

IDENTIFIKASI KANDUNGAN LOGAM BERAT PADA BERAS DAN NASI DI SEKITAR TPA GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS

Ratna Kartika Sari
15513070

ABSTRACT

This research was conducted at the Gunung Tugel landfill located in Kedungrandu Village, Patik Raja District, Banyumas Regency. The Gunung Tugel landfill has an area of around 5.4 ha which began to operate from 1983 to 2016. The background of this study is that under the landfill area there are rice paddies owned by residents around the landfill where rice yields from rice fields are consumed privately by residents. The irrigation channel which is just below the landfill is buried by landslides, so that the garbage enters the irrigation channel, when the rainy season the washing water can be mixed with irrigation water used to irrigate the fields. This study aims to identify the concentrations of heavy metals Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, and Pb in rice and rice consumed by residents which will later be compared with applicable quality standards and analyze the estimated metal intake to rice and rice. The metal analysis method used is using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). Obtained the results of zone 2 concentrations > zone 1, adult Pb metal has an RQ value > 1 and ECR value in children's Cr metal has an ECR value > 10-3.

Keywords: Heavy metals, Rice, landfill

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di TPA Gunung Tugel yang terletak di Desa Kedungrandu Kecamatan Patik Raja Kabupaten Banyumas. TPA Gunung Tugel memiliki luas sekitar 5,4 ha yang mulai beroperasi sejak tahun 1983 sampai 2016. Latar belakang dari penelitian ini yaitu dibawah area TPA terdapat persawahan padi milik warga sekitar TPA yang mana beras hasil panen persawahan tersebut dikonsumsi pribadi oleh warga. Saluran irigasi yang berada tepat dibawah TPA tertimbun oleh longsor sampah sehingga sampah masuk kedalam saluran irigasi, apabila musim hujan air pencucian sampah dapat bercampur dengan air dari irigasi yang digunakan untuk mengairi sawah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi logam berat Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, dan Pb pada beras dan nasi yang dikonsumsi warga yang nantinya akan di bandingkan dengan baku mutu yang berlaku dan melakukan analisis estimasi intake logam ke beras dan nasi. Metode analisis logam yang digunakan yaitu menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Didapatkan hasil konsentrasi zona 2 > zona 1, logam Pb dewasa memiliki nilai RQ > 1 dan nilai ECR pada logam Cr anak-anak memiliki nilai ECR > 10^{-3} .

Kata kunci : Logam berat, Nasi, TPA

1. PENDAHULUAN

TPA merupakan tempat dimana tahap akhir dari pengelolaan sampah yang berasal dari sumber hingga telah dilakukan pemilahan dan pemrosesan sebelumnya. Sampah merupakan hasil sisa dari kegiatan sehari-hari manusia. Kebanyakan TPA di Negara Indonesia masih menggunakan metode *Open Dumping*. TPA *Open Dumping* yaitu sistem pengelolaan sampah tanpa adanya aturan tertentu, langsung dibuang dan ditumpuk pada area yang sudah ditentukan. Dari penumpukan sampah yang terus menerus akan menimbulkan pencemaran lingkungan yaitu berupa air lindi (Soemirat, 1999). Akibatnya akan mengakibatkan terjadinya penyebaran air lindi yang berasal dari sampah secara cepat dan luas. Hal tersebut dikarenakan tidak terdapatnya lapisan penahan dibawah permukaan pada tumpukan sampah.

Pada Kabupaten Banyumas terdapat Tempat Pemrosesan Akhir yang salah satunya yaitu TPA Gunung Tugel yang terletak di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas. TPA Gunung Tugel sendiri sekarang memiliki luas lahan sebesar 5,3 hektar dengan menampung sampah dari Purwokerto dengan persentase sampah lebih besar jenis anorganik. TPA Gunung Tugel dapat menampung sampah baik sampah organik maupun sampah anorganik sebesar 282 m³ setiap harinya (Pudyawardhana, 2006).

TPA Gunung Tugel hingga dengan ditutup tahun 2016 menggunakan metode *open dumping* yang mana sampah yang ada tidak dilakukan pengolahan (Widyatmoko & Moerdjoko, 2002). Dengan penerapan metode *open dumping* oleh karena itu sangat memungkinkan bila lindi yang berasal dari degradasi sampah dari TPA akan masuk kedalam pori-pori tanah, yang kemudian selanjutnya akan masuk kedalam air tanah. Dengan air tanah yang telah terkontaminasi lindi walaupun dengan aliran air tanah yang lambat, pencemar logam berat tersebut akan tetap meparar ke lingkungan sekitar TPA Gunung Tugel (SEPA., 2002).

Pada sekitar TPA Gunung Tugel terdapat lahan pertanian padi milik warga dengan saluran irigasi yang berada tepat di bawah TPA. Beras yang dihasilkan dari hasil panen sawah disekitar TPA Gunung Tugel akan dikonsumsi sendiri untuk makan sehari-hari oleh warga sekitar TPA Gunung Tugel. Adanya logam berat pada lingkungan seperti tanah dan aliran irigasi dapat sangat membahayakan bagi kesehatan manusia. Masuknya logam berat dari lingkungan yang masuk kedalam rantai makanan dapat menyebabkan konsentrasi logam berat yang ada semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan oleh sifat logam berat yang sulit terurai dan terdeposit pada permukaan tanah yang dapat terserap oleh organisme disekitarnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kandungan konsentrasi logam berat pada beras dan nasi disekitar TPA Gunung Tugel. Mengidentifikasi hasil perbandingan konsentrasi logam berat pada beras dan nasi

dengan standar baku mutu pangan dan Menganalisis estimasi intake logam berat dalam nasi dari beras disekitar TPA Gunung Tugel.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Gunung Tugel Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Objek penelitian yang dilakukan berupa air, beras dan nasi yang berada di sekitar TPA Gunung Tugel. Beras yang digunakan untuk penelitian berasal dari hasil panen sawah milik warga di sekitar TPA Gunung Tugel. Pada lokasi penelitian terdapat 2 lokasi pengambilan sampel dengan lokasi pertama merupakan pertanian padi yang berada di sebelah Barat dari TPA sedangkan pada lokasi kedua merupakan pertanian padi yang berada di sebelah Timur TPA. Pembagian zona pada penelitian ini didasarkan pada jarak persawahan padi dengan TPA, pemilik lahan sawah tersebut bertempat tinggal disekitar TPA dan mengonsumsi beras dari hasil panennya sendiri untuk mempermudah pengambilan sampel karena titik sampel berada pada lokasi yang mudah dijangkau. Dan juga terdapat lokasi kontrol yang digunakan sebagai pembanding hasil konsentrasi dengan sampel pada lokasi penelitian.

2.2 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode *Stratified Sampling* dengan alasan bahwa dalam penelitian ini belum diketahui pasti apakah pada lahan pengambilan titik sampling tersebut sudah diketahui secara pasti terdapat logam berat. Metode *Stratified Sampling* yaitu metode untuk melakukan pengambilan sampel dengan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Pertimbangan yang diambil dalam pengambilan sampel beras dan air berupa warga sekitar TPA Gunung Tugel yang memiliki sawah, mengonsumsi beras dari hasil panen sawah disekitar TPA dan tinggal disekitar TPA. Sampel yang diambil berupa beras dan air yang biasa digunakan untuk memasak nasi di TPA Gunung Tugel. Pengambilan sampel air warga dilakukan berdasarkan SNI 6989:58:2008 Tentang Metode Pengambilan Contoh Air Tanah.

2.3 Metode Analisis Data

Pada penelitian sampel yang akan dilakukan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) flame dengan merk GBC dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan menyesuaikan kandungan logam berat yang nantinya akan dilakukan pengujian pada sampel yang dimiliki. Logam berat yang akan dilakukan analisis yaitu berupa logam berat Timbal (Pb), Seng (Zn), Tembaga (Cu), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Mangan (Mn), Besi (Fe).

2.4 Analisis Paparan Logam Berat Melalui Makanan

Analisis paparan atau biasanya disebut *exposure assessment* atau biasanya disebut juga penilaian kontak yang memiliki tujuan untuk mengenali jalur paparan

logam berat melalui makanan atau *risk agent* agar jumlah asupan yang diterima oleh individu yang berpotensi berisiko dapat dihitung. Dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut (ASTDR, 2005).

1. Intake Paparan (I)

$$Ink = \frac{C \times R \times fE \times Dt}{Wb \times t \text{ avg}}$$

2. Karakterisasi Risiko (RQ)

$$RQ = \frac{I}{RfD}$$

3. Tingkat Risiko Karsinogenik (ECR)

$$ECR = I \times SF$$

Keterangan :

Ink	:	Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya (mg/kg.hari)
C	:	Konsentrasi agen risiko pada air bersih/minum atau pada makanan (mg/kg).
R	:	Laju konsumsi atau banyaknya jumlah berat makanan yang masuk ke tubuh manusia (g/hari)
fE	:	Lamanya atau jumlah hari terjadinya paparan setiap tahunnya (hari/tahun).
Dt	:	Lamanya atau jumlah tahun terjadinya paparan (tahun).
Wb	:	Berat badan manusia (kg)
tavg	:	Periode waktu rata –rata untuk efek karsinogenik dan non karsinogenik (hari). Untuk non karsinogenik (30 tahun x 365 hari) untuk karsinogenik (70 tahun x 365 hari)
RQ	:	Nilai referensi agen risiko pada pemajanan ingesti.
RfD	:	Dosis/konsentrasi dari paparan harian agen risiko non karsinogenik yang diestimasi tidak menimbulkan efek yang mengganggu walaupun pajanannya terjadi sepanjang hayat (seumur hidup).
ECR	:	Besarnya risiko yang dinyatakan dalam bilangan pecahan kelipatan pangkat 10 ⁻ (eksponen) tanpa satuan yang merupakan perhitungan perbandingan antara intake dengan dosis/konsentrasi referensi dari suatu agen risiko karsinogenik serta dapat juga diinterpretasikan sebagai dapat/tidak dapat diterimanya suatu agen risiko terhadap organisme, sistim, atau sub/populasi dan kelimpahan kasus kankernya (jumlah tambahan kasus kanker) dalam satuan populasi tertentu.

SF	:	Nilai referensi agen risiko dengan efek karsinogenik
----	---	--

Gambar 3. 1 Keterangan Variabel Pada Rumus

Waktu pajanan (t_{avg}) didapatkan dengan melakukan sesi wawancara dengan warga pemilik lahan pertanian yang mengonsumsi beras hasil pertaniannya sendiri seperti kebiasaan warga sehari-hari dengan durasi waktu tinggal warga demikian juga dengan frekuensi pajanan (fE) seperti kebiasaan apa yang dilakukan oleh warga setiap tahun meninggalkan tempat mukim seperti pulang ke kampung halaman, berlibur dll dalam hitungan hari, durasi pajanan (Dt) dengan mengetahui berapa lama warga tinggal di pemukiman sekitar TPA pada durasi hitungan tahun. Berdasarkan *Risk Quotient* (RQ) didapatkan risiko kesehatan dinyatakan ada apabila nilai $RQ > 1$ maka terdapat potensi risiko yang potensial sehingga perlu untuk adanya pengendalian. Sedangkan untuk nilai $RQ \leq 1$ dapat dikatakan bahwa pencemaran yang terjadi masih dalam batas aman dan belum perlu adanya pengendalian namun sifat tersebut secara sementara. Berdasarkan nilai *Excess Cancer Risk* (ECR) Tingkat risiko dinyatakan dalam bilangan eksponen tanpa satuan (contoh : $1,3E-4$). Tingkat risiko dikatakan *acceptable* atau aman bilamana $ECR \leq E-4$ (10^{-4}). Tingkat risiko dikatakan *unacceptable* atau tidak aman bilamana $ECR > E-4$ (10^{-4}) (Rahman, 2007).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Sebaran Titik Sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 23 Juni 2019 sampai dengan 28 Juni 2019. Pada penelitian ini di bagi menjadi 2 zona, titik zona yang 1 terletak di sebelah Barat TPA yang mewakili daerah persawahan dengan irigasi sebelum terjadinya longsor sampah sedangkan pada zona ke 2 terletak di sebelah Timur TPA yang mewakili daerah persawahan dengan irigasi setelah terjadi longsor sampah. jumlah sampel yang didapatkan sebanyak 12 sampel untuk mewakili masing-masing zona. Dan terdapat 1 sampel titik kontrol yang diambil pada lokasi yang berada pada jarak lebih dari 10 km dari TPA.

Tabel 1 Jumlah Titik Sampel

Jumlah Titik Sampel			
Titik Sampel	Air	Beras	Nasi
Zona 1	3	3	3
Zona 2	9	9	9
Total Sampel	13 Titik Sampel		

3.2 Kondisi Eksisting

Letak dari TPA Gunung Tugel itu sendiri berada di atas bukit. Disekitar area TPA masih terdapat banyak rumah warga dan di bawah TPA yang berada di atas bukit terdapat area persawahan dengan luas $\pm 319 \text{ m}^2$. sebagian besar sawah yang berada di area bawah TPA merupakan tanah milik pribadi warga sekitar TPA. Area

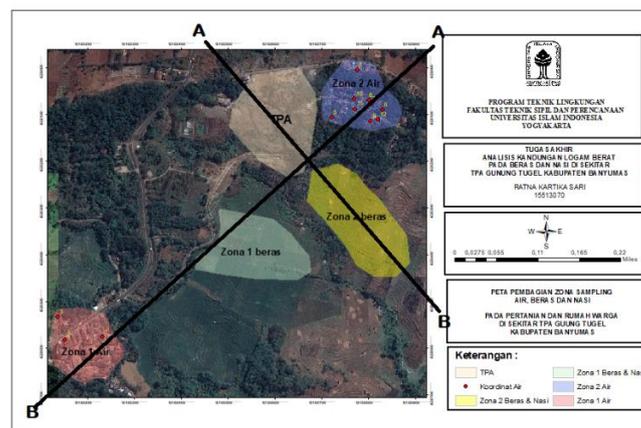
persawahan disekitar TPA umumnya melakukan panen 2 kali dalam 1 tahun. Pada area persawahan terdapat 1 saluran irigasi yang mengalirkan sumber air keseluruhan area persawahan. Sumber air dari saluran irigasi yang mengalir semua sawah warga berasal dari sungai Logawa yang terletak sekitar ± 3 km dari area TPA. Irigasi tersebut mengalir dari arah Barat menuju ke arah Timur area persawahan. irigasi yang mengalirkan air ke area persawahan di sebelah Timur terganggu, karena telah terjadi longsoran sampah. Sehingga saluran irigasi terhalang oleh sampah yang menutupi irigasi. Longsoran sampah yang menutupi irigasi menghasilkan air lindi dan bercampur dengan air untuk mengalir area persawahan di sebelah Timur TPA Gunung Tugel. Untuk kebutuhan sehari-hari warga menggunakan air PDAM dan air sumur. Namun banyak dari warga sekitar TPA yang sudah beralih menggunakan air PDAM dan tak sedikit juga warga yang hingga sekarang masih menggunakan air sumur untuk kebutuhan mencuci, minum dan memasak. Pada hasil sampel yang diambil sebanyak 12 titik, dan terdapat 1 titik yang digunakan sebagai kontrol, air pada titik kontrol menggunakan air sumur bor. Berikut jumlah sampel air yang diambil dilapangan :

Tabel 2 Jumlah Sampel Air Sumur dan PDAM

Air Yang Digunakan	Jumlah
Air Sumur Bor	7
Air PDAM	5

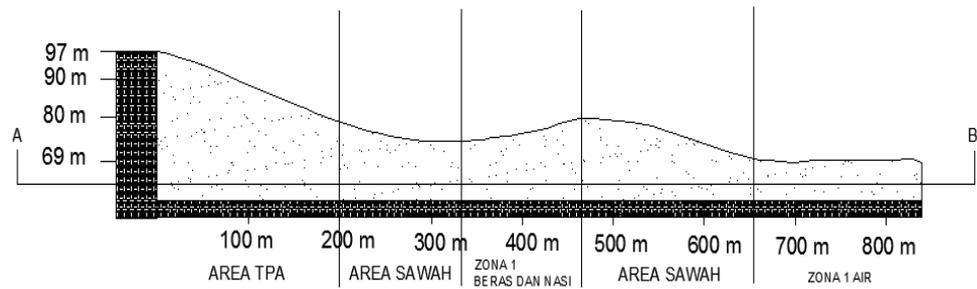
3.3 Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Pada Air, Beras dan Nasi

1. Penampang Melintang dari TPA ke Masing-Masing Zona



Gambar 1 Potongan Penampang melintang A-B

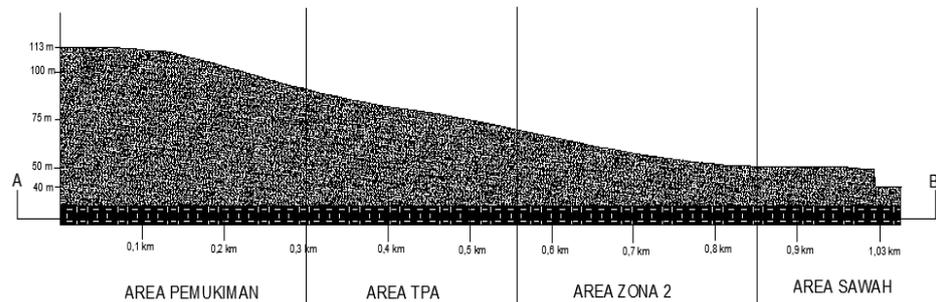
Berikut merupakan gambaran dari penampang melintang dari TPA ke zona 1 :



Gambar 2 Penampang melintang dari TPA ke zona 1

Berdasarkan penggambaran penampang melintang aliran kontaminan dari TPA menuju zona 1 diketahui elevasi tanah dari TPA menuju zona 1 dapat dilihat pada gambar 4.20 terjadi penurunan elevasi dan kenaikan elevasi sehingga dapat dikatakan bahwa sebaran aliran kontaminan yang bersumber dari TPA diidentifikasi tidak dapat mengalir ke zona 1 hal tersebut dikarenakan pada jarak 350 m dari TPA terjadi kenaikan elevasi. Sehingga aliran kontaminan menuju zona 1 hanya akan mengalir pada pertanian yang berjarak 300 m dari TPA.

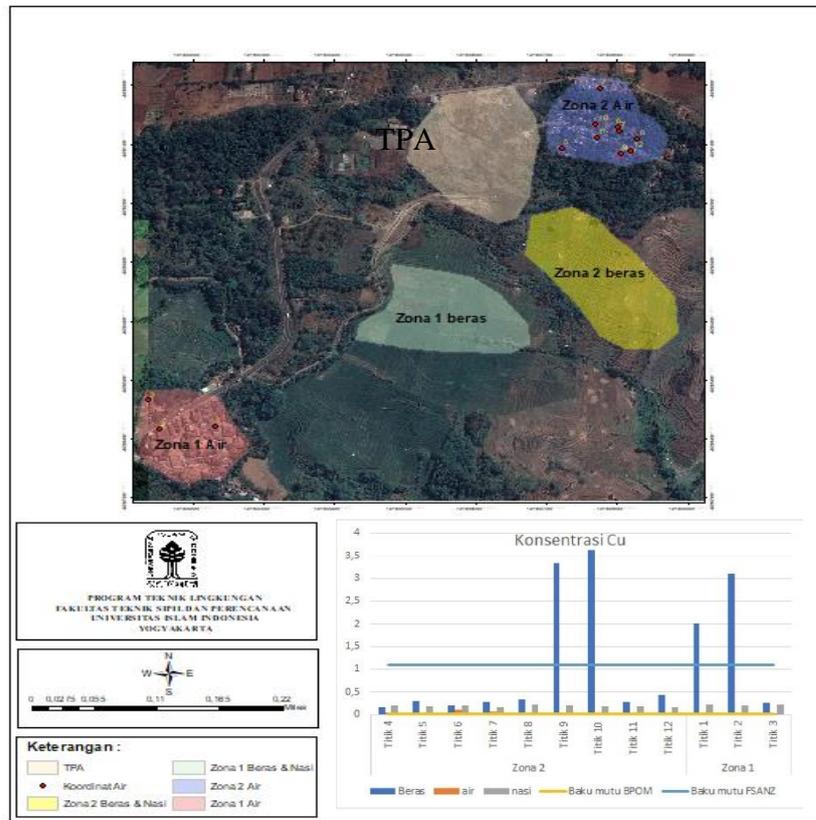
Berikut merupakan gambaran dari penampang melintang dari TPA ke zona 2 :



Gambar 3 Penampang melintang dari TPA ke zona 2

Berdasarkan penggambaran penampang melintang aliran kontaminan dari TPA menuju zona 2 diketahui elevasi tanah dari TPA menuju zona 2 dapat dilihat pada gambar 4.21 bahwa elevasinya terus mengalami penurunan. Sehingga dapat diidentifikasi bahwa sebaran aliran kontaminan yang bersumber dari TPA dapat mengalir menuju area persawahan pada zona 2. Oleh karena itu berdasarkan arah aliran kontaminan pada zona 1 dan zona 2 dapat diidentifikasi bahwa pada area persawahan zona 2 memiliki potensi yang lebih besar terjadinya kontaminan langsung dari TPA

2. Analisis Logam Berat Cu

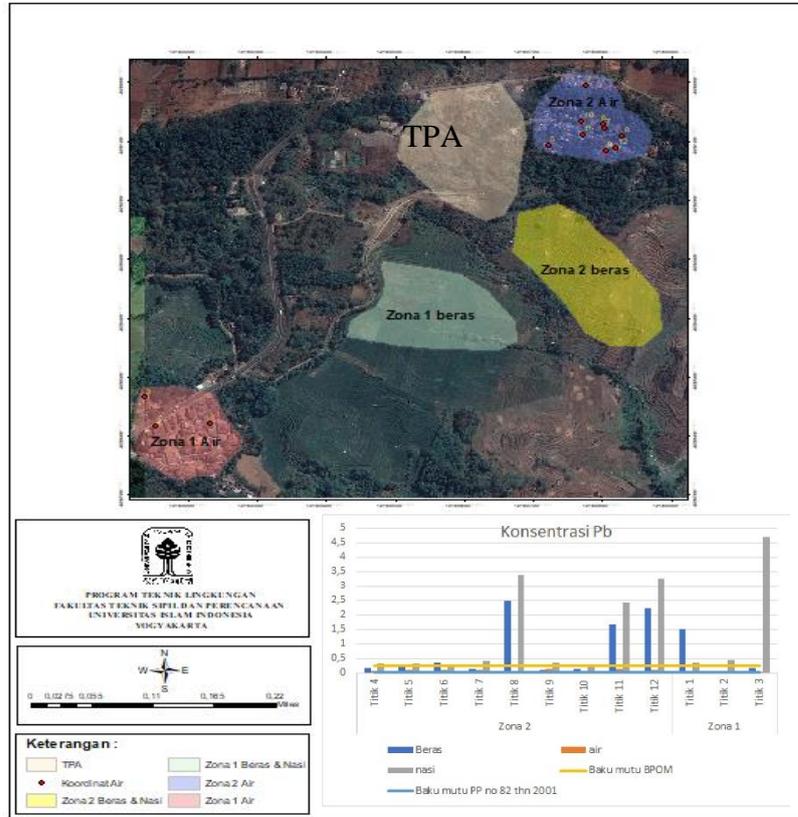


Gambar 1 Logam Berat Cu

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan konsentrasi Cu pada sampel air pada keseluruhan zona 1 dan 2 terdapat 67% titik sampel dari jumlah total 12 titik sampel yang melebihi batas maximum yang diperbolehkan oleh PP Nomer 82 Tahun 2001 dengan nilai batas yang diperbolehkan sebesar 0,02 mg/L. Pada sampel beras dan nasi didapatkan 33% titik sampel beras yang melebihi baku mutu dan pada sampel nasi tidak terdapat titik yang melebihi baku mutu Food Standard Australia New Zenland Tahun 2002 dengan nilai batas maximum yang diperbolehkan sebesar 1,1 mg/kg.

Nilai rata-rata konsentrasi Cu pada sampel air di zona 1 didapatkan nilai 0,0386 mg/L dan zona 2 sebesar 0,344 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cu pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Cu pada sampel beras di zona 1 didapatkan nilai 1,786 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,996 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cu pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Cu pada sampel nasi di zona 1 didapatkan nilai 0,215 mg/L dan zona 2 sebesar 0,189 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cu pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Cu pada zona 1 lebih besar dibandingkan pada zona 2.

3. Analisis Logam Berat Timbal

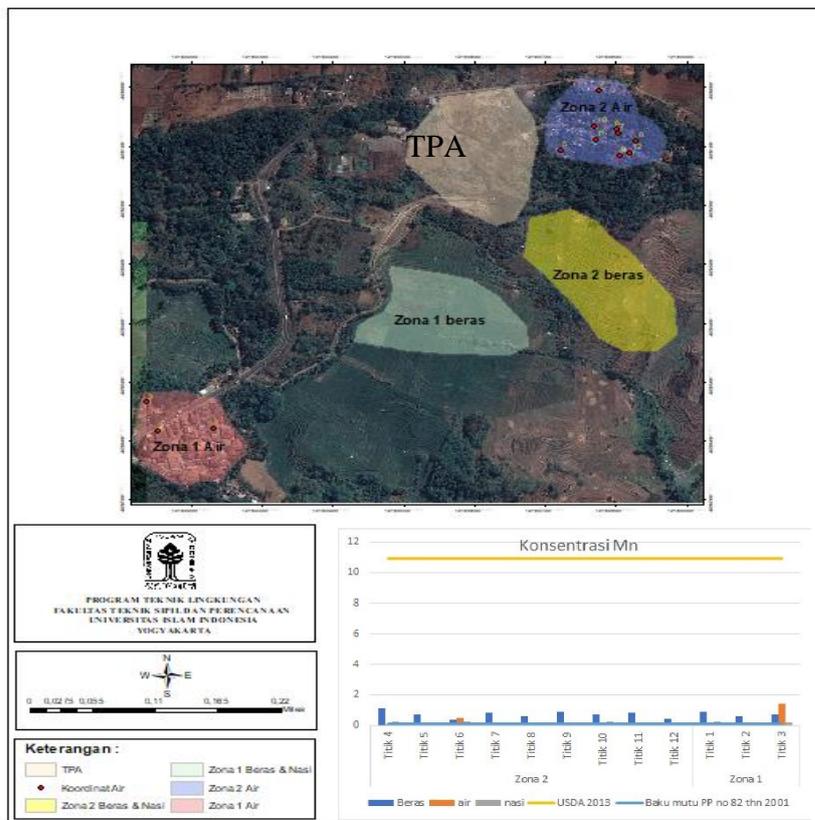


Gambar 1 Logam Berat Pb

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan konsentrasi Pb pada sampel air pada keseluruhan zona 1 dan 2 terdapat 78% titik sampel dari jumlah total 12 titik sampel yang melebihi batas maximum yang diperbolehkan oleh PP Nomer 82 Tahun 2001 dengan nilai batas yang diperbolehkan sebesar 0,03 mg/L. Pada sampel beras dan nasi didapatkan 42% titik sampel beras yang melebihi baku mutu dan pada sampel nasi didapatkan 100% titik sampel yang melebihi baku mutu Badan Pengawas Obat dan Makanan Tahun 2017 dengan nilai batas maksimum sebesar 0,25 mg/kg.

Nilai rata-rata konsentrasi Pb pada sampel air di zona 1 didapatkan nilai 0,046 mg/L dan zona 2 sebesar 0,092 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Pb pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Nilai rata-rata konsentrasi Pb pada sampel beras di zona 1 didapatkan nilai 0,55 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,82 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Pb pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Nilai rata-rata konsentrasi Pb pada sampel nasi di zona 1 didapatkan nilai 1,82 mg/kg dan zona 2 sebesar 1,23 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Pb pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Pb pada zona 1 lebih besar dibandingkan pada zona 2

4. Analisis Logam Berat Mangan

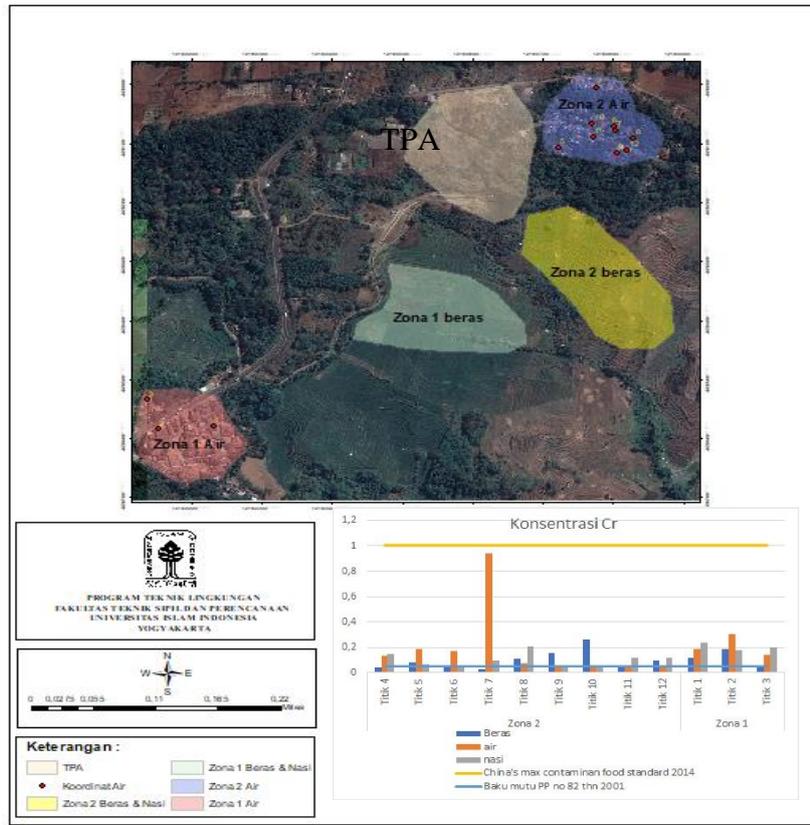


Gambar 3 Logam Berat Mn

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan konsentrasi Mn pada sampel air pada keseluruhan zona 1 dan 2 terdapat 17% titik sampel dari jumlah total 12 titik sampel yang melebihi batas maximum yang diperbolehkan oleh PP Nomer 82 Tahun 2001 dengan nilai batas yang diperbolehkan sebesar 0,1 mg/L. Pada sampel beras dan nasi tidak didapatkan titik sampling yang melebihi baku mutu USDA Food Composition Database 2017 dengan nilai batas maksimum sebesar 10,9 mg/kg.

Nilai rata-rata konsentrasi Mn pada sampel air di zona 1 didapatkan nilai 0,502 mg/L dan zona 2 sebesar 0,109 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Mn pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Mn pada sampel beras di zona 1 didapatkan nilai 0,73 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,72 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Mn pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Mn pada sampel nasi di zona 1 didapatkan nilai 0,2 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,19 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Mn pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Mn pada zona 1 lebih besar dibandingkan pada zona 2

5. Analisis Logam Berat Kromium

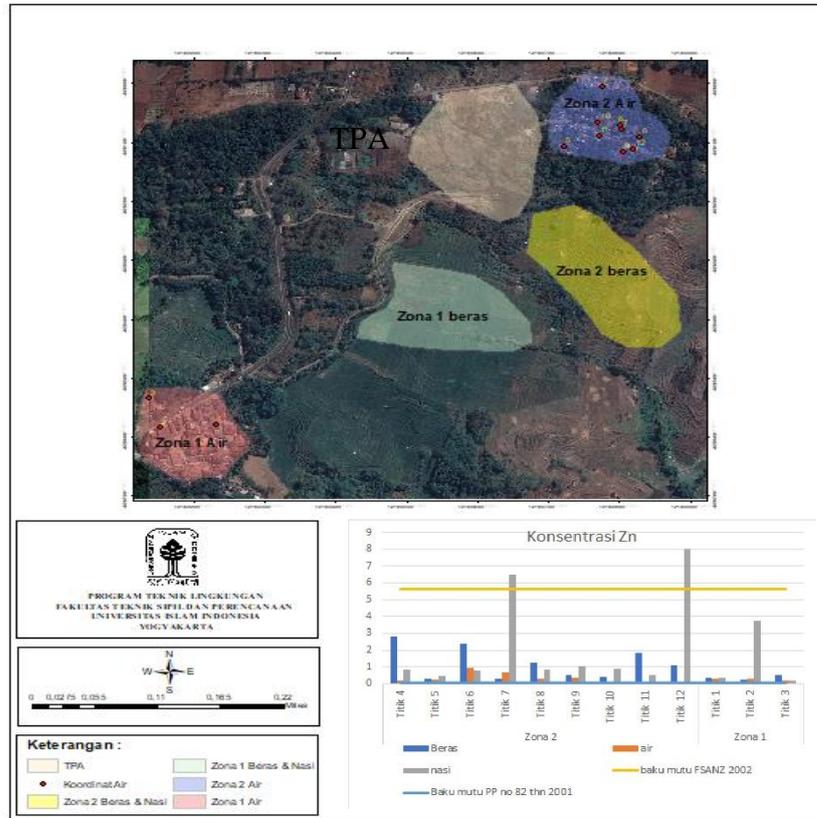


Gambar 4 Logam Berat Cr

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan konsentrasi Cr pada sampel air pada keseluruhan zona 1 dan 2 terdapat 83% titik sampel dari jumlah total 12 titik sampel yang melebihi batas maximum yang diperbolehkan oleh PP Nomer 82 Tahun 2001 dengan nilai batas yang diperbolehkan sebesar 0,05 mg/L. Pada sampel beras dan nasi didapatkan bahwa tidak ada titik sampel yang melebihi baku mutu China's Max Contaminant Food Standard 2014 dengan nilai batas maksimum sebesar 1 mg/kg.

Nilai rata-rata konsentrasi Cr pada sampel air di zona 1 didapatkan nilai 0,211 mg/L dan zona 2 sebesar 0,189 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cr pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Cr pada sampel beras di zona 1 didapatkan nilai 0,112 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,095 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cr pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Cr pada sampel nasi di zona 1 didapatkan nilai 0,059 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,096 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cr pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Cr pada zona 1 lebih besar dibandingkan pada zona 2

6. Analisis Logam Berat Seng

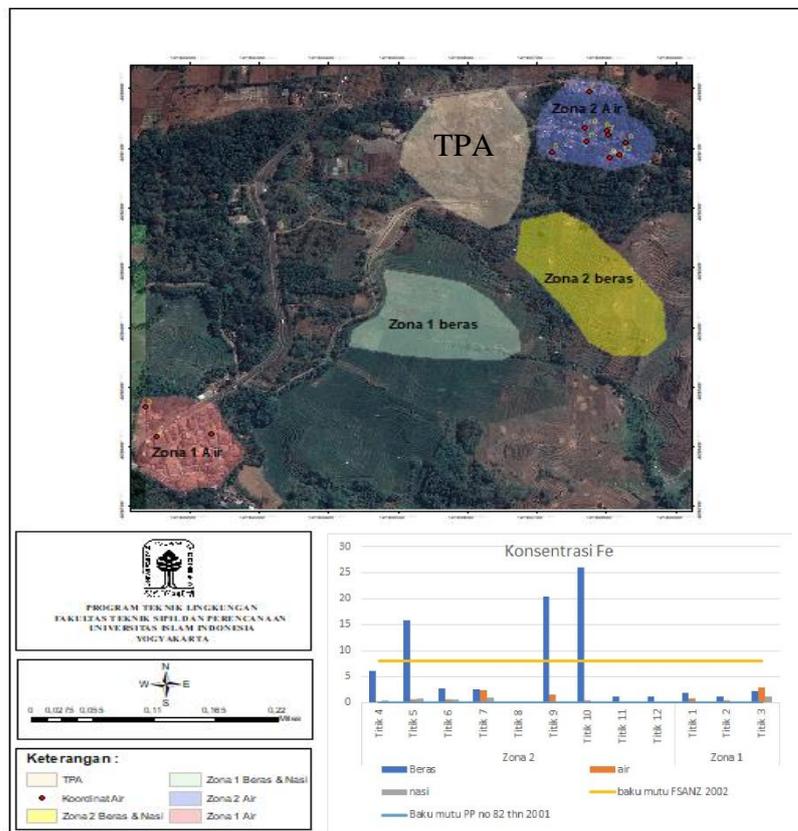


Gambar 5 Logam Berat Zn

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan konsentrasi Zn pada sampel air pada keseluruhan zona 1 dan 2 terdapat 100% titik sampel dari jumlah total 12 titik sampel yang melebihi batas maximum yang diperbolehkan oleh PP Nomer 82 Tahun 2001 dengan nilai batas yang diperbolehkan sebesar 0,05 mg/L. Pada sampel beras dan nasi didapatkan 0% titik sampel beras yang melebihi baku mutu dan pada sampel nasi didapatkan 17% titik sampel yang melebihi baku mutu Food Standard Australia New Zeland Tahun 2002 dengan nilai batas maksimum sebesar 5,6 mg/kg.

Nilai rata-rata konsentrasi Zn pada sampel air di zona 1 didapatkan nilai 0,248 mg/L dan zona 2 sebesar 0,319 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Zn pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Nilai rata-rata konsentrasi Zn pada sampel beras di zona 1 didapatkan nilai 0,365 mg/kg dan zona 2 sebesar 1,2 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Zn pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Nilai rata-rata konsentrasi Zn pada sampel nasi di zona 1 didapatkan nilai 1,42 mg/kg dan zona 2 sebesar 2,12 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Zn pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Zn pada zona 2 lebih besar dibandingkan pada zona 1.

7. Analisis Logam Berat Besi

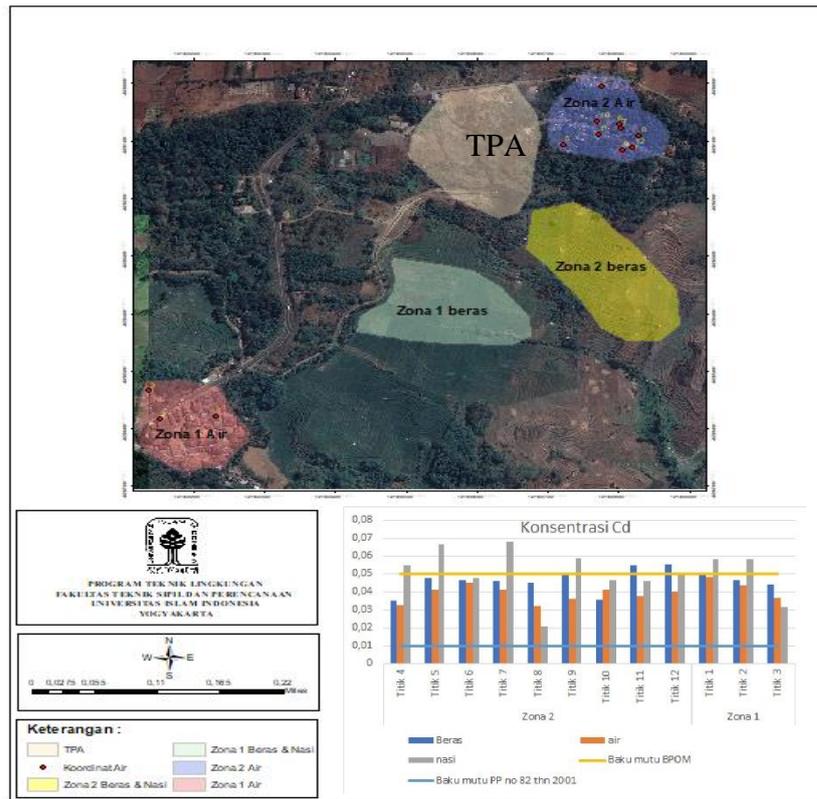


Gambar 6 Logam Berat Fe

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan konsentrasi Fe pada sampel air pada keseluruhan zona 1 dan 2 terdapat 100% titik sampel dari jumlah total 12 titik sampel yang melebihi batas maximum yang diperbolehkan oleh PP Nomer 82 Tahun 2001 dengan nilai batas yang diperbolehkan sebesar 0,03 mg/L. Pada sampel beras dan nasi didapatkan 25% titik sampel beras yang melebihi baku mutu dan pada sampel nasi didapatkan 0% titik sampel yang melebihi baku mutu USDA Food Composition Database 2017 dengan nilai batas maksimum sebesar 8 mg/kg.

Nilai rata-rata konsentrasi Fe pada sampel air di zona 1 didapatkan nilai 1,31 mg/L dan zona 2 sebesar 0,665 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Fe pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Fe pada sampel beras di zona 1 didapatkan nilai 1,74 mg/kg dan zona 2 sebesar 8,45 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Fe pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Nilai rata-rata konsentrasi fe pada sampel nasi di zona 1 didapatkan nilai 0,53 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,396 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Fe pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Fe pada zona 2 lebih besar dibandingkan pada zona 1.

8. Analisis Logam Berat Kadmium

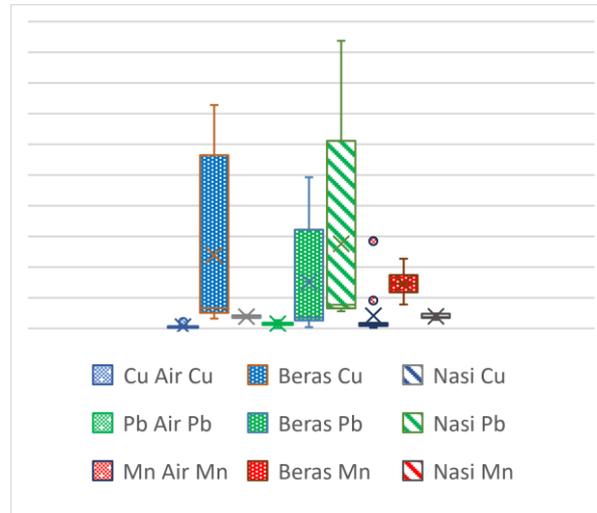


Gambar 7 Logam Berat Cd

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan konsentrasi Cd pada sampel air pada keseluruhan zona 1 dan 2 terdapat 100% titik sampel dari jumlah total 12 titik sampel yang melebihi batas maximum yang diperbolehkan oleh PP Nomer 82 Tahun 2001 dengan nilai batas yang diperbolehkan sebesar 0,01 mg/L. Pada sampel beras dan nasi didapatkan 25% titik sampel beras 2 yang melebihi baku mutu dan pada sampel nasi didapatkan 50% titik sampel yang melebihi baku mutu Badan Pengawas Obat dan Makanan tahun 2017 dengan nilai batas maksimum sebesar 0,05 mg/kg

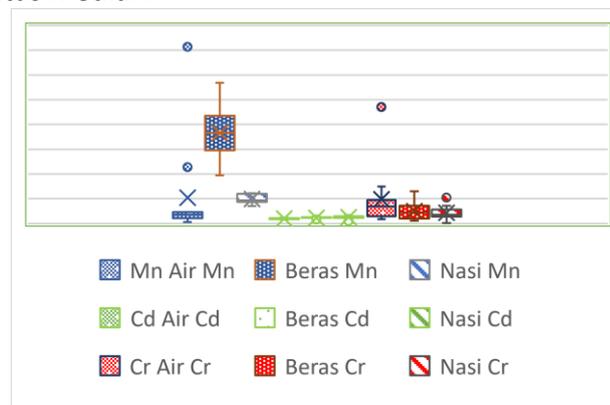
Nilai rata-rata konsentrasi Cd pada sampel air di zona 1 didapatkan nilai 0,042 mg/L dan zona 2 sebesar 0,038 mg/L sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cd pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 2. Nilai rata-rata konsentrasi Cd pada sampel beras di zona 1 didapatkan nilai 0,047 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,046 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cd pada zona 1 lebih besar dibandingkan zona 1. Nilai rata-rata konsentrasi Cd pada sampel nasi di zona 1 didapatkan nilai 0,049 mg/kg dan zona 2 sebesar 0,050 mg/kg sehingga didapatkan pada sampel air konsentrasi Cd pada zona 2 lebih besar dibandingkan zona 1. Dan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Cd pada zona 1 lebih besar dibandingkan pada zona 2.

3.4 Analisis Persebaran Logam Berat Pada Semua Zona



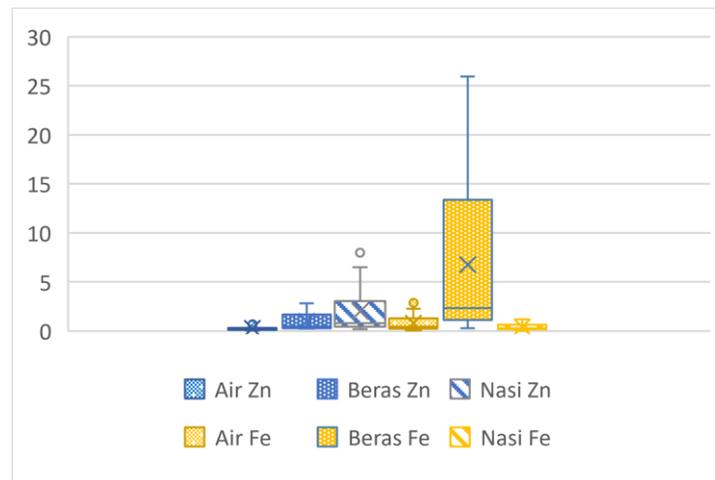
Gambar 8 Persebaran Data Logam Berat Cu,Pb, Mn

diketahui bahwa pada sampel uji air di dapatkan pada parameter Cu, Pb dan Mn memiliki nilai yang sama yaitu garis rentang yang cenderung ke bawah dimana hal ini menunjukkan bahwa banyak konsentrasi dari parameter Cu,Pb dan Mn yang di bawah nilai median oleh karena itu dapat dikatakan bahwa nilai persebaran data akan cenderung mengarah ke kiri. Pada parameter Cu dan Mn terdapat nilai yang diatas rentang nilai (*outlier*). Untuk sampel uji beras diketahui bahwa pada parameter Cu, Pb dan Mn memiliki nilai yang sama yaitu garis rentang yang dimiliki cenderung mengarah ke atas, hal tersebut menunjukkan bahwa pada parameter Cu, Pb dan Mn pada sampel beras yang berada di atas nilai median, dengan nilai persebaran data akan cenderung ke arah kanan. Pada sampel nasi pada parameter Cu diketahui bahwa nilainya masuk kedalam distribusi normal dimana nilai rentang atas dan nilai rentang bawahnya memiliki nilai yang sama. Sedangkan untuk sampel nasi pada parameter Pb dan Mn memiliki nilai rentang yang cenderung ke atas, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada parameter Pb dan Mn memiliki nilai diatas median.



Gambar 9 Persebaran Data Logam Berat Mn,Cd, Cr

untuk sampel air pada parameter Cd memiliki nilai rentang yang masuk kedalam distribusi normal dimana nilai rentang atas dan nilai rentang bawahnya memiliki nilai yang sama sedangkan untuk parameter Cr memiliki nilai rentang yang cenderung ke atas dikarenakan nilai hasil uji sampel nasi berada di atas nilai median, dengan nilai persebaran data akan cenderung ke arah kanan. Namun pada parameter Cd terdapat 1 nilai sampel yang berada diatas rentang nilai (*outlier*).



Gambar 10 Persebaran Data Logam Berat Zn, Fe

untuk sampel uji air parameter Zn didapatkan nilai rentang yang masuk kedalam distribusi normal dimana nilai rentang atas dan nilai rentang bawahnya memiliki nilai yang sama sedangkan pada parameter Fe garis rentang cenderung ke atas, hal ini dikarenakan nilai konsentrasi logam Fe pada air lebih banyak yang berada di atas nilai median dan terdapat 1 titik yang berada di atas rentang nilai atau *outlier*. Pada sampel uji beras untuk parameter logam Zn dan Fe memiliki rentang yang sama yaitu nilai rentang ke atas yang menunjukkan nilai konsentrasi yang didapatkan cenderung melebihi nilai mediannya. Pada sampel uji nasi pada parameter Zn dan Fe sama-sama memiliki rentang yang sama mengarah keatas yang mana nilai pada sampel uji nasi memiliki nilai konsentrasi yang lebih banyak melebihi nilai median. Namun pada parameter Zn terdapat 1 titik sampel yang berada diatas rentang nilai atau *outlier*

3.5 Estimasi Intake Logam Berat

Jalur intake logam berat dapat berasal dari berbagai macam, namun dalam penelitian ini konsumsi nasi merupakan intake utama logam berat ke dalam tubuh manusia (Liu *et al.*, 2011). Intake logam berat diestimasi dengan tingkat konsumsi harian dengan kandungan logam dalam nasi (Zhang *et al.*, 1998; Shimbo *et al.*, 2001).

Tabel 2 Estimasi Intake dan Karakteristik Risiko Non Karsinogenik

No	Parameter Logam Berat	Konsentrasi Logam Berat (mg/kg)	Usia	(Fe) Frekuensi pajanan (hari/tahun)	(Dt) Periode tahun non karsinogenik (thn)	(Wb) Berat badan (kg)	t _{avg} non karsinogenik (hari)	Rfd (mg/kg.hari)	Intake Pajanan (mg/kg.hari)	karakterisasi risiko (RQ)
1	Cr	0,089	Dewasa	365	30	55	10950	0,003	0,0003	0,0917
			Anak-anak	365	6	15	10950	0,003	0,0002	0,0672
2	Cd	0,048	Dewasa	365	30	55	10950	0,001	0,0001	0,1484
			Anak-anak	365	6	15	10950	0,001	0,0001	0,1088
3	Cu	0,03	Dewasa	365	30	55	10950	0,141	0,0001	0,0007
			Anak-anak	365	6	15	10950	0,111	0,0001	0,0006
4	Pb	1,202	Dewasa	365	30	55	10950	0,0035	0,0037	1,0615
			Anak-anak	365	6	15	10950	0,0035	0,0027	0,7784
5	Mn	0,196	Dewasa	365	30	55	10950	0,14	0,0006	0,0043
			Anak-anak	365	6	15	10950	0,14	0,0004	0,0032
6	Fe	0,445	Dewasa	365	30	55	10950	0,7	0,0014	0,0020
			Anak-anak	365	6	15	10950	0,7	0,0010	0,0014
7	Zn	1,962	Dewasa	365	30	55	10950	0,3	0,0061	0,0202
			Anak-anak	365	6	15	10950	0,3	0,0044	0,0148

Tabel 3 Estimasi Intake dan Karakteristik Risiko Non Karsinogenik

Parameter Logam Berat	(C) Konsentrasi Logam Berat (mg/kg)	Usia	(Fe) Frekuensi pajanan (hari/tahun)	Dt (Duration Time) karsinogenik (thn)	(Wb) Berat badan (kg)	t _{avg} karsinogenik (hari)	Intake Pajanan karsinogenik (mg/kg.hari)	SF (Slope Factor) mg/kg.hari	Tingkat Risiko karsinogenik (ERC)
Cr	0,089	Dewasa	365	70	55	25550	0,000275	0,5	1,38E-04
		Anak-anak	365	70	15	25550	0,001009	0,5	5,04E-04
Cd	0,048	Dewasa	365	70	55	25550	0,000148	6,3	9,35E-04
		Anak-anak	365	70	15	25550	0,000544	6,3	3,43E-03
Cu	0,03	Dewasa	365	70	55	25550	0,000093	-	-
		Anak-anak	365	70	15	25550	0,000340	-	-
Pb	1,202	Dewasa	365	70	55	25550	0,003715	0,0085	3,16E-05
		Anak-anak	365	70	15	25550	0,013623	0,0085	1,16E-04
Mn	0,196	Dewasa	365	70	55	25550	0,000606	-	-
		Anak-anak	365	70	15	25550	0,002221	-	-
Fe	0,445	Dewasa	365	70	55	25550	0,001375	-	-
		Anak-anak	365	70	15	25550	0,005043	-	-
Zn	1,962	Dewasa	365	70	55	25550	0,006064	-	-
		Anak-anak	365	70	15	25550	0,022236	-	-

*Didapatkan nilai Fe, Dt, Wb, t_{avg} berdasarkan Pedoman Analisis Kesehatan Lingkungan, nilai Rfd didapatkan pada web IRIS USEPA, dan WHO, dan nilai SF didapatkan berdasarkan hasil dari USDOE 2011

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.3 didapatkan bahwa konsentrasi pada logam berat Cr, Cu, Mn, Fe, Zn, Cd memiliki nilai tingkat risiko yang masih aman karena memiliki nilai RQ ≤ 1. Sedangkan untuk logam berat logam Pb untu dewasa, memiliki nilai tingkat risiko yang tidak aman dengan nilai tingkat risiko RQ > 1. Tingkat risiko untk efek karsinogenik dinyatakan dengan *Excess Cancer Risk (ERC)*. Tingkat risiko kanker dinyatakan acceptable atau **aman** apabila nilai ECR ≤ E-4 (10⁻⁴) dan dinyatakan unacceptable atau **tidak aman** apabila nilai ECR > E-4 (10⁻⁴). Berasarkan perhitungan diatas didapatkan untuk logam berat Cd, anak-anak memiliki potensi menjadi kasus kanker karena memiliki nilai ECR > E-4 (10⁻⁴).

3.6 Teknis Pengurangan Logam Berat

Fitoremediasi merupakan cara untuk menghilangkan, memindahkan dan menstabilkan tanah dari zat pencemar baik zat pencemar organik dan anorganik menggunakan tanaman (Purakayastha et al., 2010). Pada proses fitoremediasi tanaman yang digunakan untuk meremediasi tanah yang tercemar haruslah memiliki sifat hiperakumulator. Hiperakumulator yaitu tanaman yang dapat mengakumulasi logam berat dengan konsentrasi yang tinggi seperti akar wangi, lidah mertua, jengger ayam. Pada negara Australia telah terbukti mampu menstabilkan tanah bekas pertambangan batubara dan emas (Truong, 1999). Menurut penelitian dari Yusuff et al (2014) diketahui bahwa tanaman lidah mertua dapat menyerap konsentrasi logam berat pada tanah sebesar 56,63% dan menurut penelitian Alam dan Juhriah (2016) tanaman jengger ayam dapat menyerap logam Pb sebesar 74,44%. Penggunaan Biochar Sekam Padi dan Jerami. Biochar diketahui bahwa akan meningkatkan kadar C- pada tanah, retensi air dan unsur hara dalam tanah (Gani, 2009). Untuk mengurangi limbah sisa pertanian tersebut dilakukan pemanfaatan limbah sisa pertanian tersebut menjadi biochar. Menurut Merison 2018 biochar dari sekam padi dapat menurunkan kandungan logam berat pada lahan pertanian secara optimum Pb sebesar 93,79% dengan konsentrasi maksimum 20 ppm. Sehingga dianggap dapat mengurangi serapan pada tanaman dan tingkat senyawa pada beras. Melakukan Bioremediasi, Bioremediasi yaitu upaya untuk memperbaiki tanah yang telah tercemar polutan. Upaya memperbaiki tersebut dengan melalui aktivitas mikroba akan terjadi proses transformasi dari bahan yang dianggap berbahaya menjadi bahan yang kurang berbahaya. bakteri yang mampu mendegradasi pestisida yaitu bakteri *Oceanpbacillus iheyis*, *Exiquobacterium Profundus* dan *Bacillus formis* dikatakan bahwa bakteri tersebut dapat mendegradasi pestisida yang mencemari dalam waktu 192 jam. Selain bakteri tersebut terdapat bakteri *Pseudomonas sp* yang mampu mendegradasi pestisida hingga 87%.

Selain penanganan pengurangan konsentrasi logam berat pada tanah pertaniannya dapat juga dilakukan pengurangan masuknya logam berat pada tubuh melalui konsumsi nasi yaitu dengan cara :

1. Membatasi konsumsi nasi

Selain mengurangi jumlah kalori yang masuk ke dalam tubuh, dengan membatasi jumlah konsumsi nasi dapat mengurangi kemungkinan terjadinya akumulasi logam berat pada tubuh melalui konsumsi nasi sehari-hari. Atau mengganti asupan karbohidrat lain sebagai pengganti nasi seperti kentang umbi, namun bukan yang berasal dari hasil panen dari perkebunan di sekitar TPA.

2. Membilas beras dan memasak nasi dengan air ekstra

Membilas beras dengan air dapat mengurangi kandungan logam berat hingga batas tertentu. Pada beberapa penelitian menunjukkan

bahwa dengan merebus beras dengan volume air yang lebih banyak dapat mengurangi contoh logam berat arsen sebanyak 40% kemudian kelebihan airnya dibuang dan beras yang telah direbus dinanak.

3. Menggunakan air kemasan atau galon untuk memasak nasi

Dengan menggunakan air kemasan yang telah teruji secara klinis sesuai dengan standar yang ditentukan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan. Sehingga dengan menggunakan air minum tersebut dapat mengurangi logam berat yang akan terakumulasi pada nasi yang akan dikonsumsi.

4 KESIMPULAN

1. Didapatkan bahwa konsentrasi logam berat pada zona 2 memiliki rata-rata lebih tinggi dibandingkan zona 1. Hal tersebut sesuai dengan pembagian zona dimana pada zona 2 memiliki jarak yang lebih dekat dengan TPA dan suseuai dengan arah aliran kontaminan yang menuju ke zona 2.
2. Berdasarkan baku mutu yang telah ditetapkan untuk sampel uji air, beras dan nasi didapatkan pada logam Cu terdapat 33%, pada logam Cr terdapat 28%, pada logam Cd terdapat 58%, pada logam Pb terdapat 78%, pada logam Zn terdapat 39%, pada logam Mn 6%, pada logam Fe terdapat 42% titik sampel yang melebihi baku mutu dari keseluruhan jumlah sampel. Berdasarkan hasil uji didapatkan konsentrasi logam berat pada sampel beras lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi logam berat pada nasi.
3. Didapatkan perhitungan karakteristik risiko (RQ) pada perhitungan risiko logam Pb dewasa memiliki nilai $RQ > 1$ Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat potensi risiko yang potensial sehingga perlu untuk adanya pengendalian dan didapatkan nilai ECR untuk logam Cd anak-anak $> 10^{-4}$ yang dapat disimpulkan dapat berpotensi menjadi gejala kanker.

DAFTAR PUSTAKA

- Liu, Jie., Hong Zhang, X., Tran, H., Wang Qiu, D., Zhu Nian, Y. 2011. *Heavy Metal Contamination and Risk Assesment in Water, Paddy Soil, and Rice Around and Electroplating Plant*. EnvironSei Pollut Res. 18:1623-1632.
- Pudyawardhana, Christina. 2006. *Optimalisasi Ruang Pembuangan Sampah Akhir TPA Gunung Tugel*. Purwokerto.
- Purakayastha TJ and Chhonkar PK. 2010. *Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soils*. Berlin Heidelberg: Springer.
- SEPA. 2002. *The Geological Barrier, Mineral Layer and the Leachate Sealing and Drainage System*, Framework for Risk Assessment for Landfill Sites.
- Soemirat, J., 1999. *Kesehatan lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

- Widyatmoko, H., & Moerdjoko, S. 2002. *Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah*. Jakarta: Abdi Tandır.
- Yusuf, M., Achmad Z., dan Ardy A. (2014). *Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Pb dan Cd Dengan Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (Sansevieria trifasciata)*.