

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian

TPA Gunung Tugel terletak di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas dengan luas lahan 6,7 Hektar. Sumber sampah di TPA Gunung Tugel merupakan sampah domestik dan non-domestik warga sekitar. TPA Gunung Tugel telah ditutup dan tidak digunakan lagi. Sehingga TPA Gunung Tugel di alih fungsi sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang sekarang sudah ditimbun dengan tanah. Akibatnya warga sekitar TPA yang kehilangan mata pencaharian menanami lahan TPA tersebut dengan sayur dan buah. Salah satunya terong ungu.

Area TPA Gunung Tugel berdekatan dengan area persawahan yang memiliki luas area $\pm 319 \text{ m}^2$. Pupuk yang digunakan petani untuk padi mereka berupa pupuk jenis Urea dan TSP, dimana pupuk tersebut dapat terkontaminasi ataupun mengandung logam berat. Maka dilakukan penelitian logam berat di area TPA Gunung Tugel dan area persawahannya.

4.2 Analisis Logam Berat dalam Beras dan Terong

Beberapa tanaman yang tumbuh di area persawahan dan TPA Gunung Tugel dapat terkontaminasi logam berat karena selain kontak langsung dengan tanah TPA, kemungkinan juga air irigasi persawahan tersebut tercampur dengan air lindi dan pupuk yang dipakai. Sampel yang akan diteliti di ambil pada tanggal 21 dan 22 april 2018. Sampel tersebut dibandingkan dengan Analisa logam berat sebelumnya.

Pada penelitian ini, logam berat yang diuji adalah kadmium (Cd), seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), kromium (Cr), timbal (Pb), dan besi (Fe). Sampel beras dan terong didestruksi dengan larutan $\text{HNO}_{3(p)}$ hingga jernih hingga dapat terbaca konsentrasi logam beratnya dengan AAS. Tabel 4.1 berikut ini menunjukkan konsentrasi logam berat yang diperoleh :

Tabel 4.1 Konsentrasi Logam Berat (mg/L) dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

No.	Sampel	Cd	Zn	Cu	Mn	Cr	Pb	Fe
1	Area 1	0,002	0,050	0,016	0,083	0,126*	0,015	0,086
2	Area 2	0,005	0,049	0,023	0,021	0,003	0,062	0,060
3	Area 3	0,006	0,097	0,053	0,091	0,003	0,058	0,485
4	Area 4	0,126*	0,056	0,020	0,018	0,007	0,044	0,100
5	Area 5	0,001	0,052	0,024	0,114	0,000	0,024	0,086
6	Area 6	0,000	0,085	0,045	0,048	0,126*	0,043	0,412
7	Terong 1	0,002	0,053	0,008	0,026	0,126*	0,058	0,002
8	Terong 2	0,003	0,050	0,010	0,050	0,126*	0,052	0,009
9	Terong 3	0,003	0,030	0,007	0,039	0,126*	0,116	0,006

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

Hasil uji logam berat pada beras dan terong ini akan dibandingkan dengan hasil uji logam berat pada air irigasi, air lindi dan tanah sawah. Perbandingan ini bertujuan sebagai data pendukung untuk menganalisa konsentrasi logam berat pada beras dan terong ini terkontaminasi oleh logam berat pada air irigasi, air lindi, tanah atau penggunaan pupuk/pestisida. Hasil uji logam berat air lindi dan air permukaan dapat dilihat pada table 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2 Hasil Uji Logam Berat Air Lindi (mg/L)

	Cd	Cu	Cr	Fe	Mn	Zn	Pb
Mean	0,004	0,041	0,012	3,77	0,903	0,789	0,126*
Maximum	0,006	0,09	0,021	12,925	2,399	2,343	0,126*
Minimum	0,004	0,026*	0,005*	0,522	0,072	0,186	0,126*

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

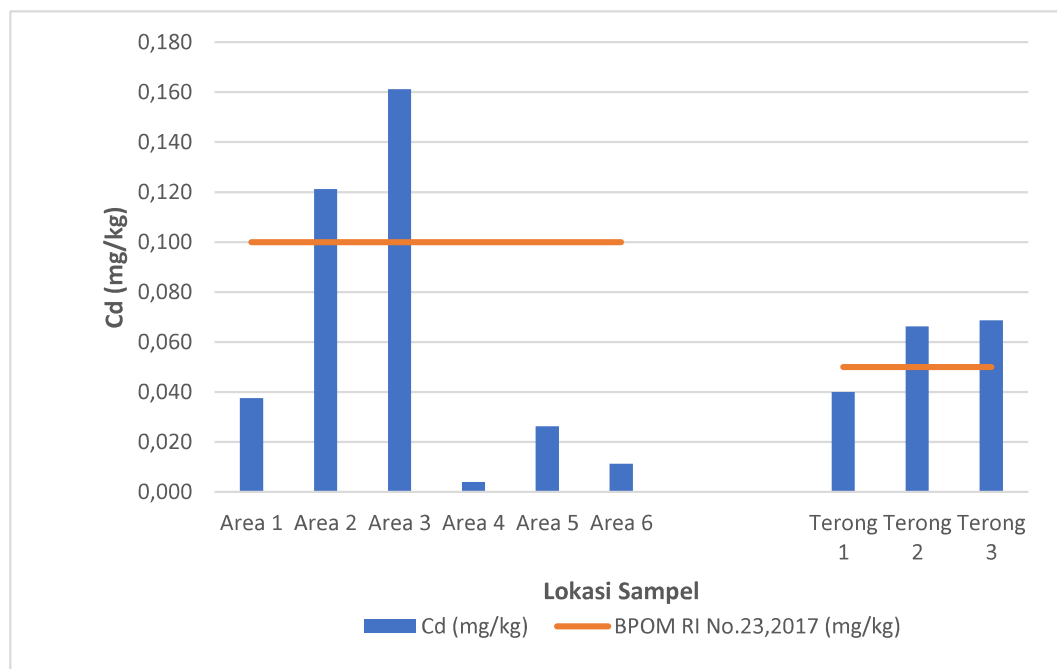
Tabel 4.3 Hasil Uji Logam Berat Air Permukaan (mg/L)

	Cd	Cu	Cr	Fe	Mn	Zn	Pb
Mean	0,004*	0,026	0,008	0,992	0,066	0,099	0,139
Maximum	0,004*	0,026	0,023	1,58	0,295	0,215	0,161
Minimum	0,004*	0,026*	0,005*	0,378	0,014	0,06	0,126*

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

4.2.1 Konsentrasi Kadmium (Cd) dalam Beras dan Terong

Kadmium merupakan logam berat non-esensial bersifat toksik bagi tanaman. Logam ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman atau bahkan menyebabkan kematian sel. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal (Iriawati dan Fitriana, 2006). Secara alami, tanah mengandung Kadmium (Cd) dengan konsentrasi tergantung dari batuan induk, cara terbentuknya tanah dan translokasi logam berat di tanah (Alloway, 1995). Pada gambar 4.1 merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi Cd yang ada pada beras dan terong:



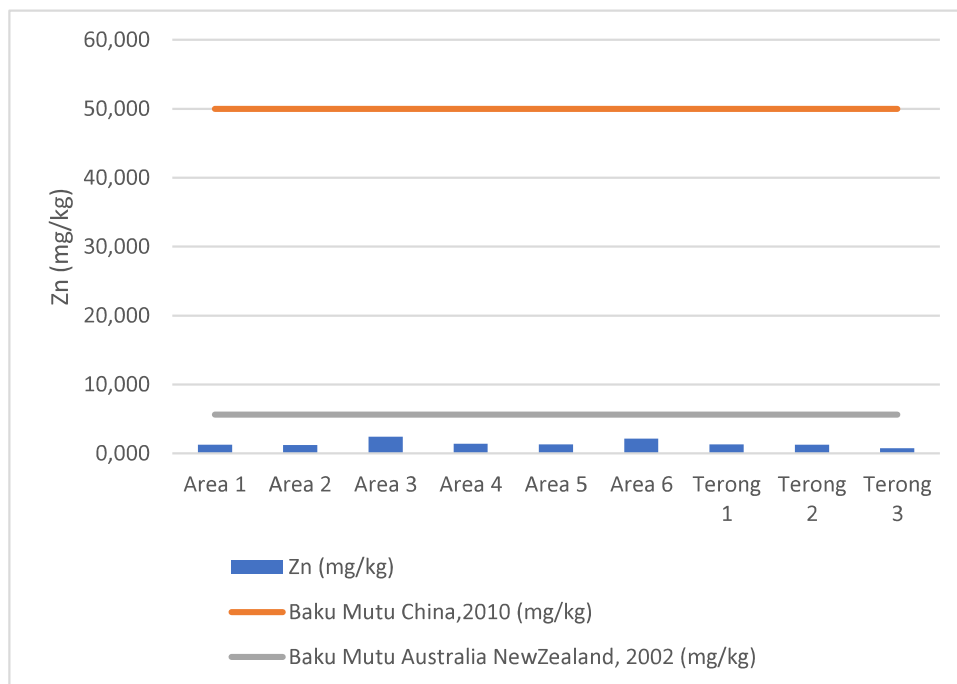
Gambar 4.1 Kandungan Cd dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

Pada grafik diatas menunjukkan kandungan Cd dalam beras di area persawahan sebesar 0,011 mg/kg - 0,161 mg/kg sedangkan kandungan Cd dalam terong yang tumbuh di area TPA sebesar 0,040 mg/kg - 0,069 mg/kg relatif lebih rendah daripada kandungan logam pada beras. Jika dibandingkan dengan BPOM RI No.23 tahun 2017 pada area persawahan nomor 2 dan 3 melebihi baku mutu sedangkan pada tanaman terong hanya terong nomor 1 yang tidak melebihi baku mutu BPOM RI No.23 tahun 2017.

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa kandungan terbesar pada area sawah 3 dengan kandungan 0,161 mg/kg. Hasil pada gambar 4.1, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran pada area TPA dan area persawahan yang dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 1.

4.2.2 Konsentrasi Seng (Zn) dalam Beras dan Terong

Seng (Zn) tergolong dalam unsur hara mikro tanaman. Tanaman menyerap seng (Zn) dalam bentuk ion Zn^{2+} dan dapat dalam bentuk kompleks organik seperti EDTA. Dalam keadaan yang sedikit Zn sudah cukup untuk tanaman dan apabila kelebihan dapat menjadi racun bagi tanaman. Dapat dikatakan bahwa tanaman yang tahan dengan larutan makanan yang tercampur dengan Zn 1 mg/liter jumlahnya adalah sangat sedikit sekali. Pada gambar 4.2 merupakan grafik yang menunjukkan konsentrasi Zn yang ada pada beras dan terong:



Gambar 4.2 Kandungan Zn dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

Gambar 4.2 menunjukkan kandungan Zn di area persawahan memiliki jarak sebesar 2,437 mg/kg - 1,230 mg/kg. Pada area TPA dapat dilihat kandungan

Zn relatif lebih rendah dibandingkan dengan kandungan Zn pada area persawahan yaitu dengan jarak 1,323 mg/kg - 0,757 mg/kg. Namun jika dibandingkan dengan baku mutu *Food Standards Australia New Zealand 2002* dan *China's National Food Safety Standard of Maximum Levels of Contaminants in Foods 2010* kedua area tersebut berada dibawah baku mutu.

Jauh berbeda jika dibandingkan dengan penelitian tahun 2017 kandungan Zn sangat besar yaitu 87,270 mg/kg - 272,222 mg/kg dan dibandingkan dengan penelitian di kota Bandung 2011 yang relatif tinggi yaitu sebesar 0,764 mg/kg - 71,0 mg/kg.

Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa kandungan terbesar pada area sawah 3 dengan kandungan 2,437 mg/kg dan pada area TPA 1 sebesar 1,323 mg/kg. Hasil pada gambar 4.2, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran pada area TPA dan area persawahan yang dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 2.

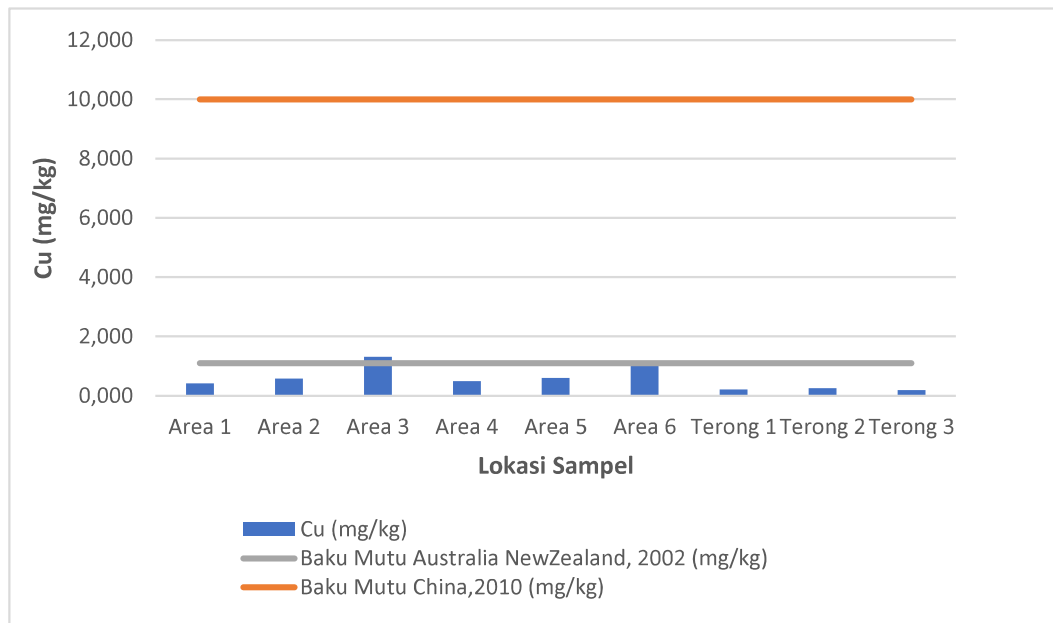
4.2.3 Konsentrasi Tembaga (Cu) dalam Beras dan Terong

Tembaga (Cu) merupakan salah satu unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman. Tanaman menyerap tembaga (Cu) dalam bentuk Cu^{2+} melalui akar dan dapat diserap melalui daun dalam bentuk molekul kompleks organik. Tembaga sebagai pupuk digunakan dalam bentuk $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ atau Cupri sulfat.

Tembaga sangat berguna untuk pertumbuhan jaringan tumbuhan terutama jaringan daun dimana terdapat proses fotosintesis. Selain itu, tembaga juga mempunyai fungsi sebagai salah satu mikronutrien yang diperlukan didalam mitokondria dan kloroplas, enzim yang berhubungan dengan transpor elektron, proses sintesis dan metabolisme karbohidrat dan protein serta sebagai dinding sel lignin.

Jika melihat dari sistem *Open Dumping* yang digunakan oleh TPA Gunung Tugel, kemungkinan logam Cu untuk masuk ke dalam air tanah menjadi sangat mungkin dikarenakan terjadinya infiltrasi air hujan yang membuat Cu dapat masuk

ke air tanah. Gambar 4.3 menunjukkan konsentrasi Cu yang ada pada beras dan terong:



Gambar 4.3 Kandungan Cu dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi Cu di area persawahan dengan kisaran 1,116 mg/kg - 1,313 mg/kg, sedangkan pada terong yang tumbuh di area TPA kandungan tembaga yang terakumulasi sebesar 0,185 mg/kg - 0,250 mg/kg.

Jika dibandingkan dengan baku mutu, pada area 3 dan 6 melebihi baku mutu *China's National Food Safety Standard of Maximum Levels Contaminants in Foods tahun 2010* dan *Food Standards Australia NewZealand tahun 2002*. Sedangkan untuk area TPA terakumulasi logam Cu juga, namun kandungan Cu relatif rendah dan berada di bawah standar baku mutu.

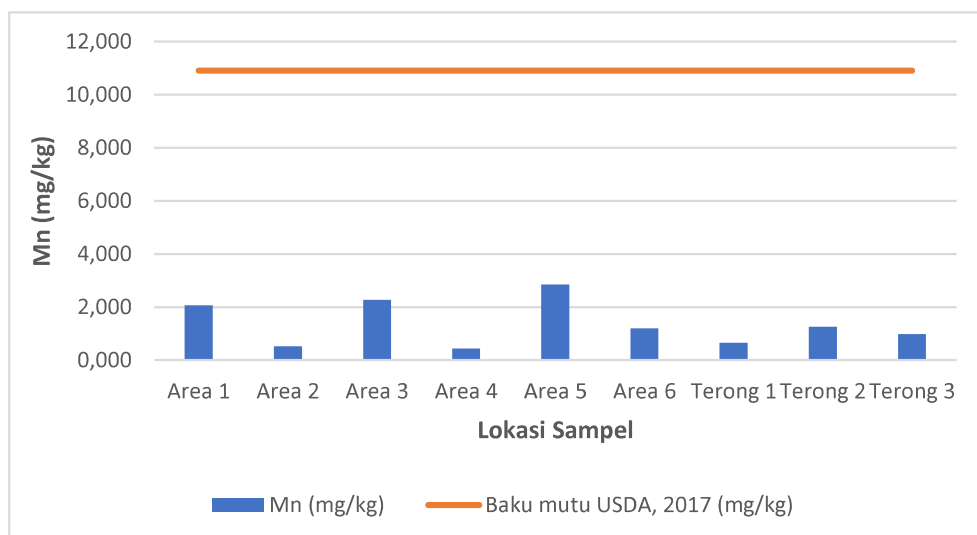
Konsentrasi logam Cu pada air lindi sebesar 0,026 mg/L hingga 0,090 mg/L (Tabel 4.3) dan untuk air irigasi yang terakumulasi sebesar 0,026 mg/L (Tabel 4.4). konsentrasi tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan logam Cu yang ditemukan dalam beras dan terong. Oleh karena itu, penggunaan pupuk yang tidak sesuai dengan takarannya atau pemakaian yang berlebih dan Cu dari air lindi

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (2017) konsentrasi Cu yang terakumulasi dalam beras relatif lebih tinggi yaitu antara 0,786 mg/kg hingga 10,425 mg/kg dengan rata-rata konsentrasi sebesar 3,039 mg/kg.

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa kandungan terbesar pada area sawah 3 dengan kandungan 1,313 mg/kg dan pada area TPA 2 sebesar 0,250 mg/kg. Hasil pada gambar 4.3, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran pada area TPA dan area persawahan yang dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 3.

4.2.4 Konsentrasi Mangan (Mn) dalam Beras dan Terong

Mangan adalah salah satu dari tiga elemen penting beracun, yang berarti bahwa tidak hanya perlu bagi manusia untuk bertahan hidup, tetapi juga beracun ketika terlalu tinggi konsentrasinya. Gambar 4.4 menunjukkan konsentrasi Mn yang ada pada beras dan terong:



Gambar 4.4 Kandungan Mn dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

Pada gambar 4.4 dapat dilihat grafik kandungan Mn di area persawahan relatif rendah sebesar 2,85 mg/kg - 0,44 mg/kg begitu pula pada area TPA relatif rendah yaitu sebesar 1,26 mg/kg - 0,65 mg/kg.

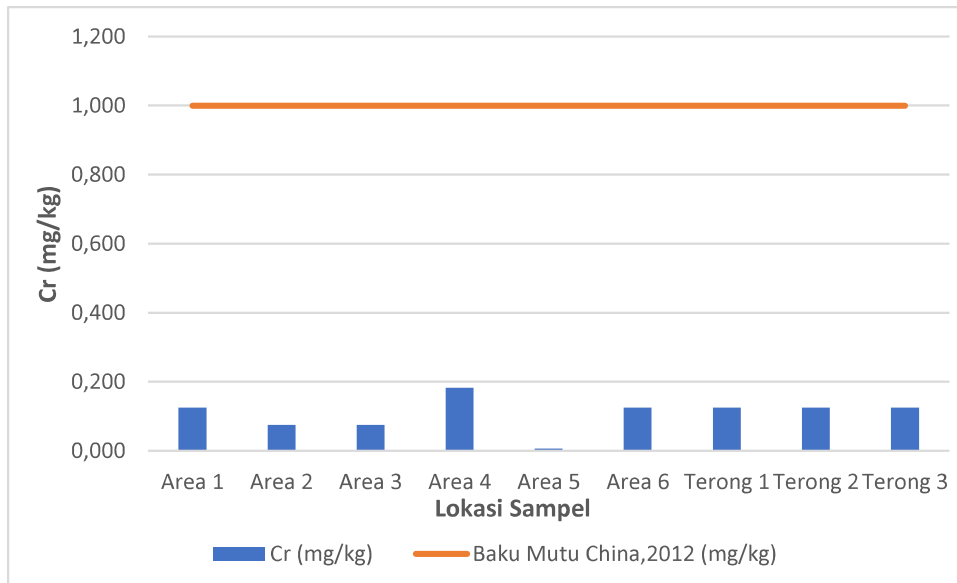
Jika dibandingkan dengan baku mutu *USDA Food Composition Databases tahun 2017* sebaran Mn pada area sawah dan TPA tersebar merata namun tidak melewati batas baku mutu *USDA Food Composition Databases tahun 2017*. Akan tetapi Mn di area persawahan lebih tinggi dari konsentrasi logam berat Mn di area TPA.

Kandungan Mn dapat berasal dari air lindi yang berada di area TPA yang terdeteksi sebesar 0,072 mg/L - 2,399 mg/L (Tabel 4.2) dan air permukaan yang terkontaminasi oleh air lindi sebesar 0,014 mg/L - 0,295 mg/L (Tabel 4.3) yang digunakan sebagai air irigasi untuk area persawahan. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di USA kandungan logam Mn yang terdeteksi sebesar 13,1 mg/kg dan jika dibandingkan dengan hasil penelitian tahun 2017 kandungan logam Mn dalam beras memiliki konsentrasi yang sangat tinggi sebesar 18,728 mg/kg - 50,563 mg/kg penelitian ini menunjukkan nilai konsentrasi lebih tinggi.

Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kandungan terbesar pada area sawah 5 dengan kandungan 2,852 mg/kg dan pada area TPA 2 sebesar 1,256 mg/kg. Hasil pada gambar 4.4, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran pada area TPA dan area persawahan yang dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 4.

4.2.5 Konsentrasi Kromium (Cr) dalam Beras dan Terong

Kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat yang berfungsi sebagai pencemar, akibat limbah industri tekstil, industri batik, industri penyamakan kulit dan industri lapis logam (Ackerleyet *al.*, 2004). Pada tanaman kromium dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, perkembangan biji, fotosintesis dan serapan berbagai nutrisi. Berikut adalah grafik yang menunjukkan kandungan Cr pada beras dan terong:



Gambar 4.5 Kandungan Cr dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

Pada grafik 4.5 kandungan Cr di area persawahan sebesar 0,183 mg/kg - 0,006 mg/kg, hal ini menunjukkan air permukaan sebagai irigasi persawah tidak terlalu berdampak pada konsentrasi logam Cr. Sedangkan, pada area TPA konsentrasi Cr yaitu *not detection* di semua area yang berarti area TPA memiliki konsentrasi Cr sangat rendah sehingga tidak dapat deteksi oleh alat yang memiliki limit deteksi, hal ini menunjukkan konsentrasi logam berat di area TPA sangat kecil untuk mengkontaminasi tanaman yang tumbuh di area tersebut.

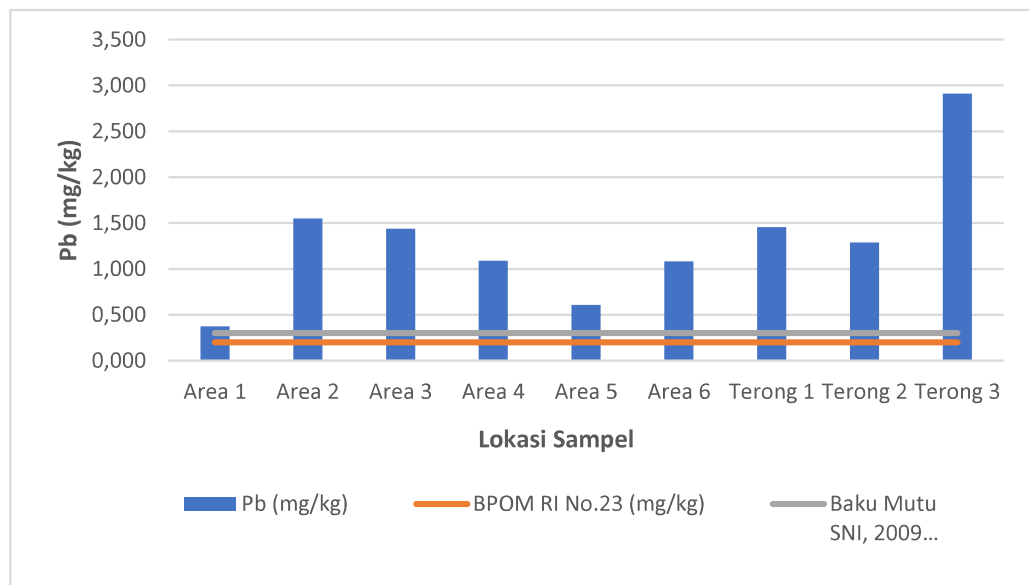
Jika dibandingkan baku mutu *China's National Food Safety Standard of Maximum Levels Contaminants in Foods tahun 2012* semua area baik pada sawah maupun TPA masih berada dibawah standar baku mutu. Jika dibandingkan dengan penelitian tahun 2017, logam Cr yang terdeteksi cukup tinggi yaitu 0,000 mg/kg - 1,697vmg/kg dan jika dibandingkan dengan hasil penelitian dalam beras di negara China sebesar 0,075 mg/kg yang artinya tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian sekarang.

Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa kandungan terbesar pada area sawah 4 dengan kandungan 0,183 mg/kg. Hasil pada gambar 4.5, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran pada area TPA dan area persawahan yang dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 5.

4.2.6 Konsentrasi Timbal (Pb) dalam Beras dan Terong

Logam berat nonesensial Timbal (Pb) secara alami terdapat di tanah pertanian namun konsentrasinya dapat meningkat karena polusi udara serta penggunaan kotoran hewan, pupuk anorganik dan pestisida yang mengandung timbale arsenat. (Lasat, 2002).

Hal ini, menjadi sangat penting jika kita menyadari bahwa budidaya tanaman yang intensif, dengan penggunaan pupuk kimia yang tinggi dan terus menerus, telah menyebabkan tingginya residu pupuk, dan meningkatkan kandungan logam berat terutama Pb dalam tanah. Hasil identifikasi yang dilakukan Kasno et al., (2003) menunjukkan 21-40% lahan sawah di jalur pantura Jawa Barat tercemar logam berat, bahkan 4-7% diantaranya dikategorikan tercemar berat oleh Pb ($> 1,0$ ppm). Gambar 4.6 berikut ini menunjukkan konsentrasi Pb yang ada pada beras dan terong:



Gambar 4.6 Kandungan Pb dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

Gambar 4.6 merupakan kandungan Pb di area TPA maupun persawahan sebesar 1,550 mg/kg - 0,374 mg/kg, sedangkan pada terong yang tumbuh di area TPA kandungan Pb sebesar 2,910 mg/kg – 1,289 mg/kg.

Hal ini disebabkan terakumulasi penggunaan pada pupuk yang berlebih pada area sawah dan pada area TPA dapat bersumber dari emisi kendaraan karena letak area TPA berdekatan pada jalan utama Gunung Tugel Banyumas, serta kapasitas tukar kation tanah yang tinggi, jika logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya sehingga tanaman dapat menyerap logam berat Pb..

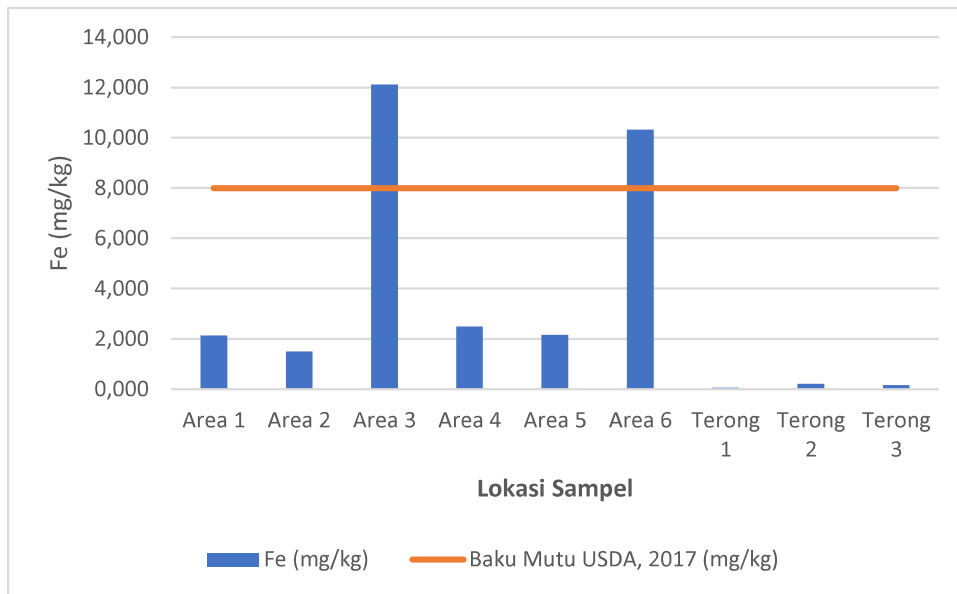
Jika dibandingkan dengan baku mutu BPOM RI No.23 tahun 2017 dan baku mutu Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2009 kedua area baik persawahan maupun TPA masih berada di bawah standar baku mutu.

Jika dibandingkan dengan penelitian tahun 2017, semua konsentrasi logam Pb tidak terdeteksi oleh alat yang digunakan karena sangat rendah maka semua konsentrasi logam Pb diasumsikan dengan setengah dari nilai limit deteksi yaitu 0,126 mg/kg dan jika dibandingkan dengan hasil penelitian di negara China tidak jauh berbeda yaitu sebesar 0,296 mg/kg.

Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa kandungan terbesar pada area sawah 2 dengan kandungan 1,550 mg/kg dan pada area TPA 3 sebesar 2,910 mg/kg. Hasil pada gambar 4.6, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran pada area TPA dan area persawahan yang dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 6.

4.2.7 Konsentrasi Besi (Fe) dalam Beras dan Terong

Besi (Fe) merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Besi adalah salah satu logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil yaitu kurang dari 100 mg/hari, dimana besi sangat berperan penting bagi metabolisme tubuh. Besi berada di sungai, danau, dan air bawah tanah secara alami. Gambar 4.7 berikut ini menunjukkan konsentrasi Fe yang ada pada beras dan terong:



Gambar 4.7 Kandungan Fe dalam Beras dan Terong di TPA Gunung Tugel

Pada gambar 4.7 menunjukkan kandungan Fe di area TPA relatif rendah yaitu sebesar 0,214 mg/kg - 0,058 mg/kg. sedangkan pada area persawahan di area 3 dan area 6 terdeteksi Fe sebesar 12,131 mg/kg dan 10,321 mg/kg. Namun, kategori tersebut masih dla kategori aman untuk tanah yaitu berkisar sebesar 7000 mg/kg hingga 55000 mg/kg. Jika dibandingkan dengan baku mutu area sawah 3 dan 6 melebihi baku mutu *USDA Food Composition Databases tahun 2017*, sedangkan pada semua area TPA masih dibawah standar baku mutu.

Pada air lindi dan air irigasi terdeteksi sebesar 12,995 mg/kg (Tabel 4.2) dan 1,580 mg/kg (Tabel 4.3). konsentrasi Fe pada air irigasi sangat kecil jika dibandingkan dengan konsetrasi air lindi. Maka, konsentrasi Fe yang tinggi pada area 3 dan area 6 akibat dari penggunaan pupuk yang berlebih serta kontaminasi air lindi yg masuk pada air irigasi. Jika dibandingkan dengan negara USA konsentrasi yang tereteksi cukup tinggi sebesar 3,670 mg/kg namun tidak melebihi batas baku mutu *USDA Food Composition Databases tahun 2017* dan jika dibandingkan dengan penelitian tahun 2017, logam Fe yang terdeteksi lebih tinggi yaitu sebesar 13,877 mg/kg hingga 61,462 mg/kg.

Hasil pada gambar 4.7, kemudian dilakukan pemetaan dengan *software* ArcGIS sehingga diperoleh gambar sebaran pada area TPA dan area persawahan yang dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 7.

4.3 Penilaian Potensi Risiko Lingkungan

Penilaian potensi risiko lingkungan dilakukan dengan metode *scoring* yaitu klasifikasi pada jumlah konsentrasi setiap parameter logam berat dari sampel yang diuji yang telah dibandingkan dengan baku mutu tiap parameter. Sehingga didapat jumlah tingkat risiko pada tiap area penelitian. Tabel 4.4 menunjukkan penilaian potensi risiko lingkungan pada setiap parameter logam berat dalam padi dan terong.

Tabel 4.4 Penilaian Potensi Risiko Lingkungan

Sampel	Cd	Zn		Cu		Mn	Cr	Pb	Fe	Total
	BPOM	BMCh	BMAN	BMCh	BMAN	USDA	BMCh	BPOM	USDA	
Area 1	-	-	-	-	-	-	-	ada	-	1
Area 2	ada	-	-	-	-	-	-	ada	-	2
Area 3	ada	-	-	-	ada	-	-	ada	ada	4
Area 4	-	-	-	-	-	-	-	ada	-	1
Area 5	-	-	-	-	-	-	-	ada	-	1
Area 6	-	-	-	-	ada	-	-	ada	ada	3
Terong 1	-	-	-	-	-	-	-	ada	-	1
Terong 2	ada	-	-	-	-	-	-	ada	-	2
Terong 3	ada	-	-	-	-	-	-	ada	-	2

4.3.1 Pemetaan Potensi Risiko Lingkungan Area TPA dan Persawahan

Setelah mengetahui tingkat konsentrasi setiap parameter logam berat dari sampel yang diuji, dilakukanlah potensi risiko lingkungan di area penelitian. Pemetaan ini bertujuan untuk menunjukkan area mana yang memiliki tingkat risiko tertinggi sampai dengan terkecil. Peta ini dibuat berdasarkan banyaknya jumlah

logam yang teridentifikasi pada setiap area yang telah diklasifikasikan berdasarkan baku mutu setiap logam. Peta hasil penilaian potensi risiko lingkungan di area persawahan dan area TPA, dapat dilihat pada Lampiran-6 Gambar No 8.