mean				
Jenis Kelamin	Laki-laki	0,00299	0,00219	0,00394	0,00282	0,00173
	Perempuan	0,00331	0,00207	0,0025	0,00299	0,00179
Kelompok Usia	2-10 Tahun	0,0083	0	0,00306	0	0,0044
	11-19 Tahun	0,00343	0,00196	0,00277	0,00179	0,00172
	20-60 Tahun	0,00128	0,00224	0,00343	0,00173	0,00254
	Pelajar	0,00341	0,00196	0,00277	0,00179	0,00348
Pekerjaan	Buruh Tani	0	0,00228	0,00377	0,00067	0,00272
	IRT	0,00217	0,00212	0,00291	0	0,0012
	Petani	0,00078	0	0	0,00209	0,00272
Berat Badan	Lainnya	0,00134	0	0,00306	0,0013	0,00305
	11-30 kg	0,00509	0	0,00375	0	0,00402
	31-50 kg	0,00172	0,00198	0,00237	0,00203	0,00278
	>50 kg	0,00142	0,00232	0,00372	0,00098	0,00237
Lama Tinggal	2-10	0,00337	0	0,00306	0	0,004
	11-19	0,00343	0,00196	0,00277	0,00179	0,00188
	20-60	0,00128	0,00224	0,00343	0,00173	0,0026

Tabel 3. Pola Konsumsi Beras

Kecamatan	Dusun	n Resonden		Pola Konsumsi	
		L	P	Frekuensi Konsumsi (x sehari)	Rata-rata konsumsi (gr/hari)
Pleret	Keputren	9	6	2,9	504,5
	Bawuran I	4	2	2,8	487,3
	Kerto Lor	4	4	2,5	430
	Tegalrejo	6	1	1,8	319,4
	Bawuran II	12	12	2,9	501,6

Tabel 4. Nilai *Intake* Non Karsinogen dan *Risk Quotient* (RQ)

Dusun	Intake Non Karsinogen			RfD (mg/kg/hari)	<i>Risk Quotient</i> (RQ)		
	Min	Mean	Max	*0,003	Min	Mean	Max
Keputren	0,000242	0,00167	0,00383		0,081	0,556	1,277
Bawuran I	0,000415	0,00281	0,00504		0,138	0,937	1,678
Kerto Lor	0,000397	0,00398	0,00973		0,132	1,327	3,244
Bawuran II	0,000206	0,00286	0,00939		0,068	0,955	3,132
Tegalrejo	0,000923	0,00253	0,00594		0,307	0,845	1,98

*Anonim, 2012 B.

Logam berat kromium dapat terdistribusi melewati aliran air pembuangan limbah industri ke badan air hingga pada akhirnya masuk ke lahan pertanian. Perpindahan logam berat difasilitasi oleh aliran air permukaan dan aliran bawah permukaan (Nusa, 2008).

Berdasarkan data yang terdapat di

Tabel 1, konsentrasi kromium yang terdapat dalam beras di Kecamatan Pleret masih di bawah standar baku mutu *China's Maximum Levels for Contaminants in Foods* Tahun 2014, yaitu sebesar 1,0 mg/kg (Clever & Jie, 2014), sehingga masih berada pada nilai aman untuk konsumsi. Keberadaan Cr (VI) yang terkandung dalam beras diduga berasal dari

Tabel 5. Nilai *Intake* Karsinogenik / CDI dan ECR

Dusun	CDI (mg/kg-hari)			SF *0,5	ECR		
	Min	Mean	Max		Min	Mean	Max
Keputren	0,034	0,25	0,547		1,70E ⁻⁰²	1,25E ⁻⁰¹	2,73E ⁻⁰¹
Bawuran I	0,059	0,401	0,719		2,90E ⁻⁰²	2,00E ⁻⁰¹	3,59E ⁻⁰¹
Kerto Lor	0,056	0,568	1,39		2,80E ⁻⁰²	2,84E ⁻⁰¹	6,95E ⁻⁰¹
Bawuran II	0,029	0,421	1,342		1,50E ⁻⁰²	2,10E ⁻⁰¹	6,71E ⁻⁰¹
Tegalrejo	0,086	0,356	0,848		4,30E ⁻⁰²	1,78E ⁻⁰¹	4,24E ⁻⁰¹

*Zeng *et al.* (2015)**Tabel 6** Hubungan *Risk Agent* Terhadap Risiko Kesehatan

Variabel	Laju Asupan Harian				RQ		ECR					
	R	R ²	Pers. Garis	P value	R	R ²	Pers. Garis	P value	R	R ²	Pers. Garis	P value
Jenis Kelamin	0,149	0,022	Y = 1.366 - 0.224	0,243	0,32	0,102	Y = 886,670 - 272,437	0,011	0,32	0,102	Y = 0,570 - 0,175	0,011
Kelompok Usia	0,138	0,019	Y = 1.573 - 0.194	0,281	0,417	0,174	Y = -398,439 + 333,617	0,001	0,417	0,174	Y = -0,256 + 0,214	0,001
Pekerjaan	0,105	0,011	Y = 0.924 + 0.046	0,414	0,352	0,124	Y = 742,358 - 88,627	0,005	0,352	0,124	Y = 0,477 - 0,057	0,005
Berat Badan	0,052	0,003	Y = 1.250 - 0.073	0,044	0,334	0,112	Y = -233,864 - 266,360	0,007	0,334	0,112	Y = -0,150 + 0,171	0,007
Lama Tinggal	0,095	0,009	Y = 1.416 - 0.133	0,461	0,411	0,169	Y = -402,387 - 327,377	0,001	0,411	0,169	Y = -0,259 + 0,210	0,001

aktivitas industri yang ada di sepanjang aliran Sungai Opak. Hasil monitoring pembuangan limbah oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul tahun 2015 menunjukkan bahwa pembuangan limbah dari enam pabrik kulit ke Sungai Opak tidak memenuhi standar baku mutu (Anonim, 2015).

Menurut penelitian Aji *et al.* (2019), Cr (VI) yang dibuang dan masuk ke dalam perairan dan menjadi sumber irigasi pada pertanian akan mencemari tanah persawahan jika nilainya di atas ambang batas yang telah ditetapkan. Nilai ambang Cr (VI) menurut peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 101 Tahun 2014 tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yaitu 2,5 mg/kg (Anonim, 2014).

Selain berasal dari limbah industri, cemaran Cr (VI) juga dapat berasal dari penggunaan pupuk, pestisida, maupun kompos pada kegiatan pertanian. Data penelitian menunjukkan bahwa para petani yang ada di Kecamatan Pleret menggunakan pupuk dan pestisida, baik dalam bentuk sintetik atau organik. Penggunaan pestisida sintetik secara terus-menerus dapat menjadi

salah satu faktor meningkatnya unsur logam atau mineral dalam tanah (Edwards, 2017). Tanaman yang menyerap logam berat dari tanah akan mengakumulasi dalam organ vegetatif dan generatif tanaman. Proses akumulasi logam berat dalam organ tanaman bisa bersifat toksik pada tanaman tersebut (Irhamni *et al.* 2018), atau bagi organisme yang memakan organ tanaman yang telah tercemar oleh logam berat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beras jenis Mapan memiliki rerata kandungan Cr (VI) tertinggi. Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena padi jenis Mapan memiliki bobot yang lebih berat, jumlah daun yang banyak dan tinggi tanaman yang lebih dari jenis padi lainnya (Gunarsih *et al.*, 2019), sehingga mengakibatkan akumulasi kromium heksavalen yang lebih tinggi. Beras jenis Sunggal memiliki rerata konsentrasi Cr (VI) terendah, yang kemungkinan disebabkan oleh habitus tanaman yang lebih pendek, batang agak keras dan struktur akar yang memiliki sistem pemberhentian transpor logam menuju daun terutama untuk logam non esensial, sehingga terjadi penumpukan

logam di akar (Handayani *et al.* 2017). Menurut Laoli *et al.* (2021), logam berat yang terakumulasi pada tanaman bersumber dari kandungan logam berat dalam tanah yang telah mengalami bioakumulasi, pengaruh kondisi unsur kimia tanah, tinggi rendah pH, serta jenis tanaman, dan karakteristik dari logam berat itu sendiri.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pratiwi (2021), menunjukkan bahwa rerata kromium yang terdapat dalam beras di Kecamatan Pleret adalah sebesar 0,206 mg/kg. Penelitian serupa yang dilakukan di beberapa titik sampling pada tiga wilayah Kecamatan yang berbeda menunjukkan bahwa beras di Kecamatan Piyungan mengandung rerata Cr (VI) dengan konsentrasi sebesar 0,122 mg/kg, sedangkan beras di Kecamatan Banguntapan dan Jetis masing-masing mempunyai rerata kadar Cr (VI) sebesar 0,266 mg/kg dan 0,198 mg/kg. Terjadinya perbedaan kadar Cr (VI) yang terdapat dalam sampel beras bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti keadaan kimia tanah, kadar organik tanah, dan oksidasi reduksi dalam tanah. Jenis tanah juga memiliki pengaruh terhadap terjadinya reaksi pada logam berat. Tanah vertisol yang memiliki lempung tanah lebih tinggi dibandingkan dengan entisol berakibat pada tingginya luas permukaan perekatan yang dapat menurunkan kelarutan logam berat kromium (Laoli *et al.* 2021).

Selain kadar Cr (VI), parameter derajat keasaman (pH) tanah persawahan juga diukur dalam penelitian ini. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai pH lokasi penelitian sebesar 8,8. Nilai ini kurang sesuai untuk membantu kelarutan kromium karena menurut Palar (1994), nilai pH yang rendah berelasi terhadap tingginya kelarutan kromium. Menurut Serang *et al.* (2018), naiknya nilai pH tanah bisa jadi merupakan dampak dari fitoremediasi air yang mengandung logam kromium, sehingga berperan serta terhadap stabilisasi logam berat dalam tanah.

Perbedaan Tingkat Laju Asupan Kromium Berdasarkan Karakteristik Responden dan Pola Konsumsi

Tingkat laju asupan kromium secara

keseluruhan di Kecamatan Pleret masih terbilang aman karena nilai rerata laju asupan kromium di setiap dusun belum melebihi nilai batas aman 0,023 mg/kg/hari yang merujuk pada standar US EPA (Anonim, 2012).

Karakteristik responden dalam penelitian yang meliputi jenis kelamin, kelompo usia, pekerjaan, berat badan dan lama tinggal dapat berpengaruh terhadap tingkat pola konsumsi beras dan laju asupan kromium dalam tubuh (Pratiwi, 2021).

Responden yang memiliki laju asupan tinggi memiliki risiko yang lebih besar terhadap paparan kromium. Semakin tinggi nilai laju asupan menyebabkan tingkat paparan kromium yang masuk ke dalam tubuh juga semakin tinggi. Hasil penelitian Huang *et al.* (2013), menyatakan bahwa pola konsumsi makanan menjadi jalur utama masuknya logam berat kromium terhadap risiko kesehatan jika dibanding dengan minum, inhalasi, dan kontak kulit. Faisya *et al.* (2008), menambahkan bahwa laju asupan seseorang berkaitan dengan laju metabolisme.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju asupan kromium tertinggi untuk responden berjenis kelamin laki-laki ditemukan di Dusun Kerto Lor (0,00394 mg/kg/hari) dan responden perempuan ditemukan di Dusun Keputren (0,00331 mg/kg/hari).

Berdasarkan variabel kelompok umur, data laju asupan kromium tertinggi pada kelompok usia 2-10 tahun terdapat di Dusun Kerto Lor (0,00306 mg/kg/hari), kelompok usia 11-19 terdapat di Dusun Keputren (0,00343 mg/kg/hari), dan kelompok usia 20-60 rerata terdapat di Dusun Kerto Lor (0,00343 mg/kg/hari). Usia menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keberadaan zat toksik pada tubuh. Bertambahnya usia akan menyebabkan semakin tinggi risiko akumulasi zat toksik dalam tubuh. Penurunan fungsi organ vital seperti ginjal, hati, dan otak pada orang yang menginjak usia lanjut dapat menyebabkan ekskresi zat toksik menurun (Utami, 2017). Disamping hal tersebut, bagi anak-anak dan remaja, logam berat kromium dapat mengakibatkan

obesitas dan penyebab berbagai penyakit kardiovaskuler (Nasab *et al.*, 2022).

Analisis laju asupan kromium juga ditinjau berdasarkan jenis pekerjaan responden. Responden pelajar di Dusun Bawuran II menunjukkan nilai rerata laju asupan kromium tertinggi sebesar 0,00348 mg/kg/hari. Laju asupan kromium tertinggi dari responden berjenis pekerjaan lain dapat dilihat dari jenis pekerjaan ibu rumah tangga (IRT) dengan nilai sebesar 0,00291 mg/kg/hari di Dusun Kerto Lor, pekerjaan sebagai petani dengan nilai sebesar 0,0272 mg/kg/hari di Dusun Bawuran II, dan jenis pekerjaan lainnya dengan nilai sebesar 0,00306 mg/kg/hari di Dusun Kerto Lor.

Hasil penelitian Faisya *et al.* (2019), dan Perdana (2015), menunjukkan bahwa berat badan termasuk variabel yang penting dalam analisis risiko kesehatan serta mampu mempengaruhi jumlah asupan pada setiap individu. Responden yang memiliki berat badan lebih besar maka nilai laju asupan lebih tinggi. Teori ini belum tercermin dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Tingkat laju asupan kromium berdasarkan variabel berat badan mempunyai nilai rerata tertinggi untuk kelompok responden 11-30 kg sebesar 0,00509 mg/kg/hari yang teramati di Dusun Keputren, kelompok responden 31-50 kg sebesar 0,00278 mg/kg/hari yang teramati di Dusun Bawuran II dan kelompok responden lebih dari 50 kg sebesar 0,00372 mg/kg/hari yang teramati di Dusun Kerto Lor.

Tingkat laju asupan kromium tidak tercermin dari lama tinggal responden di lokasi penelitian. Data menunjukkan bahwa responden yang tinggal selama 2-10 tahun di Dusun Keputren mempunyai nilai laju asupan kromium tertinggi dengan nilai 0,00337 mg/kg/hari, responden yang telah berdiam selama 11-19 tahun di Dusun Keputren mempunyai nilai laju asupan kromium tertinggi dengan nilai sebesar 0,00343 mg/kg/hari, dan responden yang telah tinggal 20-60 tahun di Dusun Kerto Lor mempunyai nilai laju asupan kromium tertinggi dengan nilai 0,00343 mg/kg/hari.

Analisa Risiko Kesehatan

Analisa risiko kesehatan non karsinogenik diketahui dengan melakukan perhitungan *risk quotient* (RQ), yang didefinisikan sebagai nilai batas aman atau tidaknya suatu agen risiko (*risk agent*) bagi organisme. Tingkat risiko dikatakan aman apabila $RQ < 1$, dan dikatakan tidak aman apabila $RQ > 1$ (Anonim, 2012). Data pada Tabel 4 secara berturut-turut menunjukkan nilai RQ tertinggi hingga terendah yaitu Dusun Kerto Lor 1,327 dengan rerata *intake* non karsinogenik 0,00398 mg/kg/hari, Bawuran II 0,955 dengan rerata *intake* non karsinogenik 0,00286 mg/kg/hari, Bawuran I 0,937 dengan rerata *intake* non karsinogenik 0,00281 mg/kg/hari, Tegalrejo 0,845 dengan rerata *intake* non karsinogenik 0,00253 mg/kg/hari dan Keputren 0,556 dengan rerata *intake* non karsinogenik 0,00167 mg/kg/hari.

Nilai rerata RQ yang melebihi batas aman teramati di Dusun Kerto Lor dengan rerata *intake* non karsinogenik sebesar 0,00398 mg/kg/hari. Menurut Pratiwi (2021), nilai RQ yang melebihi batas aman ($RQ > 1$) bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola konsumsi sumber kromium heksavalen (Cr (VI)) yang tinggi dan perbedaan konsentrasi Cr (VI). Hasil penelitian Rahayu *et al.* (2014), menyatakan bahwa tingginya nilai RQ juga dapat dipengaruhi oleh berat badan. Semakin kecil berat badan seseorang maka semakin besar nilai RQ dan sebaliknya. Hasil penelitian ini secara umum masih menunjukkan nilai $RQ < 1$ sehingga belum menimbulkan risiko kesehatan non karsinogenik.

Tingkat risiko kesehatan karsinogenik dinyatakan dengan *excess cancer risk* (ECR). Nilai rerata ECR tiap dusun di Kecamatan Pleret seperti yang disajikan dalam Tabel 5 menunjukkan bahwa Cr (VI) berpotensi menjadi kasus kanker karena nilai $ECR > 1 \times 10^{-4}$. Nilai ECR hasil pajanan Cr (VI) melalui jalur ingesti di Kecamatan Pleret sebesar $1,94E^{-01}$, yang menunjukkan bahwa Cr (VI) berpotensi menyebabkan kasus kanker sebesar 1,9 dari 10.000 penduduk. Nilai ECR tertinggi hingga terendah secara berturut-turut terdapat di Dusun Kerto Lor sebesar $2,84E^{-01}$ dengan rerata CDI 0,568 mg/kg/hari, Dusun Bawuran II sebesar $2,10E^{-01}$

dengan rerata CDI 0,421 mg/kg/hari, Dusun Bawuran I sebesar $2,00E^{-01}$ dengan rerata CDI 0,401 mg/kg/hari, Dusun Tegalrejo sebesar $1,78E^{-01}$ dengan rerata CDI 0,356 mg/kg/hari, dan Dusun Keputren sebesar $1,25E^{-01}$ dengan rerata CDI 0,25 mg/kg/hari.

Hubungan Risk Agent dengan Risiko Kesehatan

Hasil penelitian yang disajikan dalam Tabel 6 menunjukkan hubungan antara *risk agent* dengan risiko kesehatan berdasarkan analisis statistik korelasi yang digunakan. Menurut Sugiyono (2014), analisis korelasi berganda digunakan sebagai alat untuk mengetahui derajat kekuatan hubungan antara seluruh variabel X terhadap seluruh variabel Y secara bersamaan. Hasil analisis statistik dengan nilai sig < 0,05 mempunyai arti keberadaan pengaruh yang signifikan, sedangkan nilai sig > 0,05 menunjukkan tidak adanya pengaruh yang signifikan.

Hasil uji korelasi dan regresi pada Tabel 6 menunjukkan bahwa variabel berat badan memiliki hubungan yang lemah terhadap laju asupan dengan nilai $R = 0,473$ dan nilai $P = 0,000$, sedangkan variabel jenis kelamin, kelompok usia, pekerjaan, dan lama tinggal tidak berhubungan dengan laju asupan.

Berat badan adalah faktor penting dalam analisis risiko kesehatan dan dapat berpengaruh terhadap besarnya jumlah asupan dan dosis internal yang diterima oleh individu. Semakin berat badan seseorang maka akan semakin kecil pula kemungkinan terkena gangguan risiko akibat paparan *risk agent* (Syarifuddin & Sarto, 2018).

Hubungan antara variabel responden dengan nilai RQ menghasilkan pengamatan bahwa variabel kelompok umur ($R = 0,760$, $P = 0,000$) dan variabel lama tinggal ($R = 0,781$, $P = 0,000$) memiliki hubungan yang sangat kuat dengan RQ, variabel jenis pekerjaan ($R = 0,282$, $P = 0,029$) memiliki hubungan yang lemah dengan RQ, variabel berat badan ($R = 0,162$, $P = 0,000$) memiliki hubungan yang sangat lemah dengan RQ dan variabel jenis kelamin tidak memiliki hubungan dengan RQ.

Hubungan antara variabel responden dengan nilai ECR menghasilkan pengamatan

bahwa variabel kelompok umur ($R = 0,743$, $P = 0,000$) dan variabel lama tinggal ($R = 0,766$, $P = 0,000$) memiliki hubungan yang kuat dengan ECR, variabel jenis pekerjaan ($R = 0,308$, $P = 0,017$) memiliki hubungan yang lemah dengan ECR, dan variabel jenis kelamin dan berat badan tidak memiliki hubungan dengan ECR.

Berdasarkan hasil analisis korelasi dan regresi bivariat Tabel 6 diketahui bahwa laju asupan memiliki hubungan yang signifikan dengan variabel berat badan, lama tinggal, pekerjaan, dan usia pada level 0,01, dan variabel jenis kelamin pada level 0,05. Nilai RQ memiliki hubungan dengan variabel jenis kelamin pada level 0,05 dan dengan usia, pekerjaan, lama tinggal, dan berat badan pada level 0,01. ECR memiliki hubungan dengan jenis kelamin pada level 0,05 dan usia, pekerjaan, lama tinggal serta berat badan pada level 0,01.

Kesimpulan

Kromium heksavalen (Cr (VI)) terdeteksi pada sampel beras yang ditanam di area persawahan di Kecamatan Pleret yang dialiri air Sungai Opak. Kadar Cr (VI) ditemukan tertinggi dalam beras varietas Mapan sebesar 0,34 mg/kg dan terendah pada varietas Sunggal sebesar 0,072 mg/kg. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh signifikan antara jenis beras dengan kadar Cr (VI). Laju asupan harian Cr (VI) di Kecamatan Pleret masih terbilang aman karena berada di bawah standar baku mutu US EPA. Tingkat risiko kesehatan non karsinogenik Cr (VI) yang bersumber pada beras di Kecamatan Pleret masih terbilang aman dengan nilai $RQ < 1$. Nilai *excess cancer risk* (ECR) menunjukkan Cr (VI) berpotensi menjadi penyebab kasus kanker karena nilai $ECR > 1 \times 10^{-4}$.

Daftar Pustaka

Amin, A.S. & Kassem, M.A. (2012). Chromium speciation in environmental samples using a solid phase spectrophotometric method. *Spectrochimica Acta : Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 96:541-7 DOI:10.1016/j.saa.2012.05.020

- Aji, A.C., Masykuri, M., & Rosariastuti, R. (2019). Fitoremediasi Logam Kromium Di Tanah Sawah Dengan Rami (*Boehmeria Nivea*) dan Environmental Health Agriculture System (EHAS). Surakarta. *Jurnal Bioeksperimen*, 5(2):2460-1365.
- Anonim. (1983). Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process. Washington, DC, National Research Council, National Academy Press, pp. 3-4
- Anonim. (2012 A). Report on the 2011 U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Decontamination Research and Development Conference. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Anonim. (2012 B). Guidelines for Water Reuse. U.S. Environmental Protection Agency. U.S. Agency for International Development. Washington, D.C.
- Anonim. (2014). Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Jakarta.
- Anonim. (2015). Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Bantul 2013, Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Bantul.
- Clever, J & Jie, M. (2014). China's Maximum Level for Contaminants in Food. <https://www.fas.usda.gov/data/china-china-s-maximum-levels-contaminants-foods>. Accessed on 2 February 2023.
- Doabi, S.A., Karami, M., Majid, A. & Yeganeh. M. (2018). Pollution and health risk assessment of heavy metals in agricultural soil, atmospheric dust and major food crops in Kermanshah province, Iran. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 163:153-164. DOI:10.1016/j.ecoenv.2018.07.057
- Edwards, C.A. (2017). Factors that Affect the Persistence of Pesticides in Plants and Soils, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts., UK. 55: 39-55.
- Faisya, A.F., Putri, D.A., & Ardillah, Y. (2019). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Hidrogen Sulfida (H₂S) dan Ammonia (NH₃) Pada Masyarakat Wilayah TPA Sukawinatan Kota Palembang Tahun 2018. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2):126 - 134.
- Gunarsih, C.K., Tobing, C., & Pinem, M.I. (2019). Uji Ketahanan Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Hama Kepik Hitam *Paraucosmetus pallicornis* Dallas. (Hemiptera: Lygaeidae) di Rumah Kasa. [Skripsi]. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155
- Handayani, C.O., Dewi, T., & Sukarjo. (2017). Translokasi Unsur Mikronutrien Pada Tanaman Padi Di Kabupaten Wonosobo. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 3-7.
- Huang, Z., Pan, X, D., Wu, P., Han, J, L., & Chen, Q. (2013). Health Risk Assessment of Heavy Metals in Rice to the Population in Zhejiang. China. *Plos One*, 8(43): e75007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075007>
- Irhamni, P. S., Purba, E., & Hasan, W. (2018). Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi. *Jurnal Serambi Engeneering*, 3(2): 344-351.
- Laoli, B.M.S., Kisworo., & Rahardjo, D. (2021). Akumulasi Pencemar Kromium (Cr) Pada Tanaman Padi Di Sepanjang Kawasan Aliran Sungai Opak, Kabupaten Bantul. *Jurnal Biospecies*, 14(1) : 59 - 66.
- Nasab, H., Rajabi, S., Eghbalian, M., Malakootian, M., Hashemi, M., & Mahmoudi, M. H. (2022). Association of As, Pb, Cr, and Zn urinary heavy metals levels with predictive indicators of cardiovascular disease and obesity in children and adolescents. *Chemosphere*, 294 (December 2021). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133664>
- Nusa, I. (2008). Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan.
- Palar, H. (1994). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: PT Rineka Cipta.

- Perdana, I. (2015). Hubungan Antara Kadar Hemoglobin (Hb) Dengan Prestasi Belajar Siswa Mi Muhammadiyah Program Khusus Kecamatan Kartasura Kabupaten Sukoharjo. Doctoral Disertasion, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pratiwi, V.R. (2021). Analisa Risiko Kesehatan Kromium Dalam Beras Di Kecamatan Jetis dan Plaret Kabupaten Bantul. Yogyakarta. [Skripsi]. Fakultas Bioteknologi. Universitas Kristen Duta Wacana. Yogyakarta.
- Rahardjo, D & Prasetyaningsih, A. (2021). Pengaruh Aktivitas Pembuangan Limbah Cair Industri Kulit Terhadap Profil Pencemar Kromium di Lingkungan serta Moluska, Ikan dan Padi Di Sepanjang Aliran Sungai Opak Bagian Hilir. Prosiding Seminar Nasional UNIMUS Publikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat IV. 1830-1841
- Rahayu, A., Daud, A., & Anwar. (2014). Analisis Risiko Kadmium dalam Kerang Darah Pada Masyarakat di Wilayah Pesisir Kota Makasar. [Skripsi]. Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Univeritas Hasanuddin.
- Ranieri, E., Fratino, U., Petruzzelli, D., & Borges A.C. (2013). A comparison between *Phragmites australis* and *Helianthus annuus* in chromium phytoextraction. *Water, Air, and Soil Pollution*, 224(3):1465. doi:10.1007/s11270-013-1465-9
- Serang, L.K.O., Handayanto, E., & Rindyastuti, R. (2018). Fitoremediasi Air Tercemar Logam Kromium dengan Menggunakan *Sagittaria lancifolia* dan *Pistia stratiotes* Serta Pengaruhnya Terhadap Kangkung Darat (*Ipomea reptans*). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1) : 739-746.
- Sugiyono. (2012). Statistika Untuk Penelitian (Ed. 21). Bandung: Alfabeta.
- Syarifuddin, M & Sarto, S. (2018). Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Timbal (Pb) dalam Biota Laut Pada Masyarakat Sekitar Teluk Kendari. Berita Kedokteran Masyarakat. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 34(10): 385-393
- Sylvia, D. (2019). Analisis Sifat Fisik, Dan Kimia Pada Tanaman Padi (*Oriza Sativa* L.) Yang Terdapat Di Daerah Industri Modern Cikande. Tangerang. *Jurnal Farmamedika*, 4(2):48-53.
- Utami, S. S. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus di Desa Sumberpaken Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember. [Skripsi]. Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Wahyuningtyas, N. (2001). Pengolahan Limbah Cair Kromium Dari Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Natrium Karbonat (Na_2CO_3). [Skripsi]. STTL, Yogyakarta.
- Yudo, S. (2006). Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *Jurnal Makara*, 2(1): 1-8.
- Zeng, F., Zhou, W., Ali, S. W. F., & Zhang, G. (2011). Subcellular Distribution and Chemical Forms of Chromium in Plants Suffering from different Levels of Chromium Toxicity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174(2): 249-256.
- Zeng, C., li, H., Yang, T., Deng, Z. H., Yang, Y., Zhang, Y., & Lei, G. H. (2015). Electrical stimulation for pain relief in knee osteoarthritis: Systematic review and network meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(2): 189-202. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.11.014>.
- Zhang, R., Chen, T., Zhang, Y., Hou, Y., & Chang, Q. (2020). Health risk assessment of heavy metals in agricultural soils and identification of main influencing factors in a typical industrial park in northwest China. *Chemosphere*. 2020 Aug;252:126591. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126591. Epub 2020 Mar 24. PMID: 32240858.