

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT (Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb)
DALAM BERAS PADA TANAMAN PADI (*ORYZA SATIVA*) DAN
POTENSI RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
DI SEKITAR TPA GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS.**

*ANALYSIS OF HEAVY METAL CONTENTS (Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb) IN
RICE ON PADDY PLANTS (*ORYZA SATIVA*) AND POTENTIAL
ENVIRONMENTAL HEALTH RISK AROUND GUNUNG TUGEL LANDFILL
BANYUMAS DISTRICT*

Ida Farida Fauziah

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam
Indonesia.

Farida.fauzia27@gmail.com

ABSTRAK

TPA Gunung tugel Kabupaten Banyumas dengan luas sekitar 5,4 ha didirikan pada tahun 1983 dan telah berhenti beroperasi tahun 2016. Fasilitas TPA Gunung Tugel dapat dikatakan belum maksimal karena TPA tersebut menggunakan metode open dumping. Sehingga, air lindi dari TPA yang mengandung zat berbahaya seperti logam berat dapat mencemari tanaman padi yang berada di sawah sekitar wilayah TPA. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi logam berat (Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Zn, dan Pb), menganalisis tingkat bahaya logam berat, dan menganalisis potensi risiko kesehatan lingkungan akibat logam berat didalam beras dari tanaman padi yang terletak di sekitar area TPA Gunung tugel. Metode yang digunakan adalah Metode Scoring dan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dengan menggunakan nilai Hazard Quotient (HQ) dan Total Hazard Index (THI). Berdasarkan hasil dari penelitian, Konsentrasi rata-rata logam berat dalam sampel yaitu : Cr = 0,870 mg/kg ; Cd = 0,085 mg/kg ; Cu = 3,039 mg/kg ; Fe = 27,053 mg/kg ; Mn = 37,490 mg/kg ; Zn = 133,501 mg/kg ; dan Pb = 0,126 mg/kg. Area yang memiliki tingkat bahaya tinggi ke rendah adalah 3, 2, 6, 5, 4, dan 1. Nilai HQ dengan menggunakan nilai perkiraan asupan harian rata-rata logam berat yang di konsumsi setiap hari baik untuk orang dewasa maupun anak – anak yaitu untuk semua logam berat yang diuji kecuali tembaga, besi dan timbal melalui konsumsi beras yang di uji memiliki nilai > 0,2 dan THI-nya memiliki nilai > 1 sehingga konsumsi beras dari area ini kemungkinan akan menyebabkan efek kesehatan yang merugikan.

Kata Kunci : Beras , Logam Berat , Risiko Kesehatan

ABSTRACT

Gunung Tugel Landfill Banyumas District with an area about 5.4 ha, it was established in 1983 and has closed operations in 2016. The Gunung Tugel Landfill facility is not maximal because it uses open dumping method where waste is thrown away in landfills, so that leachate from landfills containing hazardous substances such as heavy metals that can contaminate paddy plants in the paddy fields around the landfill area. This study aims to measure the concentrations of heavy metals

(Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Zn, and Pb), analyze the hazards of heavy metals, and analyze potential environmental health risks from heavy metals in rice from paddy plants around the area Gunung Tugel Landfill. The method used is Scoring Method and Environmental Health Risk Analysis by using the value of Hazard Quotient (HQ) and Total Hazard Index (THI). Based on the results of the study, the average concentration of heavy metals in the sample is: Cr = 0.870 mg / kg; Cd = 0.085 mg / kg; Cu = 3.039 mg / kg; Fe = 27.053 mg / kg; Mn = 37,490 mg / kg; Zn = 133,501 mg / kg; and Pb = 0.126 mg / kg. Areas that have high to low hazard levels are 3, 2, 6, 5, 4, and 1. The value of HQ by using the estimated value of daily intake of average heavy metals consumed daily for both adults and children ie for all the heavy metals tested except copper, iron and lead through the consumption of rice under test has a value > 0, 2 and THI have a value > 1. So, that consumption of rice from this area is possibility to cause adverse health effects.

Keywords: Rice, Heavy Metal, Health Risk

1. Pendahuluan

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah merupakan tempat untuk menimbun sampah dan tahap akhir dari program pengelolaan sampah. TPA Gunung Tugel berlokasi di RT 04 RW 06 Desa Kedung Randu Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas. TPA ini didirikan pada tahun 1983 dan resmi ditutup pada tahun 2016 ini memiliki luas sekitar 5,4 ha. TPA Gunung Tugel menampung sampah organik maupun anorganik sebanyak 282 m³ per hari yang sebagian besar berasal dari rumah tangga, industri, dan pasar. Berdasarkan data sekunder truk yang masuk ke TPA Gunung Tugel per harinya adalah sebanyak 25 truk. Masing-masing truk membawa sampah sebanyak 4 m³, sehingga total sampah yang masuk ke TPA per harinya adalah 282 m³. (Pudyawardhana, 2006).

Fasilitas TPA Gunung Tugel dapat dikatakan belum maksimal karena TPA tersebut menggunakan metode open dumping dimana sampah dibuang begitu saja di tempat pemrosesan akhir dan dibiarkan terbuka tanpa adanya pemisahan antara sampah organik dan anorganik. Selain itu, salah satu permasalahan yang ada di TPA Gunung Tugel adalah tidak adanya pengolahan untuk air lindi. Ketidakefektifan struktur konstruksi dan teknologi TPA, sangat berpengaruh terhadap meningkatnya pencemaran tanah dan air permukaan oleh rembesan air lindi yang mengandung logam berat dan akan terakumulasi dalam organisme hidup seperti tanaman padi di sekitar TPA Gunung Tugel. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis untuk mengkaji kandungan logam berat dalam beras pada tanaman padi di sekitar TPA Gunung Tugel, dan menilai besarnya potensi risiko kesehatan lingkungan akibat adanya logam berat didalam beras yang dikonsumsi.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada lingkup batas wilayah pertanian tanaman padi di sekitar TPA Gunung Tugel yang dipetakan dengan pertimbangan adanya aliran lindi dari TPA masuk kedalam saluran irigasi. Lokasi penelitian masuk pada administrasi Kabupaten Banyumas.

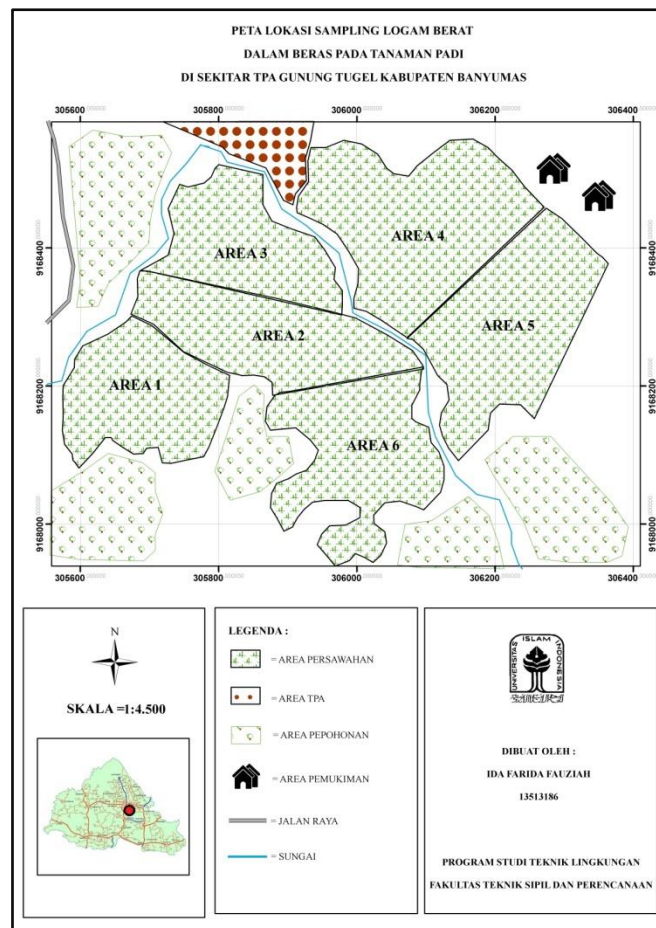
3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan yaitu :

1. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *Stratified Sampling*.
2. Metode pengukuran kandungan logam berat yang digunakan adalah *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*
3. Metode analisis dan perhitungan potensi risiko kesehatan lingkungan akibat logam berat dilakukan dengan metode *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*
4. Pengolahan data untuk mengetahui tingkat bahaya akibat logam berat menggunakan *software Quantum Geographic Information System (QGIS)* dan metode *Scoring*.

3.1 Metode Sampling

Metode sampling yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Stratified Sampling*. Lokasi sampling dibagi menjadi 2 zona yaitu zona A yang merupakan area pesawahan dengan aliran irigasi sebelum terkena longsor TPA dan zona B dengan irigasi yang sudah terkena longsor TPA. Kemudian untuk penentuan titik sampling, zona tersebut dibagi menjadi beberapa plot berdasarkan pada kondisi topografi dengan sampel yang diambil yaitu 1 sampel komposit dari masing masing plot. Berikut adalah lokasi titik sampling yang akan digunakan :



Gambar 1. Lokasi Titik Sampling

3.2 Metode Analisis Kandungan Logam Berat

Logam Berat yang akan dianalisis keberadaannya dalam sampel beras yaitu Tembaga (Cu), Besi (Fe), Mangan (Mn), dan Seng (Zn) yang merupakan logam esensial, serta Kromium (Cr), Kadmium (Cd), dan Timbal (Pb) yang merupakan logam non esensial bagi sistem biologis makhluk hidup. Menurut Standard Nasional Indonesia (SNI 13-6974-2003) dan (J.N. Ihedioha, 2016) logam berat dalam suatu sampel dapat dianalisis dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) sistem nyala.

3.3 Metode Pemetaan Tingkat Bahaya Logam Berat

Setelah diketahui konsentrasi logam berat dari setiap area, kemudian dilakukan pemetaan tingkat bahaya logam berat dengan menggunakan software *Quantum Geographic Information System (QGIS)*. Setiap area dicatat koordinatnya dengan format UTM (*Universal Transverse Mercator*). Koordinat tersebut akan ditampilkan pada peta, sehingga dapat diketahui lokasi yang memiliki bahaya tinggi atau rendah berdasarkan kelas yang sudah ditentukan mengikuti baku mutu masing – masing dari logam berat yang diuji. klasifikasi tersebut menggunakan metode *scoring* yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Bahaya Logam Berat dalam Beras

Kelas	Warna	Score
Sangat Rendah	Hijau Tua	1
Rendah	Hijau Muda	2
Sedang	Kuning	3
Tinggi	Jingga	4
Sangat Tinggi	Merah	5

Selain itu, pemetaan ini dapat berfungsi untuk menunjukkan ada atau tidaknya pengaruh kontaminasi dari keberadaan TPA terhadap tanaman padi di area sekitar TPA.

3.4 Penilaian Potensi Risiko Kesehatan Lingkungan

Risiko kesehatan non karsinogenik dari konsumsi beras dinilai menggunakan *Hazard Quotient (HQ)* dan Total Hazard Indeks (THI). (US EPA 2000). HQ merupakan sebutan untuk ambang batas kontaminan yang berisiko terhadap reseptor manusia yang terpapar bahan kimia melalui satu jalur yang dinyatakan sebagai rasio paparan. Sedangkan THI adalah jumlah HQ untuk semua jalur dan efek toksik yang serupa. Ukuran yang dapat diterima untuk HQ yaitu $\leq 0,2$ pada setiap jalur paparan, Sedangkan untuk THI yaitu ≤ 1 . Jika keduanya melebihi ambang batas, risiko terhadap kesehatan manusia berpotensi ada dan harus dilakukan manajemen risiko. (Health Canada, 2004).

$$THI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n$$

$$HQ = \frac{\text{Tingkat Dosis}}{\text{Dosis Referensi}} = \frac{\text{Konsentrasi Pemaparan}}{\text{Konsentrasi Referensi}} = \frac{\text{Perkiraan Dosis } (\mu\text{g/kg/hari})}{\text{Toleransi Asupan Harian } (\mu\text{g/kg/hari})}$$

Dosis referensi diinterpretasikan sebagai Toleransi Asupan Harian (TDI ; (mg/kg-day). Adapun TDI untuk logam berat yang diteliti adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Toleransi Asupan Harian (TDI)

Logam Berat	TDI Dewasa (mg/kg-day)	TDI anak-anak (mg/kg-day)	Source of TVRs
Cr	0,001	0,001	A
Cd	0,0008	0,0008	A
Cu	0,141	0,111	A
Fe	0,7	0,7	B
Mn	0,156	0,122	A
Zn	0,566	0,476	A
Pb	0,0036	0,0036	A

A = Health Canada. 2007 (draft). Federal Contaminated Site Risk Assessment in Canada. Part II: Health Canada Toxicological Reference Values (TRVs). Version 2.0.

B = US EPA. Region III 2007 provisional peer-reviewed value

$$\text{Dosis makanan tertelan} = \frac{C_{\text{makanan}} \times IR_{\text{makanan}} \times AF_{GIT} \times D_{\text{hari}} \times D_{\text{Tahun}}}{BW \times 365 \times LE}$$

Dimana :

HQ = Quotient bahaya,

THI = indeks total bahaya (mg/kg - day) ,

C_{makanan} = Konsentrasi kontaminan dalam makanan (mg/kg)

IR_{makanan} = Konsumsi makanan (kg/hari),

AF_{GIT} = Faktor Penyerapan untuk saluran gastrointestinal yaitu 1 (direkomendasikan oleh Health Canada,2004),

D_{Hari} = jumlah hari dalam satu tahun makanan dicerna (0-365 hari),

D_{Tahun} = jumlah tahun terpapar (tahun) untuk kontaminan karsinogen,

BW = berat rata-rata tubuh (kg), dan

LE = jumlah harapan hidup (tahun) untuk karsinogen.

(Canadian International Development Agency)

4. Hasil dan Pembahasan

Area persawahan yang menjadi lokasi penelitian berada di Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah. Pesawahan tersebut memiliki luas area $\pm 319 \text{ m}^2$. Adapun jenis padi yang dibudidayakan yaitu jenis IR 64, Cisadane, Ciharang, Cigendit, dan Pertiwi dengan masa tanam 2 kali setiap tahunnya. Sungai Logawa yang berada $\pm 3\text{km}$ dari area pesawahan menjadi satu-satunya sumber irigasi. Akan tetapi, setelah adanya TPA Gunung Tugel irigasi tersebut mengalami kerusakan akibat dari

longsoran sampah dari TPA. Hal ini sangat merugikan para petani yang area pesawahannya berada tepat dibawah longsoran dan setelahnya. Meskipun area pesawahan yang terkena longsoran mendapatkan ganti rugi dari pihak TPA, namun tidak ada bantuan sama sekali untuk perbaikan irigasi. Oleh karena itu petani mengandalkan aliran dari sampah sebagai sumber irigasi .

Sampel gabah diambil dari 6 titik yang mewakili area yang telah dibagi berdasarkan area sebelum longsoran dan area setelah longsoran. setelah itu, kedua zona tersebut dibagi menjadi 3 area sesuai dengan topografi dari sawah tersebut. Data sampel yang telah diambil dari setiap area tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Berat Sampel Beras dari setiap Titik Pengambilan

No	Sampel	Berat Gabah (gram)	Berat Beras (gram)
1	Area 1	330	220
2	Area 2	600	410
3	Area 3	390	290
4	Area 4	390	260
5	Area 5	380	250
6	Area 6	290	125

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa beras yang dihasilkan dari setiap area lebih sedikit dibandingkan dengan gabahnya, dikarenakan gabah tersebut banyak yang gabug (bijinya kosong). Hal inilah yang juga dikeluhkan oleh para petani. Terdapat beberapa kemungkinan yang bisa menyebabkan gabugnya padi, diantaranya adanya gangguan hama (wereng, tikus, walangsangit), penggunaan pupuk yang berlebihan, atau adanya kontaminasi dari TPA. Untuk mengatasi hama tersebut, petani menggunakan obat pembasmi hama (pestisida). Pupuk yang biasa digunakan oleh para petani yaitu pupuk jenis TSP, Urea, dan sedikit pupuk organik. Pupuk TSP merupakan pupuk posfat yang biasanya terkontaminasi oleh logam berat Pb, Mn, dan Cr (USEPA, 1999). Sedangkan pupuk urea mengandung 0,05 - 8,5 mg/kg Cd (Gimeno - Garcia et al, 1996).

4.1 Hasil dan Analisis kandungan Logam Berat dalam Beras

Konsentrasi logam berat yang di dapatkan dari pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Konsentrasi logam berat (mg/kg) dalam sampel beras

No	Area	Cr	Cd	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb
1	Area 1	0,000	0,050	1,373	21,061	45,657	273,222	0,126*
2	Area 2	0,876	0,125	2,546	18,994	50,563	115,207	0,126*
3	Area 3	1,697	0,037	10,425	26,802	49,734	149,822	0,126*
4	Area 4	0,755	0,000	2,046	20,123	39,156	88,060	0,126*
5	Area 5	1,321	0,037	1,060	61,462	21,101	87,270	0,126*
6	Area 6	0,569	0,262	0,786	13,877	18,728	87,426	0,126*
Min		0,000	0,000	0,786	13,877	18,728	87,270	0,126
Max		1,697	0,262	10,425	61,462	50,563	273,222	0,126
Mean		0,870	0,085	3,039	27,053	37,490	133,501	0,126
SD		0,591	0,096	3,676	17,358	14,219	72,730	0,126*

*Konsentrasi Pb diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,251 mg/kg

Hasil uji logam berat pada beras ini akan dibandingkan dengan hasil uji logam berat pada air irigasi, air lindi dan tanah sawah. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui tingkat konsentrasi logam berat pada beras ini disebabkan oleh logam berat dalam tanah atau air irigasi yang terkontaminasi air lindi, atau logam berat dalam air irigasi atau tanah yang terkontaminasi dari penggunaan pupuk/pestisida. Berikut adalah hasil uji logam berat pada air lindi air irigasi, dan tanah sawah di lokasi penelitian.

Tabel 5. Hasil Penelitian Logam Berat Pada Air Lindi

	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)
Mean	0,004	0,041	0,012	3,770	0,903	0,789	0,126
Max	0,006	0,090	0,021	12,925	2,399	2,343	0,126*
Min	0,004*	0,026*	0,005*	0,522	0,072	0,186	0,126*

*Konsentrasi Cu ; Cr ; dan Pb diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,051mg/L ; 0,009 mg/L ; dan 0,251 mg/L

Tabel 6. Hasil Penelitian Logam Berat Pada Air Irigasi

	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Pb (mg/L)
Mean	0,004	0,026	0,008	0,992	0,066	0,099	0,139
Max	0,004*	0,026	0,023	1,580	0,295	0,215	0,161
Min	0,004*	0,026*	0,005*	0,378	0,014	0,060	0,120

*Konsentrasi Cd ;Cu ; dan Cr diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,007mg/L ; 0,051 mg/L ; dan 0,009 mg/L

Tabel 7. Hasil Penelitian Logam Berat (mg/kg) Pada Tanah

No	Area	X	Y	Cr	Cd	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb
1	Area 1	305656	9173709	34,714	0,373	40,547	18997,264	342,736	163,756	0,126*
2	Area 2	305815	9173781	18,612	0,422	39,474	19217,726	636,197	136,097	0,126*
3	Area 3	305777	9173934	16,409	0,373	48,693	32572,295	709,778	170,724	0,126*
4	Area 4	306066	9173941	6,266	0,248	28,291	31151,744	629,690	190,193	0,126*
5	Area 5	306180	9173746	14,529	0,347	24,029	19564,742	552,368	188,912	0,126*
6	Area 6	305973	9173620	9,708	0,173	37,121	19639,769	834,488	290,141	0,126*
Min				6,266	0,173	24,029	18997,264	342,736	136,097	0,126*
Max				34,714	0,422	48,693	32572,295	834,488	290,141	0,126*
Mean				16,706	0,323	36,359	23523,923	617,543	189,971	0,126
SD				9,907	0,093	8,911	6478,463	164,824	52,906	0,126

*Konsentrasi Pb diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,251 mg/kg

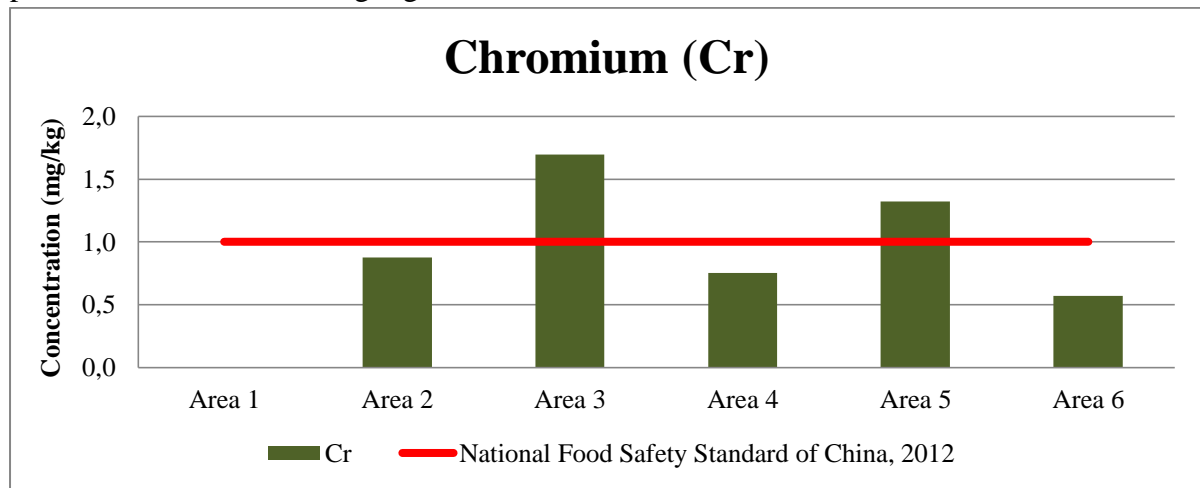
Selain itu data juga akan dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lain. Berikut adalah data yang telah dikumpulkan (Shraim,2014) :

Tabel 8. Konsentrasi logam berat (mg/kg) dalam sampel beras diambil dari Brisbane, Australia

No	Negara	Cr	Cd	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb
1	Australia	0,063	0,034	2,550	3,680	11,900	10,200	0,055
2	China	0,075	0,002	2,300	4,270	8,360	10,900	0,296
3	USA	0,041	0,008	6,230	3,670	13,100	13,500	0,019
Min		0,041	0,002	2,300	3,670	8,360	10,200	0,019
Max		0,075	0,034	6,230	4,270	13,100	13,500	0,296
Mean		0,060	0,015	3,693	3,873	11,120	11,533	0,123
SD		0,017	0,017	2,200	0,344	2,464	1,739	0,151

4.1.1 Konsentrasi Kromium dalam Beras

Berikut adalah grafik yang menunjukkan kandungan Cr didalam beras dari tanaman padi di sekitar TPA Gunung tugel :



Gambar 2. Grafik Konsentrasi Cr dalam Beras

Konsentrasi logam berat Cr dalam beras berdasarkan hasil analisis laboratorium yang ditunjukkan Tabel 4 yaitu antara 0,000-1,697 mg/kg dengan rata-rata konsentrasinya yaitu sebesar 0,870 mg/kg. Jika dibandingkan dengan China's National Food Safety Standard of Maximum Levels of Contaminants in Foods (GB2762) Tahun 2012, konsentrasi logam berat Cr dalam beras yaitu tidak boleh melebihi 1 mg/kg. Oleh karena itu, berdasarkan grafik pada Gambar 2. terdapat 2 area yang memiliki konsentrasi Cr yang melebihi standar yaitu area 3 dengan konsentrasi Cr sebesar 1,697 mg/kg dan area 5 dengan konsentrasi Cr sebesar 1,321 mg/kg. Sedangkan untuk area 1, 2, 4, dan 6 memiliki konsentrasi dibawah standar.

Logam berat Cr ternyata ditemukan juga pada tanah di area 3 yaitu sebesar 16,409 mg/kg dan area 5 yaitu sebesar 14,529 mg/kg (Tabel7). akan tetapi, konsentrasi tersebut masih dalam kategori aman untuk tanah. Konsentrasi logam berat Cr yang ditemukan dalam air lindi yaitu sebesar 0,005 – 0,021 mg/L (Tabel 5) dan air irigasi yaitu sebesar 0,005 - 0,023 mg/L (Tabel 6) memiliki konsentrasi sangat kecil jika dibandingkan dengan yang ditemukan di dalam beras dan dalam tanah.

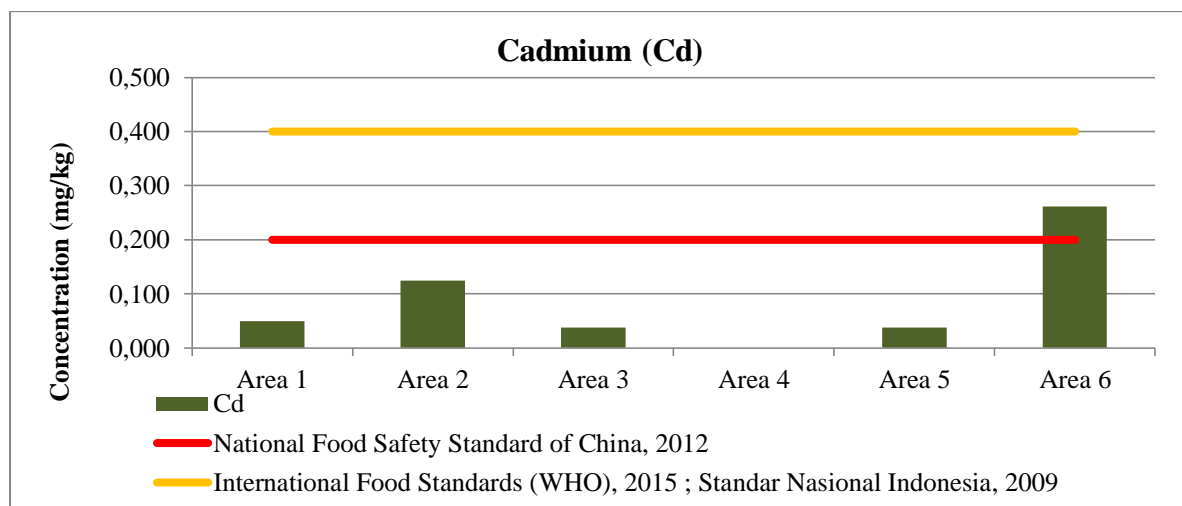
Besarnya konsentrasi Cr dalam tanah dikarenakan Cr⁶⁺ merupakan bentuk kromium paling mudah larut dalam air, sedangkan Cr³⁺ kelarutannya rendah dan cenderung

teradsorpsi pada partikel padat dengan kisaran pH yang sesuai (Bielicka et al. 2005). Oleh karena itu ada kemungkinan adanya kontaminasi Cr dari air lindi dan air irigasi yang terakumulasi dalam tanah. Konsentrasi Cr dalam tanah juga dipengaruhi oleh penggunaan pupuk. Pemberian pupuk anorganik Phonska 100% yang mengandung N 12,37 %, P₂O₅ 6,45 %, K₂O 4,41 % dan S 2,19 %, berpengaruh terhadap meningkatnya bahan organik tanah sebesar 77%. (Sri Hartati dkk., 2014).

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lainnya (Tabel 8) konsentrasi Cr dalam beras di Australia memiliki konsentrasi sebesar 0,063 mg/kg, China dengan konsentrasi sebesar 0,075, dan USA dengan konsentrasi Cr sebesar 0,041 mg/kg memiliki konsentrasi yang lebih kecil dari pada konsentrasi Cr dalam penelitian ini.

4.1.2 Konsentrasi Kadmium dalam Beras

Berikut adalah grafik yang menunjukkan kandungan Cd didalam beras dari tanaman padi di sekitar TPA Gunung tugel :



Gambar 3. Grafik Konsentrasi Cd dalam Beras

Konsentrasi logam berat Cd dalam beras berdasarkan hasil analisis laboratorium yang ditunjukkan Tabel 4 yaitu antara 0,000 – 0,262 mg/kg dengan rata-rata konsentrasinya yaitu sebesar 0,085 mg/kg. Berdasarkan grafik pada Gambar 3. diketahui bahwa hanya area 6 dengan memiliki konsentrasi Cd sebesar 0,262 mg/kg yang melebihi standar China's National Food Safety Standard of Maximum Levels of Contaminants in Foods (GB2762) Tahun 2012 yaitu 0,2 mg/kg akan tetapi masih dibawah standar International Food Standards CODEX STAN (193-1995) dan Standar Nasional Indonesia (7387 : 2009) yang menetapkan standar Cd dalam beras yaitu sebesar 0,4 mg/kg. Untuk area 1, 2,3 4,dan 5 memiliki konsentrasi dibawah semua standar .

Logam berat Cd ternyata ditemukan juga pada tanah di area 6 namun dalam jumlah kecil yaitu sebesar 0,173 mg/kg (Tabel 7). konsentrasi tersebut masih dalam kategori aman untuk tanah. Konsentrasi logam berat Cd yang ditemukan dalam air lindi yaitu sebesar 0,004 – 0,006 mg/L (Tabel 5) sedangkan dalam air irigasi Cd di asumsikan menjadi sebesar 0,004

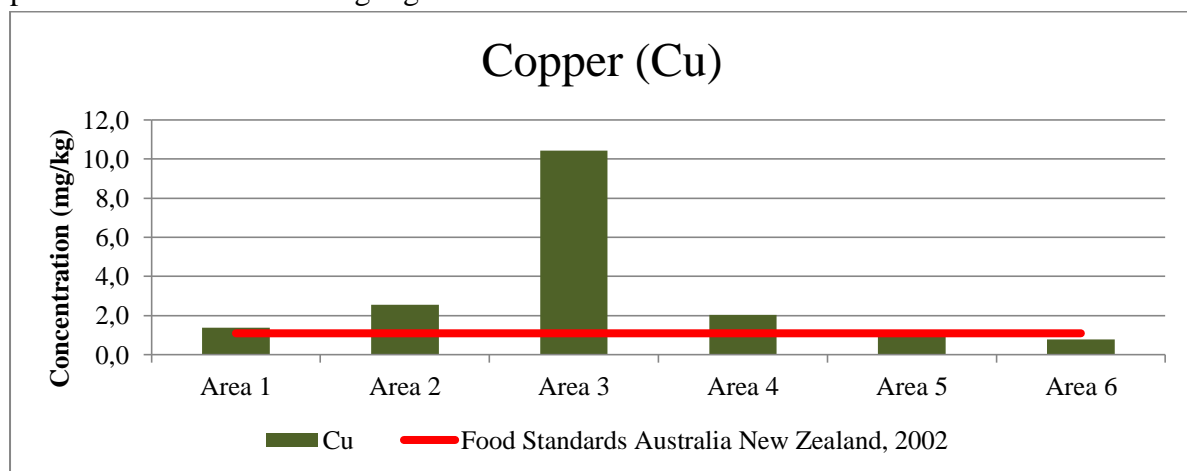
mg/L berdasarkan nilai LOD alat (Tabel 6). konsentrasi tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan yang ditemukan di dalam beras dan dalam tanah.

Pupuk fosfat merupakan sumber utama masukan kadmium ke tanah pertanian. Cd juga digunakan sebagai bahan paduan (alloy) dalam baterai, sebagai zat warna plastik, cat dan tinta. Cd dapat terdapat dalam air lindi, sehingga dapat masuk kedalam tanah dan terakumulasi didalam tanah (Chen 2016). Oleh karena itu, besarnya konsentrasi Cd yang ditemukan selain diduga merupakan kontaminasi air lindi juga dari pupuk yang digunakan secara berlebihan.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lainnya (Tabel 8) konsentrasi Cd dalam beras di Australia yang memiliki konsentrasi sebesar 0,034 mg/kg, China dengan konsentrasi sebesar 0,002, dan USA dengan konsentrasi Cd sebesar 0,008 mg/kg, konsentrasi Cd dalam beras pada penelitian ini menunjukkan angka konsentrasi yang lebih tinggi.

4.1.3 Konsentrasi Tembaga dalam Beras

Berikut adalah grafik yang menunjukkan kandungan Cu didalam beras dari tanaman padi di sekitar TPA Gunung tugel :



Gambar 4. Grafik Konsentrasi Cu dalam Beras

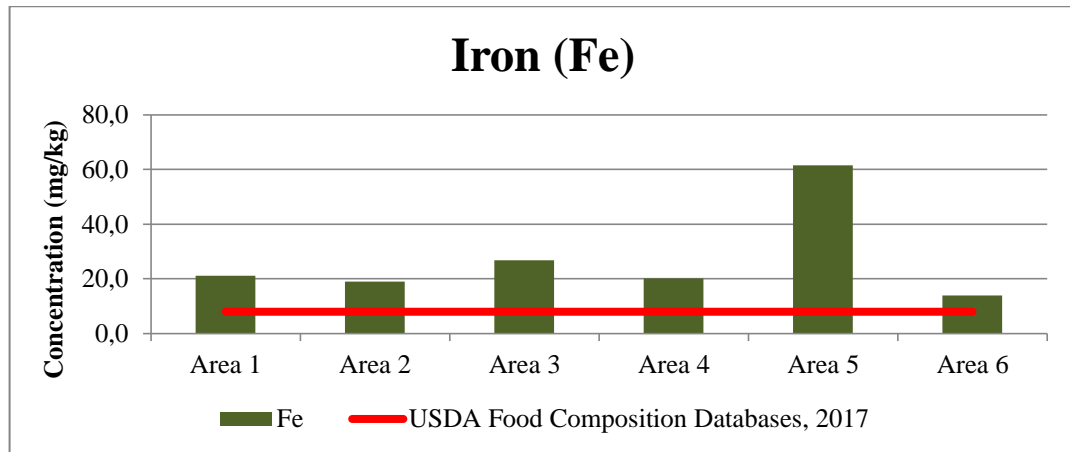
Konsentrasi logam berat Cu dalam beras berdasarkan hasil analisis laboratorium yang ditunjukkan Tabel 4 yaitu antara 0,786 – 10,425 mg/kg dengan rata-rata konsentrasinya yaitu sebesar 3,039 mg/kg. Berdasarkan grafik pada Gambar 4. diketahui bahwa hanya area 6 dengan memiliki konsentrasi Cu sebesar 0,786 mg/kg yang tidak melebihi *Food Standards Australia New Zealand 2002* yaitu 1,1 mg/kg. Sedangkan untuk area 1, 2, 3, 4,dan 5 memiliki konsentrasi melebihi standar.

Logam berat Cu ternyata ditemukan juga pada tanah disemua area sebesar 24,029 – 48,693 mg/kg (Tabel 7). Konsentrasi tersebut masih dalam kategori aman untuk tanah. Konsentrasi logam berat Cu yang ditemukan dalam air lindi yaitu sebesar 0,026 – 0,090 mg/L (Tabel 5) sedangkan dalam air irigasi Cu yang terdeteksi yaitu sebesar 0,026 mg/L (Tabel 6). Konsentrasi tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan yang ditemukan di dalam beras dan dalam tanah. Oleh karena itu, besarnya konsentrasi Cu dalam sampel kemungkinan besar kontaminasi dari penggunaan pupuk secara berlebihan dan Cu dari air lindi yang terakumulasi dalam air irigasi.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lainnya (Tabel 8) konsentrasi Cu dalam beras di negara Australia yang memiliki konsentrasi sebesar 2,550 mg/kg, China dengan konsentrasi sebesar 2,300 mg/kg, dan USA dengan konsentrasi Cu sebesar 6,230 mg/kg, terdapat nilai konsentrasi Cu dalam beras pada penelitian ini menunjukkan angka konsentrasi yang lebih tinggi.

4.1.4 Konsentrasi Besi dalam Beras

Berikut adalah grafik yang menunjukkan kandungan Cu didalam beras dari tanaman padi di sekitar TPA Gunung tugel :



Gambar 5. Grafik Konsentrasi Fe dalam Beras

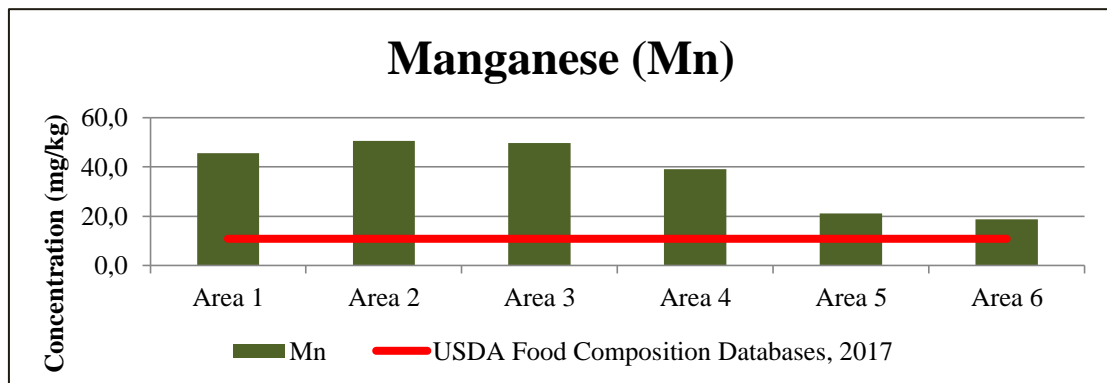
Konsentrasi logam berat Fe dalam beras berdasarkan hasil analisis laboratorium yang ditunjukkan Tabel 4 yaitu antara 13,877 – 61,462 mg/kg dengan rata-rata konsentrasinya yaitu sebesar 27,053 mg/kg. Berdasarkan grafik pada Gambar 5. diketahui bahwa semua area memiliki konsentrasi Fe melebihi *USDA Food Composition Databases, 2017* yaitu 8,0 mg/kg, terutama untuk area 5 dengan memiliki konsentrasi Fe sebesar 61,462 mg/kg.

Logam berat Fe ditemukan juga pada tanah disemua area dengan konsentrasi tinggi yaitu sebesar 18997,264 – 32572,295 mg/kg (Tabel 7). Konsentrasi tersebut masih dalam kategori aman untuk tanah. Konsentrasi logam berat Fe yang ditemukan dalam air lindi yaitu sebesar 0,522 – 12,925 mg/L (Tabel 5) sedangkan dalam air irigasi Fe yang terdeteksi yaitu sebesar 0,378 – 1,58 mg/L (Tabel 6). Konsentrasi tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan yang ditemukan di dalam beras dan dalam tanah. Oleh karena itu, kemungkinan besar konsentrasi Fe yang tinggi dalam sampel akibat dari penggunaan pupuk yang berlebihan serta kontaminasi air lindi yang masuk ke dalam irigasi.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lainnya (Tabel 8) konsentrasi Fe dalam beras di negara Australia yang memiliki konsentrasi sebesar 3,680 mg/kg, China dengan konsentrasi sebesar 4,270 mg/kg, dan USA dengan konsentrasi Fe sebesar 3,670 mg/kg, terdapat nilai konsentrasi Fe dalam beras pada penelitian ini menunjukkan angka konsentrasi yang lebih tinggi.

4.1.5 Konsentrasi Mangan dalam Beras

Berikut adalah grafik yang menunjukkan kandungan Mn didalam beras dari tanaman padi di sekitar TPA Gunung tugel :



Gambar 6. Grafik Konsentrasi Mn dalam Beras

Konsentrasi logam berat Mn dalam beras berdasarkan hasil analisis laboratorium yang ditunjukkan Tabel 4 yaitu antara 18,728 – 50,563 mg/kg dengan rata-rata konsentrasinya yaitu sebesar 37,490 mg/kg. Berdasarkan grafik pada Gambar 6. diketahui bahwa semua area memiliki konsentrasi Mn melebihi *USDA Food Composition Databases, 2017* yaitu 10,900 mg/kg.

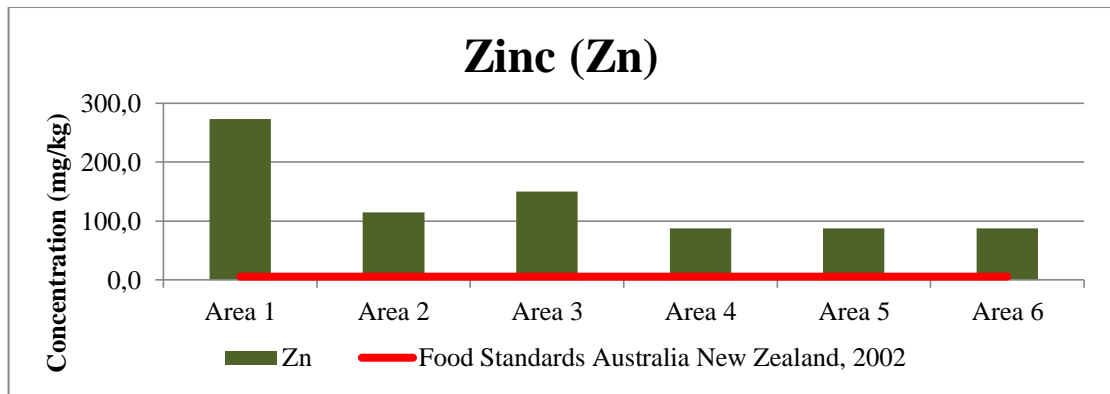
Logam berat Mn ditemukan juga pada tanah disemua area dengan konsentrasi tinggi yaitu sebesar 342,736 – 834,488 mg/kg (Tabel 7). Konsentrasi tersebut masih dalam kategori aman untuk tanah. Konsentrasi logam berat Mn yang ditemukan dalam air lindi yaitu sebesar 0,0722 – 2,3985 mg/L (Tabel 5) sedangkan dalam air irigasi Mn yang terdeteksi yaitu sebesar 0,01351 – 0,2954 mg/L (Tabel 6). konsentrasi tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan yang ditemukan di dalam beras dan dalam tanah.

Seperti ditunjukkan dalam beberapa publikasi (Diliunas et al.2006, 2007), tingginya konsentrasi logam berat besi dan mangan yang melebihi batas normal diakibatkan oleh bakteri pengoksidasi oksida dan mangan yang aktif. Namun, Fe dan Mn yang terkandung dalam lindi dan penggunaan pupuk yang berlebihan berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi logam - logam lain di tanah dan air permukaan.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lainnya (Tabel 8) konsentrasi Mn dalam beras di Australia memiliki konsentrasi sebesar 11,9 mg/kg, China dengan konsentrasi sebesar 8,360 mg/kg, dan USA dengan konsentrasi Mn sebesar 13,1 mg/kg, nilai konsentrasi Mn dalam beras pada penelitian ini menunjukkan angka konsentrasi yang lebih tinggi.

4.1.6 Konsentrasi Seng dalam Beras

Berikut adalah grafik yang menunjukkan kandungan Zn didalam beras dari tanaman padi di sekitar TPA Gunung tugel :



Gambar 7. Grafik Konsentrasi Zn dalam Beras

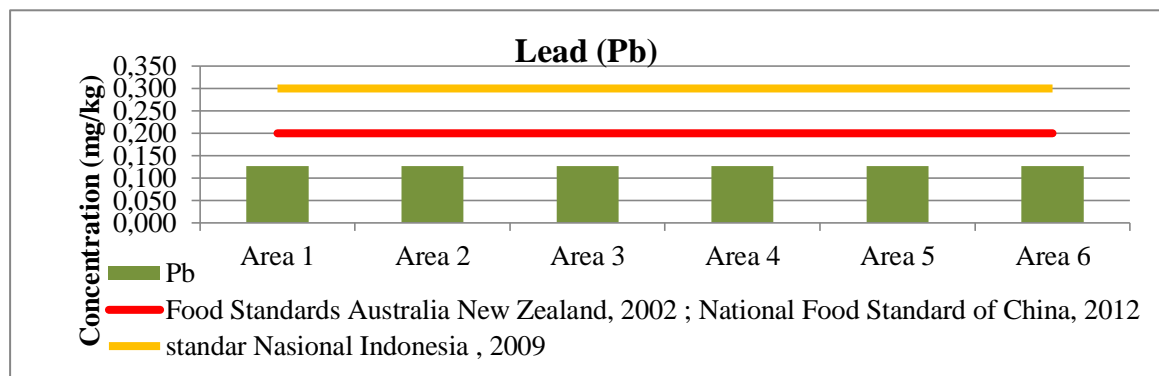
Konsentrasi logam berat Zn dalam beras berdasarkan hasil analisis laboratorium yang ditunjukkan Tabel 4 yaitu antara 87,270 – 273,222 mg/kg dengan rata-rata konsentrasinya yaitu sebesar 133,501 mg/kg. Berdasarkan grafik pada Gambar 7. diketahui bahwa semua area memiliki konsentrasi Zn melebihi *Food Standards Australia New Zealand 2002* yaitu 10,900 mg/kg. Logam berat Zn ditemukan juga pada tanah disemua area dengan konsentrasi tinggi yaitu sebesar 136,097 – 290, 141 mg/kg (Tabel 7). Konsentrasi tersebut masih dalam kategori aman untuk tanah. Konsentrasi logam berat Zn yang ditemukan dalam air lindi yaitu sebesar 0,186 – 2,343 mg/L (Tabel 5) sedangkan dalam air irigasi Mn yang terdeteksi yaitu sebesar 0,060 – 0,213 mg/L (Tabel 6). konsentrasi tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan yang ditemukan di dalam beras dan dalam tanah.

Menurut Kiekens (1995), kisaran khas seng di tanah 10-300 mg kg⁻¹ dengan rata-rata 50 mg Zn kg⁻¹. Seperti halnya dengan logam berat yang lain Zn berasal dari sampah batu batrei, dan barang-barang elektronik, serta penggunaan pupuk oleh petani.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lainnya (Tabel 8) konsentrasi Zn dalam beras di negara Australia yang memiliki konsentrasi sebesar 10,2 mg/kg, China dengan konsentrasi sebesar 10,9 mg/kg, dan USA dengan konsentrasi Zn sebesar 13,5 mg/kg, nilai konsentrasi Zn dalam beras pada penelitian ini menunjukkan angka konsentrasi yang lebih tinggi.

4.1.7 Konsentrasi Timbal dalam Beras

Berikut grafik yang menunjukkan kandungan Pb didalam beras dari tanaman padi di sekitar TPA Gunung tugel :



Gambar 8. Grafik Konsentrasi Pb dalam Beras

Konsentrasi logam berat Pb dalam sampel beras berdasarkan hasil analisis laboratorium yang ditunjukkan Tabel 4 yaitu *not detection* di semua area yang berarti area tersebut memiliki konsentrasi Pb sangat rendah sehingga tidak terdeteksi oleh alat yang memiliki limit deteksi yaitu 0,251 mg/kg. Oleh karena itu, diasumsikan bahwa konsentrasi Pb dalam sampel beras tersebut adalah setengah dari nilai limit deteksi yaitu menjadi sebesar 0,126 mg/kg. Berdasarkan grafik pada Gambar 8. diketahui bahwa semua area memiliki konsentrasi Pb tidak melebihi *Food Standards Australia New Zealand 2002* dan *China's National Food Safety Standard of Maximum Levels of Contaminants in Foods (GB2762-2012)* yaitu 0,2 mg/kg, maupun *Standar Nasional Indonesia (7387 : 2009)* yaitu 0,3 mg/kg.

Konsentrasi logam berat Pb dalam air lindi juga berada dibawah limit deteksi alat (Tabel 5) jadi diasumsikan menjadi 0,126 mg/L. Sedangkan dalam air irigasi, Pb terdeteksi yaitu sebesar 0,126 – 0,161 mg/L (Tabel 6). Terdeteksinya Pb dalam air irigasi diduga terjadi akibat beberapa sumber, diantaranya akumulasi kontaminasi air lindi, penggunaan pupuk dan pestisida, atau adanya limbah industri yang berasal dari bagian hulu yang sifatnya sementara.

Logam berat Pb juga tidak ditemukan pada tanah dan diasumsikan memiliki konsentrasi dibawah limit deteksi alat (Tabel 7). Konsentrasinya juga diasumsikan sebesar menjadi sebesar 0,126 mg/kg. Konsentrasi tersebut masih dalam kategori aman untuk tanah. kecilnya konsentrasi Pb dalam tanah jika dibandingkan dengan konsentrasi Pb dalam air irigasi kemungkinan terjadi karena kondisi tanah di area tersebut memiliki pH 5-6 yang menyebabkan Pb tidak terakumulasi dalam tanah. Hal ini mengacu pada penjelasan Supardi (1983) bahwa timbal tidak akan larut ke dalam tanah jika tanah tidak terlalu masam. Pengapuran tanah akan mengurangi ketersediaan timbal dan penyerapan oleh tanaman. Sedangkan kecilnya konsentrasi Pb dalam sampel diduga karena adanya logam lain yang menghambat terserapnya Pb ke dalam tanaman. Seperti yang dijelaskan oleh (Charlena, 2004) bahwa tanaman dapat menyerap logam Pb pada saat kondisi kesuburan tanah, kandungan bahan organik, serta KTK (Kapasitas Tukar Kation) tanah yang rendah. Selain itu, timbal sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman, yaitu daun, batang, akar, dan akar umbi-umbian (bawang merah). Oleh karena itu, ada kemungkinan bahwa Pb tidak terakumulasi pada bagian buah melainkan dalam bagian tanaman yang lain seperti daun atau akar.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara lainnya (Tabel 8) konsentrasi Pb dalam beras dalam penelitian ini lebih besar daripada di Australia yang memiliki konsentrasi sebesar 0,055 mg/kg, USA dengan konsentrasi Pb sebesar 0,019 mg/kg, dan lebih kecil dari China dengan konsentrasi sebesar 0,296 mg/kg.

4.2. Pemetaan Tingkat Bahaya Logam Berat di Area Penelitian

Pemetaan ini bertujuan untuk menunjukkan area mana yang memiliki tingkat bahaya tertinggi sampai dengan terkecil. Peta ini dibuat berdasarkan gabungan (*overlay*) peta dari setiap parameter logam berat yang telah di klasifikasikan menggunakan metode *scoring*. Berikut adalah tabel yang menunjukkan *score* tingkat konsentrasi berdasarkan peta setiap parameter logam berat pada sampel beras:

Tabel 9. Hasil *Scoring* Tingkat Konsentrasi Logam Berat pada Sampel Beras

Area	Score Setiap Parameter							Jumlah	Kelas
	Cr	Cd	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb		
Area 1	1	1	5	5	5	5	3	25	Tinggi
Area 2	4	3	5	5	5	5	3	30	Sangat Tinggi
Area 3	5	1	5	5	5	5	3	29	Sangat Tinggi
Area 4	4	1	5	5	5	5	3	28	Tinggi
Area 5	5	1	5	5	5	5	3	29	Sangat Tinggi
Area 6	3	5	3	5	5	5	3	29	Sangat Tinggi

Berdasarkan tabel 9 area 2 merupakan area dengan jumlah skor tertinggi yaitu 30, termasuk dalam kategori tingkat bahaya sangat tinggi. Akan tetapi, area lainnya yaitu area 3, 5 dan 6 juga termasuk dalam kategori yang sama. Hal ini semakin diperjelas dengan peta pada gambar 9 (a) yang menunjukkan bahwa semua area tersebut memiliki warna merah yang berarti area tersebut memiliki skor antara 29 - 35. Tingkat bahaya yang relatif sama menunjukkan bahwa sumber kontaminasi logam berat pada beras bukan hanya berasal dari TPA, melainkan dari sumber lain seperti penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan oleh petani. Terbukti dari besarnya tingkat bahaya area 1 yang berada di zona A dengan letak irigasinya berada sebelum longsor TPA sama dengan area 4 yang berada di zona B dengan letak irigasinya berada setelah longsor TPA ditandai dengan warna jingga yaitu kategori tinggi.

Scoring tingkat konsentrasi logam berat pada sampel beras tersebut akan di *overlay* lagi dengan hasil *scoring* tingkat konsentrasi logam berat pada tanah di area persawahan. Tabel yang menunjukkan *score* tingkat konsentrasi dari hasil peta setiap parameter logam berat pada sampel tanah di area persawahan adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil *Scoring* Tingkat Logam Berat pada Tanah di Area Persawahan

Area	X	Y	Score Setiap Parameter							Jumlah	Kelas
			Cd	Cu	Cr	Fe	Mn	Zn	Pb		
Area 1	305656	9173709	3	4	3	2	1	4	1	18	Sedang
Area 2	305815	9173781	3	4	2	2	2	3	1	17	Sedang
Area 3	305777	9173934	3	4	2	3	2	4	1	19	Sedang
Area 4	306066	9173941	2	3	1	3	2	4	1	16	Sedang
Area 5	306180	9173746	3	2	2	2	2	4	1	16	Sedang
Area 6	305973	9173620	2	4	1	2	2	5	1	17	Sedang

Tabel 11. Klasifikasi Tingkat Bahaya Logam Berat dalam Beras dan Tanah Area Persawahan

Kelas	Warna	Score
Sangat rendah	Hijau Tua	0 – 7
Rendah	Hijau Muda	8 - 14,0
Sedang	Kuning	15 – 21
Tinggi	Jingga	22 – 28
Sangat tinggi	Merah	29 – 35

Berikut adalah tabel yang menunjukkan *score* tingkat konsentrasi dari hasil *overlay* sampel tanah dan sampel beras di area penelitian:

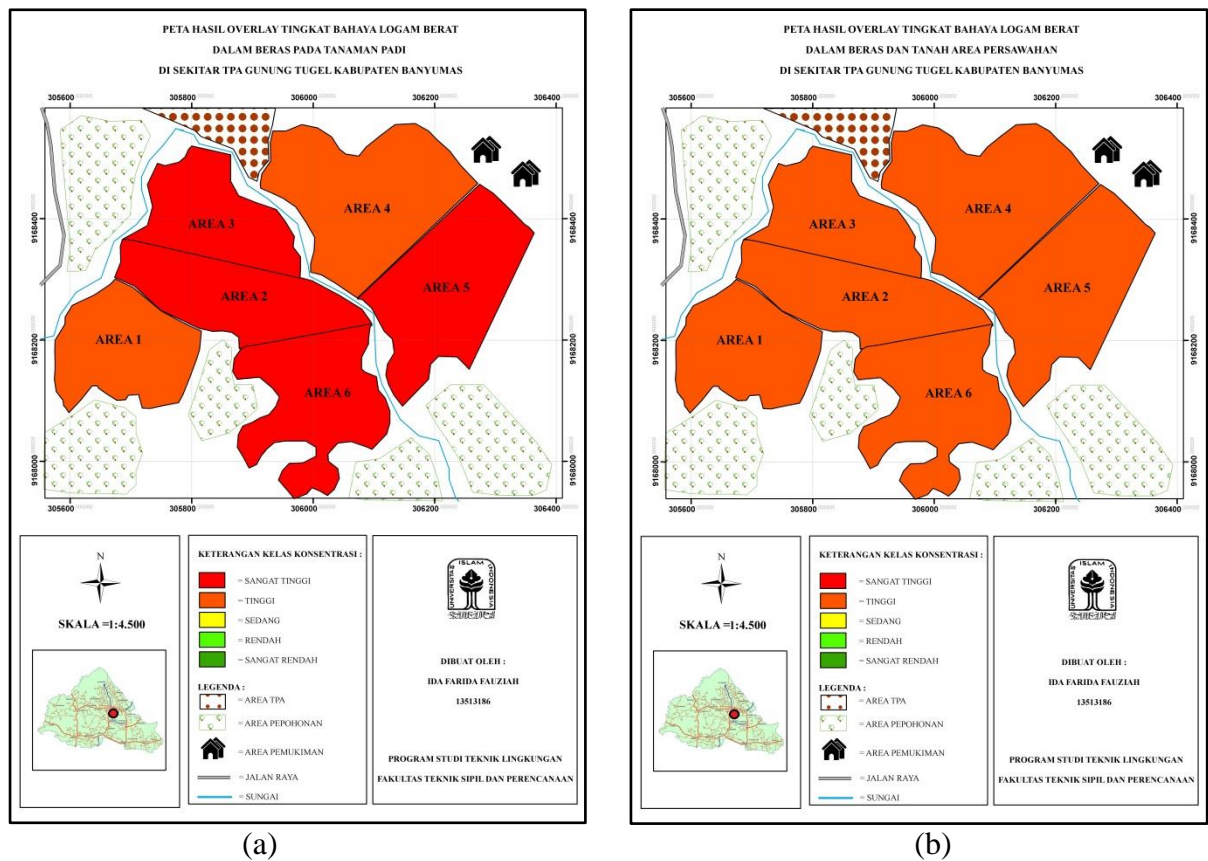
Tabel 12. Hasil *Overlay* Tingkat Konsentrasi Logam Berat pada sampel Beras dan sampel Tanah di Area Persawahan

Area	Score Kumulatif Logam Berat Pada Sampel		Jumlah	Kelas
	Tanah	Beras		
Area 1	18	25	43	Tinggi
Area 2	17	30	47	Tinggi
Area 3	19	29	48	Tinggi
Area 4	16	28	44	Tinggi
Area 5	16	29	45	Tinggi
Area 6	17	29	46	Tinggi

Klasifikasi tersebut berdasarkan metode *scoring* seperti tabel berikut :

Tabel 13. Klasifikasi Tingkat Bahaya Logam Berat dalam Beras dan Tanah Area Persawahan

Kelas	Warna	Score
Sangat rendah	Hijau Tua	0 – 14
Rendah	Hijau Muda	15 – 28
Sedang	Kuning	29 – 42
Tinggi	Jingga	43 – 56
Sangat tinggi	Merah	57 – 70



Gambar 9.(a) Peta *Overlay* Tingkat Bahaya Logam Berat dalam Beras dan Tanah Area Persawahan (b) Peta *Overlay* Tingkat Bahaya Logam Berat dalam Beras.

Berdasarkan gambar 9(b) hasil *overlay* kandungan logam berat pada beras dan tanah area persawahan di sekitar TPA Gunung Tugel, semua area memiliki tingkat bahaya dengan kategori tinggi yang ditandai dengan warna jingga.

Nilai *score* tertinggi seperti ditunjukkan oleh tabel 12 yaitu berada pada area 3 yang memiliki skor akumulatif 48, dimana area tersebut terletak pada zona A yang merupakan area persawahan dengan saluran irigasinya berada sebelum longsor TPA akan tetapi lokasinya paling dekat dengan TPA. Oleh karena itu, ada kemungkinan kontaminasi logam berat di area tersebut berasal dari pencemaran TPA. Tetapi kemungkinan besar kontaminasi logam berat yang terdeteksi ini juga berasal dari penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan oleh petani. Hal ini dapat dibuktikan bahwa semua area termasuk area 1 yang lokasinya berada jauh dari TPA memiliki tingkat kategori yang sama yaitu tingkat kategori tinggi.

4.3. Potensi Risiko Kesehatan Lingkungan

Meskipun ada banyak jalur paparan manusia terhadap logam berat, konsumsi beras telah diidentifikasi sebagai salah satu jalur utama (Liu et al 2011). Asupan logam berat diperkirakan dengan perkalian tingkat konsumsi harian dengan kandungan logam dalam beras (Zhang et al 1998; Shimbo et al., 2001).

Tabel 14. Estimasi Asupan Harian untuk Dewasa (60 Kg) pada Logam Berat dari Konsumsi Beras dengan *Hazard Quotient*

No	HM	DI ($\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$)	DI ($\mu\text{g}/\text{kgbw}/\text{day}$)	TDI ($\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{day}$)	DFI	HQ
1	Cr	147,827	2,464	0,001	0,002	2,464
2	Cd	14,486	0,241	0,001	0,0002	0,241
3	Cu	516,691	8,612	0,040	0,009	0,215
4	Fe	4599,067	76,651	0,700	0,077	0,110
5	Mn	6373,258	106,221	0,140	0,106	0,759
6	Zn	22695,163	378,253	0,300	0,378	1,261
7	Pb	21,420	0,357	0,004	0,0004	0,099
THI						5,149

Tabel 15. Estimasi Asupan Harian untuk Anak - Anak (25 Kg) pada Logam Berat dari Konsumsi Beras dengan *Hazard Quotient*

No	HM	DI ($\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$)	DI ($\mu\text{g}/\text{kgbw}/\text{day}$)	TDI ($\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{day}$)	DFI	HQ
1	Cr	78,261	3,130	0,001	0,003	3,130
2	Cd	7,669	0,307	0,0008	0,0003	0,383
3	Cu	273,542	10,942	0,111	0,011	0,099
4	Fe	2434,800	97,392	0,7	0,097	0,139
5	Mn	3374,078	134,963	0,122	0,135	1,106
6	Zn	12015,087	480,603	0,476	0,481	1,010
7	Pb	11,340	0,454	0,0036	0,0005	0,126
THI						5,994

Berdasarkan hasil wawancara konsumsi beras setiap hari adalah 170 g / orang / hari untuk orang dewasa dan 90 g/orang / hari untuk anak-anak. Perkiraan asupan harian (DI) rata rata dari Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb masing-masing adalah 147,827; 14,486; 516,691; 4599,067; 6373,258; 22695,163 dan 21,420 mikrogram per orang per hari untuk orang dewasa. Perkiraan asupan harian (DI) rata rata dari Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb masing-masing adalah 78,261; 7,669; 273,542; 2434,800; 3374,078; 12015,087 dan 11,340 mikrogram per orang per hari untuk anak-anak.

Logam berat dapat menumpuk di dalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan yang terkontaminasi, minum air yang tercemar, menghirup partikel tersuspensi melalui mulut dan hidung dan penyerapan kulit partikel terkontaminasi yang menempel pada kulit yang terpapar. Dalam penelitian ini, konsumsi beras secara oral ditanam di peternakan ini digunakan untuk mengevaluasi asupan harian dan hasil bagi bahaya.

Hazard Quotient telah dikenal sebagai parameter yang berguna untuk evaluasi risiko yang terkait dengan konsumsi tanaman pangan yang terkontaminasi logam (Sridhara et al., 2008). Hasil pengukuran *Hazard Quotient* logam berat melalui konsumsi beras dan indeks bahaya total (THI) ditunjukkan pada Tabel 14 dan Tabel 15. Untuk orang dewasa dengan berat badan rata-rata 60 kg, *Hazard Quotient* logam berat dari konsumsi beras menurun drastis Cr>Zn> Mn>Cd>Cu>Fe>Pb dan nilai THI adalah 5,149. Untuk anak-anak dengan berat badan rata-rata 25 kg, *Hazard Quotient* logam berat dari konsumsi beras menurun drastis Cr>Zn> Mn>Cd> Fe>Cu> Pb dan nilai THI adalah 5,994. Nilai THI yang didapatkan > 1 dan HQ untuk semua logam berat yang diuji kecuali Tembaga, Besi dan timbal melalui konsumsi beras lebih besar dari 0,2 sehingga konsumsi beras dari area ini kemungkinan akan menyebabkan efek kesehatan yang merugikan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

- 1) Konsentrasi rata-rata logam berat dalam beras pada tanaman padi di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas untuk logam berat yaitu : Cr = 0,870 mg/kg ; Cd = 0,085 mg/kg ; Cu = 3,039 mg/kg ; Fe = 27,053 mg/kg ; Mn = 37,490 mg/kg ; Zn = 133,501 mg/kg ; dan Pb = 0,126 mg/kg.
- 2) Tingkat bahaya logam berat di area penelitian adalah area 3 memiliki tingkat bahaya tinggi dengan skor 48, area 2 memiliki tingkat bahaya tinggi dengan skor 47, area 6 memiliki tingkat bahaya tinggi dengan skor 46, area 5 memiliki tingkat bahaya tinggi dengan skor 45, area 4 memiliki tingkat bahaya sedang dengan skor 44 dan area 1 memiliki tingkat bahaya sedang dengan skor 43.
- 3) Nilai *Hazard Quotient* dengan menggunakan nilai perkiraan asupan harian rata-rata logam berat yang di konsumsi setiap hari baik untuk orang dewasa maupun anak – anak yaitu untuk semua logam berat yang diuji kecuali Tembaga, Besi dan timbal melalui konsumsi beras yang di uji memiliki nilai > 0,2 dan *Total Hazard Index*-nya memiliki nilai > 1 sehingga konsumsi beras dari area ini kemungkinan akan menyebabkan efek kesehatan yang merugikan.

6. Saran

Dari kesimpulan dan pembahasan maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui lebih akurat mengenai pengaruh dari pemberian pupuk atau pestisida atau sumber lain seperti Instalasi Pengelolaan Limbah Tinja terhadap logam berat yang terdapat dalam beras pada tanaman padi di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas sehingga dapat diketahui secara pasti sumber dari logam berat yang mengkontaminasi beras pada tanaman padi di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
2. Diharapkan adanya pengawasan ataupun tindak lanjut pengelolaan dari Pemerintah Daerah Kabupaten Banyumas terhadap TPA Gunung Tugel yang telah ditutup, baik itu dengan dilakukannya remediasi area landfill, pengelolaan air lindi, pengawasan mengenai risiko kebakaran dan perbaikan saluran irigasi. Selain itu diharapkan adanya perhatian lebih untuk area pemukiman terutama kondisi lingkungan dan kondisi kesehatan masyarakat di sekitar lokasi TPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Bielicka A., I. Bojanowska, A Wisniewski. 2005. **Two Face of Chromium – Pollutan and Bioelement**. Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 14, No. 1, pp. 5-10.
- Charlena, 2004. **Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur – Sayuran**. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- E. Gimeno-García, V. Andreu, R. Boluda. 1996. **Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils**. Environmental Pollution, 92 , pp. 19-25
- Health Canada. 2004. Federal Contaminated Site Risk Assessment In Canada. 2004. **Part III: Guidance On Peer Review Of Human Health Risk Assessments For Federal Contaminated Sites In Canada**. Environmental Health Assessment Services Safe Environments Programme. Canada.
- Ihedioha, J.N. O.T. Ujam, C. O. Nwuche, N. R. Ekere & C.C. Chime. 2016. **Assessment of heavy metal contamination of rice grains (Oryza sativa) and soil from Ada field, Enugu, Nigeria: Estimating the human health risk**. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal.
- J.Diliūnas, A. Jurevičius, A. Zuzevičius, 2006, **Formation of iron compounds in the Quaternary groundwater of Lithuania**, GEOLOGIJA. Vol.55. P. 66–73.
- Kiekens, L., 1995, **Zinc**. In: Alloway, B.J., Ed., **Heavy Metals in Soils**, 2nd Edition, Blackie Academic and Professional, London, 284-305.
- Liu J, Zhang XH, Tran H, et al. 2011. **Heavy metal contamination and risk assessment in water, paddy soil, and rice around an electroplating plant**. Environ Sci Pollut Res 18:1623–32
- Pudyawardhana, Christina. 2006. **Optimalisasi Ruang Pembuangan Sampah Akhir Tpa Gunung Tugel**. Purwokerto

- Shimbo S, Zhang ZW, Watanabe T, et al. 2001. **Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998–2000**. *Sci Tot Environ* 281: 165–75
- Shraim, A.M. 2014. **Rice is a potential dietary source of not only arsenic but also other toxic elements like lead and chromium**. *Arabian Journal of Chemistry* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.02.004>
- SNI 13-6974-2003, **Penentuan kadar Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, dan Cd dengan spektrofotometer serapan atom (SSA)**.
- Soepardi, G. 1983. **Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Ilmu Tanah**. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Sri, Hartati. Jauhari, Syamsiah. Elen, Erniasita. 2014. **Imbangan Paitan (Tithonia Diversifolia) Dan Pupuk Phonska Terhadap Kandungan Logam Berat Cr Pada Tanah Sawah**. *Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah Dan Agroklimatologi* 11 (1) 2014.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). 1999. **Estimating risk form contaminants contained in agricultural fertilizers**. <http://www.epa.gov/osw/hazard/recycling/fertiliz/risk/index.htm> pp. 159
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). 2000. **Risk based concentration table.**, Washington DC.
- Y.M. Chen, J.B. Gao, Y.Q. Yuan, J. Ma, S. Yu. 2016. **Research papers Relationship between heavy metal contents and clay mineral properties in surface sediments: Implications for metal pollution assessment**. *Continental Shelf Research* 124 (2016) 125–13.