

**MENENTUKAN POLA PENYEBARAN LOGAM BERAT (Cu, Fe, Zn)
DI SUNGAI SIAK DENGAN MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETER (AAS)**

Abdul Haris Salam¹, Sugianto², Tengku Emrinaldi²

E-mail: tequ_harrys_id@ymail.com

¹Mahasiswa Program S1 Fisika FMIPA-UR

²Dosen Jurusan Fisika FMIPA-UR

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

ABSTRACT

A study concerning the determination of the distribution patterns of heavy metals (Cu, Fe, Zn) in Siak River has been done using a spectrophotometer (AAS). This research used an experimental method that is focused on the study of the pattern of spread of heavy metals Cu, Fe and Zn. The process was started by taking samples at 5 locations, then filtered with Whatman 40 Filter 0,45 μm and added HNO_3 to dissolve the metals contained in the water sample, further analysis was undertaken using spectrophotometer (AAS) to determine the absorbance of each metals in water sample and standard solutions. Based on the data of standard solutions. Regression curves can be set up to determine the concentration of each metal. Results of water sample analysis showed that the concentration respectively of Cu, Fe and Zn was 0,0147 ppm, 0,0239 ppm and 1,9854 ppm. Based on water quality standards released by Unit Pelaksana Teknik Pengujian Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau, the concentration of Cu and Zn contained in the Siak river water samples are safe for consumption for the maximum allowable limit, there are 0,02 ppm for Cu and 0,05 ppm for Zn. Another case with the Fe concentrations, that exceeds the maximum allowable concentrations for drinking in the amount of 1,9854 ppm from 0,3 ppm. After assessment, the safety distance to use the water of Siak River is more than 24,5 meters from the source of the waste.

Keywords: Absorbance, Heavy Metal, Spectrophotometer (AAS)

PENDAHULUAN

Sungai Siak masih digunakan masyarakat sebagai tempat mandi, mencuci, memancing bahkan mencuci bahan makanan, terutama bagi masyarakat yang bertempat tinggal di pinggiran Sungai. Sangat dikhawatirkan apabila air Sungai telah tercemar oleh logam berat, akibat pencemaran tersebut tidak hanya masyarakat yang berada di pinggiran Sungai Siak saja yang akan merasakan dampaknya, melainkan semua makhluk hidup yang bergantung dan hidup di Sungai Siak juga ikut merasakan dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran tersebut.

Spektrofotometri merupakan salah satu cara untuk menentukan konsentrasi suatu materi baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif. Spektrofotometer (AAS) merupakan alat yang menerapkan prinsip kerja ini dan bisa digunakan untuk menentukan konsentrasi logam berat yang terkandung dalam air.

Ruang lingkup yang dibahas dalam penelitian ini yaitu tentang pola penyebaran logam berat (Cu, Fe, Zn) di Sungai Siak dengan menggunakan spektrofotometer (AAS). Adapun dengan tujuan yang ingin dicapai yaitu menjelaskan bagaimana prinsip kerja spektrofotometer (AAS) untuk menentukan konsentrasi logam berat yang terkandung dalam air sungai, pola penyebaran dan menentukan apa saja faktor yang mempengaruhi penyebarannya.

BAHAN DAN METODE

Pada dasarnya, air yang belum mengalami pencemaran tidak berwarna, tidak mempunyai rasa dan tidak pula berbau. Air juga mempunyai tiga fasa yaitu sebagai fasa cair, fasa gas dan fasa padat saat air membeku. Siklus hidrologi merupakan tahapan yang dilalui oleh air dari bumi menguap ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi.

Menurut Peraturan Gubernur Bali Tanggal 1 Februari 2007 No. 8 Tahun 2007, tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup terdapat empat kelas air yaitu sebagai berikut:

1. Kelas satu (I), yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Kelas dua (II), yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum, namun harus diolah terlebih dahulu.
3. Kelas tiga (III), yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Kelas empat (IV), yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha perkotaan, industri, dan sebagai pembangkit listrik tenaga air. (Efendi,2003)

Hukum yang mendasari spektrofotometer (AAS) ini ialah Hukum Lambert dan Hukum Beer yang di padukan menjadi Hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert menyatakan “bila suatu sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang dilalui sinar” dan Hukum Beer menyatakan bahwa “intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi unsur yang menyerap sinar tersebut”.

Perpaduan kedua hukum ini menghasilkan persamaan yang disebut dengan persamaan Hukum Lambert-Beer yaitu:

$$A = -\text{Log}(I_t/I_o) = abc \quad (1)$$

dimana:

A = Absorbansi

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan (W/m^2)

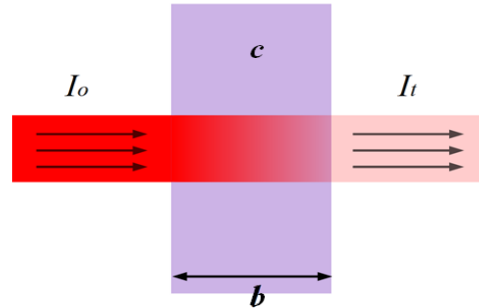
I_o = Intensitas sinar mula-mula (W/m^2)

a = Konstanta Ekstingsi (liter/mol.cm atau liter/gram.cm)

b = Panjang jalan sinar (cm)

c = Konsentrasi atom yang mengabsorpsi sinar (mol/liter atau gram/liter)

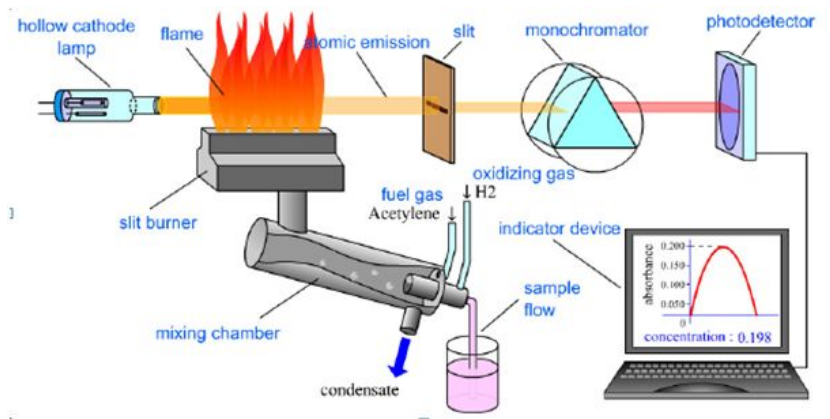
untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar.1 Absorbansi

Prinsip kerja Spektrofotometer (AAS) pada dasarnya merupakan penyerapan sinar dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom yang di bebaskan oleh nyala. Secara rinci prosesnya dimulai dari sampel yang akan dianalisis berupa cairan, sampel kemudian dihisap ke dalam ruang pengkabutan (nebulizer) untuk diubah menjadi partikel-partikel kecil (aerosol) dengan menggunakan udara bertekanan yang dialirkan dari kompresor. Partikel kemudian dipecah lagi menggunakan baling-baling (flow spoiler) untuk menghasilkan partikel yang lebih kecil dan halus, sedangkan partikel yang ukurannya besar akan dikeluarkan melalui pembuangan (drain). Partikel yang dilewatkan akan dicampur dengan gas pengoksida (udara) dan bahan bakar (gas asetiln).

Partikel yang telah bercampur dengan gas pengoksida dan bahan bakar kemudian dilewatkan melalui kapiler menuju nyala. Begitu sampai di nyala partikel tersebut akan dibakar pada tungku pembakaran, dengan tujuan untuk memecah partikel menjadi atom-atom berbentuk gas. Partikel yang telah di jadikan atom tersebut kemudian akan disinari dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan unsur yang berasal dari lampu katoda berongga. Saat atom-atom tersebut disinari, sebagian sinar akan ditransmisikan dan sebagian lagi akan diserap oleh atom, atom yang menyerap sinar tersebut elektronnya akan tereksitasi untuk beberapa saat, setelah itu elektron tersebut akan kembali ke tingkat energi dasar (Ground State) sambil melepaskan energi. Sinar yang diteruskan setelah melewati nyala akan dilewatkan pada celah (slit) untuk meluruskan sinar yang datang menuju monokromator. Monokromator disini berfungsi sebagai isolasi untuk panjang gelombang yang tidak sesuai dengan panjang gelombang unsur pada sampel. Sinar yang keluar dari monokromator lalu ditangkap oleh detektor, setelah itu sinar dengan panjang gelombang sesuai unsur di ubah menjadi signal listrik yang akan di baca oleh perangkat komputer. Perangkat komputer membaca signal listrik bukan sebagai sinar yang teruskan (ditransmisikan) melainkan sebagai nilai absorbansi dari atom. Begitulah proses yang terjadi di dalam spektrofotometer (AAS), sehingga nilai yang terbaca merupakan nilai absorbansi dari unsur dalam sampel, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar.2 brikut:



Gambar.2 Prinsip Kerja Spektrofotometer (AAS)

Konsentrasi suatu senyawa atau unsur dapat dihitung dari persamaan regresi yang diukur pada sampel dengan absorbansi maksimum maka diperoleh persamaan garis:

$$Y = aX + b \quad (2)$$

dimana;

Y = Absorbansi

X = Konsentrasi (ppm)

Yrat = Absorbansi Rata-rata

Xrat = Konsentrasi Rata-rata (ppm)

$$a = \frac{\sum\{X - X_{rat}\}(Y - Y_{rat})}{\sum(X - X_{rat})^2} \quad (3)$$

$$b = Y_{rat} - a(X_{rat}) \quad (4)$$

dimana:

a = Slope

b = Intersep

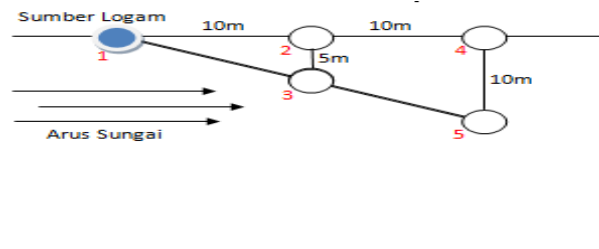
Untuk mengetahui apakah persamaan tersebut dapat dipakai sebagai perhitungan penetapan konsentrasi larutan, maka selanjutnya menentukan harga koefisien koordinasi (r) dengan rumus:

$$r = \frac{\sum\{(X - X_{rat})(Y - Y_{rat})\}}{\sqrt{\{\sum(X - X_{rat})^2\}\{\sum(Y - Y_{rat})^2\}}} \quad (5)$$

Jika r mendekati (1), maka kurva dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi logam berat yang terkandung di dalam air.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pola penyebaran logam berat (Cu, Fe dan Zn) di Sungai Siak. Pengujian konsentrasi logam berat tersebut dilakukan dengan menggunakan 1 set Spektrofotometer (AAS), sampan sebagai alat transportasi untuk mengambil sampel dan botol air mineral sebagai wadah, saringan whatman 40 dengan pori 0,45 μm dan kompresor untuk mengubah larutan menjadi kabut (aerosol). Bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini berupa larutan standar untuk masing-masing logam uji, asetilen, HNO_3 untuk melarutkan logam.

Proses dimulai dengan mengambil 5 titik sampel air Sungai Siak seperti pada gambar.2, kemudian sampel disaring dengan menggunakan kertas whatman 40, setelah itu ditambahkan HNO_3 yang berperan dalam melarutkan logam yang terkandung dalam sampel secara sempurna, kemudian dilakukan analisa dengan menggunakan Spektrofotometer (AAS) untuk menentukan absorbansi dari masing masing logam pada sampel dan larutan standar.



Gambar.3 Pola Pengambilan Sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran absorbansi larutan standar dan absorbansi logam Cu, Fe dan Zn dalam sampel air Sungai Siak dengan menggunakan spektrofotometer (AAS) dapat dilihat dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2. Larutan Standar Logam Cu, Fe dan Zn.

Larutan	Logam Berat					
	Tembaga (Cu)		Besi (Fe)		Seng (Zn)	
	Kons	Abs	Kons	Abs	Kons	Abs
Standar1	0,0	-0,0004	0,0	-0,0015	0,00	-0,0006
Standar2	0,2	0,0361	0,5	0,0522	0,05	0,0345
Standar3	0,5	0,0902	1,0	0,1054	0,10	0,0672
Standar4	1,0	0,1762	2,0	0,2082	0,20	0,1316

Tabel 3. Absorbansi Sampel untuk Logam Cu, Fe dan Zn.

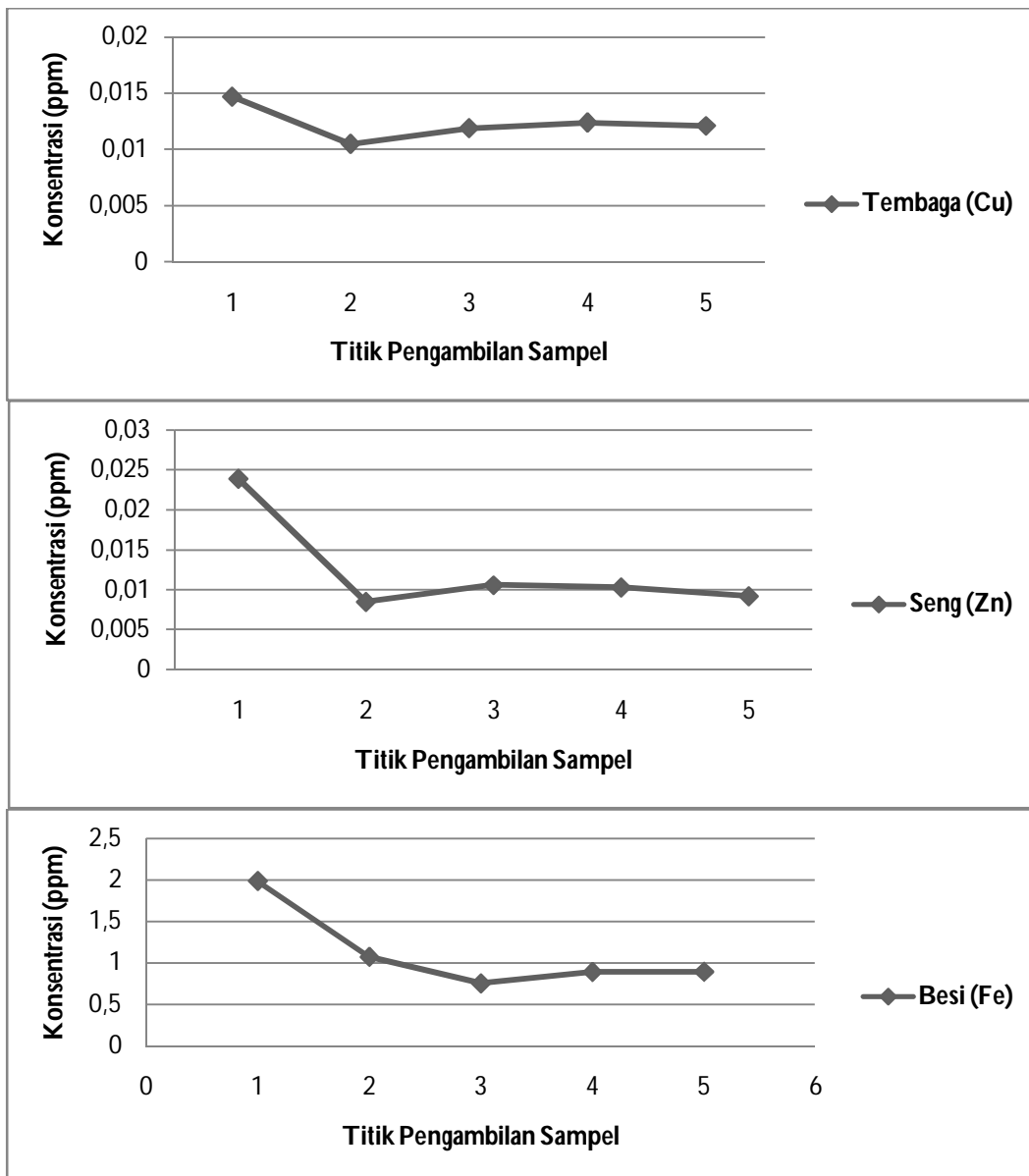
Lokasi Pengambilan sampel	Absorbansi Logam Berat		
	Tembaga (Cu)	Besi (Fe)	Seng (Zn)
Titik 1	0,0026	0,2072	0,0158
Titik 2	0,0018	0,1120	0,0056
Titik 3	0,0021	0,0788	0,0070
Titik 4	0,0022	0,0930	0,0068
Titik 5	0,0021	0,0933	0,0061

Berdasarkan nilai konsentrasi dan absorbansi larutan standar, bisa dibuat persamaan regresi untuk masing- masing logam (Cu, Fe, Zn), persamaan regresi ini yang akan digunakan untuk menentukan konsentrasi logam (Cu, Fe, Zn) di dalam sampel air dengan mensubstitusikan nilai absorbansi masing-masing sampel. Hasil konsentrasi yang didapatkan dari substitusi harga absorbansi sampel ke persamaan regresi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Konsentrasi sampel untuk Logam Cu, Fe dan Zn.

Lokasi Pengambilan sampel	Konsentrasi Logam Berat (ppm)		
	Tembaga (Cu)	Besi (Fe)	Seng (Zn)
Titik 1	0,0147	1,9854	0,0239
Titik 2	0,0105	1,0737	0,0085
Titik 3	0,0119	0,7551	0,0106
Titik 4	0,0124	0,8916	0,0103
Titik 5	0,0121	0,8940	0,0092

Berdasarkan tabel konsentrasi logam berat yang didapat dari eksperimen tersebut, maka dibuat pola penyebaran logam berat tersebut dari sumber pembuangannya. Adapun grafik yang menggambarkan pola sebaran tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar.4 Grafik Pola sebaran logam Cu, Fe dan Zn di Sungai Siak

Titik.1 merupakan titik sumber dari logam Fe, Cu dan Zn. Konsentrasi masing-masing logam tersebut berbeda-beda, dengan konsentrasi yang paling tinggi yaitu logam Fe sebesar 1,9854 ppm, kemudian konsentrasi logam Zn 0,0239 ppm dan terakhir logam Cu dengan konsentrasinya 0,0147 ppm. Pada lokasi titik.2 hidup sekumpulan eceng gondok, pada titik ke-2 ini terlihat penurunan drastis konsentrasi Cu dan Zn, berbeda dengan Fe yang hanya terjadi sedikit penurunan. Berdasarkan penelitian para ahli, eceng gondok merupakan penyerap polutan logam yang baik, sehingga adanya eceng gondok menjadi indikator bahwa tempat tersebut dicemari logam. Kecepatan serap polutan oleh eceng gondok terhadap logam berbeda-beda, logam yang cepat di serap eceng gondok diantaranya Cu dan Zn, untuk logam Fe penyerapannya berjalan lambat.

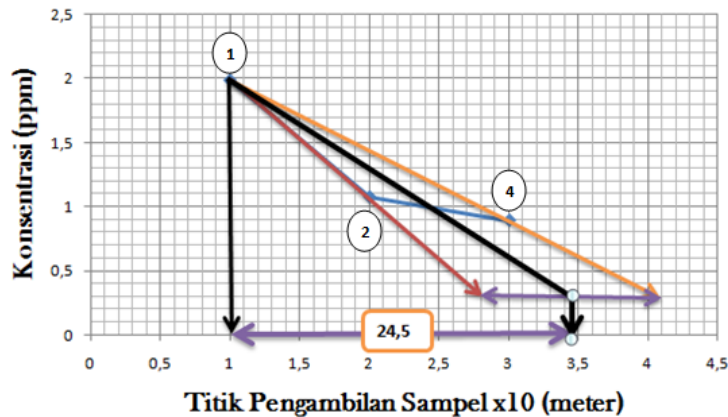
Berdasarkan baku mutu air yang dikeluarkan oleh Unit Pelaksana Teknik Pengujian Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau, konsentrasi logam berat yang diperbolehkan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Baku Mutu Logam Cu, Fe dan Zn

No	Logam Berat	Baku Mutu Air (ppm)			
		Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	Besi (Fe)	0,30	-	-	-
2	Tembaga (Cu)	0,02	0,02	0,02	0,2
3	Seng (Zn)	0,05	0,05	0,05	2,0

Konsentrasi logam Cu dan Zn masih dalam kondisi aman, yakni Cu dengan konsentrasi 0,0147 ppm dan Zn 0,0239 ppm yang berarti masih layak untuk di konsumsi ataupun dipergunakan untuk keperluan lainnya. Namun untuk logam Fe sangat mengkhawatirkan karena konsentrasinya yang jauh melebihi batas ambang dari baku mutu air, yakni sebesar 1,9854 ppm yang berarti sudah tidak layak lagi untuk di konsumsi karena dapat membahayakan kesehatan. Dengan demikian walaupun konsentrasi Cu dan Zn masih dibawah ambang, namun konsentrasi Fe tidak mengizinkan untuk mengkonsumsi air Sungai ini pada jarak tertentu dari sumber.

Untuk menyelesaikan kasus ini, anggap konsentrasi logam tersebut turun secara linear terhadap jarak. Dengan demikian dapat di tarik garis lurus melalui titik pengambilan sampel yang berada disepanjang tepian sungai (1, 2, 4) yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar.5 Taksiran Jarak Aman Konsumsi Air Sungai

Berdasarkan gambar.5 tersebut maka dapat dilihat bahwa jarak aman agar air Sungai Siak dapat dikonsumsi yaitu sekitar 24,5 meter dari titik sumber logam pencemar tersebut. Ini merupakan harga taksiran berdasarkan grafik, namun pada kenyataannya penyebaran logam tersebut sangat dipengaruhi oleh lingkungannya dan tidak dapat ditetapkan secara pasti.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam Fe telah melebihi batas ambang untuk baku mutu air kelas I yaitu 1,9787 ppm dari 0,3 ppm yang diperbolehkan, namun hanya dapat dimanfaatkan jika air yang diambil berjarak lebih dari 24,5 meter dari sumber logam tersebut karena konsentrasi logamnya telah turun menjadi 0,3 ppm, untuk air kelas II, III dan IV air Sungai Siak masih layak digunakan, berdasarkan baku mutu air yang dikeluarkan UPT Pengujian dinas PU Provinsi Riau.

Tumbuhan air sangat berperan penting dalam penyerapan logam Cu dan Zn yang ada di Sungai Siak, seperti eceng gondok yang dapat menyerap logam Cu dan Zn lebih cepat dibandingkan dengan Fe. Laju penyerapan logam tersebut dapat dilihat pada perbandingan grafik sebaran logam Cu, Fe dan Zn.

Pencemaran logam ini sangat mempengaruhi ekosistem yang ada di sekitarnya, berdasarkan pengamatan disekitar sumber polutan logam, terlihat bahwa tumbuhannya layu dan diselubungi oleh warna putih tepung, tumbuhan kangkung yang hidup di pinggir Sungai juga terlihat batangnya berubah warna menjadi kehitaman, yang menurut masyarakat disana sudah tidak bisa dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyady, B. 2009. *Studi Tentang Kesensitifan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Teknik Vapour Hydride Generation Accessories (VHGA) Dibandingkan Dengan SSA Nyala Pada Analisa Unsur Arsen (As) Yang Terdapat Dalam Air Minum*, Tesis Sekolah pasca Sarjana, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Edward. Lestari. 2004. *Dampak Pencemaran Logam Berat Terhadap Kualitas Air Laut dan Sumber daya Perikanan (Studi Kasus Kematian Massal Ikan-Ikan di Teluk Jakarta)* 2:52-58
- Efendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: KANISIUS
- Harahap, I.Y. 2009. *Penentuan Kadar Nitrit Pada Beberapa Air Sungai Di Kota Medan Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri (Visible)*, Karya Ilmiah Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Kholidiyah, N. 2010. *Respon Biologis Tumbuhan Eceng Gondok Sebagai Bio-monitoring Pencemaran Logam Berat Cadmium (Cd) dan Plumbum (Pb) Pada Sungai Pembuangan Lumpur Lapindo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo*, Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang.
- Pribadi, A, M. 2005. *Evaluasi Kualitas Air Sungai Way Sulan Kecil Kabupaten Lampung Selatan*, Skripsi Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sastrohamidjojo, H. 2001. *Spektroskopi*. Liberty: Yogyakarta.
- Sitorus, Marham. 2009. *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.