

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kualitas air sumur, air sungai, sedimen, dan biota (ikan) di sungai Gajah Wong di sekitar Kotagede ditinjau dari parameter logam tembaga. Pertama - tama melakukan *survey* lokasi terlebih dahulu untuk menentukan lokasi titik pengambilan sampel baik sampel air sumur, air sungai, sedimen, maupun biota (ikan). Penentuan lokasi titik sampling berdasarkan oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut :

1. Lokasi *outlet* di sungai Gajah Wong yang diindikasikan merupakan sumber pencemar dari berbagai aktivitas warga, seperti limbah pembuatan kerajinan perak, limbah rumah tangga, dan lain-lain yang dibuang di saluran pembuangan menuju *outlet* yang berada di sungai Gajah Wong.
2. Di pusat pemukiman pengrajin perak baik skala rumahan, maupun skala besar yang diindikasikan adanya penyebaran logam berat pada air tanah akibat dari aktifitas pembuatan kerajinan perak.

Setelah melakukan penentuan lokasi titik sampling, tahapan berikutnya adalah melakukan pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan 4 kali selama bulan April – Oktober. Pengambilan sampel dilakukan berulang kali disebabkan karena tidak melakukan pengawetan sampel sehingga, sampel rusak dan terkendala dalam pengujian sampel di laboratorium.

Awal dari penelitian adalah pengawetan sampel air sungai dan air sumur dengan menambahkan 5 ml HNO₃. Kemudian, menggunakan kertas lakmus untuk mengukur pH hingga 2. Tujuannya agar sampel air dapat bertahan kurung waktu 6 bulan. Sedangkan sampel biota (ikan) diawetkan dengan cara dimasukkan ke dalam *freezer* sampai di lakukannya pengujian. Sampel sedimen dikeringkan terlebih dahulu dengan menggunakan oven, setelah itu dimasukkan ke dalam plastik sampel sampai dilakukan pengujian. Kemudian dilakukan destruksi

terhadap masing - masing jenis sampel dan diuji menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) *Graphite Furnace*.

4.2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Logam Berat Tembaga

Pembuatan kurva kalibrasi larutan standar tembaga dibuat dengan menyalurkan konsentrasi larutan standar/baku sebagai sumbu x diplot terhadap absorbansinya sebagai sumbu y. Sehingga persamaan regresi linier diketahui dengan rumus:

$$y = bx + a$$

Setelah dilakukan pengukuran absorbansi larutan standar tembaga, maka selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi larutan sampel dengan SSA. Konsentrasi larutan sampel ditentukan dengan mensubstitusikan nilai absorbansi sampel pada persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi yakni variabel y.

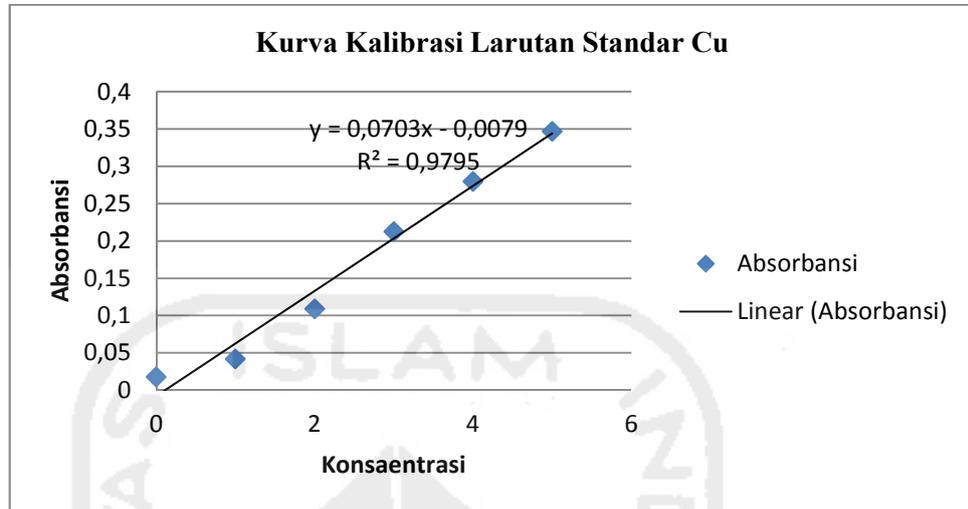
4.2.1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Tembaga

Kurva kalibrasi larutan standar tembaga dari variasi larutan standar dengan konsentrasi 1ppm; 2ppm; 3ppm; 4ppm; 5ppm diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *Graphite Furnace*. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar tembaga yang diplotkan dengan konsentrasi dijelaskan pada table 4.1 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Konsentrasi dan Absorbansi Larutan Standar Tembaga

Konsentrasi	Absorbansi
0	0,018
1	0,0417
2	0,1088
3	0,2125
4	0,2796
5	0,3469

Kurva kalibrasi larutan standar tembaga dijelaskan pada gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Tembaga

Berdasarkan gambar 4.1, diperoleh persamaan regresi linear yang menunjukkan hubungan antara absorbansi (y) dengan konsentrasi (x) larutan standar yaitu: $y = 0,0703 x - 0,0079$ dan nilai R^2 sebesar 97,95% artinya nilai variable dependen (absorbansi) yang dapat dijelaskan oleh variabel independen (konsentrasi) sebesar 97,95%, sedangkan 2,05 % sisanya dijelaskan oleh kesalahan atau pengaruh variabel lain. Konsentrasi tembaga dalam sampel ditentukan dengan mengukur absorbansi larutan sampel.

4.3. Kandungan Logam Berat Tembaga dalam Air, Sedimen, dan Biota

Tembaga merupakan salah satu logam berat yang dapat ditemukan pada lingkungan perairan maupun dalam sedimen (Anazawa *et al.*, 2004). Logam berat secara alami memiliki konsentrasi yang rendah pada perairan. Tinggi rendahnya konsentrasi logam berat disebabkan oleh jumlah maksimum limbah logam berat ke perairan. Logam berat yang masuk perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup diperairan. Mekanisme utama logam berat dapat terakumulasi dalam sedimen karena dapat terikat oleh senyawa atau terabsorpsi melalui tahapan yang dikenal sebagai faktor geokimia, yang meliputi 5 fase; 1) fase terikat secara absorpsi dan

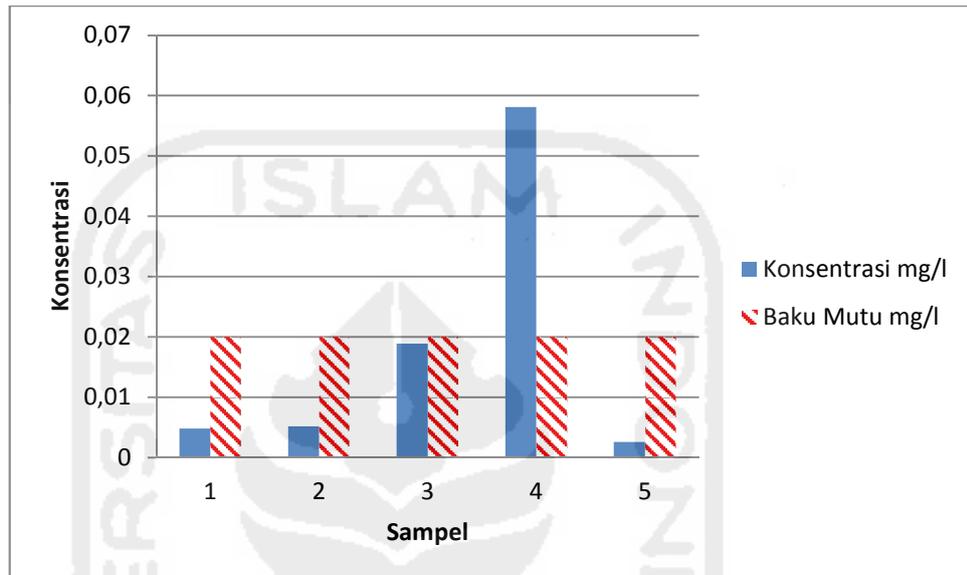
pertukaran ion, 2) fase terikat karbonat, 3) fase terikat oleh oksida Fe/Mn, 4) fase terikat pada zat organik dan sulfida, dan 5) fase terikat kisi-kisi logam (Horsfall dan Spiff, 2002; Tsail *et al.*, 2003). Kandungan logam berat tembaga dalam air, sedimen, dan biota dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Kandungan Logam Berat tembaga pada Air, Sedimen, dan Biota

Sampling	Sampel	Konsentrasi	Baku Mutu
Sumur	1	0,00417 mg/L	1 mg/L (Permenkes no. 416 Thun 1990 tentang standar kualitas air bersih dan air minum)
	2	0,03065 mg/L	
	3	0,00453 mg/L	
	4	0,00263 mg/L	
	5	0,00439 mg/L	
Sungai	1	0,00479 mg/L	0,02 mg/L (PP RI no. 82 tahun 2001 dan Pergub DIY No. 20 Tahun 2008)
	2	0,00519 mg/L	
	3	0,01887 mg/L	
	4	0,05811 mg/L	
	5	0,00258 mg/L	
Sedimen	1	19,37 mg/kg	ANZECC ISQG (65 mg/kg)
	2	19,73 mg/kg	
	3	12,68 mg/kg	
	4	0,59 mg/kg	
	5	0,191 mg/kg	
Biota	1	18,655 mg/kg	EPA tahun 98 (3 mg/kg)

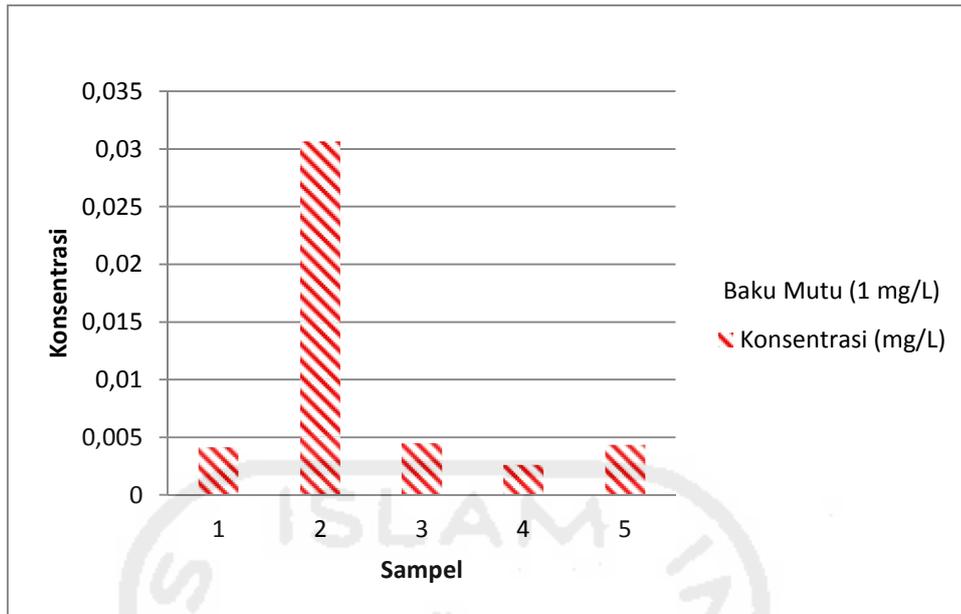
Dari tabel 4.2, dapat diketahui bahwa kandungan tembaga pada air sungai berkisar 0,00258 – 0,05811 mg/L, sedangkan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pergub DIY yaitu 0,02 mg/L. Tingginya kadar tembaga pada air sungai Gajah Wong di lokasi 4 disebabkan karena adanya pencemaran limbah dari aktifitas pembuatan kerajinan perak di sekitar lokasi sampling yang menggunakan logam berat tembaga sebagai bahan baku. Penyebab lainnya yakni sampel yang di ambil pada waktu musim kemarau. Ketika musim kemarau debit air sungai kecil dan kurangnya faktor pengenceran dari air, tidak seperti halnya

pada musim hujan. Dari tabel diatas, terlihat bahwa konsentrasi tembaga tertinggi ada pada lokasi 4. Hal tersebut juga di karenakan pada lokasi 4 adanya bendungan Mrican yang menyebabkan menumpuknya dan mengendapnya logam berat tembaga yang terbawa dari arus sungai. Kadar tembaga pada air sungai Gajah Wong dijelaskan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Kadar Tembaga pada Air Sungai Gajah Wong

Sedangkan kandungan tembaga pada air sumur berkisar 0,00417 – 0,03065 mg/L. Dimana kualitas air sumur masih berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan Permenkes no. 416 Thun 1990 tentang standar kualitas air bersih dan air minum yaitu 1 mg/L. Kadar tembaga tertinggi pada air sumur berada di lokasi 2 disebabkan lokasi pengambilan sampling air sumur berada di pusat industri kerajinan perak. Oleh sebab itu diduga potensi penyebaran logam berat pada air tanah di lokasi ini sangat besar. Sedangkan air sumur pada lokasi sampling lainnya masih dalam kategori aman dikonsumsi dan layak dipergunakan warga setempat untuk kehidupan sehari-hari. Kadar tembaga pada air sumur di Kotagede dijelaskan pada Gambar 4.3.



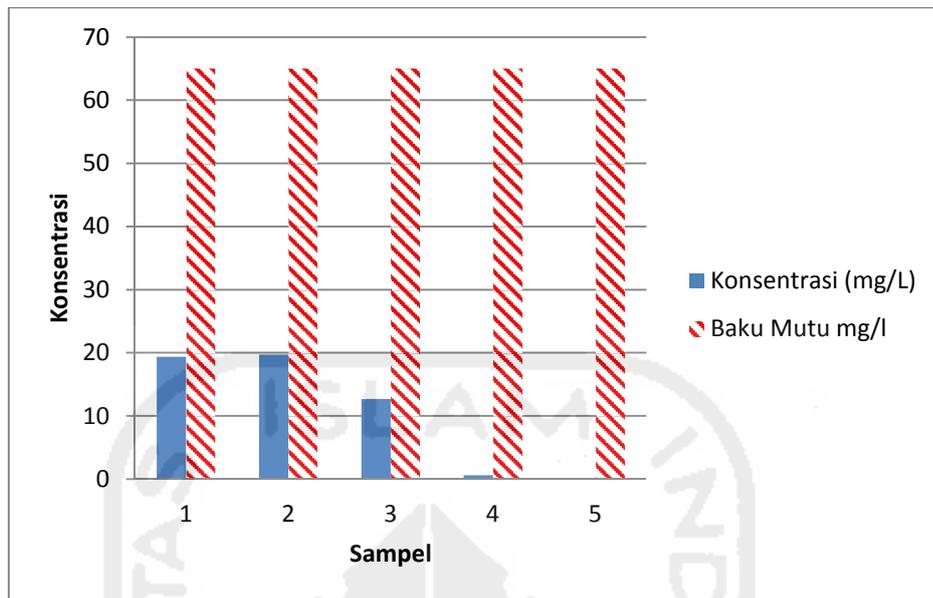
Gambar 4.3 Grafik kadar Tembaga pada Air Sumur di Kotagede

Pada sedimen kandungan tembaga berkisar antara 0,191 – 19,73 mg/kg masih berada pada batas aman baku mutu menurut *ANZECC ISQG-LOW* yakni sebesar 65 mg/kg. Kadar tembaga tertinggi pada sedimen berada di lokasi 2 disebabkan banyaknya *outlet* pada bagian kiri dan kanan sungai yang diduga sebagai outlet pembuangan langsung limbah yang mengandung tembaga dari aktifitas industri pembuatan kerajinan perak. Lokasi pengambilan sampel sedimen dijelaskan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Lokasi 2 Pengambilan Sampel Sedimen

Kadar tembaga pada sedimen di sungai Gajahwong pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik kadar Tembaga pada Sedimen di Sungai Gajah Wong

Kandungan tembaga pada biota (ikan) sebesar 18,655 mg/kg berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh EPA *Reference Dose (risk-based)*, *California Action level*, and *published international standards (compiled by FAO in 1982)* yakni 3 mg/kg. Tingginya kadar tembaga pada biota (ikan) disebabkan oleh adanya sumber pencemar dari aktifitas industri pembuatan kerajinan perak yang menghasilkan limbah yang mengandung Tembaga di sekitar lokasi pengambilan sampel ikan. Lokasi pengambilan sampel biota (ikan) dijelaskan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Lokasi Pengambilan Sampel Biota

Tingginya kandungan tembaga dalam hati berkaitan dengan fungsi hati yaitu pengambilan makanan dari saluran pencernaan, biosintesis senyawa-senyawa dan biomolekul dalam tubuh, metabolisme, menyediakan bahan-bahan kaya energi, juga mengandung lisosom dan ekskresi bahan-bahan empedu. Pada sel hati banyak mengandung lisosom yang memegang peranan penting dalam pencernaan intraseluler dari ion logam. Lisosom banyak terdapat pada kelenjar pencernaan, seperti pada jaringan clorogineous annelid dan pada hati ikan (Soto et al, 2007). Jumlah akumulasi logam berat pada ikan memiliki pola dari yang terbesar ke yang terkecil yaitu hati > ginjal > insang > daging (Darmono, 2001). Jumlah akumulasi tembaga dari yang terbesar hingga terkecil yaitu insang > ginjal > hati > daging (Edward et al, 2013). Tembaga merupakan salah satu logam berat yang sangat beracun bagi ikan. Efek khronis tembaga pada ikan meliputi: inhibisi aktivitas enzim *asetilkolinesterase*, perubahan sel ginjal, pengurangan pertumbuhan, dan pengurangan respon imun. Tembaga dalam tubuh organisme akan terakumulasi di hati (Ariesyady,2000).

Faktor lainnya, yaitu faktor usia ikan Tawas Beles yang sudah dewasa lebih rentan terhadap Tembaga dan zat toksikan lainnya. Jadi faktor umur juga mempengaruhi lama keterpaparan zat toksikan dalam organisme dan sifat dari ikan itu tidak menetap jadi mudah terdeteksi untuk bahan-bahan toksik. Seperti halnya menurut WHO (1981) bahwa sejalan dengan bertambahnya umur, faktor-faktor diet misalnya, defisiensi protein, vitamin C dan vitamin D, menyebabkan

mekanisme kerja enzim mengalami penurunan dan terganggunya fungsi ekskresi ginjal, sehingga menyebabkan hewan, dan manusia yang telah tua menjadi lebih rentan terhadap tembaga dan zat toksikan lainnya.

Jenis ikan yang diperoleh pada lokasi sampling merupakan jenis ikan yang biasanya dikonsumsi oleh warga setempat, seperti ikan nila, Lele, Tawes beles, dan dll. Namun seharusnya tidak dianjurkan untuk dikonsumsi karena melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh EPA. Tembaga adalah logam yang secara jelas mengalami proses akumulasi dalam tubuh hewan seiring dengan penambahan umurnya, dan ginjal merupakan bagian tubuh ikan yang paling banyak terdapat akumulasi tembaga. Paparan tembaga dalam waktu yang lama pada manusia akan menyebabkan terjadinya akumulasi bahan - bahan kimia dalam tubuh manusia yang dalam periode waktu tertentu akan berdampak buruk pada kesehatan. Paparan jangka panjang untuk tembaga dapat menyebabkan iritasi pada hidung, mulut dan mata dan menyebabkan sakit kepala, sakit perut, pusing, muntah dan diare. Sengaja uptakes tinggi tembaga dapat menyebabkan kerusakan hati dan ginjal dan bahkan kematian.

Kandungan logam berat di sedimen dan biota (ikan) selalu jauh lebih tinggi di bandingkan di perairan. Hal ini terjadi akibat proses akumulasi logam pada sedimen yang dapat di sebabkan karena logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen. Selain itu dimungkinkan logam berat yang terdapat dalam sedimen dan biota (ikan) sudah terakumulasi dalam waktu yang lama sebelum pengambilan sampel, sehingga pada saat dilakukan analisis kandungan tembaga dalam sedimen/biota menunjukkan kadar yang tinggi (Anita, 2010).

4.4. Pengukuran Debit Air Sungai Gajah Wong

Untuk mengukur debit arus air sungai digunakan alat yang berupa *Current Meter*, meteran, dan tongkat. *Current meter* atau dikenal juga dengan alat ukur arus, biasanya digunakan untuk mengukur aliran pada air rendah. Alat ini merupakan alat pengukur kecepatan yang paling banyak digunakan karena memberikan ketelitian yang cukup tinggi. Kecepatan aliran yang diukur adalah kecepatan aliran titik dalam satu penampang aliran tertentu. Prinsip yang

digunakan adalah adanya kaitan antara kecepatan aliran dengan kecepatan putar baling-baling pada *current meter*.



Gambar 4.7 Pengukuran kecepatan arus menggunakan *Current Meter*

Dari kecepatan yang didapatkan dari alat ukur arus, maka akan diperoleh debit pada suatu aliran tersebut. Pengukuran debit pada aliran air (saluran/sungai) memerlukan 2 pengukuran yaitu luas penampang aliran dan kecepatan aliran.



Gambar 4.8 Pembacaan Angka pada *Current Meter*

Debit air (Q) merupakan hasil perkalian antara luas penampang (A) saluran/aliran dengan kecepatan (v) aliran air.

$$Q = A \cdot V$$

dimana:

Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas penampang saluran (m²)

V = Kecepatan aliran air (m/detik)

Besarnya debit sungai pada lokasi titik sampling dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3. Besarnya Debit Air Sungai pada Titik Sampling

Lokasi	Debit m ³ /detik
Sungai 1	1,327
Sungai 2	2,782
Sungai 3	12,39
Sungai 4	0,065
Sungai 5	1,62

4.5. Deskripsi Wilayah Sampling

Deskripsi wilayah sampling dijelaskan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Deskripsi Wilayah Sampling

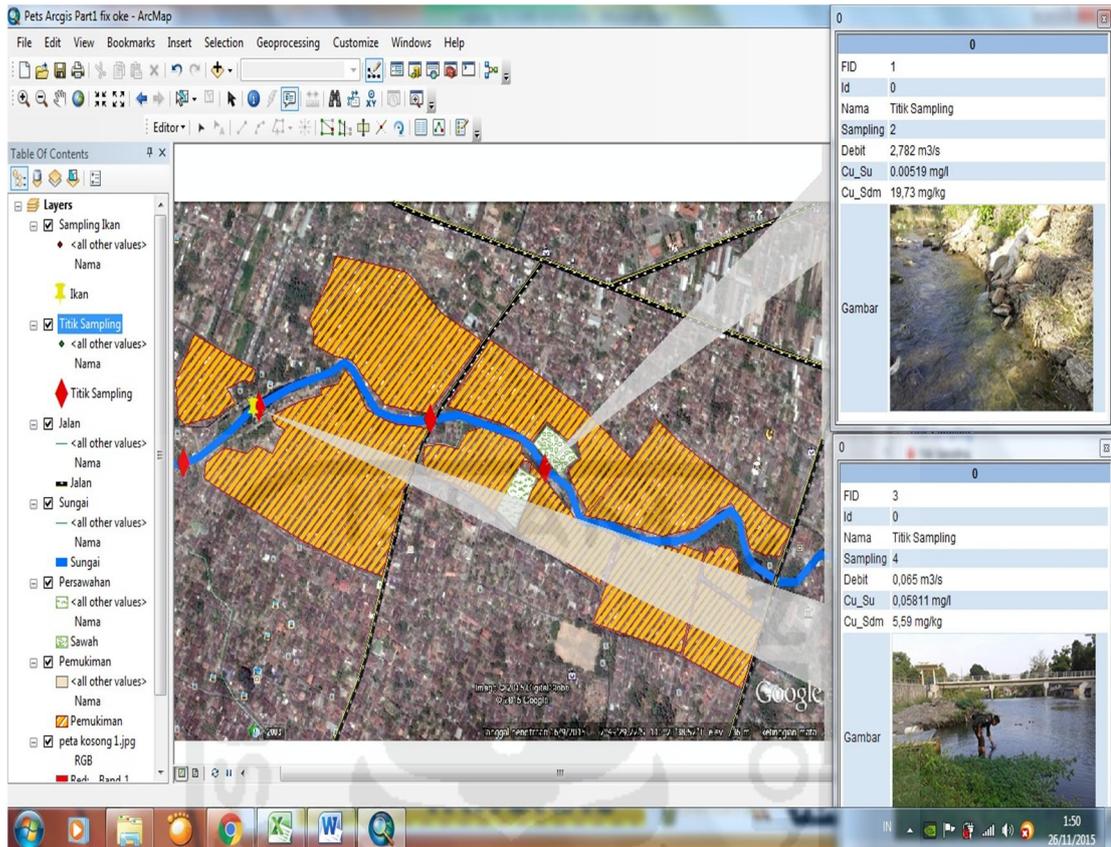
No	Titik Sampling	Lokasi Sampling	Deskripsi	Gambar
1.	Su 1 dan SDM 1	Sungai Gajah Wong	Titik berjarak 0 m dari area sebelum memasuki central industri kerajinan perak. Pada lokasi ini terdapat IPAL komunal perumahan dan output IPAL di aliri ke sungai. Sungai ini juga dialiri oleh limbah dari pabrik kulit yang outputnya mengarah ke sungai juga.	
2.	Su 2 dan Sdm 2	Sungai Gajah Wong	Titik Su2 berjarak 918m dari titik Su1, sedangkan Sdm2 berjarak 813m dari Sdm 1. Pada lokasi ini terdapat pabrik tahu dan tempe yang outletnya mengarah ke sungai. sebagian warganya berprofesi sebagai pengrajin perak.	

3.	Su 3 dan Sdm 3	Sungai Gajah Wong	Titik Su3 ini berjarak 313m dari titik Su2, sedangkan Sdm3 berjarak 348m dari Sdm2. Lokasi ini berada di bawah jembatan Tegal Gendu yang terdapat beberapa outlet berupa outlet saluran drainase dan saluran buangan.	
4.	Su 4 dan Sdm 4	Sungai Gajah Wong	Titik Su4 ini berjarak 514m dari titik Su3, sedangkan Sdm4 berjarak 498m dari titik Sdm3. Lokasi ini berada sekitar bendungan Mrican. Selain sebagai penahan laju air, disekitar bendungan juga terdapat tambak pasir tradisional.	
5.	Su5 dan Sdm5	Sungai Gajah Wong	Titik Su5 ini berjarak 217m dari titik Su4. Sedangkan Sdm5 berjarak 231m dari Sdm4. Lokasi ini berada dibawah jembatanManunggal. Diarah barat lokasi sampling terdapat tumpukan sampah.	

4.6. GIS (Geographic Information System)

Untuk mengetahui informasi yang lebih rinci tentang lokasi titik sampling, maka perlu dilakukan pemetaan dengan GIS (*Geographic Information System*). GIS adalah singkatan dari *Geographic Information System* atau system informasi geografis. GIS merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengelola (input, manajemen, dan output) data spasial atau data yang bereferensi geografis. Setiap data yang merujuk lokasi di permukaan bumi dapat disebut sebagai data spasial bereferensi geografis. Misalnya data kepadatan penduduk suatu daerah, data jaringan atau saluran dan sebagainya.

Data SIG dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu data *grafis* dan data atribut atau *tabular*. Data *grafis* adalah data yang menggambarkan bentuk atau kenampakan objek di permukaan bumi. Sedangkan data *tabular* adalah data deskriptif yang menyatakan nilai dari data *grafis* tersebut. Secara garis besar, data *grafis* dibedakan menjadi tiga macam yaitu data titik (*point*), garis (*line*), dan area (*region* atau *polygon*). Data *grafis* biasanya digunakan untuk mewakili objek kota, bangunan, dan kondisi lahan. Data *grafis* juga dapat dipakai untuk menggambarkan jalan, sungai, jaringan atau saluran dan lain-lain. Sementara data area digunakan untuk mewakili batas administrasi, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan lain-lain. Sedangkan struktur data SIG ada dua macam yaitu *vector* dan *raster*. Pada struktur data *vector* posisi objek dicatat pada sistem koordinat. Sedangkan objek pada struktur data *raster* disimpan pada *grid* dua dimensi yaitu baris dan kolom. Data atribut atau *tabular* merupakan data yang menyimpan informasi mengenai nilai atau besaran dari data *grafis*. Untuk struktur data *vector*, data atribut tersimpan secara terpisah dalam bentuk tabel. Sementara pada struktur data *raster* nilai data *grafis*-nya tersimpan langsung pada nilai *grid* atau piksel tersebut. Pemetaan lokasi titik sampling dengan menggunakan ArcGIS dapat dijelaskan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pemetaan lokasi titik sampling dengan menggunakan ArcGIS

4.7. Alternatif Pengolahan Penurunan Kadar Limbah Tembaga

4.7.1. Penurunan Kadar Tembaga Pada Limbah Industri Kerajinan Perak Dengan Presipitasi Menggunakan Natrium Hidroksida

Pada penelitian yang pernah dilakukan terkait dengan penurunan kadar tembaga pada limbah cair industri kerajinan perak di Kotagede dilakukan dengan presipitasi menggunakan *natrium hidroksida*. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar Cu^{2+} dengan presipitasi menggunakan NaOH. Selain itu juga untuk mengetahui konsentrasi NaOH yang efektif dalam penurunan kadar Cu^{2+} serta untuk mengetahui waktu pengendapan yang efektif. Metode presipitasi (pengendapan) merupakan salah satu metode pengolahan limbah yang banyak digunakan untuk memisahkan logam berat dari limbah cair.

Dalam metode presipitasi ini dilakukan dengan penambahan sejumlah zat kimia tertentu untuk mengubah senyawa yang mudah larut ke bentuk padatan yang tak larut. Presipitasi kimiawi dapat dipakai untuk mengolah limbah cair yang

mengandung bahan beracun yang dapat diubah menjadi bentuk tak larut, misalnya limbah yang mengandung *arsen, cadmium, chrom, cuprum, plumbum, hidrargyrum, nikel, argentum, dan zink*. Pada pengolahan air limbah yang mengandung ion logam seperti Cu^{2+} perlu dilakukan suatu reaksi pengendapan (presipitasi) dengan suatu *reagen* kimia dengan didasarkan atas apakah suatu kation Cu^{2+} yang bereaksi dengan beberapa *reagensia* yang ada akan membentuk endapan atau tidak. Menurut Vogel (1985), pengendapan (presipitasi) adalah suatu proses pemisahan diri suatu fase padat keluar dari larutan. Endapannya mungkin berupa kristal atau koloid dan dapat dikeluarkan dari larutan dengan penyaringan atau pemusingan (*centrifug*) (Ganjar,2008).

Penurunan kadar tembaga (Cu^{2+}) limbah cair industri perak antara lain:

a. Waktu atau lama kontak

Semakin lama kontak antara limbah cair dan *reagen* maka ion - ion tembaga (Cu^{2+}) akan semakin banyak yang mengendap sehingga kadar tembaga (Cu^{2+}) dalam limbah cair berkurang.

b. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) atau konsentrasi ion hidrogen limbah cair industri perak menurut peneliti terdahulu sebelum perlakuan sebesar 2.0. Nilai ini menunjukkan pH yang bersifat asam. Pada pH yang asam/rendah proses pembentukan koloid tidak dapat berlangsung dengan baik, bersifat korosif, dan menimbulkan gangguan pada proses pengolahan. Dengan adanya presipitasi NaOH dan kapur tawas yang sekaligus dapat mengkondisikan pH menjadi naik sehingga pengendapan dapat berjalan dengan optimal.

c. Tempat pengendapan

Tempat pengendapan yang mempunyai dasar berbentuk segitiga dapat mempercepat proses terjadinya pengendapan. Hal ini karena dipengaruhi oleh adanya gaya gravitasi.

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pada penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan:

1. Kadar Cu^{2+} pada limbah cair industri perak dapat diturunkan dengan metode presipitasi menggunakan larutan NaOH.

2. Penurunan kadar Cu^{2+} limbah cair industri kerajinan perak yang optimum terjadi pada penambahan 20 mL NaOH 9% diperoleh kadar Cu^{2+} mencapai 0.65 ppm dengan prosentasi penurunan sebesar 95,47%.
3. Penurunan kadar Cu^{2+} dengan presipitasi menggunakan larutan NaOH cukup baik karena metode ini mampu menurunkan kadar Cu^{2+} menjadi 0,65 ppm. Kadar ini mendekati baku mutu yang diizinkan yaitu 0,6 ppm.
4. Semakin lama waktu pengendapan maka volume endapan yang terbentuk semakin banyak. Laju pengendapan secara keseluruhan diperoleh sebesar 0,028125 mL/menit (Andaka, 2008).

4.7.2. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag Dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi Dengan Tanah Liat Dari Daerah Godean

Penelitian bertujuan untuk menurunkan kadar limbah, dalam hal ini limbah cair perak menggunakan metode adsorpsi dengan tanah liat dari daerah godean. Dalam metode adsorpsi, tanah liat sebagai *adsorbent* dicampur dengan limbah sebagai adsorbat dalam suatu wadah. Variabel bebas yang digunakan adalah variasi kedalaman tanah liat, waktu kontak (5,10, dan 15 menit), cara pengadukan (tanpa pengadukan, pengadukan lambat dan pengadukan cepat). Berdasarkan hasil analisis menggunakan SSA didapatkan bahwa cara yang paling baik adalah dengan pengadukan cepat, menggunakan tanah bagian bawah dan dengan waktu kontak 15 menit. Bila waktu yang digunakan terlalu singkat akan terjadi pencampuran yang tidak merata dan bila waktu yang digunakan terlalu lama maka kapasitas penyerap dari adsorben akan mencapai titik maksimum.

Hasil yang diperoleh yaitu untuk penurunan kadar Cu dan Cr terbesar terlihat dalam tanah bawah dengan pengadukan cepat dan dalam waktu 15 menit, untuk kadar Ag yang paling efektif penurunannya terlihat dalam tanah bagian bawah dengan pengadukan lambat dan dalam waktu 15 menit. Semakin lama waktu kontak yang digunakan semakin meningkat penurunan kadar Cu, Cr, dan Ag karena proses penempelan adsorbat lebih baik. Setelah dilakukan proses adsorpsi pada limbah, terjadi penurunan kadar Cu dan Cr sampai di bawah baku mutu yang ditetapkan sehingga limbah akan aman bila dibuang ke lingkungan (Giyatmi, 2008).

4.7.3. Perbedaan Penurunan Kadar Tembaga (Cu) Pada Berbagai Variasi Waktu Kontak Dengan Eceng Gondok Pada Limbah Cair Industri Perak di Kecamatan Kotagede, Yogyakarta, DIY Tahun 2003

Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel limbah cair dari hasil proses produksi di salah industri perak kecamatan Kotagede. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar tembaga pada berbagai variasi waktu kontak eceng gondok pada limbah cair industri perak di Kecamatan Kotagede Yogyakarta, DIY. Jenis penelitian ini adalah eksperimen laboratorium, dilakukan dengan cara mengontakan limbah cair industri perak yang belum dilakukan pengolahan dengan eceng gondok dengan waktu kontak 12 jam, 18 jam, 24 jam, 30 jam, 36 jam dan kontrol tidak diberi eceng gondok.

Dalam penelitian ini dilakukan 5 kali pengulangan. Parameter yang diukur adalah suhu menggunakan thermometer, pH menggunakan pHmeter, BOD dengan metode winkler, COD dengan metode refluks tertutup dan titrimetrik, zat organik dengan metode permanganat dan kadar tembaga dengan menggunakan *spectrophotometer orbecohelik*. Uji statistik yang digunakan adalah uji t-test, anova oneway, dan LSD, dengan signifikansi 5%. Hasil pengukuran kadar tembaga sebelum dilakukan perlakuan sebesar 101,4 mg/l, setelah diberi perlakuan dengan waktu kontak 12 jam, 18 jam, 24 jam, 30 jam, dan 36 jam kadar tembaga turun menjadi rata-rata berturut-turut 74,10 mg/l, 54,85 mg/l, 32,05 mg/l, 5,9 mg/l, dan 3,25 mg/l.

Persentase penurunannya berturut-turut 26,90%, 45,89%, 68,38%, 94,18%, dan 96,75%. Hasil uji t-test p value $0,001 < 0,005$, hasil uji anova diperoleh p value $0,001 < 0,005$. Waktu kontak yang dapat memberikan penurunan paling tinggi dalam penelitian ini adalah waktu kontak 36 jam pada bak perlakuan dengan 18 liter limbah cair industri perak yang mengandung tembaga(Cu^{2+}) 101,4 mg/l turun menjadi 3,25 mg/l. Saran yang diberikan adalah perlu adanya penanganan terhadap pH yang terlalu asam sebelum kontak dengan eceng gondok agar eceng gondok dapat hidup optimum sehingga penyerapan terhadap tembaga lebih optimum (Hartini, 2003).