

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM Fe DAN Mn PADA SUNGAI DELI

Togi Rosnala¹, Supardi U.S²

SMA PGRI 4 Jakarta¹, Universitas Indraprasta PGRI²

bonarsijabat33@gmail.com¹, supardiuki@yahoo.com²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui data kandungan logam Fe dan Mn pada air, ikan dan sedimen di Sungai Deli sesuai standar yang ditetapkan untuk masing masing sampel yang diambil berasal dari sungai Deli dibagian hulu di Delitua, bagian tengah di Glugur By Pass dan bagian Muara di Belawan. Penelitian ini dilakukan dengan metode spektrofotometri.

Untuk menguji hipotesis digunakan uji – t dengan taraf signifikansi $\alpha = 005$ dan $dk = n - 1$ dengan kriteria , jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka menunjukkan H_0 diterima dan H_a ditolak.

Dari hasil penelitian diperoleh data kandungan logam Fe pada air Sungai Deli, bagian hulu 1,0385 ppm \, bagian tengah 1,9602 ppm dan muara adalah 3,7114 ppm. Pada ikan Sungai Deli bagian hulu 5,9850 ppm, bagian tengah 8,3454 ppm dan bagian muara 8,3228 ppm. Pada sedimen Sungai Deli bagian hulu 2713,8361 ppm, bagian tengah 2722,8381 ppm dan bagian muara 3797,2644 ppm . Dan kandungan logam Mn pada air Sungai Deli bagian hulu 0,5472 ppm, bagian tengah 1,6292 ppm dan bagian muara 1,9708 ppm. Pada ikan Sungai Deli bagian hulu 0,8924 ppm, bagian tengah 1,9708 ppm dan bagian muara 2,9316 ppm dan pada sedimen Sngai Deli bagian hulu 1513,5688 ppm, bagian tengah 1793,4924 ppm dan bagian muara 1943,8546 ppm.

Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dari kadar logam Fe pada air, ikan dan sedimen tidak ada yang melewati ambang batas yang ditetapkan untuk sampel masing – masing, sedangkan kadar logam Mn pada air, ikan dan sedimen telah melewati ambang batas yang ditetapkan untuk sampel masing – masing.

Kata Kunci: Kandungan Logam, Fe ,Mn, Sungai Deli

ABSTRACT

This research aims to determine data on Fe and Mn metal content in water, fish and sediment in the Deli River according to standards set for each foreign sample taken from the Deli River in the upstream section in Delitua, the middle section in Glugur By Pass and the Estuary section in Belawan. This research was carried out using spectrophotometric methods.

To test the hypothesis, the t-test is used with a significance level of $\alpha = 005$ and $dk = n - 1$ with the criteria, if $t \text{ count} \leq t \text{ table}$, then it shows that H_0 is accepted and H_a is rejected.

From the research results, data was obtained on the Fe metal content in Deli River water, the upstream part was 1.0385 ppm, the middle part was 1.9602 ppm and the estuary was 3.7114 ppm. For fish in the upstream part of the Deli River, it is 5.9850 ppm, in the middle part it is 8.3454 ppm and in the estuary part it is 8.3228 ppm. In the Deli River sediment, the upstream part is 2713.8361 ppm, the middle part is 2722.8381 ppm and the estuary part is 3797.2644 ppm. And the Mn metal content in the upstream part of the Deli River is 0.5472 ppm, the middle part is 1.6292 ppm and the estuary part is 1.9708 ppm. In fish in the upstream part of the Deli River, it is 0.8924 ppm, in the middle part it is 1.9708 ppm and in the estuary part it is 2.9316 ppm and in the upstream part of Deli Sngai sediment it is 1513.5688 ppm, in the middle part it is 1793.4924 ppm and in the estuary part it is 1943.8546 ppm.

The results of this research show that none of the Fe metal levels in water, fish and sediment have passed the threshold set for each sample, while the Mn metal content in water, fish and sediment has passed the threshold set for each sample. each.

Keywords: Metal Content, Fe, Mn, Deli River

A. PENDAHULUAN

Sungai adalah salah satu sumber air yang penting bagi masyarakat karena sebagai salah satu sumber air utama yang peranannya sangat banyak misalnya untuk keperluan air minum, perikanan pertanian, industry dan juga untuk keperluan rumah tangga. Namun karena sungai sekarang banyak digunakan manusia sebagai tempat pembuangan sampah, limbah domestic dan limbah industry maka sungai menjadi tercemar. Akibat dari pencemaran ini kualitas air menjadi menurun.

Kebutuhan akan air untuk minum, keperluan sehari – hari dan untuk keperluan industry dalam jumlah yang banyak harus memenuhi syarat tertentu yang menyebabkan perlunya pengawasan kualitas air karena beberapa logam tertentu dalam jumlah renik, berada dalam ambang batas (Rahmat,2000) . Seperti kandungan logam Fe dan Mn yang terlarut dalam sungai Aek Sijornih yaitu 1,2420 ppmFe dan 1,0446 ppm Mn (Marahalim, 2000), sedangkan menurut standar air bersih adalah 5 ppm Fe dan 0,5 ppm Mn (Suparni, 1994).

Terjadinya perubahan fisik dan kimia suatu perairan disebabkan oleh buangan limbah cair industry yang mengandung bahan – bahan racun dan berbahaya antara lain senyawa merkuri, mangan, tembaga, ammonium, alumunium dan lainnya hasil dalam

keadaan terlarut maupun tersuspensi.. Begitu pula dengan biota dan sedimen yang terdapat didalam perairan juga merupakan parameter penemaran karena adanya kontaminasi logam.

Berdasarkan uraian diatas yang menyatakan bahwa sungai telah tercemar oleh logam – logam berat karena adanya limbah industry , rumah angga dan domestic maka penulis ingin meneliti kadar logam berat yang terdapat pada air sungai Deli beserta biota dan sedimennya dengan menggunakan spektrofotometri.

Berdasarkan latar belakang diatas , maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah kadar Fe dan Mn air sungai Deli
2. Berapakah kadar Fe dan Mn biota sungai Deli
3. Berapakah kadar Fe dan Mn sedimen sungai Deli
4. Apakah kadar Fe dan Mn pada sair sungai sudah melewati ambang batas menurut PP RI No. 20 Tahun 1990
5. Apakah kadar Fe dan Mn pada biota (ikan) sungai Deli melewati ambang batas menurut Departemen Kesehatan RI tahun 1990
6. Apakah kadar Fe dan Mn pada sedimen sungai Deli melewati ambang batas menurut Stoker dan Seager tahun 1979.

B. LANDASAN TEORI

1. Logam

Air sering tercemar oleh komponen – komponen organik logam berat yang berbahaya seperti air raksa, cadmium, tembaga kromium, plumbum dan lain lain. Kandungan logam dalam buangan dan badan penerima mengurangi penggunaan air. Logam termasuk bahan beracun. Dala konsentrasi tertentu bila termakan manusia dapat membahayakan kesehatan bahkan mengancam kehidupan misalnya saja plumbum dapat menyebabkan mabuk dan merupakan racun bila berlebihan dimakan akan terjadi racun didalam tubuh.

Keberadaan logam – logam dalam perairan dapat berasal dari sumber – sumber alamiah dan aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber – sumber logam yang masuk ke badan perairan berupa pengikisan dari batu mineral yang banyak disekitar perairan.

Adapun logam yang berasal dari aktivitas manusia dapat berupa buangan sisa dari industry secara alamiah masuk kedalam perairan melakukan pengompleksan partikel logam diudara karena hujan dan karena peristiwa erosi yang terjadi pada batuan mineral yang ada disekitar perairan (Palar, 1994)

2. Besi dan Mangan dalam Air

Dua unsur mineral yang sering menjadi bagian analisis kualitas air adalah unsur besi dan mangan, keduanya termasuk unsur mikro yang merupakan hasil pelapukan batuan induk banyak ditemukan dalam perairan alamiah. Kedua unsur mikro ini juga merupakan unsur- unsur hara yang penting untuk kehidupan manusia dan makhluk akuatis lainnya. Besi dan mangan adalah dua a yan biasanya ada bersamaaan dalam sumber air bersh, keduanya kalau berlebihan akan mengakibatkan masalh rasa dan warna (Sarwoko, 1998)

3. Baku Mutu Air Pada Sumber Air

Baku muu air pada sumber air adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan yang terdapat dalam air namun air tetap berfungsi sesuai dengan yang diperuntukkannya (Biro Kependudukan Dan Lingkungan Hidup , 1991)

Berdasarkan PP RI No. 20 Tahun 190 tentang kriteria kualitas air golongan B untuk air minum pada logam besi (Fe) 5 ppm dan pada logam mangan (Mn) 0,5 ppm

4. Pencemaran Air

Air merupakan zat yang penting dalam kehidupan mankluk hidup didunia ini. Apabila air sudah tercemar logam – logam yang berbahaya akan mengakibatkan hal – hal yang buruk bagi kehidupan. Pada air tawar yang biasanya mengalir disungai, logam yang terkandung didalam biasanya berasal dari hubungan air limbah dan erosi. Air tawar biasanya mengandung material anorganik dan organic yang mengambang lebih banyak dari pada air laut. Karena air sudah terkontaminasi secara alami dapat menyebabkan air berbahaya dan merugikan ksehatan. Kontaminasi yang dimaksud adanya perubahan sifat sifat fisik, kimia dan biologi.

5. Biotik

Ekosistem adalah suatu system ekologi yang terdiri atas komponen yang saling berinteraksi dimana komponen tersebut biotik dan abiotic yang saling berinteraksi (Asdak, 1995) . Berbagai macam organisme yang hidup diperairan diantaranya flankton,

organisme benthos, ikan, ganggang dan sebagainya. Kehidupan di air juga mempengaruhi kualitas air oleh karenanya organisme air dapat dipakai sebagai parameter guna untuk masalah pencemaran. Ikan merupakan salah satu biota yang hidup di perairan merupakan utama yang dapat dilah sebagai makanan tambahan.

Menurut Departemen Kesehatan RI kadar logam Fe dan Mn pada ikan mempunyai harga ambang batas yaitu masing masing 10 ppm dan 0,5 ppm.

6. Sedimen

Sedimen adalah hasil proses yaitu terkikisnya butir – butir tanah. Sedimen umumnya mengendap dibawah kaki bukit daerah genangan banjir disaluran air sungai dan waduk. Sedimen sering dijumpai didalam sungai baik terlarut atau tidak terlarut yang merupakan produk dari pelapukan batuan induk yang dipengaruhi oleh factor lingkungan. Muatan sedimen yang terkandung didalam suatu sumber air dapat mempengaruhi kualitas karena dapat menimbulkan kekeruhan suatu sumber air yang diakibatkan adanya partikel partikel dan koloid.

Muatan sedimen total yang terdapat dalam aliran air yang terdiri atas sedimen merayap (Bedload) dan sedimen melayang (suspended sedimen). Muatan sedimen dalam aliran air juga membawa unsur hara dan logam berat yang mempengaruhi sumber daya air. (Asdak,1995).

7. Analisis Spektrofotometri

Analisa dengan system ini cara kerjanya berdasarkan atas pengukuran energy cahaya yang diserap oleh larutan dalam suatu sspensi. Intensitas warna adalah salah satu factor utama dalam penentuan konsentrasi analit secara spectrum . Hanya senyawa berwarna yang dapat ditentukan dengan metoda ini. Senyawa tak berwarna dapat dibuat berwarna yaitu mereaksikannya dengan pereaksi yang menghasilkan warna. Suatu energy yang dikenakan terhadap suatu zat akan dabsorpsi ditransmisika, dipantulkan dan dibiaskan oleh zat tersebut. Energi yang diabsorsi sebanding dngan energy yang dibutuhkan memungkinkan suatu perubahan dalam atom atau molekul zat tersebut sehingga mengakibatkan beberapa panjang gelombang dan energy dapat diabsorsi sedangkan panjang yang lain tidak ada(Sihombing,1999).

Pembentukan warna spektrofotometri dengan cahaya tampak biasanya ada beberapa cara yang dapat digunakan. zat pembentuk warna harus selektif dengan zat-zat asing yang tidak membentuk warna yang dapat mengganggu.

C. KERANGKA KONSEPTUAL

Sungai merupakan sarana yang penting bagi masyarakat. Namun karena kemajuan teknologi yang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maka sungai menjadi tercemar karena didalamnya sudah tercemar dan mengandung material anorganik maupun organik yang mempunyai kemampuan mengabsorpsi logam sehingga pencemaran mudah terjadi. Disamping itu kehidupan biota (organisme) serta sedimen yang terdapat disungai juga sudah tercemar oleh logam-logam berat dan partikel-partikel lainnya. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa logam-logam beserta yang terdapat disungai yang mencakup air, biota dan sedimen.

D. HIPOTESIS PENELITIAN

Berdasarkan uraian diatas maka dalam penelitian diajukan hipotesis sebagai berikut:
Hipotesis Nol (H₀)

- Kadar Fe dan Mn air sungai Deli tidak melewati nilai ambang batas yang ditetapkan oleh PP RI No. 20 Tahun 1990
- Kadar Fe dan Mn biota sungai Deli (ikan) tidak melewati nilai ambang batas menurut Departemen Kesehatan RI Tahun 1989
- Kadar Fe dan Mn sedimen sungai Deli tidak melewati nilai ambang batas menurut Stoker dan Seager Tahun 1979

Hipotesis Alternatif (H_a)

- Kadar Fe dan Mn air sungai Deli melewati nilai ambang batas yang ditetapkan oleh PP RI No. 20 Tahun 1990
- Kadar Fe dan Mn biota sungai Deli (ikan) melewati nilai ambang batas menurut Departemen Kesehatan RI Tahun 1989
- Kadar Fe dan Mn sedimen sungai Deli melewati nilai ambang batas menurut Stoker dan Seager Tahun 1979

E. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA UNIMED Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan Estate , Medan. Populasi dalam penelitian ini adalah air sungai, ikan (biota) dan sedimen (pasir) yang terdapat di sungai Deli dan sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari sungai Deli yang ada dibagian hulu, tengah dan hilir.

Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer (Spektronik 20), penangas listrik, mufla furnace dan oven listrik, desikator, neraca analitik dan bahan yang digunakan : Hidroksilamin, Amoniak, aquadest, KCNS, HNO₃, H₂SO₄. Penelitian ini menggunakan uji kualitatif dan uji kuantitatif. dalam menganalisa logam Fe dan Mn dalam sampel dengan menentukan panjang gelombang maksimum dan menentukan kurva kalibrasinya. Pada uji Kualitatif logam Fe dan Mn yaitu dengan mereaksikan beberapa ml sampel dengan beberapa ml Reagen KCNS , K₄[Fe(CN)₆]. Pada uji Kuantitatif menganalisis Fe dan Mn dalam sampel dengan menentukan konsentrasi Fe dan Mn dalam sampel (air, ikan dan sedimen).

Teknik analisa data yang diterapkan menentukan logam berat pada Fe dan Mn dalam tiap sampel menggunakan Regresi Linear kurva standart $Y = a + bX$. Hipotesis dihitung dengan menggunakan uji-t dengan rumus : $t_{hitung} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{SD / \sqrt{n}}$

F. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel disepanjang aliran Sungai Deli yang dimulai dari daerah hulu di Delitua, daerah tengah di Glugur By Pass dan daerah muara di Labuhan Belawan . Tiga jenis sampel yang diambil dilokasi aliran sungai Deli. ;

- a. Sampel air bagian hulu (S1), bagian tengah (S2), bagian muara(S3)
- b. Sampel ikan bagian hulu (K1), bagian tengah (K2), bagian muara (K3)
- c. Sampel sedimen bagian hulu (T1), bagian tengah (T2), bagian muara(T3)

Uji Kualitatif

Dari hasil penelitian uji kualitatif yang sudah dilakukan pada ketiga jenis sampel dapat dilihat dari endapan aau warna yang terbentuk. . Berdasarkan hasil uji kualitatif bahwa logam Fe dan Mn ada dalam sampel air. Ikan dan sedimen.

Uji Kuantitatif

Besi (Fe)

Berdasarkan hasil pengukuran larutan standart Fe sebagai Kompleks Fe Tiosianat dengan analisis regresi linear diperoleh persamaan $Y = 0,0254 + 0,0788X$ dengan regresi $r = 0,9985$ sehingga didapat konsentrasi Fe tiap –tiap sampel untuk beberapa lokasi disungai Deli . Berdasarkan hasil pengukuran Absorbansi sampel (air, ikan, sedimenn) dengan larutan standart 4 ppm sebagai kompleks Fe – Tiosianat hasilnya diperoleh kandungan logam Besi (Fe) sampel air disungai Deli berkisar 1,0385 ppm – 3,7114 ppm berdasarkan standar kualitas untuk baku mutu air memenuhi standar kualitas menurut Peraturan Pemerintah No.20 tahun 1990 dengan demikian air Sungai Deli yang berasal dari bagian hulu di Delitua, tengah di Glugur By Pass dan muara di Labuhan Belawan dapat digunakan untuk keperluan air minum. Kandungan logam Besi (Fe) berdasarkan Departemen kesehatan RI Tahun 1989 sampel ikan rata –rata disungai Deli berkisar 5,9850 ppm – 8,3228 ppm kandungan besi yang diperbolehkan adalah 10 ppm.maka kandungan besi dalam sampel ikan segar masih berada pada ambang batas aman dan layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.. Kandungan besi (Fe) sampel sedimen rata – rata di Sungai Deli berkisar 2713,8361 – 3797,2644 ppm berdasarkan ketetapan menurut Stoker dan Seager tahun 1979 batas maksimum kandungan besi dalam sampel sedimen masih berada dalam ambang batas.

TABEL 4,4

Hasil Pengukuran Absorbansi Sampel Sampel (Air, Ikan, Sedimen) + Larutan Standard 4 ppm sebagai Kompleks Fe – Tiosianat

KODE SAMPEL	ABSORBANSI ADISI RATA RATA	KONSENTRASI RATA – RATA
S ₁	0,3943	1,0385
S ₂	0,4305	1,9602
S ₃	0,4995	3,7114
K ₁	0,4242	5,9850
K ₂	0,4519	8,3454
K ₃	0,5134	8,3225

T ₁	0,5688	2713,8361
T ₂	0,5688	2722,8381
T ₃	0,6200	3797,2644

Mangan (Mn)

Berdasarkan hasil pengukuran larutan standar Mn sebagai Kompleks Mn – Formaldoksin dengan analisis regresi linear diperoleh persamaan $Y = 0,0003 + 0,0732X$ sehingga didapat konsentrasi Mn tiap –tiap sampel untuk beberapa lokasi disungai Deli . Berdasarkan hasil pengukuran Absorbansi sampel (air, ikan, sedimen) dengan larutan standart 5 ppm sebagai Kompleks Mn – Formaldoksin hasilnya diperoleh kandungan logam Mangan (Mn) sampel air disungai Deli berkisar 0,5472 ppm – 2,8694 ppm berdasarkan standar kualitas untuk baku mutu air memenuhi standar kualitas menurut Peraturan Pemerintah No.20 tahun 1990 dengan demikian air Sungai Deli yang berasal dari bagian hulu di Delitua, tengah di Glugur By Pass dan muara di Labuhan Belawan dapat digunakan untuk keperluan air minum. Kandungan logam Mangan (Mn) berdasarkan Departemen kesehatan RI Tahun 1989 sampel ikan rata –rata disungai Deli berkisar 0,8924 ppm – 2,9316 ppm kandungan mangan yang diperbolehkan adalah 0,5 ppm.maka kandungan mangan dalam sampel ikan segar masih berada pada ambang batas aman dan layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.. Kandungan Mangan (Mn) sampel sedimen rata – rata di Sungai Deli berkisar 1513,5688 – 1943,8546n ppm berdasarkan ketentuan menurut Stoker dan Seager tahun 1979 batas maksimum kandungan mangan dalam sampel sedimen sudah melewati ambang batas.

TABEL 4,7

Hasil Pengukuran Absorbansi Sampel Sampel (Air, Ikan, Sedimen) + Larutan Standard 5 ppm sebagai Kompleks Mn – Formaldoksin

KODE SAMPEL	ABSORBANSI ADISI RATA RATA	KONSENTRASI RATA – RATA
S ₁	0,3647	0,5472
S ₂	0,3919	1,6292
S ₃	0,4253	2,8694

K ₁	0,3665	0,8924
K ₂	0,3784	1,9708
K ₃	0,3889	2,9316
T ₁	0,4816	1513,5688
T ₂	0,4860	1793,4924
T ₃	0,4994	1943,8546

D. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian analisis data dan pengujian hipotesis dapat disimpulkan : kandungan logam Fe untuk air sungai Deli dari hulu sampai ke muara memenuhi syarat standar kualitas air golongan B menurut PP RI No 20 Tahun 1990. Untuk ikan sungai Deli dari hulu sampai

ke muara memenuhi syarat layak untuk dikonsumsi menurut standar yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI Tahun 1989. Untuk sedimen sungai Deli dari hulu sampai ke muara memenuhi tidak melewati ambang batas kandungan logam yang ditetapkan oleh Stoker dan Seager Tahun 1979. Kandungan logam Mn untuk air sungai Deli dari hulu sampai ke muara tidak memenuhi syarat standar kualitas air golongan B menurut PP RI No 20 Tahun 1990. Untuk ikan sungai Deli dari hulu sampai ke muara tidak layak untuk dikonsumsi menurut standar yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI Tahun 1989. Untuk sedimen sungai Deli dari hulu sampai ke muara tidak sesuai ambang batas kandungan logam pada tanah yang ditetapkan oleh Stoker dan Seager Tahun 1979.

Saran

Kepada peneliti lanjutan yang ingin meneliti air, ikan dan sedimen Sungai Deli agar melakukan penelitian terhadap kandungan logam seperti Cu, Hg, Pb dan logam lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alearst G & Sartika, Sari , 1987, *Metode Penelitian Air, Usaha Nasional* , Surabaya
Asdak , C , 1995 , *Hidrologi Dan Pengendalian Daerah Aliran Sungai* , Gadjah Mada
Universty Press , Yogyakarta

- Darmono , 1995 , *Logam Dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup*, UI Press , Jakarta
- Davies , BE , 1987, *Consequences of Enviromental Contiminatio*, By God Miningin Wals
Hydrobiologia
- Fritz, J S & Schen , G.H , 1971 , *Quantitative Analytical Chemistry*, Fourth Edition,
Allyn & Bacon ,Sydney
- Ginting P , 1997 , *Mencegah Dan Mengedalikan Pencemaran Industry* , Pustaka Sinar
Harapan, Jakarta
- Hartono , dkk , 1998 , *Analisa Kandungan Mineral Air Sumur Di Kecamatan Campur
Darat Kab. Tulung Agung Jurnal Penelitian Ilmu ilmu Hayati (Life Science)*
Vol. 10 No. 1 , Lembaga Pendidikan Universitas Brawijaya , Malang
- Hendrayana , Sumar , 1990 , *Kimia Analitik Instrumen* , Jurusan Pendidikan Kimia
FMIPA, IKIP Bandung
- Keputusan Dirjen POM , 1989 , *Batas Maksimum Cemar Logam Dalam Makanan* ,
Departemen Kesehatan RI , Jakarta
- Khopkar SM , 1990 , *Konsep Kimia Analitik* , Universitas Indonesia , Jakarta
- Marahalim , 2000 , *Study Kualitas Air Sijornih Di Kecamatan Batang Angkola
Kabupaten Tapanuli Selatan* , FMIPA Unversitas Negeri Medan , Medan
- Palar , H , 1994 , *Limbah Cair Industri Dampak Dan Pengendaliannya* , Saintex ITM ,
No 8 Thn V
- Rahmat , 1990 , *Analisis Kadar Mangan Dalam Air , Menggunakan Metode
Formaldoksim* , Laporan Penelitian , Medan
- Riyadi , S , 1984 , *Kesehatan Lingkungan* , Karya Andi , Surabaya
- Sarwoko & dkk , 1998 , *Efek Besi dan Mangan Bagi Denitrifikasi Mikrobial* , Abstrak
Hasil