

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT (Pb,Cd,Fe,Cu) PADA AIRTANAH DI RAWA PENING KABUPATEN SEMARANG JAWA TENGAH

NEDHIA FEBRIANTI
15513105

ABSTRACK

Lake of Rawa Pening is one place that has experienced a decrease in water quality associated with activities outside and inside the lake that has the potential to cause pollution. Environmental pollution is characterized by the number of growth and development of water hyacinth plants. This study aims to analyze the content of heavy metals and the distribution of heavy metals in groundwater in Rawa Pening. To identify the quality of groundwater quality using the sampling method with the grab sampling method, and the analysis was carried out using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. Namely D1, D2, E1, E2, N5, N8, N10, N12, N15, N16, N19, N20, N22, N23, N24, N25, N26, dan N27. The results of the concentration of each heavy metal are Pb metal that is 0.0152-0.0395 mg / l, Cd metal that is 0.006-008 mg / l, Cu metal that is 0.0983-0.3592 mg / l, and Fe metal namely 0.1387-2.589 mg / l. Concentration of heavy metals has exceeded the maximum threshold set by PPRI No.82 of 2001, except for Cd metal which means within safe limits. In concentrations obtained by considering the distribution of heavy metals in groundwater and the tendency of metals to be in each sample. The distribution of heavy metals in groundwater is quite evenly distributed except for Cu, Fe and Pb metals which have fluctuating data at several points caused by activities around the location and environmental conditions, thus making the distribution uneven. The distribution of heavy metals in groundwater is uneven. The technical solution to reduce metal content of Fe metals using multi-media filters, Cu metals by precipitation, and to reduce Pb metals using coagulans.

Keywords : Groundwater, Heavy Metal, Rawa Pening

ABSTRAK

Danau Rawa Pening merupakan salah satu tempat yang telah mengalami penurunan kualitas air yang berkaitan dengan adanya kegiatan diluar dan didalam danau yang berpotensi menimbulkan pencemaran. Pencemaran lingkungan yang ditandai dengan banyaknya pertumbuhan dan perkembangan tanaman eceng gondok. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan logam berat dan persebaran logam berat pada airtanah di Rawa Pening. Untuk mengidentifikasi mutu kualitas airtanah itu menggunakan metode pengambilan sampel dengan metode *grab sampling*, serta analisis logam berat dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Titik sampling berjumlah 18 titik yaitu D1, D2, E1, E2, N5, N8, N10, N12, N15, N16, N19, N20, N22, N23, N24, N25, N26, dan N27. Hasil konsentrasi dari masing-masing logam berat adalah logam Pb yaitu 0,0152–0,0395 mg/l, logam Cd yaitu 0,006–008 mg/l, logam Cu yaitu 0,0983–0,3592 mg/l, dan logam Fe yaitu 0,1387–2,589 mg/l. Konsentasi

logam berat tersebut telah melebihi ambang batas maksimal yang ditetapkan PPRI No.82 tahun 2001, kecuali logam Cd yang berarti dalam batas aman. Dalam konsentrasi yang didapatkan dengan mempertimbangkan persebaran logam berat pada airtanah dan kecenderungan logam berada pada masing-masing sampel . Persebaran logam berat pada airtanah cukup merata kecuali untuk logam Cu, Fe dan Pb yang memiliki data yang fluktuatif di beberapa titik yang disebabkan oleh kegiatan disekitar lokasi dan kondisi lingkungan, sehingga membuat persebarannya tidak merata. Solusi teknis untuk mengurangi kadar logam Fe menggunakan filter multi-media, logam Cu dengan pengendapan, dan untuk mengurangi logam Pb menggunakan koagulan.

Kata kunci : Airtanah, Logam Berat, Rawa Pening

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Danau Rawa Pening terletak di dataran rendah yang dikelilingi oleh beberapa gunung seperti gunung Ungaran, Gunung Telomoyo dan Gunung Merbabu. Berdasarkan karakteristik tempat tinggal, terdapat perbedaan terhadap jenis penggunaan dalam sumber utama air untuk keperluan rumah tangga. Menurut keluhan beberapa masyarakat di area lokasi setempat, air sumur yang ada di sekitar daerah danau Rawa Pening tersebut adanya perubahan terhadap kualitas air seperti warna, bau dan rasa.

Danau Rawa Pening berasal dari airtanah, dan curah hujan Hal ini menyebabkan air yang ada di danau Rawa Pening mengalami penambahan terus menerus. Air secara terus menerus dari aliran air dari beberapa gunung menyebabkan penurunan pada kualitas air yang berada di daerah Rawa Pening. Hal ini juga terjadi diakibatkan oleh kegiatan yang ada di dalam dan di luar danau tersebut. Terjadinya oleh erosi di DAS, pupuk dari lahan pertanian dan sisa peptisida, perternakan dan limbah domestik dari pemukiman rumah tangga.

Lokasi pengambilan sampel pada airtanah mengalami perubahan fisik seperti berbau karat dan berwarna kuning. Hal tersebut menjelaskan bahwa airtanah terindikasi oleh logam Fe. Kehadiran logam berat selain mempengaruhi kualitas air sehingga dapat mengakibatkan kondisi lingkungan tidak sesuai dengan peruntukannya lagi, juga dapat berpengaruh pada sumberdaya hayati perairan.

Terdapat alternatif untuk mengurangi logam berat pada airtanah. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh dengan menggunakan metode filtrasi. Metode yang digunakan adalah dengan metode filtrasi untuk menurunkan logam Fe dalam air. Filtrasi atau penyaringan dalam penelitian ini adalah suatu bentuk perlakuan untuk memisahkan padatan yang terlarut di dalam air. Pada proses ini filtrasi dengan media kerikil, arang tempurung kelapa dan pasir. Kerikil berfungsi untuk

menyaring partikel-partikel kasar yang ada dalam air. Arang berfungsi untuk menyaring atau menghilangkan bau, warna dan zat pencemar pada air dan memurnikan air. Pasir berfungsi untuk menyaring lumpur, tanah dan partikel besar atau kecil dalam air. Prinsip kerjanya adalah air yang akan disaring mengalir dari bawah ke atas menembus lapisan pasir karena gaya gravitasi kemudian partikel padat yang akan dipisahkan tertahan dalam pasir.

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, dalam penelitian ini dilakukan penganalisan konsentrasi logam Pb, Cd, Fe dan Cu dan mengidentifikasi persebarannya dari logam berat pada airtanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu mengidentifikasi konsentrasi logam berat (Pb, Cd, Cu, dan Fe) pada airtanah di setiap zona, menganalisis persebaran logam berat pada airtanah, dan merekomendasikan solusi teknis untuk mengurangi konsentrasi logam berat pada airtanah yang tercemar sekitar Rawa Pening.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Airtanah

Airtanah adalah air yang melekat pada butir-butir tanah, air yang terletak di antara butir-butir tanah dan yang tergenang di atas lapisan tanah yang terdiri dari tanah lempung, batu yang sukar ditembus oleh air. Dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa airtanah adalah air yang tersimpan di dalam ruang antara butiran tanah dan batuan yang sukar ditembus oleh air (Daryanto, 2004).

Airtanah yang terdapat di daerah pegunungan yang jauh dari pertanian dan industri biasanya dapat dikonsumsi langsung dari masyarakat, sedangkan airtanah yang terdapat di dekat daerah industri dan daerah pertanian seringkali tercemar oleh limbah, dan airtanah di daerah perkotaan pada umumnya masih cukup baik, tetapi tidak dapat langsung dikonsumsi harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Kualitas airtanah dilakukan dengan uji kualitas fisika dan kimia seperti bau, warna, kekeruhan, TSS (*Total Suspended Solid*).

2.2 Kriteria Mutu Air

Berdasarkan PPRI No. 82 Tahun 2001 Pasal 8 Ayat 1, menetapkan klasifikasi mutu air menjadi empat kelas yaitu :

- a. Kelas I, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

- b. Kelas II, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. Kelas III, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas IV, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.3 Logam Berat

Logam berat adalah merupakan sekelompok elemen-elemen yang dapat di kategorikan berbahaya jika masuk kedalam tubuh makhluk hidup seperti merkuri (Hg), nikel (Ni), kromium (Cr), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Arsen (As) yang dapat ditemukan di dalam lingkungan perairan yang tercemar oleh limbah (Nugroho,2006). Logam berat yang dapat mencemari lingkungan baik pada air, tanah udara dapat berasal dari proses alami dan kegiatan manusia. Proses alami dapat berasal dari bebatuan gunung api. Sedangkan kegiatan manusia yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dapat berasal dari kegiatan industri dan kegiatan domestik (Widowati,2008).

a. Kadmium (Cd)

Cd adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak terlarut dalam asam dan mudah bereaksi (Wisowati,2008). Dalam biota perairan jumlah logam berat yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dan rantai makanan biota yang tertinggi akan mengalami akumulasi kadmium (Palar,2004).

b. Besi (Fe)

Fe adalah metal yang berwarna abu-abu, dan dapat dibentuk . Besi (Fe) merupakan elemen yang dapat di temukan hampir di setiap air, namun kandungan besi menjadi salah satu logam berat yang berbahaya bagi kehidupan manusia apabila kadarnya melebihi ambang batas (Soemirat,2009). Logam berat besi dapat larut di dalam air jika pH rendah. Kadar besi (Fe) di dalam baku mutu tidak boleh melebihi 0,3 mg/l. Hal tersebut dapat menimbulkan beberapa dampak yaitu antara lain dapat menimbulkan bau, rasa dan dapat menyebabkan air yang akan berwarna kekuningan, sehingga dapat menimbulkan noda pada pakaian dan tempat berkembang biaknya (Soemirat,2014).

c. Timbal (Pb)

Logam timbal di lingkungan yang dapat berasal dari knalpot kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bertimbal menghasilkan Pb sebagai bagian dari hasil pembakaran bahan bakar. Pb yang keluar dari knalpot terbawa ke udara dan terakumulasi di dalam atmosfer

kemudian masuk kedalam badan air melalui air hujan yang jatuh kebumi. Emisi timbal dari pembakaran mesin menyebabkan timbal dari asap buangan kendaraan meningkat sesuai meningkatnya jumlah kendaraan yang ada. Selain melalui air hujan, timbal juga dapat langsung masuk ke badan air apabila lokasi badan air yang dekat dengan jalan raya atau sumber penghasil timbal (Widowati,2008).

d. Tembaga (Cu)

Sumber yang menjadi timbulnya logam berat Cu yaitu dari pembuangan limbah kabel yang disebarkan dan menggunakan pupuk yang mengandung logam seperti tembaga (Cu), peptisida ataupun insektisida yang mengandung logam berat secara berlebihan oleh petani dan kepadatan penduduk (Setiadi,2007).

2.4 Tanah Vulkanis

Tanah vulkanis merupakan tanah yang berasal dari letusan gunung api, pada saat gunungapi meletus mengeluarkan tiga jenis bahan yaitu berupa padatan, cair, dan gas. Bahan padatan dapat berupa pasir, debu, dan abu vulkan, sedangkan bahan cair dapat berupa lava dan lahar (Hardjowigeno,2007). Sifat dan ciri morfologi, kimia dan fisika tanah vulkanis mempunyai keunikan bila dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini berkaitan erat dengan perilaku dan asal dari Al dan Fe aktif terdiri dari mineral liat non-kristalin seperti alofan dan ferihidrit serta mineral parakristalin.

2.5 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metode Spektrofometri Serapan Atom (SSA) berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom- atom yang menyerap cahaya tertentu pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi. Suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Pada teknik SSA, diperlukan sumber radiasi yang mengemisikan sinar pada panjang gelombang yang tepat sama pada proses absorpsinya. Sumber radiasi tersebut dikenal sebagai lampu *Hollow Cathode* (Khopkar,1990).

Spektrofometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode spektrofotometer yang memanfaatkan serapan sebagai dasar pengukuran. Peyerapan energi dari sinar terjadi oleh atom netral dalam keadaan gas, sinar yang diserap biasanya sinar tampak (Sastrohamidjojo,2001). Apabila suatu atom berinteraksi dengan radiasi panjang gelombang elektromagnetik, maka sebagian energi elektromagnetik akan diserap oleh atom. Energi yang diserap atom merupakan energi dalam proses eksitasi dari elektron yang dimiliki atom tersebut. Transisi elektronik yang terjadi yaitu suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi (Khopkar,1990).

3 METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengambilan Sampel

Sampel airtanah yang diperoleh dari sumur warga dan mata air. Metode yang digunakan untuk menentukan titik lokasi sampling adalah dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu yaitu air yang digunakan sebagai air minum, mencuci, dan mandi; pemilik sumur bersedia sumurnya untuk dijadikan sampel; letak sumur dengan sumber pencemar.

3.2 Metode Sampling Airtanah

Metode pengambilan sampel airtanah mengacu pada SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Airtanah. Dalam penelitian sampel air tanah yang diperoleh dari sumur gali yang ada di sekitar daerah Rawa Pening dan dapat ditentukan dengan menggunakan teknik *grab sampling*. Teknik *grab sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang dikumpulkan pada satu tempat dan satu saat saja, dengan cara sampel diambil secara langsung dari sumur yang sedang dipantau.

3.3 Metode Pengujian Logam Berat

Metode pengujian logam berat didapat dari pengujian laboratorium yaitu dengan menggunakan sampel airtanah. Metode pengujian logam berat mengacu pada SNI 06.6989.45:2005 tentang Cara Uji Timbal, SNI 06.6989.16:2004 tentang Cara Uji Kadmium, SNI 06.6989.6:2009 tentang Cara Uji tembaga, dan SNI 06.6989.4:2004 tentang Cara Uji Besi. Pengujian sampel dilakukan menggunakan instrument Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Data sampel air di ambil di area sekitar Danau Rawa Pening. Metode pengujian sampel dilakukan dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari hasil pengujian sampel dengan menggunakan SSA, kemudian hasil dari konsentrasi logam berat.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting sekitar Rawa Pening pada airtanah dilakukan di lapangan yang bertujuan untuk pengambilan sampel air yang berguba dalam pembuatan peta aliran airtanah. Pengambilan sampel airtanah di bagi berdasarkan daerah penggunaan lahan, yaitu :

- a. Zona 1, merupakan lahan yang masih alami yang mayoritasnya perkebunan dan hutan. Dalam perkebunan tersebut terdapat tumbuhan kopi, durian ,singkong, serta tumbuhan lain, pemukiman, dan aktivitas manusia. Zona 1 memiliki elevasi sekitar 1054 – 500m.
- b. Zona 2 merupakan lahan yang digunakan untuk lahan persawahan yang mayoritasnya oleh persawahan, perkebunan dan pemukiman serta adanya aktivitas manusia. Zona 2 memiliki elevasi sekitar 500-463m.

- c. Zona 3 merupakan lahan yang mayoritasnya banyaknya pemukiman, kendaraan bermotor dan aktivitas manusia. Pada zona 3 memiliki elevasi antara 0-463 m.

Jalur aliran airtanah dihubungkan dengan titik sampling berdasarkan kondisi toposekuen. Toposekuen dapat di sebut sebagai sistem arah aliran dalam sungai. Toposekuen merupakan pembentukan sifat-sifat tanah karena perbedaan sekuen topografi. Dalam satu toposekuen akan dijumpai perbedaan sifat tanah akibat adanya perbedaan bahan induk, iklim, topografi dan penggunaan lahan (Hardjowigeno, 2003).

4.2 Hasil Analisis Airtanah

4.2.1 Parameter Fisika

- TSS

Secara keseluruhan nilai TSS yang di dapat berkisar antara 8 -45 mg/l.. Hasil TSS pada airtanah tidak melebihi baku mutu PPRI No.82 Tahun 2001. TSS berbanding lurus dengan kekeruhan, apabila nilai TSS tinggi, maka nilai kekeruhan pada air akan tinggi. Hal ini menjelaskan bahwa sedikitnya partikel yang terlarut dalam airtanah.

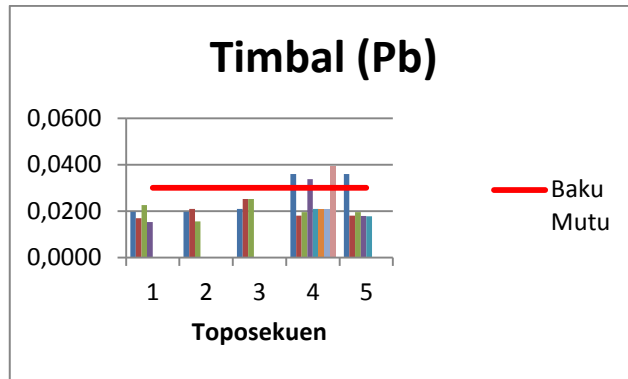
4.2.2 Parameter Kimia

- pH

Dari hasil pengolahan yang telah dilakukan bahwa secara keseluruhan nilai pH pada airtanah dalam keadaan normal yaitu 6. Dibandingkan dengan PPRI No.82 Tahun 2001 nilai pH tidak melebihi a,bang batas yaitu 6-9.

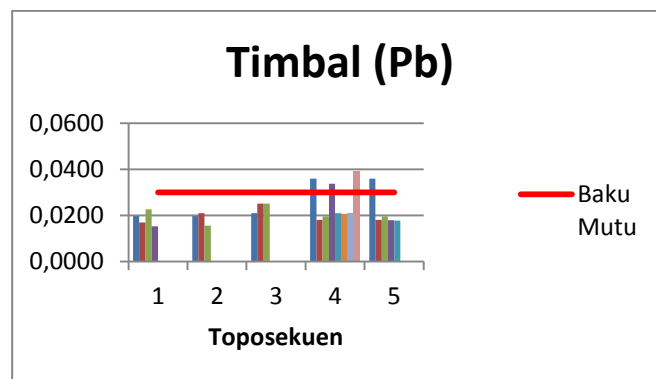
4.2.3 Parameter Logam Berat

Dari hasil penganalisisan logam berat logam Cd memiliki data yang merata, yang tidak melenihi baku mutu PPRI No.82 Tahun 2001. Logam Pb memiliki nilai yang merata kecuali pada dua titik yaitu di toposekuen 4 di zona satu dan toposekuen 5 zona dua yang di indikasikan dari pipa untuk mendistribusikan air dari mata air ke rumah warga dan adanya aktivitas manusia. Logam Cu memiliki data yang tidak merata yaitu melebihi baku mutu PPRI No. 82 Tahun 2001 yang diindikasikan dari aktivitas manusia dan material batuan dan tanah secara alami. Sedangkan untuk logam Fe memiliki data yang tidak merata dan mengalami kenaikan secara drastis di zona, hal ini diindikasikan dari pipa yang mengalami korosif dan masuk ke badan air, serta secara alami dari batuan vulkanis .



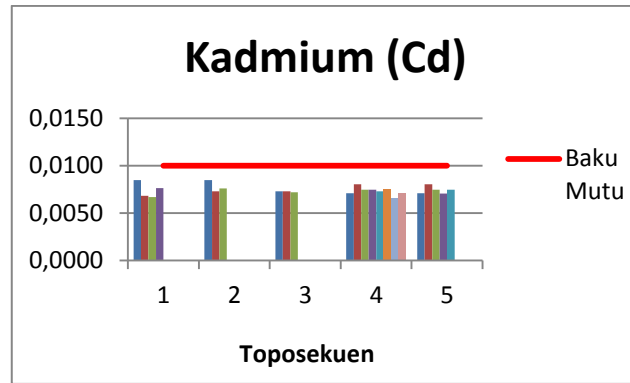
Gambar 1. Grafik Logam Pb pada toposekuen 4

Untuk logam Pb memiliki konsentrasi berkisar dari 0,0196-0,0395 mg/l. Adapun pada airtanah ada yang melebihi baku muku PPRI No.82 Tahun 2001 yang ditetapkan. Seperti pada toposekuen di toposekuen 4 tertinggi di Pb yang terletak pada titik E1 terdapat pada zona satu sebesar 0,039 mg/l. Hal ini dapat dilihat pada lokasi sampling yang alami bersumber dari batuan fosfat yang mengandung logam Pb. Pb secara alami ada di bebatuan sekitar 13 mg/kg, sehingga pada saat turun hujan batuan tersebut mengalami pengikisan dan masuk ke dalam badan air



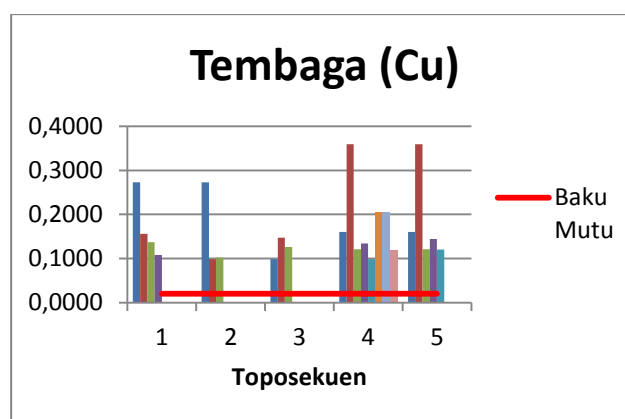
Gambar 2. Grafik Logam Pb pada toposekuen 5

Konsentrasi logam Pb mempunyai konsentrasi berkisar dari 0,0178-0,0360 mg/l. Konsentrasi tertinggi yaitu di D1 sebesar 0,0360 mg/l terdapat di zona tiga, yaitu melebihi baku mutu PPRI No.82 Tahun 2001 kelas I, hal ini dapat dilihat pada lokasi sampling yang dekat dengan sumber pencemar yaitu jalan raya yang berjarak 2 meter, sehingga logam Pb tinggi pada airtanah dikarenakan adanya akumulasi gas Pb udara yang berasal dari asap kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin. selain itu, adanya embun pada malam hari mengakibatkan kristal-kristal pada jatuh ketanah dan sebagian lagi langsung masuk terakumulasi dengan air sumur yang tidak dilengkapi penutup sumur.



Gambar 3. Grafik Logam Cd pada toposekuen

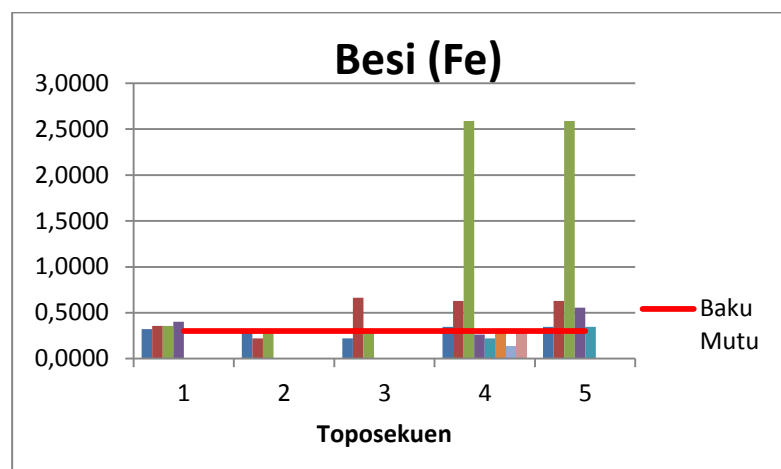
Konsentrasi logam Cd yang terkandung dalam airtanah pada semua sistem tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan menurut PPRI No. 82 Tahun 2001 yaitu 0,01 mg/l pada kelas I, sehingga airtanah masih aman dan tidak berbahaya. Meskipun konsentrasi Cd dibawah baku mutu, tetapi masih terdapat nilai konsentrasinya. Hal tersebut membuat persebaran logam Cd tidak merata pada zona 1 hingga zona 3. Kandungan Cd memungkinkan dapat terindikasi oleh penggunaan pupuk di dekat lokasi pengambilan sampel yaitu memungkinkan pupuk yang digunakan untuk perkebunan dan peptisida, seperti pupuk fosfat juga mengandung logam yang memiliki kandungan logam Cd yang sisa buangnya mengalir tersapu air hujan. Menurut (Amelia,2017), menjelaskan bahwa pupuk yang digunakan di kawasan Rawa Pening ada tiga macam yaitu, pupuk urea, pupuk NPK (phonska), dan pupuk TSP (SP-36). Pada pupuk SP-26 dan pupuk phonska diketahui mengandung fosfat yang bersumber dari batuan fosfat alam yang mengandung berbagai macam jenis logam. Menurut Sastramohardja (2009), dalam batuan fosfat alam terkandung berbagai unsur seperti Ca, Mg, Al, Fe, Si, Mn, Cu, Na, F, Pb, Cr, Cd.



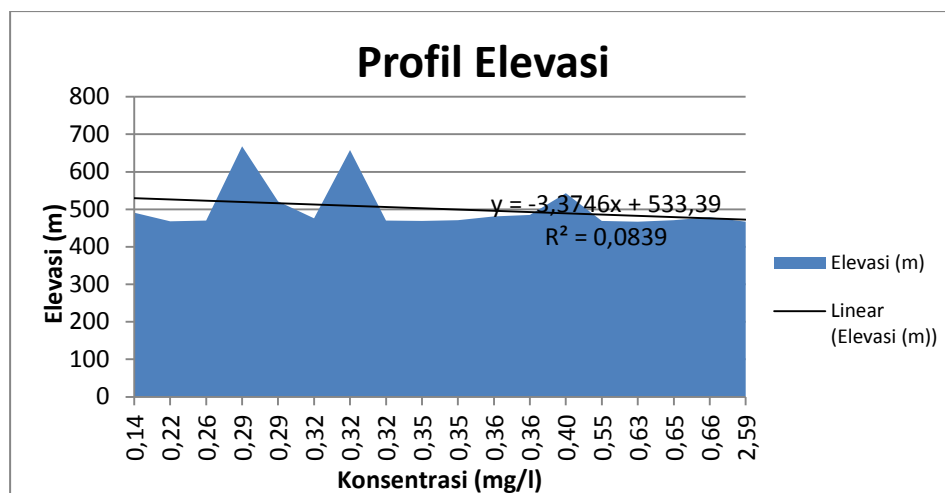
Gambar 4. Grafik Logam Cu pada toposekuen

Konsentrasi Cu pada airtanah pada semua sistem melebihi baku mutu PPRI No. 82 Tahun 2001 pada kelas I, II dan III yaitu 0,02 mg/l. Hal ini membuat persebaran logam Cu pada semua titik terjadi secara fluktuatif. Konsentrasi logam Cu memungkinkan dapat disebabkan oleh adanya kandungan Cu pada airtanah di zona satu terjadi secara alami adanya proses pengikisan batuan

mineral, serta vulkanis dalam berbagai bentuk senyawa, debu-debu dan partikulat Cu dalam lapisan udara di lokasi pengambilan sampel (Widowati,2008). Selain itu, pengambilan sampel yang mempengaruhi konsentrasi Cu seperti yang terdapat pada zona dua toposekuen 4 dan toposekuen 5 mengalami peningkatan yang jauh drastis pada sampel N20. Hal ini, diindikasikan airtanah terindikasi oleh penggunaan pupuk yang digunakan di persawahan yang mengandung logam Cu seperti pupuk NPK (phonska) dan pupuk TSP (SP-36), dan limbah rumah tangga seperti sabun deterjen dan sabun bekas cuci piring yang kemudian masuk kedalam perairan dan mengendap.



Gambar 5. Grafik Logam Cu pada toposekuen



Gambar 5. Grafik Logam Cu pada toposekuen

Berdasarkan gambar di atas menjelaskan bahwa regresi linear konsentrasi logam berat tidak dipengaruhi oleh toposekuen .

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa Konsentrasi tembaga (Cu) pada airtanah berkisar antara 0,1021 – 0,3592 mg/l, konsentrasi kadmium (Cd) pada airtanah berkisar antara 0,0066 – 0,0085 mg/l, konsentrasi timbal (Pb) pada airtanah berkisar antara 0,0169 – 0,039 mg/l, dan konsentrasi besi (Fe) pada airtanah berkisar antara 0,1387 – 2,5898 mg/l.

Konsentrasi logam berat yang melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 adalah logam Cu, Fe, dan Pb. Logam Cu tertinggi berada pada titik N20 zona dua dalam sistem 4 dengan konsentrasi 0,3592 mg/l. Logam Fe tertinggi berada pada titik N19 zona dua dalam sistem 4 sebesar 2,589 mg/l, dan logam Pb tertinggi berada pada titik E1 zona satu dalam sistem 4 sebesar 0,039 mg/l.

Solusi teknis yang direkomendasikan untuk mengurangi logam berat dalam airtanah untuk logam Fe menggunakan filter multi-media, logam Cu dengan pengendapan, dan untuk mengurangi logam Pb menggunakan koagulan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran perbaikan untuk hasil pengolahan yang lebih optimal, diantaranya:

1. Disarankan adanya pengelolaan airtanah yang tercemar oleh logam berat untuk menjaga kualitas airtanah.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan untuk meneliti mineral yang terkandung logam berat Cu di airtanah lokasi penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Khairil. 2014. *Jurnal : Kajian Penentuan Status Mutu Air Di Kali Kloang Kabupaten Pamekasan*.
- Arifin, Zainal.2011. *Konsentrasi Logam Berat di Air, Sedimen, dan Biota di Teluk Kelabat,Pulau Bangka*. Bangka :Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis , Vol. 3, No. 1, Hal 104-114.
- Arya,Wisnu.2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offsets.
- Asdak,C. 2015. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Damaianto, B dan Masduqi, A. 2011. *Indeks pencemaran Air Laut Pantai Utara Kabupaten Tuban Dengan Paramenter Logam*. Jurnal Teknik Pomits Vol.3, No.1 (2014) ISSN:2337-3539. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI Press.
- Darmono. 1995. *Logam Berat Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Jakarta.
- Daryanto. 2004. *Masalah Pencemaran*. Bandung: Tarsito.
- Handoyo dan Soekarno .2006. *E-Learning Geografi*. Malang : Universitas Negeri Malang
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo. 296 Halaman.
- Harmayani, K.D., Konsukartha. 2007. *Pembungan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Keluhan Ubung*. Hasil Penelitian Fakultas Teknik Universitas Udayana
- Herlambang,A. 2006. *Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya*. JAI,2(1).
- Herman,D. Z. 2006. *Tinjauan Terhadap Tailing Mengandung Unsur Pncemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam*. Jurnal Geologi Indonesia,Vol.1 No.1 :31-36.
- Hidayah, A.M.I., Purwanto, R. Soeprobowati,2012. *Kandungan Logam Berat pada Air, Sedimen dan Ikan Nila (Oreochromis niloticud Linn)*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Semberdaya Alam dan Lingkungan. Hlm 95-101.
- Ir. Wanny Adidarma Dipl.H. 1983. *Mengenal Dasar- dasar Hidrologi* . Bandung : Penerbit NOVA.
- Khairul, Ganjar & Irawan. 2013. Jurnal tentang “*Studi Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah dengan Menggunakan Clay Filter*”. Jurusan Teknik Lingkunga UNDIP : Semarang
- Kodotie, Robert J., dan Roestam, Sjarief. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Khopkar,S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press..
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Swadaya
- Kusnoputranto,H. 1996.*Toksikologi Lingkungan Logam Toksik dan B3*. Jakarta: UI-Press.
- Notodarmodjo, Soekidjo. 2011. *Ilmu Kesehatan Masyarakat, Prinsip-Prinsip Dasar*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Nugroho, A. 2006. *Bioindikator Kualitas*. Jakarta : Universitas Trisakti.
- Paimin, A. Wuryanta, U. Murtiono. 2012. *Identifikasi Kerentanan Lahan Di Daerah Tangkapan Air Sebagian Dasar Pelestarian Danau Rawa Pening*. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012. Hlm 125-135.
- Palar,Heryando. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta:. PT.Rineka Cipta.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT.Rineka Cipta.
- Palar, Heryando. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.

- Piranti A.S., Rahayu D.R.U.S.,Waluto G. 2018. Nutrient Limiting Factor for Enabling Algae Growth of Rawapening Lake, Indonesia. *Biosainfisika :Journal of Biology and Biology Education*. Vol.10.No.1 p.101-108l
- Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2001 tentang *Pengendalian dan Pencemaran Air dan Pengelolaan Kualitas Air*.
- Rahman, A. 2006. *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Krustacea di Perairan Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan*. Program Studi FMIPA Lambung Mengkurat. *Jurnal Broscientiae* (15).1 .
- Sastrawijya, A. Tresna. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Sastrohamidjojo,Hardjono. 2001. *Kimia Dasar*. Yogyakarta :UGM Press.
- Sinly,E.P.,dan Johan A.P.2007. *Bioremoval, Metode Alternatif untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat*. Artikel, Universitas Lampung.
- Slamet, J.D. 2004. *Kesehatan Lingkungan Yogyakarta : Gadjah Mada University Press .*
- Soemirat. 2009. *Kesehatan Lingkungan Gadjah Mada University Press*. Yogyakarta.
- Soemirat. 2014. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soewandita. H. 2017. *Studi Ekologi Lahan Koridor Sungai dan Status Kualitas Penggunaan Lahan di Wilayah Das Rawa Pening [Study of river corridor ecology and status of quality of land use in das Rawa Pening Region]*. *Jurnal Alami*.Vol.1.No.1 p.33-42.
- Sutrisno. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sulastri, Heny C., Handoko U. 2016 . *Environmental condition and tropic status of Lake Rawa Pening in Central Java*. *Oseoneologi dan Limnologi di Indonesia*. Vol. 1(3) p. 23-38.
- Swedish Environmental Protection Agency (SEPA). 2000. *Lakes and Watercourses*.
- Soeprobowati, T.R., 2011. *Kajian Perubahan Ekosistem Danau Rawapening Menggunakan Diatom sebagai Bioindikator*. *Prosiding*. Semarang: *Simposium Nasional Penelitian Perubahan Iklim*. Kementerian Lingkungan Hidup bekerjasama dengan UNDIP.
- Soeprobowati, Tri Retnaningsih. 2012. *Kandungan Logam Berat Pada Air, Sedimen dan Ikan Nila (Oreochromis niloticus Linn.) Di Karamba Danau Rawa pening*.Semarang: Universitas Diponegoro. *Jurnal Biologi Fakultas Sains dan Matematika*.
- Sudadi, Purwanto. 2003. *Penentuan Kualitas Air Tanah Melalui Analisis Unsur Kimia Terpilih*. *Buletin Buletin Geologi Tata Lingkungan* Vol. 13 No.2 Indonesia: Bandung
- Suprihanto Notodarmojo, 2005. *Pencemaran Tanah dan Airtanah*. Bandung : Institute Teknologi Bandung.
- Wardhana,2015. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Widowati,Wahyu,Sastiono,R, dan Jusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam (Pencegahan dan dan Penanggulangan Pencemaran)*. Andi: Yogyakarta.

- Winni R.E. Tumanggor,dkk,2012. *Analisis Konsentrasi Pb Pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Penimbunan Limbah Padat Industri Timah Dari Daur Ulang Aki Bekas Desa Sei Rotan Kecamatan Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang*. Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara Medan .
- Wisha, U.J., & Ondara, K. 2017. *Total Suspended Solid (SS) Distributed by Tidal Currents during Low to High Tide Phase in the Waters of Sayung, Demak: its Relations to Water Quality Parameters*. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 3(2). Hlm 154-162.
- Zimmermann,M., and Wolf,K.2002. *Biosorption of Metals. The mycota Industrial Application*. Vol.10:355-364.

