

HUBUNGAN ANTARA JARAK SUMUR GALI TERHADAP KADAR KADMIUM (CD), TIMBAL (PB) DAN MERKURI (HG) AIR SUMUR GALI DI SEKITAR TPA TROKETON KABUPATEN KLATEN

Wiwit Arfiyani Tari¹, Hadi Prasetyo Suseno², Paramita Dwi Sukmawati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email : wiwit.arfiyani@gmail.com, hp_suseno@akprind.ac.id, mita@akprind.ac.id

ABSTRACT

The buffer zone and limited cultivation zone of the TPA Troketon are used as vegetable fields, where in these zones can be polluted by leachate containing non-essential metals (Hg, Pb, Cd, etc.). Non-essential heavy metals are toxic when consumed. Non-essential heavy metals are absorbed into plant tissues, so water for watering vegetable crops must be free from heavy metal content. However, farmers use water from wells dug around the TPA to water the vegetable crops in their fields. Based on the description above, the authors conducted research on the relationship between the distance of the dug wells and the levels of Cadmium, Lead and Mercury in the dug well water around the TPA Troketon.

This study aims to determine the effect of the distance dug wells on the TPA with the metal content of Cadmium, Lead and Mercury in the dug well water which is located in a straight line with the TPA and the IPL output flow. This research was conducted by checking the levels of Cadmium, Lead and Mercury in the laboratory and then the results were compared with the distance of the well to the landfill by analysis using SPSS.

The results of the analysis of the relationship between well distance and lead levels in dug well water show a negative correlation with a coefficient value of -0.565 or have a relationship but not significant and the effect of distance with lead levels is 35.6%, while Mercury metal in dug well water shows correlation with coefficient value of 0.512 or having a relationship but not significant and the effect of distance with mercury levels of 26.2%. As for the metal content of Cadmium, the tool cannot read in more detail, so a correlation analysis is not carried out. The levels of heavy metals analyzed in well water are still below the permissible threshold.

Keywords: garbage, metal, TPA, well water quality

INTISARI

Zona penyangga dan zona budidaya terbatas Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Troketon dijadikan ladang sayur, dimana pada zona tersebut dapat tercemar oleh air lindi yang mengandung logam non esensial (Hg, Pb, Cd, dll). Logam berat non esensial bersifat toksik bila dikonsumsi. Logam berat non esensial terserap kedalam jaringan tanaman, sehingga air untuk menyirami tanaman sayur harus bebas dari kandungan Logam berat. Namun petani menggunakan air sumur gali di sekitar TPA untuk menyirami tanaman sayur di ladang tersebut. Berdasarkan uraian diatas, maka penulis ingin melakukan penelitian tentang hubungan antara jarak sumur gali terhadap kadar Kadmium, Timbal dan Merkuri air sumur gali di sekitar TPA Troketon.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak sumur gali terhadap TPA dengan kandungan logam Kadmium, Timbal dan Merkuri yang berada pada air sumur gali yang letaknya segaris lurus dengan TPA dan aliran output IPL. Penelitian ini dilakukan dengan pengecekan kadar Kadmium, Timbal dan Merkuri di laboratorium kemudian hasilnya dibandingkan dengan jarak sumur terhadap TPA dengan analisa menggunakan SPSS.

Hasil dari analisa hubungan antara jarak sumur dengan kadar logam Timbal pada air sumur gali menunjukkan korelasi negatif dengan koefisien nilai sebesar -0.565 atau memiliki hubungan namun tidak signifikan dan pengaruh jarak dengan kadar Timbal sebesar 35,6%, sedangkan logam Merkuri pada air sumur gali menunjukkan korelasi dengan koefisien nilai sebesar 0.512 atau memiliki hubungan namun tidak signifikan dan pengaruh jarak dengan kadar Merkuri sebesar 26,2%. Sedangkan untuk kadar logam Kadmium alat tidak bisa membaca lebih detile, sehingga tidak dilakukan analisis korelasi. Kadar logam berat yang dianalisis pada air sumur masih dibawah ambang batas yang diizinkan.

Kata kunci : kualitas air sumur, logam, sampah, TPA

1. PENDAHULUAN

TPA merupakan tempat penting dalam sistem pengolahan sampah. Tumpukan sampah pada musim hujan dapat mengeluarkan air lindi. Air lindi mengandung bahan organik maupun anorganik serta mengandung berbagai mineral logam (Sudarwin, 2008).

Logam berat yang sering ditemukan pada air lindi yaitu logam berat esensial dan logam berat tidak esensial. Menurut (Irharni, Pandia, Purba, & Hasan, 2017) macam-macam logam yang termasuk dalam jenis logam berat esensial yaitu Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dll. Macam-macam logam yang termasuk dalam jenis logam berat tidak esensial yaitu Hg, Cd, Pb, Cr, dll.

Logam berat juga menjadi salah satu perhatian pemerintah terbukti dengan menerbitkan Peraturan Men. LHK RI No.59 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Logam berat non esensial yaitu Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) masuk ke dalam parameter yang perlu dikendalikan hal ini didasari dari sifat logam berat non esensial tersebut. Selain itu, logam yang sering ditemui di air lindi atau badan air di sekitar TPA adalah logam Timbal (Pb). Logam timbal (Pb) juga termasuk kedalam kategori logam non esensial. Logam Timbal (Pb) sering dijumpai keberadaannya di sekitar TPA dikarenakan banyak sampah rumah tangga yang mengandung logam tersebut, seperti cat, kaleng dan batrai (Kiki Priyo Utomo, 2015).

Kandungan logam berat dalam air lindi dapat masuk kedalam tanah melalui proses *infiltrasi*, dengan adanya proses ini pencemaran lingkungan dapat terjadi terutama pada air sumur yang letaknya tidak jauh dengan TPA. Tata ruang pada kawasan tempat pembuangan akhir sampah perlu dilaksanakan. Sehingga Pemerintah menerbitkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/Prt/M/2012/Prt/M/2011 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah, peraturan tersebut menetapkan kawasan sekitar TPA, termasuk penentuan jarak subzona di kawasan sekitar TPA Sampah.

Kawasan sekitar TPA Troketon terdapat kebun sayuran yang dijual belikan di pasaran kemudian dikonsumsi dalam jarak kurang dari 1 KM yaitu berada pada zona penyangga hingga zona budidaya terbatas. Dimana pada zona tersebut tidak dibolehkan melakukan budidaya tanaman konsumsi seperti sayuran. Tanaman yang berada di dalam zona penyangga dan zona budidaya terbatas dapat berpotensi mengandung bahan berbahaya seperti logam karena air tanah tercemar oleh air lindi, apalagi menyiram tanaman dengan air yang berasal dari sumur yang letaknya sejajar dengan arah aliran keluar air lindi dari IPAL.

Pada dasarnya tanaman dapat menyerap logam dalam tanah atau air yang digunakan untuk menyirami tanaman. Sehingga apabila logam tersebut terserap ke dalam jaringan tanaman maka logam tersebut akan terakumulasi di dalam jaringan tanaman termasuk bagian tanaman yang akan dikonsumsi nantinya. Kemampuan tanaman dalam menyerap logam dibuktikan dengan banyaknya penelitian fitoremediasi, dimana tanaman dimanfaatkan untuk mengurangi kadar logam dalam tanah atau air yang tercemar. Penyerapan ini dapat dilakukan oleh akar maupun daun tanaman dan disebar ke seluruh tubuh tanaman.

Sayuran yang ada pada radius di bawah 1Km di sekitar TPA Troketon adalah tomat, jagung dan kacang panjang. Menurut (Dan et al., 2013) tanaman tomat dapat menyerap logam seperti merkuri (Hg) terbukti dengan buah tomat yang dihasilkan dari tanaman yang ditanam di lahan bekas tambang emas mengandung logam merkuri (Hg). Penyerapan logam oleh tanaman jagung juga dibuktikan dengan kemampuan tanaman jagung dalam menyerap logam merkuri (Hg) sehingga tanaman ini dijadikan tanaman fitoremediasi (Leskone & Linda, 2013). Begitu juga dengan tanaman kacang panjang yang dapat menyerap logam apabila tanaman kacang diletakkan di media dengan kandungan logam dalam jangka waktu yang lama, maka akan semakin banyak pula kandungan logam yang berada pada kacang panjang tersebut (Pramudita, 2019)

Pajanan logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia seperti terjadinya peningkatan tekanan darah, sakit kepala, gangguan daya memori dan konsentrasi serta masalah fertilitas. Selain itu, keguguran dapat terjadi pada ibu hamil dan kerusakan sistem saraf (Agusa et al., 2006).

Berdasarkan latar belakang diatas maka disusun rumusan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana kualitas air sumur gali di sekitar TPA Troketon Kabupaten Klaten untuk parameter logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg)?
- 2) Bagaimana hubungan antara jarak sumur dengan kadar logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg) pada air sumur gali di sekitar TPA Troketon Kabupaten Klaten?

Sehingga tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

- 1) Mengetahui kualitas air sumur gali di sekitar TPA Troketon Kabupaten Klaten untuk parameter logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg).
- 2) Mengetahui hubungan antara jarak sumur dengan kadar logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg) pada air sumur gali di sekitar TPA Troketon Kabupaten Klaten.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di area persawahan TPA Troketon Kabupaten Klaten. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel air sumur gali disekitar TPA Troketon dan air lindi pada input dan output IPL TPA Troketon serta pengukuran jarak sumur dengan TPA Troketon, kemudian dilanjutkan dengan analisis data dan pengumpulan data. Data – data yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

- 1) Data Primer
Data primer yang diperoleh dari observasi lapangan merupakan data jarak sumur gali terhadap TPA dan kadar logam Hg, Cd dan Pb.
- 2) Data Sekunder
Data sekunder yang digunakan adalah karakteristik tanah di Sekitar TPA Troketon serta data operasional TPA Troketon.

Analisis data yang dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Membandingkan hasil analisis kandungan logam Hg, Cd dan Pb air lindi TPA Troketon, Klaten dengan Peraturan Men. LHK RI No.59 thn. 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pembuangan Akhir Sampah
- 2) Menghitung Indeks Pencemaran pada air sumur menggunakan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air mutu air kelas II.
- 3) Membandingkan Kadar Hg, Pb dan Cd hasil analisis dengan jarak antar sumur sekitar TPA Troketon, Klaten menggunakan SPSS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah layanan TPA Troketon meliputi 26 Kecamatan di Kabupaten Klaten. Daerah pelayanan berasal dari pemukiman, komersial (pasar, pertokoan dan restoran), institusi daerah dan sampah jalan. Berdasarkan data DLH Kabupaten Klaten tahun 2021 rata-rata timbulan sampah yang masuk ke TPA Troketon yaitu 95,074 ton/hari atau 2.489,825 ton/bulan. Sedangkan TPA Troketon menghasilkan lindi dengan debit kurang lebih faktual 76,9 m3/hari dengan nilai intensitas hujan sebesar 213,587 mm/jam. Air lindi yang dianalisis berasal dari Inlet dan outlet IPL air lindi TPA Troketon. Pengambilan sampel air limbah atau lindi TPA pada kondisi musim hujan. Berikut ini hasil uji kualitas air lindi TPA Troketon:

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Lindi TPA Troketon

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Baku Mutu	
			Inlet IPL	Outlet IPL	PerMen.L HK 59	PP82 kelas II
1.	Pb	mg/l	0,0036	0,0011	-	0,03
2.	Cd	mg/l	0,0104	0,0104	0,1	0,01
3.	Hg	mg/l	0,00024	0,00028	0,005	0,002

Berdasarkan pada tabel 1 dapat diketahui bahwa parameter Hg dan Cd air lindi pada *inlet* dan *outlet* IPL dibawah nilai dari baku mutu Peraturan Men. LHK RI No. 59 thn. 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat Pembuangan akhir sampah. Air lindi pada *inlet* dan *outlet* IPL yang terukur berdasarkan parameter Pb, Cd dan Hg juga masih masuk kedalam mutu air kelas II Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pengolahan IPL pada TPA Troketon berjalan efektif. Sehingga air lindi sudah aman untuk masuk ke badan air dan tidak mencemari lingkungan.

Kualitas air disekitar TPA dapat dilihat dari hasil analisis air sumur di sekitar TPA Troketon. Hasil pemeriksaan air sumur warga di sekitar TPA Sukosari yang berjarak 84 m - 724 m peruntukan kelas II diperoleh sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Kualitas Air Sumur Di Sekitar TPA Troketon

No	Jarak Sumur dari TPA (m)	Parameter (mg/l)		
		Pb	Cd	Hg
1	84	0,0013	<0,0009	0,00034
2	224	0,0021	<0,0009	0,00183
3	334	0,0020	<0,0009	0,00018
4	534	0,0020	<0,0009	0,00659
5	724	0,0011	<0,0009	0,00151
Baku mutu PP no 82 th 2001 kelas II		0,03	0,01	0,002

Berdasarkan Tabel 2 parameter Pb dan Cd pada kelima titik sumur berada di bawah baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air mutu air kelas II. Sedangkan untuk parameter Hg pada titik sumur 4 berada di atas baku mutu, yaitu itu sebesar 0,00659 mg/l. Sedangkan titik sumur 1, 2, 3 dan 5 masih dibawah nilai baku mutu. Hal ini berarti air dalam sumur gali pada kelima titik *sampling* masih aman digunakan untuk menyiram tanaman konsumsi. Kadar logam pada kelima titik *sampling* ini bernilai kecil karena *output* dari IPL TPA sudah baik, sehingga sumur warga masih tergolong baik. Kondisi ini dapat dilihat berdasarkan hasil pengukuran indeks pencemaran titik sumur 1 hingga 5.

3.1 Pengukuran Indeks Pencemaran

Indeks pencemaran merupakan salah satu penentuan status mutu air yang diusulkan oleh Sumitomo dan Nemerow.dengan rumus sebagai berikut :

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2_M + (C_i/L_{ij})^2_R}{2}} \quad (1)$$

Dengan :

PI_j = Nilai indeks pencemaran

C_i = Konsentrasi parameter kualitas air yang diperoleh dari hasil analisis *sampling* air

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Mutu suatu Peruntukan Air

Maka hasil perhitungan Indeks Pencemaran air sumur dapat disajikan pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran Air Sumur

Titik Sumur	Jarak Sumur Dari TPA (m)	Indeks Pencemaran	Keterangan
Sumur 1	84	0,140	Tidak Tercemar
Sumur 2	224	0,695	Tidak Tercemar
Sumur 3	334	0,086	Tidak Tercemar
Sumur 4	534	2,686	Tercemar Ringan
Sumur 5	724	0,573	Tidak Tercemar

Dari Tabel 3 hasil perhitungan indeks pencemaran Titik Sumur 1, 2, 3 dan 4 tidak tercemar sedangkan Titik Sumur 4 tercemar ringan dengan kondisi kandungan logam yang baik dikarenakan *output* dari IPL TPA sudah baik.

Walau demikian kadar Pb dan Hg pada Titik Sumur 1 mengalami kenaikan dari *Output* IPL hal ini dikarenakan adanya zat pencemar lain, jika dilihat dari keadaan lingkungan titik sumur 1 merupakan ladang tomat sehingga cemaran lain yang dapat masuk ke air sumur adalah pestisida dan pupuk anorganik. Namun pada saat pengambilan sampel, ladang sedang dipersiapkan sehingga cemaran baru belum masuk, sehingga kenaikan kadar Pb dan Hg pada titik 1 diakibatkan akumulasi dari pemberian pestisida dan pupuk anorganik sebelumnya.

Dengan adanya proses *infiltrasi* maka kadar logam Titik Sumur 2 seharusnya mengalami penurunan Indeks Pencemaran dari titik 1, namun terjadi hal sebaliknya. Hal ini dapat diakibatkan oleh masuknya cemaran dari sumber lain ke dalam air sumur. Jika dilihat dari daerah sekitar titik sumur 2, terdapat ladang yang dalam setahun ditanami oleh tomat dan jagung secara bergantian, namun pada saat pengambilan sampel ladang sedang ditanami jagung, sehingga cemaran lain yang masuk didapat dari penggunaan pestisida dan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik dan pestisida yang lebih banyak dari tanaman tomat menyebabkan naiknya kadar Pb dan Hg pada titik ini. Kandungan Hg juga meningkat di titik ini karena jagung sedang dalam masa tanam yang membutuhkan pestisida.

Lokasi sumur 3 yang dekat dengan TPA yaitu sejauh 334 m, dengan proses *infiltrasi* maka kadar logam akan menurun pada titik ini. Penurunan juga diakibatkan sumur yang berjarak dengan ladang, walaupun tidak jauh namun hal itu dapat mengurangi kontaminasi pencemaran, terlebih dengan berkurangnya penggunaan pestisida dan pupuk anorganik karena tanaman jagung sudah dalam masa tunggu panen yang harus mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk anorganik. Sehingga titik ini merupakan titik dengan Indeks Pencemaran terendah.

Indeks pencemaran Titik Sumur 4 mengalami peningkatan, meningkatnya nilai Indeks Pencemaran pada titik ini disebabkan oleh meningkatnya kadar merkuri (Hg) secara signifikan, sedangkan parameter Timbal (Pb) titik ini sama dengan titik sebelumnya. Jika dilihat dari keadaan lingkungan titik sumur 4 ladang sedang ditanami jagung sehingga cemaran lain yang dapat masuk ke air sumur adalah pestisida dan pupuk anorganik. Hal ini dapat disebabkan karena petani menggunakan pestisida berjenis fungisida untuk membasmi jamur yang menjadi permasalahan pada jagung. Kadar Hg pada titik ini lebih besar dari titik lain hal ini dimungkinkan penggunaan Fungisida lebih banyak pada ladang ini. Kadar Pb yang sama dengan titik sebelumnya disebabkan oleh adanya bahan pencemar lain. Jika dilihat dari jaraknya titik 3 ke titik 4 berjarak 200m, jika terjadi *infiltrasi* maka kadar Pb

seharusnya mengalami penurunan, namun justru sama dengan sebelumnya. Kadar Pb pada titik ini dipengaruhi oleh penggunaan pupuk ZA oleh petani.

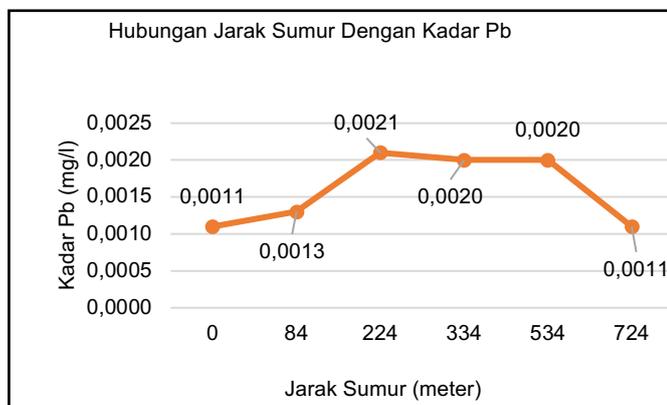
Nilai Indeks Pencemaran pada titik 5 melebihi nilai Indeks Pencemaran pada titik 1, hal ini dikarenakan tingginya kadar merkuri (Hg) di titik ini hasil *infiltrasi* dari titik sebelumnya dan nilainya lebih tinggi dari titik 1. Pada saat pengambilan sampel ladang sedang ditanami sayuran kacang panjang yang sudah siap panen sehingga tidak memerlukan pestisida dan pupuk anorganik yang menyebabkan penurunan kadar dan Indeks pencemaran.

3.2 Analisis Hubungan Antara Kadar Pb, Cd, Dan Hg Pada Sumur Gali Dengan Jarak Sumur Gali Terhadap Tpa

Untuk mengetahui hubungan antara kadar logam pada sumur gali dengan TPA Troketon, maka dilakukan analisis regresi linear menggunakan software SPSS. Analisis dilakukan berdasarkan jarak sumur dengan TPA dan hasil pengukuran kadar Pb, Cd, dan Hg yang diperoleh.

3.2.1 Hubungan antara kadar Pb pada sumur gali dengan jarak sumur terhadap TPA

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 diperoleh grafik hubungan antara kadar Pb pada sumur gali dengan jarak sumur terhadap TPA Troketon



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Kadar Pb Pada Sumur Gali Dengan Jarak Sumur Terhadap TPA Troketon

Berdasarkan Gambar 1 parameter Pb yang terukur pada jarak 0 merupakan air lindi pada titik ini merupakan air lindi yang sudah diolah oleh IPL dan siap keluar ke badan air. Kadar Pb pada Titik Sumur 1 mengalami kenaikan. Kenaikan tersebut dikarenakan air sumur sudah terkontaminasi oleh zat pencemar lain, jika dilihat dari keadaan lingkungan titik sumur 1 merupakan ladang tomat sehingga cemaran lain yang dapat masuk ke air sumur adalah pupuk anorganik. Namun pada saat pengambilan sampel, ladang sedang dipersiapkan sehingga cemaran baru belum masuk, namun kenaikan kadar Pb pada titik 1 diakibatkan akumulasi dari pemberian pupuk anorganik sebelumnya.

Selanjutnya pada titik sumur 2 kadar Pb yang diperoleh mengalami kenaikan. Hal ini dimungkinkan adanya cemaran lain yang masuk ke titik sumur 2. Jika dilihat dari kondisi lapangan, dimana ladang di sekitar sumur sedang ditanami jagung, maka dimungkinkan cemaran lain yang masuk berasal dari pupuk anorganik. Tanaman jagung membutuhkan pupuk anorganik lebih banyak dari pada tanaman tomat. Tanaman jagung membutuhkan 75-100 kg pupuk sekali penyebaran, sedangkan tomat hanya membutuhkan 50 kg sekali penyebaran. Hal ini yang membuat kadar Pb meningkat di titik ini.

Pada titik sumur 3 yang berjarak 334 m sehingga proses *infiltrasi* membuat kadar logam menurun pada titik ini. Penurunan juga diakibatkan sumur yang berjarak dengan ladang, walaupun tidak jauh namun hal itu dapat mengurangi kontaminasi pencemaran, terlebih dengan berkurangnya penggunaan pupuk anorganik karena tanaman jagung sudah dalam masa tunggu panen.

Indeks pencemaran Titik Sumur 4 yang diperoleh cenderung stabil pada angka 0,0020 mg/l. Kadar Pb yang sama dengan titik sebelumnya disebabkan oleh adanya bahan pencemar lain. Jika dilihat dari jaraknya titik 3 ke titik 4 berjarak 200m, jika terjadi infiltrasi maka kadar Pb seharusnya mengalami penurunan, namun justru sama dengan sebelumnya. Kadar Pb mengalami kenaikan pada titik ini disebabkan oleh penggunaan pupuk oleh petani.

Titik sampel yang paling jauh yaitu titik sumur 5 dengan kadar Pb mengalami penurunan. Dengan adanya proses *infiltrasi* maka kadar logam akan menurun pada titik ini. Pada saat pengambilan sampel ladang sedang

ditanami sayuran kacang panjang yang sudah siap panen sehingga tidak memerlukan pupuk anorganik yang menyebabkan penurunan kadar logam Pb.

Kadar logam Pb yang mengalami naik dan turun diakibatkan oleh masuknya pencemar lain di dalam tanah lahan pertanian karena kegiatan pertanian yang intensif seperti pemberian pupuk anorganik yang berlebihan memungkinkan logam Pb mengendap dan terakumulasi di dalam tanah. Kandungan logam dalam tanah dapat terinfiltrasi ke dalam air tanah apabila terkena air hujan.

Ladang di sekitar titik sampel merupakan lahan tanaman tomat dan jagung, dimana tanaman tersebut menggunakan pupuk ZA atau Amonium Phospat. Pupuk phospat merupakan pupuk yang mengandung logam Pb (Ruhban & Kurniati, 2019).

Berdasarkan grafik pada gambar 1 dilakukan analisis regresi linier menggunakan *software* SPSS untuk mengetahui korelasi antara jarak sumur dengan kadar Pb. Adapun hasil output SPSS dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Korelasi antara jarak sumur dengan kadar Pb

		Pb	Jarak
Pearson Correlation	Pb	1.000	-.596
	Jarak	-.596	1.000
Sig. (1-tailed)	Pb		.106
	Jarak	.106	
N	Pb	6	6
	Jarak	6	6

Tabel 5. Ringkasan model

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of The Estimate
1	.596	.356	.195	.0007894

Berdasarkan Tabel 4 Korelasi menunjukkan bahwa besar hubungan antara variabel indeks pencemaran terhadap jarak yang dihitung dengan koefisien korelasi sebesar -0,596. Hal ini menunjukkan bahwa parameter Pb dan jarak sumur dengan TPA Troketon memiliki hubungan cukup kuat dengan hubungan negatif. Artinya semakin jauh jarak terhadap jarak sumur dengan TPA Troketon maka semakin kecil parameter Pb.

Untuk mengetahui hubungan antara jarak dengan indeks pencemaran signifikan atau tidak maka digunakan uji probabilitas. Dari uji probabilitas atau *Sig. (1-tailed)* diperoleh hasil sebesar 0,106. Dengan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa hubungan antara jarak dengan parameter Pb tidak signifikan. Hal tersebut disebabkan oleh parameter Pb pada air lindi sudah memenuhi baku mutu, nsmun kadar Pb megalami kenaikan di Titik Sumur 1, kenaikan hal ini dipengaruhi oleh penggunaan pupuk anorganik yang digunakan oleh petani.

Kandungan logam dalam tanah dapat terinfiltrasi ke dalam air tanah apabila terkena air hujan. Jenis tanah di wilayah Kecamatan Pedan yang diterbitkan oleh BPS Kabupaten Klaten tahun 2018 merupakan jenis tanah regosol kelabu. Menurut (Sustanugraha & Purwantara, 2017) jenis tanah tersebut bertekstur pasir dan memiliki koefisien permeabilitas cepat yaitu $1 - 10^2$. Sehingga dapat dimungkinkan kandungan logam tersebut masuk ke dalam air sumur.

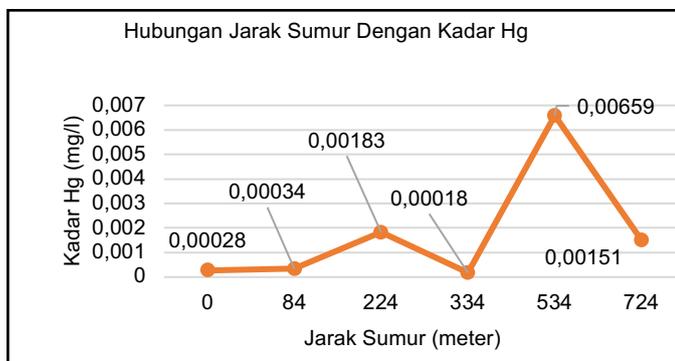
Pada Tabel 5 angka *R square* atau bisa disebut koefisien determinasi yang diperoleh adalah 0,356. Angka tersebut memiliki arti yaitu 35,6% parameter Pb dalam air sumur disebabkan oleh variabel jarak, dan sisanya disebabkan oleh variabel lain. Variable lain merupakan pengaruh dari penggunaan pupuk anorganik berupa ZA yang digunakan oleh petani. Dimana pada titik sumur 1 dan 3 ditanami tomat, sumur 2 dan 4 ditanami jagung. Kemudian sumur 5 ditanami kacang panjang.

3.2.2 Hubungan antara kadar Cd pada sumur gali dengan jarak sumur terhadap TPA

Hasil analisis parameter Cd pada air di sumur warga sekitar TPA Troketon pada titik sumur 1 hingga titik sumur 5 jika dibandingkan dengan baku mutu kelas II yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar $<0,0009$, maka parameter Cd semua titik air sumur di sekitar TPA berada dibawah pada kisaran baku mutu yang ditetapkan atau memenuhi baku mutu. Namun, hasil dari pengecekan kadar Cd pada sampel air menunjukkan nilai $<0,0009$ mg/l hal ini dikarenakan alat tidak dapat membaca kadar yang lebih kecil dari nilai tersebut sehingga untuk logam Cd tidak diketahui pasti angka yang terbaca. Hal ini mengakibatkan penulis tidak dapat memberikan pembahasan lebih lanjut mengenai kadar logam pada air sumur untuk menghindari multi tafsir.

3.2.3 Hubungan antara kadar Hg pada sumur gali dengan jarak sumur terhadap TPA

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 diperoleh grafik hubungan antara kadar Hg pada sumur gali dengan jarak sumur terhadap TPA Troketon



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Kadar Hg Pada Sumur Gali Dengan Jarak Sumur Terhadap TPA Troketon

Berdasarkan Gambar 2 parameter Hg yang terukur pada jarak 0 merupakan titik *Outlet* IPL atau air lindi yang baru saja keluar dari TPA. Kadar Hg Titik sumur 1 mengalami kenaikan. Jika dilihat dari kondisi lapangan titik sumur 1 merupakan ladang tomat, sehingga penambahan kadar Hg pada titik sumur 1 dapat disebabkan oleh penggunaan pestisida, walau pada saat pengambilan sampel ladang belum ditanami tomat atau sedang dipersiapkan untuk penanaman tomat, kadar Hg sudah menumpuk dan terakumulasi dari penggunaan pestisida sebelumnya.

Selanjutnya pada titik sumur 2 yang berjarak 224 m dari TPA kadar Hg yang diperoleh mengalami kenaikan. Hal ini dimungkinkan adanya cemaran lain yang masuk ke titik sumur 2. Jika dilihat dari kondisi lapangan dimana ladang di sekitar sumur sedang ditanami jagung. Meningkatnya kandungan Hg karena jagung sedang dalam masa tanam yang membutuhkan pestisida, namun pada titik 1 belum membutuhkan pestisida, sehingga kontaminasi lebih banyak pada titik ini.

Selanjutnya pada titik sumur 3 kadar Hg yang diperoleh mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh adanya proses infiltrasi dari titik 2 serta penggunaan pestisida yang sesuai kebutuhan dan kondisi tanaman jagung dalam masa tunggu panen sehingga dimungkinkan petani pada titik ini tidak atau belum menggunakan fungisida lagi atau tidak ada penambahan cemaran.

Titik sumur 4 kadar Hg yang diperoleh mengalami kenaikan drastis. Kondisi lapangan pada saat pengambilan sampel ladang di sekitar titik sumur 4 sedang ditanami jagung. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya cemaran lain yang masuk ke dalam air sumur. Penggunaan pestisida memberikan kontribusi dari hasil kadar Hg yang terukur pada titik ini. Hal yang berbeda pada titik ini mengalami kenaikan drastis dapat disebabkan karena petani menggunakan pestisida untuk membasmi jamur pada jagung, penyemprotan pestisida pada titik ini dimungkinkan dalam waktu dekat dan dalam jumlah yang lebih banyak pada titik ini, kemungkinan kontaminasi langsung pestisida masuk kedalam sumur juga dapat terjadi.

Kadar Hg Titik Sumur 5 mengalami penurunan. Walaupun mengalami penurunan namun kadar Hg pada titik 5 lebih tinggi dari kadar Hg pada titik 1, hal ini dapat dikarenakan air sumur pada titik 5 merupakan air infiltrasi yang mengalir dari titik 4 dimana memiliki kadar Hg yang tinggi, sehingga mempengaruhi besarnya kadar Hg pada titik 5.

Kenaikan dan penurunan kadar Hg pada air sumur disebabkan oleh cemaran lain yang masuk yaitu penggunaan pestisida berjenis Fungisida yang mengandung senyawa merkuri di dalamnya, misalnya metil dan etil merkuri merupakan fungisida yang sangat efektif. Fungisida digunakan petani untuk membasmi jamur pada tanaman, dimana jamur berlebih pada tanaman jagung merupakan masalah yang serius.

Berdasarkan grafik pada gambar 2 dilakukan analisis regresi linier menggunakan *software* SPSS untuk mengetahui korelasi antara jarak sumur dengan kadar Hg. Adapun hasil output SPSS dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Korelasi antara jarak sumur dengan kadar Hg

		Hg	Jarak
Pearson Correlation	Hg	1.000	.512
	Jarak	.512	1.000
Sig. (1-tailed)	Hg		.150
	Jarak	.150	
N	Hg	6	6
	Jarak	6	6

Tabel 7. Ringkasan model

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of The Estimate
1	.512	.262	.077	2.36144

Berdasarkan Tabel 6 Korelasi menunjukkan bahwa besar hubungan antara variabel indeks pencemaran terhadap jarak yang dihitung dengan koefisien korelasi sebesar 0,512. Hal ini menunjukkan bahwa parameter Hg dan jarak sumur dengan TPA Troketon memiliki hubungan yang cukup erat dan kuat.

Untuk mengetahui hubungan antara jarak dengan indeks pencemaran signifikan atau tidak maka digunakan uji probabilitas. Dari uji probabilitas atau *Sig. (1-tailed)* diperoleh hasil sebesar 0,150 yang artinya lebih besar dari 0,05. Dengan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa hubungan antara jarak dengan indeks pencemaran tidak signifikan. Hal tersebut disebabkan oleh parameter Hg pada air sumur yang mengalami kenaikan, hal ini dipengaruhi oleh penggunaan fungisida yang digunakan oleh petani.

Kandungan logam dalam tanah dapat terinfiltrasi ke dalam air tanah apabila terkena air hujan. Jenis tanah di wilayah Kecamatan Pedan yang diterbitkan oleh BPS Kabupaten Klaten tahun 2018 merupakan jenis tanah regosol kelabu. Menurut (Sustanugraha & Purwantara, 2017) jenis tanah tersebut bertekstur pasir dan memiliki koefisien permeabilitas cepat yaitu $1 - 10^2$. Sehingga dapat dimungkinkan kandungan logam tersebut masuk ke dalam air sumur.

Pada Tabel 7 angka *R square* atau bisa disebut koefisien determinasi yang diperoleh adalah 0,262. Angka tersebut memiliki arti yaitu 26,2% parameter Hg dalam air sumur disebabkan oleh variabel jarak, dan sisanya disebabkan oleh variabel lain. Variabel lain merupakan pengaruh dari penggunaan pestisida. Dimana pada titik sumur 1 dan 3 ditanami tomat, sumur 2 dan 4 ditanami jagung. Kemudian sumur 5 ditanami kacang panjang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

- 1) Kualitas air sumur di sekitar TPA Sukosari untuk parameter Hg, Cd dan Pb memenuhi baku mutu kelas II Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, sehingga aman digunakan untuk menyirami tanaman sayur. Namun hanya titik sumur 4 untuk logam Hg berada diatas baku mutu
- 2) Indeks Pencemaran sumur 1 tidak tercemar dengan nilai 0,140, sumur 2 tidak tercemar dengan nilai 0,695, sumur 3 tidak tercemar dengan nilai 0,086, sumur 4 tercemar ringan dengan nilai 2,686, dan sumur 5 tidak tercemar dengan nilai 0,573.
- 3) Kualitas air tanah dangkal ditinjau dari kandungan logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg) dari titik sumur 1 hingga titik sumur 5 tidak stabil dikarenakan adanya sumber pencemar lain yang masuk, yaitu penggunaan pupuk anorganik berupa ZA dan pestisida berupa Fungisida.
- 4) Hubungan antara jarak sumur dengan kadar logam Kadmium (Cd) pada air sumur gali di sekitar TPA Troketon Kabupaten Klaten tidak diketahui karena alat tidak dapat membaca kadar lebih detile.
- 5) Hubungan antara jarak sumur dengan kadar logam Timbal (Pb) pada air sumur gali di sekitar TPA Troketon Kabupaten Klaten menunjukkan korelasi negatif dengan koefisien nilai sebesar -0,565 koefisien determinasi 0,320.
- 6) Hubungan antara jarak sumur dengan kadar logam Merkuri (Hg) pada air sumur gali di sekitar TPA Troketon Kabupaten Klaten menunjukkan korelasi dengan koefisien nilai sebesar 0,512 dengan koefisien determinasi 0,262.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih terbesar saya tertuju kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan dukungan penuh serta doa dan menjadi penyemangat saya.

Terimakasih kepada Endrik Arya Saputra, Ariani Puspita Sari, Rahastri Fajar Puspasari, teman-teman Teknik Lingkungan 2017 yang sudah bersedia meluangkan waktu, mencurahkan segala pikiran dan tenaga untuk membantu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusa, T., Kunito, T., Ramu, K., Chamnan, C., Thi, P., Trang, K., Penh, P. (2006). *Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University, Inland Fisheries Research and Development Institute (IFReDe), Center for Environmental Technology and Sustainable Development (CETASD), Social and Cultural Observation Un.* 1–4.
- Dan, P., Merkuri, T., Sawi, P., Lycopersicum, T., Ainun, N., & Samudin, S. (2013). *mercury (Hg) uptake by chinese cabbage (Brassica parachinensis L.) and. 1(5), 435–442.*

- Irhamni, Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2017). Kandungan Logam Berat pada Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, 3(1), 19–22. Retrieved from <http://jurnal.unsyiah.ac.id/SNP-Unsyiah/article/download/6858/5659>
- Kiki Priyo Utomo, R. D. S. I. A. (2015). Analisis Kandungan Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Di Tpa Rasau Jaya Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v3i1.12980>
- Leskona, D., & Linda, R. (2013). *Pertumbuhan Jagung (Zea mays L) . dengan Pemberian Glomus aggregatum dan Biofertilizer pada Tanah Bekas Penambangan Emas*. 2(3), 176–180.
- Pramudita, T. (2019). Pengaruh Variasi Pengolahan Daun Dan Buah Kacang Panjang Terhadap Kadar Logam Berat Pb Dan Cd Serta Sosialisasi Penanganan Sayuran Tercemar Sebagai Sumber Belajar. *Bioedukasi (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 10(1), 45. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v10i1.2008>
- Ruhban, A., & Kurniati, K. (2019). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Residu Pestisida Pada Tanah, Air Dan Bawang Merah Di Desa Salu Dewata Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 17(2), 19. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v17i2.796>
- Sudarwin. (2008). Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang. *Tesis Kesehatan Lingkungan*, 1–151. Retrieved from <http://eprints.undip.ac.id/17967/1/SUDARWIN.pdf>
- Sustanugraha, D., & Purwantara, S. (2017). Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Di Wilayah Kartamantul. *Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 14(2), 107–115. <https://doi.org/10.21831/gm.v14i2.13821>