

ANALISA RISIKO KESEHATAN CEMARAN KROM DALAM BERAS DI KECAMATAN JETIS, YOGYAKARTA

Health Risk Analysis of Chromium Contamination in Rice in Jetis District, Yogyakarta

Wulan Sari Sinaga¹, Djoko Rahardjo¹, Krismono¹

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

*Email: wulan.sinaga@students.ukdw.ac.id

Abstract

The distribution of chromium originating from industrial waste disposal activities into the Opak River can pollute the flow of rice irrigation water which has an impact on food safety, especially rice. This study aims to determine the concentration of hexavalent chromium, the daily intake rate of age groups, and the effect of chromium on health risks. This research was conducted in Jetis District, Bantul, Yogyakarta with 3 sub-district locations: Canden Village, Trimulyo Village, and Sumber Agung Village. The research samples used were 60 rice samples from their own harvest using irrigation water from the Opak River using a random sampling method. Analysis of hexavalent chromium in rice was carried out with a preparation of 15 grams and analyzed using a HACH DR 2700 Spectrophotometer. The results showed that 100% of rice samples in Jetis District were contaminated with hexavalent chromium. The chromium concentration in the 3 villages ranged from 0.054-0.604 mg/kg with the highest mean value of 0.224 mg/kg found in Canden village. The pattern of chromium intake from rice consumption in 3 sub-districts ranged from 0-1909 µg/day with a mean value of 971 µg/day. The average value of chromium intake patterns in 3 sub-districts is far beyond the safe limit set by WHO of 320 µg/day. From the health risk calculations, the Risk Quotient values obtained for the sub-districts of Canden, Trimulyo, and Sumber Agung villages were respectively 3.00, 2.00, and 2.00. The RQ value in 3 sub-districts is above the safe limit set by WHO at $RQ > 1$. Based on the calculation of the risk of cancer, seen from the ECR value, the results obtained range from $1.E-01 - 2.E-01$, this ECR value is far beyond the set safe limit. by WHO is 10^{-4} . Chromium concentration, daily intake rate, consumption patterns, and characteristics of respondents influence health risks.

Keywords: *Hexavalent Chromium, Rice, Health Risk Analysis*

Abstrak

Distribusi kromium yang bersumber dari aktivitas pembuangan limbah industri ke Sungai Opak dapat mencemari aliran air irigasi persawahan yang berdampak pada keamanan pangan terutama beras. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi kromium heksavalen, laju asupan harian dari kelompok umur, dan pengaruh kromium terhadap risiko kesehatan. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Jetis, Bantul, Yogyakarta dengan 3 lokasi kelurahan yaitu Desa Canden, Desa Trimulyo dan Desa Sumberagung. Sampel penelitian yang digunakan adalah beras sebanyak 60 sampel yang berasal dari hasil panen sendiri yang memanfaatkan air irigasi sungai Opak dengan metode *random sampling*. Analisis kromium heksavalen pada beras dilakukan dengan preparasi sebanyak 15 gram dan dianalisis menggunakan alat Spektrofotometer HACH DR 2700. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 100% sampel beras di Kecamatan Jetis telah terkontaminasi kromium heksavalen. Konsentrasi kromium pada 3 desa berkisar sebesar 0,054-0,604 mg/kg dengan nilai rerata tertinggi sebesar 0,224 mg/kg terdapat di desa Canden. Pola asupan kromium dari konsumsi beras pada 3 kelurahan berkisar 0-1909 µg/hari dengan nilai rerata sebesar 971 µg/hari. Nilai rerata pola asupan kromium di 3 kelurahan jauh melewati batas aman yang ditetapkan oleh WHO sebesar 320 µg/hari. Dari perhitungan risiko kesehatan, diperoleh hasil nilai *Risk Quotient* untuk kelurahan desa Canden, Trimulyo, Sumberagung secara berurutan sebesar 3,00, 2,00, 2,00. Nilai RQ pada 3 kelurahan diatas batas aman yang ditetapkan oleh WHO sebesar $RQ > 1$. Berdasarkan perhitungan risiko terjadinya kanker, dilihat dari nilai ECR diperoleh hasil berkisar $1.E-01 - 2.E-01$, nilai ECR ini jauh melewati batas aman yang ditetapkan oleh WHO sebesar 10^{-4} . Konsentrasi kromium, laju asupan harian, pola konsumsi, karakteristik responden berpengaruh terhadap risiko kesehatan.

Kata kunci: *Kromium Heksavalen, Beras, Analisa Risiko Kesehatan*

PENDAHULUAN

Aktivitas dalam berbagai sektor industri banyak memberikan dampak positif bagi kemajuan pembangunan negeri dan dampak negatif terhadap kenyamanan kehidupan manusia dan lingkungan sekitar. Salah satu contoh jenis industri yang ditemukan di Yogyakarta yang pengolahannya banyak menggunakan air dan sebagian senyawa kimia adalah industri penyamakan kulit. Berdasarkan penelitian (Laoli, 2021) mengatakan bahwa kawasan industri yang berada di Yogyakarta menggunakan bahan kimia seperti kromium (Cr) yang hampir semua membuang hasil limbah industri ke aliran sungai opak tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu sehingga proses penyamakan kulit tersebut dikatakan tidak memenuhi baku mutu. Namun, adanya kromium yang ditemukan dalam limbah cair industri dengan kadar yang tinggi tentunya bisa menyebabkan tercemarnya lingkungan dikarenakan adanya senyawa kromium sulfat berkisar antara 60-70% yang tidak dapat terlarut dan diserap oleh kulit dalam proses penyamakan. Selain itu, meningkatnya kadar kromium setiap tahun akan menyebabkan masyarakat dapat terpapar krom dari berbagai sumber yang terdistribusi melalui air sungai, air sumur, sedimen, biota, kuku, rambut maupun darah (Rahardjo, 2017).

Distribusi krom secara meluas dan konsentrasi serta akumulasi krom yang meningkat di lingkungan akan memiliki dampak bagi kesehatan masyarakat di sekitar kawasan industri terutama dalam konsumsi pangan masyarakat. Berdasarkan penelitian (Laoli, 2021) umumnya, masyarakat Bantul Yogyakarta rata-rata memanfaatkan air sungai opak yang sudah tercemar kromium (Cr) untuk mengairi tanaman padi sehingga beras yang dihasilkan akan menyerap dan mengandung unsur logam berat dari tanah yang tercemar kemudian logam berat tersebut akan masuk di dalam jaringan tanaman padi dan menyebabkan bioakumulasi bagi tubuh. Kandungan Cr juga mampu terendapkan pada

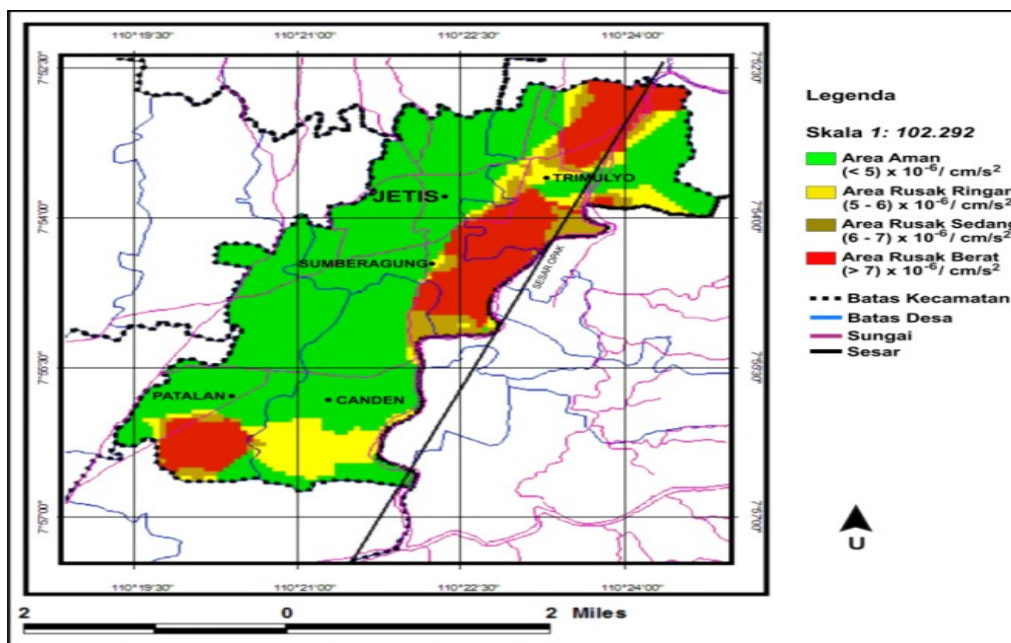
sedimen sehingga tanaman padi dapat menyerap limbah Cr dan terakumulasi pada akar, batang, daun maupun bulir padi (Laoli, 2021).

Berdasarkan penelitian (Schiavon et al., 2008) dampak dari kromium pada kesehatan manusia seperti dapat menyebabkan terganggunya fungsi organ hati, ginjal, teratogen (terhambatnya pertumbuhan janin), mutagen, dan menyebabkan karsinogen (munculnya kanker) apabila mengkonsumsi beras yang sudah tercemar logam berat tersebut. Dari permasalahan yang terjadi, diperlukan penelitian mengenai analisis resiko cemaran krom dalam beras pada masyarakat di Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul, Yogyakarta terutama bagi masyarakat yang mengkonsumsi beras secara langsung dari persawahan yang mendapatkan aliran sungai opak. Penelitian ini diharapkan menjadi solusi bagi masyarakat dalam meminimalisir dampak dari paparan kromium dalam beras terhadap kesehatan masyarakat.

METODE

Penelitian ini sudah dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2022. Adapun lokasi pengambilan sampel beras berasal dari petani di beberapa kelurahan yakni Desa Canden, Desa Trimulyo dan Desa Sumberagung yang memiliki persawahan yang mendapatkan aliran sungai Opak di kecamatan Jetis, Yogyakarta. Tempat penelitian yang akan dilakukan dilaksanakan di Laboratorium Ekologi Universitas Kristen Duta Wacana dan sudah dilakukan analisis kromium heksavalen (Cr^{6+}) di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana.

Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, dimana pemilihan sampel dilakukan berdasarkan karakteristik dan pertimbangan tertentu yang dianggap memiliki hubungan dengan karakteristik populasi (Sugiyono, 2012). Sebagai pembanding akan diambil sampel beras yang tidak mendapatkan aliran Sungai Opak pada kecamatan Srandakan, Kulon Progo.



Gambar 1. Lokasi Titik Sampling

Sampel yang dibutuhkan berasal dari hasil panen beras pada 3 desa yang mendapatkan aliran sungai Opak di Kecamatan Jetis, Bantul. Sampel diambil sebanyak 60 sampel dari ketiga desa di Kecamatan Jetis, Bantul.

Preparasi sampel dilakukan dengan menimbang beras sebanyak 15 gram kemudian di rebus (hamper mendidih) dengan aquades sebanyak 45 mL dan disaring menggunakan kertas saring hingga 40 mL. Hasil preparasi sampel dimasukkan ke dalam botol sampel dan dilakukan analisis kromium heksavalen menggunakan Spektrofotometer HACH 2700. Biosurvey pola konsumsi beras dilakukan dengan melakukan wawancara dan memberikan kuesioner sebanyak 60 responden secara *random* terhadap masyarakat yang memiliki persawahan dan mendapatkan aliran irigasi sungai Opak. Berdasarkan (Kemenkes,2012) adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan analisis risiko kesehatan adalah sebagai berikut.

$$\text{Laju Asupan Harian} = \frac{C \times R}{Wb}$$

$$\text{Intake Non Karsinogenik} = \frac{C \times R \times Fe \times Dt}{Wb \times tavgh}$$

$$RQ = \frac{\text{Intake Non Karsinogenik}}{Rfd}$$

$$\text{Intake Karsinogenik (CDI)} = \frac{C \times R \times Fe \times Dt}{Wb \times tavgh}$$

ECR = Intake Karsinogenik x SF
Keterangan:

- C = konsentrasi agen risiko pada air beras(mg/kg)
- R = laju konsumsi banyaknya makan dalam setiap hari (g/hari)
- Wb = berat badan manusia (kg)
- Fe = jumlah hari terjadinya pajanan dalam setiap tahun (hari/tahun)
- Dt = jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)
- tavgh = periode waktu rata-rata efek non karsinogenik
- Rfd = konsentrasi dari pajanan harian agen risiko non karsinogenik
- SF = nilai referensi agen risiko dengan efek karsinogenik.

Hasil data analisa kromium heksavalen akan dianalisis menggunakan uji parametrik *One Way Anova* dengan program software komputer penunjang yaitu SPSS (*Statistic Product and Service Solution*). data secara kuantitatif akan dilakukan uji korelasi dan regresi bivariat yang bertujuan untuk mengetahui bentuk positif atau negatif, hubungan kuat lemahnya, signifikasi antara dua variabel yaitu variabel independen karakteristik responden (jenis kelamin, kelompok usia, pekerjaan, lama tinggal, dan berat badan) dengan variabel dependen risiko kesehatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Kromium Heksavalen dalam Beras

Berdasarkan hasil analisa kromium heksavalen (Cr⁶⁺) diketahui bahwa sampel air beras menghasilkan positif dengan persentase 100% telah terkontaminasi kromium heksavalen. Hal ini disebabkan oleh air irigasi persawahan

yang ada di Kecamatan Jetis mendapatkan aliran irigasi yang berasal dari Sungai Opak. Pemanfaatan Sungai Opak yang semakin pesat menyebabkan terancam mengalami pencemaran akibat aktivitas industri penyamakan kulit

Piyungan. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya (Laoli, Kisworo, & Raharjo, 2021) Kromium (Cr) merupakan bahan kimia yang berasal dari proses produksi industri penyamakan kulit.

Tabel 1. Konsentrasi Kromium Heksavalen dalam Beras di Kecamatan Jetis, Bantul

Kelurahan	Jumlah Sampel	Konsentrasi (mg/kg)	Rerata Konsentrasi	SD	Baku Mutu (mg/kg)
Desa Canden	20	0,054-0,363	0,224	0,079	*1,0
Desa Trimulyo	20	0,054-0,604	0,213	0,151	
Desa Sumberagung	20	0,09-0,333	0,157	0,074	

(Sumber: Data Primer 2022)

*China's Maximum Levels for Contaminants in Foods tahun 2014

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi kromium pada 3 kelurahan berkisar 0,054-0,604 mg/kg dengan rerata konsentrasi tertinggi terdapat pada desa Canden sebesar 0,224 mg/kg. Konsentrasi kromium pada kontrol berkisar 0,072-0,228 mg/kg dengan rerata 0,174 mg/kg. Hasil konsentrasi kromium heksavalen di Kecamatan Jetis lebih tinggi dibandingkan konsentrasi kromium kontrol di Kecamatan Srandakan, Kulon Progo.

Konsentrasi kromium yang bervariasi dapat dipengaruhi oleh titik terdekat dengan sumber pencemar kromium. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya Rahardjo (2014) bahwa faktor jarak dapat mempengaruhi konsentrasi logam beras. Kromium yang bervariasi pada tanaman padi yang berada disekitar industri penyamakan kulit. Hasil konsentrasi kromium heksavalen di Kecamatan Jetis pada 3 kelurahan belum melewati batas baku mutu *China's National Food Safety Standard of Maximum Levels Contaminants in Foods* tahun 2014 adalah 1,0 mg/kg sehingga dapat dikatakan bahwa beras

masih aman untuk dikonsumsi akan tetapi memiliki potensi risiko kesehatan apabila dikonsumsi dalam rentang waktu yang panjang.

Karakteristik Responden dan Pola Konsumsi Beras.

Hasil tingkat laju asupan kromium terhadap karakteristik responden yang terdiri dari jenis kelamin, kelompok usia, pekerjaan, berat badan, dan lama tinggal terdapat perbedaan yang bervariasi. Berdasarkan kelompok usia (2-10 Tahun) dari 3 kelurahan didapatkan Desa Canden memiliki laju asupan kromium dengan nilai berkisar 0-1909 µg/hari dengan nilai rerata sebesar 971 µg/hari. Berdasarkan WHO, logam berat krom dikatakan batas aman masuk ke dalam tubuh sebesar 320 µg/hari. Semakin bertambahnya umur responden akan menyebabkan semakin besar resiko akumulasi paparan khususnya dalam usia pertumbuhan maupun lanjut usia. Hal ini dipengaruhi oleh keberadaan toksik dalam tubuh.

Tabel 2. Pola Konsumsi dan Rerata Konsumsi

Kelurahan	n Responden		Pola Konsumsi	
	L	P	Frekuensi konsumsi (x sehari)	Rerata konsumsi (g/hari)
Desa Canden	13	7	3	216,2
Desa Trimulyo	10	10	3	190,19
Desa Sumberagung	9	11	3	201,4

(Sumber: Data Primer 2022)

Pada tabel diatas, diketahui bahwa pada Desa Canden mempunyai frekuensi makan 3 kali sehari dengan rata-rata konsumsi sebanyak 216,2 g/hari, Desa Trimulyo mempunyai frekuensi makan 3 kali dengan rata-rata konsumsi sebanyak 190,19 sedangkan pada Desa Sumberagung

mempunyai frekuensi makan 3 kali sehari dengan rata-rata konsumsi sebanyak 201,4g/hari. Pada pola konsumsi, diketahui bahwa Desa Canden memiliki rerata konsumsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Desa Trimulyo dan Desa Sumberagung. Hal ini dapat dipengaruhi oleh

pekerjaan sebagai petani dan mayoritas laki-laki memiliki persentase lebih tinggi sebesar 15 % dibandingkan desa lainnya sehingga meningkatnya tingkat konsumsi beras. Semakin tinggi frekuensi makan dalam mengkonsumsi beras maka jumlah beras yang masuk akan semakin bertambah dan laju asupan kromium juga akan semakin besar.

Analisa Risiko Kesehatan

Untuk mendapatkan nilai *Risk Quotient* (RQ), dilakukan perhitungan dengan nilai intake non karsiogen dibagi dengan RfD. Tingkat risiko dikatakan aman apabila nilai intake non karsinogen \leq RfD atau sama dengan $RQ \leq 1$ dan sebaliknya apabila dikatakan tidak aman jika nilai intake non karsinogen \geq RfD dan $RQ \geq 1$ (Kemenkes,2012).

Tabel 3. Intake Non Karsinogen dan Risk Quotient (RQ)

Kelurahan	Intake Non Karsinogen			RfD (mg/kg/hari)	Risk Quotient (RQ)		
	Min	Mean	Max	*0,003	Min	Mean	Max
Desa Canden	9,E-02	9,E-01	4,E+00		3,E+01	3,E+02	1,E+03
Desa Trimulyo	6,E-02	7,E-01	4,E+00		2,E+01	2,E+02	1,E+03
Desa Sumberagung	1,E-01	5,E-01	1,E+00		4,E+01	2,E+02	5,E+02

(Sumber: Data Primer 2022)

**Integrated Risk Information System, U.S. EPA, Global Alliance for Improved Nutrition dan WHO (Agency, Guidelines for Water Reuse,2012).*

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa hasil analisis intake non karsinogen pada Desa Canden sebesar 9,E-01 mg/kg/hari dengan nilai rerata 3,E+02, Desa Trimulyo memiliki intake non karsinogen sebesar 7,E-01 dengan nilai rerata 2,E+02 sedangkan Desa Sumberagung memiliki intake non karsinogen sebesar 5,E-01 dengan nilai rerata sebesar 2,E+02. Berdasarkan hasil *Risk Quotient* tersebut, dapat dikatakan bahwa RQ pada Desa Canden, Desa Trimulyo dan Desa Sumberagung memiliki tingkat risiko tidak aman dikarenakan nilai intake non karsinogen \geq RfD. Nilai RfD yang digunakan dan telah diverifikasi oleh IRIS yaitu 0,003 mg/kg/hari. Tinggi rendahnya nilai intake non karsinogen

dipengaruhi oleh nilai konsentrasi kromium dalam beras serta pola konsumsi beras. Semakin besar nilai intake atau asupan maka akan semakin besar juga nilai-nilai variabel karakteristik responden dalam tubuh.

Intake karsinogen dinyatakan untuk melihat agen risiko memiliki efek karsinogenik yang masuk kedalam tubuh dengan satuan mg/kg/hari. Nilai ECR didapatkan dari hasil perkalian antara intake karsinogen dengan SF. Nilai ECR dikatakan aman apabila $ECR \leq E-4 (10^{-4})$ atau $ECR \leq 1/10.000$ dan sebaliknya apabila dikatakan tidak aman apabila nilai $ECR \geq E-4 (10^{-4})$ atau $ECR \geq 1/10.000$ (Kemenkes,2012).

Tabel 4. Intake Karsinogen (CDI) dan ECR

Kelurahan	CDI (mg/kg-hari)			SF	ECR		
	Min	Mean	Max	*0,5	Min	Mean	Max
Desa Canden	4,E-02	4,E-01	2,E+00		2,E-02	2,E-01	9,E-01
Desa Trimulyo	3,E-02	3,E-01	2,E+00		1,E-02	1,E-01	8,E-01
Desa Sumberagung	5,E-02	2,E-01	6,E-01		2,E-02	1,E-01	3,E-01

(Sumber: Data Primer 2022)

*California EPA (Zeng et al, 2015)

Berdasarkan hasil *Chronic Daily Intake* dan *Excess Cancer Risk* pada tabel 4.5 diketahui bahwa rata-rata beras yang dikonsumsi pada Desa Canden memiliki nilai rentang intake non karsinogen sebesar 4,E-02 – 2,E+00 dengan rata-rata sebanyak 4,E-01. Kemudian pada nilai rerata ECR pada Desa Canden sebesar 2,E-01 yang

dinyatakan tidak aman bilamana $ECR > E-4 (10^{-4})$ atau $ECR > 1/10.000$. Berdasarkan risiko kanker diketahui bahwa ECR sebesar 2,E-01 artinya terdapat 2 kasus dalam 10.000 orang yang dapat berkembang menjadi kasus kanker.

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan hubungan antara karakteristik responden dengan risiko

kesehatan yang meliputi jenis kelamin, kelompok usia, pekerjaan, berat badan dan lama tinggal. Pada derajat hubungan, diketahui “0,00 s/d 0,41” artinya memiliki korelasi yang lemah, “0,41 s/d 0,60” artinya memiliki korelasi yang sedang dan apabila 0,61 s/d 0,80” artinya memiliki korelasi yang kuat. Pada karakteristik responden kelompok usia, menunjukkan hubungan yang lemah ($r=0,340$) terhadap laju asupan, ($r=0,465$) terhadap RQ, ($r=0,466$) terhadap ECR.

Hubungan kelompok usia dengan laju asupan harian berpola negatif yang artinya semakin kecil

kelompok usia, maka semakin besar laju asupan hariannya. Sedangkan hubungan kelompok usia dengan RQ dan ECR berpola positif, yang artinya semakin besar kelompok usia, maka semakin besar risiko kesehatannya. Hasil uji statistik didapatkan kelompok usia memiliki laju asupan harian $P\ value = 0,006 < 0,05$, RQ memiliki $P\ value = 0,000 < 0,05$, sedangkan ECR memiliki $P\ value = 0,000 < 0,05$ yang artinya ada hubungan yang signifikan antara kelompok usia (anak, remaja, dan dewasa) dengan laju asupan harian, RQ dan ECR.

Tabel 5. Korelasi dan Regresi Karakteristik Responden Terhadap Risiko Kesehatan

Variabel	Laju Asupan Harian		RQ		ECR	
	Pers. Garis	P value	Pers. Garis	P value	Pers. Garis	P value
Jenis Kelamin	$Y = 1,050 - 0,023$	0,908	$Y = 313,508 - 54,974$	0,431	$Y = 0,201 - 0,035$	0,435
Kelompok Usia	$Y = 1,675 - 0,312$	0,006	$Y = -78,257 + 147,546$	0,000	$Y = -0,051 + 0,095$	0,000
Pekerjaan	$Y = 0,899 + 0,058$	0,404	$Y = 116,321 + 58,454$	0,014	$Y = 0,075 + 0,038$	0,014
Berat Badan	$Y = 2,163 - 0,509$	0,000	$Y = 69,560 + 72,614$	0,103	$Y = 0,044 + 0,047$	0,103
Lama Tinggal	$Y = 1,707 - 0,330$	0,005	$Y = -112,050 + 164,792$	0,000	$Y = -0,073 + 0,106$	0,000

(Sumber: Data Primer 2022)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, hasil konsentrasi kromium heksavalen di Kecamatan Jetis dikatakan positif mengandung kromium dengan nilai konsentrasi 0,054-0,604 mg/kg dan rerata konsentrasi paling tinggi 0,224 mg/kg pada Desa Candan tetapi masih dibawah baku mutu. Berdasarkan kelompok umur, laju asupan harian kromium tertinggi terdapat di Desa Candan dengan nilai rerata 1,797 mg/kg/hari yang tergolong dalam kelompok umur anak (2-10 Tahun). Pengaruh kromium heksavalen terhadap risiko kesehatan dilihat berdasarkan nilai $RQ > 1$, Selain itu dilihat berdasarkan nilai ECR yang diperoleh 2,E-01 dan 1,E-01 yang artinya memiliki efek karsinogenik apabila mengkonsumsi beras dalam jangka waktu panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerley, D. F., Gonzales, C. F., Park, C. H., Blake, R. Keyhan, M., and Martin, A. 2004. Chromat Reducing Properties of Soluble Flavoprotein from *Pseudomonas putida* and *Escherichia coli*. *Appl Environment Microbiology*, Vol. 70, No. 2 pp. 873-882.
- Badan Pusat Statistik Kab. Bantul. 2019. *Luas Penggunaan Lahan dan Alat-Alat Mesin Pertanian Kabupaten Bantul Tahun 2019*, diakses dari <https://bantulkab.bps.go.id/> pada tanggal 26 Juli 2022.

- Hutagalung, H.P. 2001. Mercury and Cadmium content in green mussel, *Mytilus viridis* L. From Onrust waters, Jakarta Bay Creator. *Bull env cont and to.* 42(6):814-820
- Ikhsani, I. 2016. *Cemaran Krom pada Beras di Daerah Industri Penyamakan Kulit Sukaregang Garut*. Politeknik Kesehatan Bandung
- Jahiruddin, M., Y, Xie., Ozaki, A., Islam, MR., Ngyen, TV., Kurosawa, K. 2017. Aesenic, Cadmium, Lead and Chromium Concentrations in Irrigated and Rain-Fed Rice and Their Dietary Intake Implications. *Australian Journal of Crop Science* 11 (07): 806-812.
- Kemenkes, RI. 2012. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Marselius, B., & Laoli, S. 2021. *Akumulasi Pencemar Kromium (Cr) Pada Tanaman Padi Di Sepanjang Kawasan Aliran Sungai Opak*. 14(1), 59–66.
- Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Purbalisa, S. W., Handayani, C. O. dan Harsanti, E. S. 2019. Penilaian Resiko Kontaminasi Logam Berat di Lahan Sawa dan Tanaman Padi di DAS Brantas, Kabupaten Jombang. *Jurnal Ranah dan Sumberdaya Lahan* Vol. 6 No 1: 1033-1042
- Rahardjo, D., Prasetyaningsih, A. 2017. Distribusi Dan Akumulasi Krom Di Lingkungan

Kawasan Industri Kulit Desa Banyakan.
Prosiding Seminar Nasional III Tahun
2017, 330-338.

Schiavon, M. E. A. H. Pilon. Smits, M. Wirtz, R.
Hell and M. Malagoli. 2008. Interactions

Between Chromium And Sulfur
Metabolism In Brassica juncea. *Journal*
Of Environmental Quality. 37 : 1536-1545.