

# Pengaruh Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Terhadap Peningkatan Kualitas Air Sumur Kecamatan Grogol Sukoharjo

Dwi Pertiwi Hapsari<sup>1</sup>, Ahmad Yunus<sup>2</sup>, Sunarto<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Magister Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret.

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, <sup>3</sup>Program Studi S1 Ilmu Lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret

Korespondensi email : [rm.sunarto@yahoo.com](mailto:rm.sunarto@yahoo.com)

## Abstract

Water as one of the environment's abiotic components plays a very important for human life. Problems associated with water as the basic needs of daily life, both as drinking water, clean water, industrial, and irrigation lies in quantity and quality. Groundwater quality in wells used by most of resident in Telukan Village, Grogol Subdistrict, Sukoharjo is not so well. It is marked by water which are turbid, smelly, yellow, and also Fe and Mn content exceeds quality standard. Based on these facts, it is necessary to analyze the quality of well water and water quality improvement efforts with phytoremediation by using *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms. This study aims to: 1) know the quality of well water in Telukan Village, Grogol Subdistrict, Sukoharjo, 2) know the influence of *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms toward increasing of well water quality in Telukan Village, Grogol Subdistrict, Sukoharjo. This study is an experimental research. The population used in this study is well water in Telukan Village, Grogol Subdistrict, Sukoharjo. The sampling technique is done by purposive sampling. The sample in this study is well water taken from 3 wells (3 points) in Telukan Village, Grogol Subdistrict, Sukoharjo. Then, laboratory test result is analyzed using analysis of variance test (ANOVA) by SPSS 17. The result of analysis showed that well water quality in Telukan Village, Grogol Subdistrict, Sukoharjo has not fulfill the quality standard of the Minister of Health Regulation No.492/Menkes/Per/IV/2010 on Drinking Water Quality Requirements on odor, color, TDS, turbidity, pH, Fe, and Mn parameters. Based on the results of hypothesis testing can be concluded that there is influence *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms toward increasing of well water quality in Telukan Village, Grogol Subdistrict, Sukoharjo with sig. 0,000 on the odor, color, TDS, turbidity, pH, Fe, and Mn parameters.

**Keywords:** Groundwater, Water Quality, *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms

## PENDAHULUAN

Lingkungan terdiri dari komponen abiotik, biotik, dan kultur yang saling terkait satu dengan lainnya. Air sebagai salah satu unsur lingkungan abiotik dan sumber daya alam memegang peranan yang sangat penting untuk kehidupan di muka bumi. Bagi kehidupan manusia, air merupakan salah satu kebutuhan utama karena selama hidupnya selalu memerlukan air. Permasalahan terkait dengan air sebagai kebutuhan pokok kehidupan sehari-hari, baik sebagai air minum, air bersih, industri, dan irigasi terletak pada kuantitas dan kualitasnya.

Kualitas air minum merupakan salah satu aspek yang sangat penting. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan fisika, kimia, dan biologi (Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum).

Air bawah tanah yang merupakan sumber daya alam terbarukan (*renewable natural resources*) memainkan peran penting pada penyediaan pasokan kebutuhan air bagi berbagai keperluan. Air sumur sebagai salah satu air bawah tanah hingga saat ini masih digunakan kebanyakan masyarakat sebagai sumber air untuk keperluan sehari-hari dan untuk kebutuhan lainnya.

Kualitas air tanah pada sumur gali yang dimanfaatkan oleh sebagian penduduk yang bertempat tinggal di daerah Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo tidak begitu baik. Berdasarkan hasil survei pendahuluan tentang kondisi air sumur di rumah penduduk Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo pada bulan Maret 2014, didapatkan air sumur yang berwarna keruh, terasa asin, menimbulkan endapan berwarna kuning, dan lumut pada wadah air. Masyarakat di daerah tersebut mengeluhkan bahwa air sumur kualitasnya tidak baik sehingga dalam pemenuhan kebutuhan air bersih sebagai air minum menggunakan air isi ulang dan PDAM. Pernyataan tersebut juga diperkuat dengan data profil Desa yang menunjukkan bahwa kualitas air bersih di Kelurahan Telukan kurang baik yang ditandai dengan air sumur berasa asin (Pendataan Profil Desa Dan Tingkat Perkembangan Desa, 2013). Fakta lain menunjukkan bahwa dari hasil pengujian laboratorium pada uji pendahuluan yang dilakukan pada tanggal 12 Agustus 2014, didapatkan beberapa parameter melebihi baku mutu berdasarkan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Parameter-parameter tersebut meliputi: bau, TDS, kekeruhan, besi (Fe), dan mangan (Mn) (Hasil Analisis, 2014). Hasil penelitian Pembela (2005) menunjukkan bahwa di daerah Telukan Sukoharjo lapisan air asin bawah tanah menyebar merata pada daerah Telukan dari arah Barat-Timur/ Utara-Selatan dengan kedalaman berkisar 20-30 meter dari permukaan dan dengan kedalaman sekitar 100 meter. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa air tanah yang digunakan masyarakat umumnya kondisinya kurang memenuhi syarat dari segi kualitas.

Berpijak pada kenyataan tersebut, maka perlu dilakukan analisis kualitas air sumur. Analisis parameter penelitian meliputi: bau, warna, TDS (*Total Dissolved Solid*), kekeruhan, pH, besi (Fe), dan mangan (Mn). Ketergantungan masyarakat pada air sumur dengan kualitas air yang buruk diperlukan suatu upaya perbaikan kualitas air yaitu dengan fitoremediasi.

Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan dalam aktivitas kehidupan manusia untuk proses pemulihan lingkungan yang tercemar. Proses dalam sistem ini berlangsung secara alami dengan enam tahap proses yaitu: *phytoaccumulation*, *rhizofiltration*, *phytostabilization*, *rhizodegradation*, *phytodegradation*, dan *phytovolatilization* (Mangkoedihardjo, 2005). *Eichornia crassipes* sebagai salah satu tanaman fitoremediasi mampu menyerap zat organik, anorganik, serta logam berat lain yang merupakan bahan pencemar (Widyaningsih, 2007). Pemanfaatan *Eichornia crassipes* diharapkan dapat memperbaiki kualitas air sumur di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut dan dalam rangka perbaikan kualitas air di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo, maka peneliti mengambil judul: "Pengaruh Enceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) terhadap Peningkatan Kualitas Air Sumur Kecamatan Grogol Sukoharjo".

## METODE

Penelitian dilaksanakan dengan mengambil sampel di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo. Analisis laboratorium parameter fisika dan kimia dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen (*experimental research*). Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, yaitu: toples plastik 18 L berjumlah 9 buah sebagai tempat menampung air sumur untuk ditanami *Eichornia crassipes*, timbangan berjumlah 1 buah untuk menimbang berat basah *Eichornia crassipes*, gelas ukur 2 L berjumlah 1 buah berfungsi mengukur volume air sumur untuk perlakuan penelitian, botol Sampel 1.5 L berjumlah 45 buah untuk menyimpan sampel air sumur

yang akan dianalisis parameter fisika dan kimia di Laboratorium, air sumur yang diambil dari 3 sumur gali (3 titik) di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo berjumlah 144 L sebagai media pertumbuhan *Eichornia crassipes*, *Eichornia crassipes* berjumlah 9 rumpun dengan spesifikasi: jumlah daun antara 3-5 lembar, panjang daun 5-7 cm, lebar daun 4-5 cm, dan tinggi tanaman 20-30 cm, aquades berjumlah 30 L untuk media aqualisasi *Eichornia crassipes*.

Populasi dalam penelitian ini adalah air dari sumur gali di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo. Sampel dalam penelitian ini adalah 144 L air sumur yang diambil dari 3 sumur gali di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo. Metode penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sample* atau sampel sesaat dan *integrated sample*.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tanaman *Eichornia crassipes* dan waktu pengamatan sampel air sumur (hari ke-0, 4, 8, 12,16). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kualitas air sumur (bau, warna, TDS, kekeruhan, pH, Fe, dan Mn). Desain penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil pengujian sampel air sumur terhadap parameter fisika dan kimia diperoleh nilai. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan standart baku mutu air minum yang mengacu pada Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Teknik analisis parameter fisika dan kimia menggunakan uji *analisis of varian* (ANOVA) dengan program SPSS 17.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas Air Sumur di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo

Hasil analisis kualitas air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rata-rata Analisis Kualitas Air Sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo pada Awal Penelitian

| Parameter | Satuan | Baku Mutu    | Titik  |        |              |
|-----------|--------|--------------|--------|--------|--------------|
|           |        |              | 1      | 2      | 3            |
| Bau       | -      | Tidak berbau | Berbau | Berbau | Tidak berbau |
| Warna     | TCU    | 15           | 31     | 18     | 8            |
| TDS       | mg/L   | 500          | 1486   | 689    | 510          |
| Kekeruhan | NTU    | 5            | 19     | 22     | 1            |
| pH        | -      | 6.5-8.5      | 6.8    | 7.0    | 7.1          |
| Fe        | mg/L   | 0.3          | 0.3890 | 1.5695 | 0.2147       |
| Mn        | mg/L   | 0.4          | 2.6680 | 0.7791 | 0.1474       |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Berdasarkan tabel data yang disajikan dapat dilihat gambaran umum mengenai kualitas air sumur di Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo pada saat penelitian dilakukan. Titik 1, titik 2, dan titik 3 merupakan lokasi pengambilan sampel. Titik 1 merupakan kawasan yang berada pada aliran sungai Bengawan Solo. Jarak titik 1 dengan aliran sungai Bengawan Solo yaitu 25 meter. Berbeda dengan titik 1, jarak titik 2 dan titik 3 dengan aliran sungai Bengawan Solo > 60 meter.

Kualitas air sumur kelurahan Telukan kecamatan Grogol Sukoharjo dapat dilihat dari hasil analisis laboratorium. Nilai dari masing-masing parameter bervariasi, kemudian data hasil analisis laboratorium yang diperoleh dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Berdasarkan data dapat

disimpulkan bahwa kualitas air sumur kelurahan Telukan kecamatan Grogol Sukoharjo belum memenuhi baku mutu. Upaya perbaikan kualitas air sumur perlu dilakukan agar kualitas air sesuai dengan keperuntukannya.

### **Pengaruh *Eichornia crassipes* terhadap Peningkatan Kualitas Air Sumur di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo**

#### **a. Parameter Bau**

Hasil rata-rata analisis parameter bau pada air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo di titik 1, titik 2, dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rata-rata Analisis Parameter Bau

| Titik | Baku Mutu    | Hari ke-     |              |              |              |              |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|       |              | 0            | 4            | 8            | 12           | 16           |
| 1     | Tidak berbau | Berbau       | Tidak berbau | Tidak berbau | Tidak berbau | Tidak berbau |
| 2     | Tidak berbau | Berbau       | Tidak berbau | Tidak berbau | Tidak berbau | Tidak berbau |
| 3     | Tidak berbau |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Parameter bau tidak dapat disajikan secara kuantitatif sehingga tidak dapat dibuat grafik. Air sumur pada titik 1 dan titik 2 saat awal penelitian memiliki bau amis. Bau amis ini berasal dari kadar logam Fe yang melebihi baku mutu. Keberadaan unsur besi yang melebihi standar baku mutu akan menyebabkan bau dan rasa yang tidak enak, serta menimbulkan karat pada pipa dan noda pada pakaian (Steel dan Ghee, 1979), serta di dalam tubuh manusia dapat merusak dinding usus, yang dapat mengakibatkan kematian (Soemirat, 1994). Logam Fe yang melebihi baku mutu ( $> 0.3$  mg/L) pada air dapat menyebabkan air berbau amis. Kandungan Fe pada awal penelitian sebesar 0.3890 mg/L di titik 1 dan 1.5695 mg/L di titik 2. Kandungan Fe yang tinggi pada kedua titik tersebut menimbulkan bau. Setelah dilakukan perlakuan dengan penanaman *Eichornia crassipes* selama 16 hari, kandungan logam Fe menurun hingga dibawah baku mutu yang diperbolehkan ( $< 0.3$  mg/L).

*Eichornia crassipes* mampu menyerap logam sehingga kadar logam Fe menurun dan air menjadi tidak berbau. *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms berpengaruh terhadap bau pada air sumur. Semakin lama waktu kontak kualitas air khususnya pada parameter bau meningkat. Hal tersebut ditunjukkan dengan air sumur yang berbau sebelum dilakukan penanaman *Eichornia crassipes* menjadi tidak berbau setelah diberi perlakuan *Eichornia crassipes* pada hari ke-4 hingga hari ke-16.

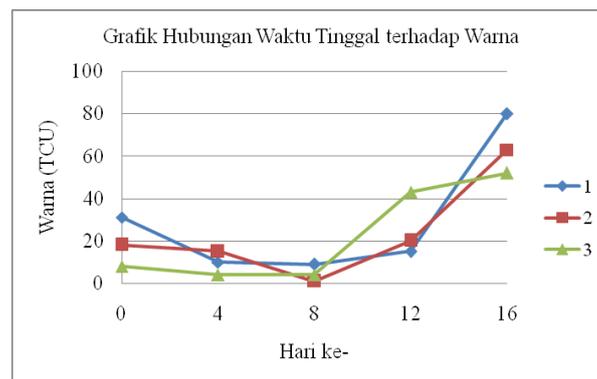
#### **b. Parameter Warna**

Hasil rata-rata analisis parameter warna pada air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo di titik 1, titik 2, dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-rata Analisis Parameter Warna

| Titik | Satuan | Baku Mutu | Hari ke- |    |   |    |    |
|-------|--------|-----------|----------|----|---|----|----|
|       |        |           | 0        | 4  | 8 | 12 | 16 |
| 1     | TCU    | 15        | 31       | 10 | 9 | 15 | 80 |
| 2     | TCU    | 15        | 18       | 15 | 1 | 20 | 63 |
| 3     | TCU    | 15        | 8        | 4  | 4 | 43 | 52 |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)



Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu Tinggal Terhadap Warna di Titik 1, 2, dan 3

Konsentrasi warna yang semakin meningkat menyebabkan kualitas air tidak memenuhi baku mutu yang diperbolehkan. Warna perairan berhubungan dengan keberadaan logam yang terkandung dalam air. Unsur besi yang berlebih dalam air akan menimbulkan perubahan rasa, warna, dan menimbulkan pengendapan (Slamet, 1996). Kandungan Fe dalam air yang melebihi  $\pm 2$  mg/L akan menimbulkan noda-noda pada peralatan, bahan yang berwarna putih, dan dapat menimbulkan bau. Selain itu, konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/L dapat menyebabkan warna air kemerah-merahan, memberi rasa yang tidak enak pada minuman, serta dapat membentuk endapan pada pipa-pipa logam. Zat-zat warna banyak mengandung logam-logam berat yang bersifat toksik (Santanniello, 1971). Pada pH sekitar 7.5-7.7 ion ferri berikatan dengan hidroksida membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang bersifat tidak larut dan mengendap (presipitasi) di dasar perairan, membentuk warna kemerahan pada substrat dasar.

Secara umum terdapat kecenderungan warna yang semakin menurun dari hari ke-0 hingga hari ke-8 dan kemudian naik kembali dihari ke-12 sampai hari ke-16 disebabkan oleh kenaikan konsentrasi logam dalam air. Kenaikan logam terjadi karena pada penelitian ini *Eichornia crassipes* mampu menyerap logam hanya sampai hari ke-8.

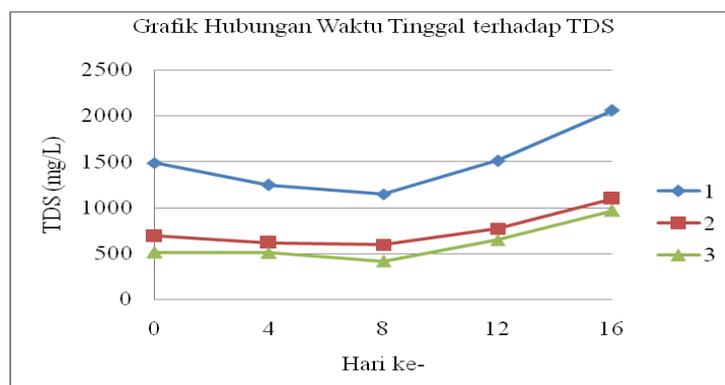
### c. Parameter TDS

TDS adalah kandungan senyawa anorganik dan sejumlah kecil bahan organik yang terlarut dalam air (WHO, 1996). Hasil rata-rata analisis parameter TDS pada air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo di titik 1, titik 2, dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rata-rata Analisis Parameter TDS

| Titik | Satuan | Baku Mutu | Hari ke- |    |    |    |    |
|-------|--------|-----------|----------|----|----|----|----|
|       |        |           | 0        | 4  | 8  | 12 | 16 |
| 1     | mg/L   | 500       | 14       | 12 | 11 | 15 | 20 |
|       |        |           | 86       | 46 | 45 | 11 | 60 |
| 2     | mg/L   | 500       | 68       | 61 | 59 | 77 | 10 |
|       |        |           | 9        | 6  | 4  | 1  | 97 |
| 3     | mg/L   | 500       | 51       | 50 | 41 | 64 | 96 |
|       |        |           | 0        | 6  | 7  | 8  | 4  |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Tinggal terhadap TDS di Titik 1, 2, dan 3

Pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan antropogenik yang berupa limbah domestik dan industri mempengaruhi nilai TDS perairan (Effendi, 2003). *Eichhornia crassipes* mempunyai kemampuan sebagai biofilter. Kemampuan tersebut dikarenakan pada akar *Eichhornia crassipes* terdapat mikrobia rhizosfera dan didukung oleh daya absorpsi serta akumulasi yang besar terhadap bahan pencemar tertentu (Marianto, 2001). Mikrobia rhizosfera dapat mereduksi bahan-bahan organik maupun anorganik yang terlarut di dalam air dengan cara menyerapnya dari perairan dan sedimen kemudian mengakumulasi bahan terlarut tersebut kedalam struktur tubuhnya (Suriawiria, 1993). Mikrobia rhizosfera adalah bentuk simbiosis antara bakteri dengan jamur, yang mampu melakukan penguraian terhadap bahan organik maupun anorganik yang terdapat dalam air serta menggunakannya sebagai sumber nutrisi.

*Eichhornia crassipes* memanfaatkan bahan organik untuk proses fotosintesis dari hasil penguraian oleh bakteri. Akarnya menjadi tempat filtrasi dan adsorpsi padatan tersuspensi serta pertumbuhan mikroba yang dapat menghilangkan unsur-unsur hara dari air (Saeni, 1989). Penyerapan unsur hara pada *Eichhornia crassipes* terjadi pada akar yang dilakukan oleh bulu-bulu akar. Bulu-bulu akar berperan dalam proses penurunan konsentrasi padatan terlarut yang terlihat pada lapisan biofilm pada bagian akar halus, batang tanaman, dan daun yang jatuh (Mukti, 2008).

Agustina (2004) menyatakan bahwa pada tumbuhan, akar berfungsi sebagai alat pertautan tumbuhan dengan substrat dan sebagai penyerap unsur-unsur hara serta mengalirkannya ke batang dan daun. Akar tumbuhan air memiliki rongga akar (kortek) yang besar sehingga penyerapan semakin cepat. Penyerapan ion di akar terjadi secara aktif. Ion-ion masuk melalui epidermis, selanjutnya ditransformasikan ke sitoplasma atau sel-sel jaringan akar melewati epidermis, perisikel, dan xilem. Pita caspary yang terdapat pada endodermis menjadi kontrol terhadap penyerapan ion-ion oleh akar. Seiring dengan berlangsungnya proses fotosintesis dan penguraian maka terjadi juga proses penurunan konsentrasi padatan terlarut.

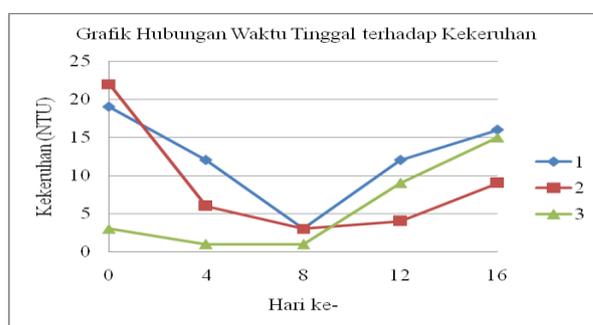
#### d. Parameter Kekeuhan

Hasil rata-rata analisis parameter kekeruhan pada air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo di titik 1, titik 2, dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rata-rata Analisis Parameter Kekeruhan

| Titik | Satuan | Baku Mutu | Hari ke- |    |   |    |    |
|-------|--------|-----------|----------|----|---|----|----|
|       |        |           | 0        | 4  | 8 | 12 | 16 |
| 1     | NTU    | 5         | 19       | 12 | 3 | 12 | 16 |
| 2     | NTU    | 5         | 22       | 6  | 3 | 4  | 9  |
| 3     | NTU    | 5         | 3        | 1  | 1 | 9  | 15 |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Tinggal terhadap Kekeruhan di Titik 1, 2, dan 3

Kekeruhan air disebabkan oleh zat-zat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik berasal dari lapukan tanaman atau hewan, sedangkan zat anorganik berasal dari lapukan batuan dan logam. Kekeruhan berhubungan dengan kandungan padatan terlarut dalam air. Zat organik pada air berfungsi sebagai makanan bagi bakteri sehingga mendukung perkembangbiakannya. Pertambahan bakteri merupakan zat organik tersuspensi yang menambah kekeruhan air. Kekeruhan mengurangi kejernihan air dan diakibatkan oleh pencemar-pencemar yang tersuspensi secara halus yang ada dalam air.

Akar *Eichhornia crassipes* memiliki mikrobia rhizofe yang mampu mereduksi zat organik organik maupun anorganik yang terlarut di dalam air dengan cara menyerapnya dari perairan dan sedimen kemudian mengakumulasi bahan terlarut tersebut kedalam struktur tubuhnya (Suriawiria, 1993). Penyerapan unsur hara pada *Eichhornia crassipes* terjadi pada akar yang dilakukan oleh bulu-bulu akar sehingga terjadi proses penurunan konsentrasi padatan terlarut. Padatan terlarut yang semakin menurun menyebabkan kekeruhan pada air juga semakin menurun.

**e. Parameter pH (Power of Hydrogen)**

Hasil rata-rata analisis parameter pH pada air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo di titik 1, titik 2, dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Rata-rata Analisis Parameter pH

| Titik | Baku Mutu | Hari ke- |     |     |     |     |
|-------|-----------|----------|-----|-----|-----|-----|
|       |           | 0        | 4   | 8   | 16  | 21  |
| 1     | 6.5-8.5   | 6.8      | 7.8 | 7.9 | 6.8 | 6.9 |
| 2     | 6.5-8.5   | 7.0      | 7.6 | 7.6 | 6.9 | 7.2 |
| 3     | 6.5-8.5   | 7.1      | 7.3 | 7.0 | 6.9 | 6.3 |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu Tinggal terhadap pH di Titik 1, 2, dan 3

Parameter pH merupakan salah satu faktor yang menentukan pertumbuhan *Eichhornia crassipes*. Kisaran pH ideal pertumbuhan tanaman *Eichhornia crassipes* yaitu pH 7.0-7.5. Kondisi pH rendah ( $\pm$  pH 4.0) atau pH tinggi ( $\pm$  pH 8.0) dapat meracuni pertumbuhan *Eichhornia crassipes* (Soerjani, 1974). Penyerapan logam oleh tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya keberadaan unsur di dalam lingkungannya, pH, dan suhu tinggi (Salisbury dan Ross, 1995). Derajat keasaman berpengaruh terhadap proses penyerapan logam. Molekul  $H^+$  dalam membran yang membentuk kompleks menimbulkan terjadinya penyerapan logam secara aktif dan mengangkut ion logam. Pertumbuhan *Eichhornia crassipes* yang terganggu karena pH tinggi dapat merusak jaringan pada tanaman sehingga fungsi tanaman sebagai absorben logam tidak optimal.

Kenaikan maupun penurunan nilai pH selama proses fitoremediasi disebabkan aktivitas biokimia mikroorganisme yang terdapat pada air sumur dan pada akar tanaman *Eichhornia crassipes*. Nilai derajat keasaman berkaitan dengan nilai karbondioksida ( $CO_2$ ), semakin tinggi nilai karbondioksida maka nilai derajat keasaman akan rendah (Hartanti, *et al.*, 2014).

Karbondioksida dalam ekosistem perairan dihasilkan melalui proses respirasi oleh semua organisme dan proses perombakan bahan organik dan anorganik oleh bakteri (Effendi, 2000). Respirasi menghasilkan karbondioksida ke dalam ekosistem, sehingga derajat keasaman perairan menurun. Kandungan karbondioksida yang berlebihan terdapat dalam air yang tercemar. *Eichhornia crassipes* bersifat autotrof yaitu dapat mensintesis makanan langsung dari senyawa anorganik. Tanaman tersebut menggunakan karbondioksida dalam proses fotosintesis. Karbondioksida akan diubah menjadi monosakarida sehingga kebutuhan karbondioksida dalam air meningkat maka nilai derajat keasaman rendah. Fotosintesis merupakan proses yang menyerap karbondioksida, sehingga derajat keasaman perairan meningkat.

#### f. Parameter Besi (Fe)

Hasil rata-rata analisis parameter Fe pada air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo di titik 1, titik 2, dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Rata-rata Analisis Parameter Fe

| Titik | Satuan | Baku Mutu | Hari ke- |     |     |     |     |
|-------|--------|-----------|----------|-----|-----|-----|-----|
|       |        |           | 0        | 4   | 8   | 12  | 16  |
| 1     | mg/L   | 0.3       | 0.3      | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
|       |        |           | 890      | 328 | 207 | 408 | 612 |
| 2     | mg/L   | 0.3       | 1.5      | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
|       |        |           | 695      | 207 | 204 | 903 | 493 |
| 3     | mg/L   | 0.3       | 0.2      | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
|       |        |           | 147      | 207 | 207 | 087 | 277 |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu Tinggal terhadap Fe di Titik 1, 2, dan 3

Penyerapan logam berat Fe oleh *Eichornia crassipes* terjadi melalui akar. Akar *Eichornia crassipes* bercabang-cabang halus dan pada permukaan akar digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan. Nitrifikasi bermukim pada akar dan mendapatkan zat asam melalui akar, sedangkan denitrifikasi berlangsung pada zat cair anorganik (Tosepu, 2012). Khiji dan Bureen (2008) menyatakan rhizofiltrasi adalah salah satu proses penting dalam fitoremediasi. Rhizofiltrasi merupakan pengendapan zat kontaminan seperti logam berat oleh akar dengan bantuan zat pengkelat. Penyerapan logam berat oleh tanaman dilakukan jika konsentrasi logam dalam media cukup tinggi. Semakin tinggi konsentrasi polutan maka proses rhizofiltrasi semakin meningkat.

Spesies tanaman yang tumbuh di lingkungan tercemar logam mempunyai mekanisme tertentu untuk mencegah keracunan logam terhadap sel dengan cara menimbun logam dalam organ tertentu seperti akar. Tanaman akan mengalami stres metal dengan membentuk zat fitokhelatin khususnya dibagian akar sebagai mekanisme toleransi yang penting (Salisbury dan Ross, 1995). Fitokhelatin merupakan peptida kecil yang kaya asam amino sistein yang mengandung belerang. Atom belerang dalam sistem ini yang akan mengikat logam berat dari media tumbuh.

Proses penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan terbagi menjadi 3 proses yaitu (Priyanto dan Prayitno, 2004):

1) Penyerapan oleh akar

Mekanisme penyerapan logam terjadi melalui pembentukan zat khelat yang disebut fitosiderofor. Logam dibawa ke dalam larutan di sekitar akar oleh tanaman. Kemudian molekul fitosiderofor yang terbentuk akan mengikat logam dan membawanya ke dalam sel akar melalui transport aktif. Akar bersama air akan mengangkut senyawa-senyawa yang larut dalam air, sedangkan senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar.

2) Translokasi

Translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain dilakukan setelah logam menembus endodermis akar. Logam atau senyawa asing lain mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (xilem dan floem) ke bagian tanaman lainnya.

3) Lokalisasi

Lokalisasi logam pada sel dan jaringan tanaman bertujuan untuk menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tanaman dan mencegah peracunan logam terhadap sel. Mekanisme detoksifikasi pada tumbuhan untuk mencegah keracunan logam terhadap sel dilakukan dengan menimbun logam pada bagian tubuh tertentu.

Kenaikan konsentrasi Fe setelah diberi perlakuan *Eichhornia crassipes* yang terjadi pada hari ke-12 dan hari ke-16 dapat disebabkan adanya faktor penguapan yang lebih besar daripada kemampuan *Eichhornia crassipes* dalam menyerap Fe pada air sumur. *Eichhornia crassipes* dapat menimbulkan hilangnya air sebanyak 2.5 sampai 7 kali lebih banyak daripada perairan terbuka tanpa *Eichhornia crassipes*. Besarnya kehilangan air sangat tergantung kepada suhu udara, ada tidaknya angin bertiup, besarnya populasi *Eichhornia crassipes* yang menentukan besarnya perubahan yang ditimbulkan terhadap lingkungan serta maksud penggunaan air itu sendiri (Soerjani, 1974). Dengan demikian, konsentrasi Fe yang terjadi justru naik dan semakin besar dibandingkan hari sebelumnya. Namun, dilihat secara keseluruhan konsentrasi Fe cenderung menurun disebabkan adanya penyerapan oleh *Eichhornia crassipes* itu sendiri.

Kenaikan konsentrasi Fe terjadi dapat disebabkan oleh kejenuhan tanaman *Eichhornia crassipes*. Kejenuhan disebabkan oleh penyerapan semua zat-zat yang berada dalam air oleh *Eichhornia crassipes* (Lestari, et al., 2011). Semakin banyak zat-zat yang terserap maka akan menumpuk dalam jaringan tanaman dan menyebabkan kejenuhan sehingga menghambat penyerapan.

Derajat keasaman (pH) berkorelasi dengan pelarutan Fe dalam air. pH asam banyak mengandung ion  $H^+$  sedangkan pH basa banyak mengandung ion  $OH^-$ . Pada perairan alami dengan pH sekitar 7 kadar oksigen terlarut yang cukup, ion ferro ( $Fe^{2+}$ ) yang bersifat mudah larut dioksidasi menjadi ion ferri ( $Fe^{3+}$ ). Pada pH sekitar 7.5-7.7 ion  $Fe^{3+}$  berikatan dengan hidroksida ( $OH^-$ ) membentuk  $Fe(OH)_3$  yang bersifat tidak larut dan mengendap (presipitasi) di dasar perairan. Reaksi ini ditunjukkan sebagai berikut:  $Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3$ . Kenaikan derajat keasaman pada saat perlakuan tanaman yang dibarengi dengan penurunan konsentrasi Fe membuktikan bahwa pada kisaran pH 7,8-8,3 ion  $Fe^{3+}$  berikatan dengan hidroksida ( $OH^-$ ) membentuk  $Fe(OH)_3$ .  $Fe(OH)_3$  bersifat tidak larut dan mengendap di dasar perairan. Hal ini menyebabkan konsentrasi Fe pada air sumur kecil.

#### g. Parameter Mangan (Mn)

Hasil rata-rata analisis parameter Mn pada air sumur Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Sukoharjo di titik 1, titik 2, dan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 17. Hasil Rata-rata Analisis Parameter Mangan (Mn)

| Titik | Satuan | Baku Mutu | Hari ke- |      |      |      |      |
|-------|--------|-----------|----------|------|------|------|------|
|       |        |           | 0        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| 1     | mg/L   | 0.4       | 2.66     | 0.32 | 0.00 | 0.35 | 0.39 |
|       |        |           | 80       | 31   | 51   | 82   | 59   |
| 2     | mg/L   | 0.4       | 0.77     | 0.07 | 0.03 | 0.10 | 0.29 |
|       |        |           | 91       | 70   | 91   | 51   | 89   |
| 3     | mg/L   | 0.4       | 0.14     | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.10 |
|       |        |           | 74       | 03   | 51   | 53   | 51   |

(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu Tinggal terhadap Mn di Titik 1, 2, dan 3

*Eichhornia crassipes* merupakan salah satu jenis tanaman air yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat (Ingole dan Bhole, 2003). Salah satu logam berat tersebut adalah Mn. Potensi tumbuhan ini dalam menyerap logam berat dikarenakan *Eichhornia crassipes* merupakan tanaman dengan toleransi tinggi yang dapat tumbuh baik dalam limbah, pertumbuhannya cepat, dan mampu menyerap serta mengakumulasi logam dengan baik dalam waktu yang singkat. Proses penyerapan Mn oleh *Eichhornia crassipes* terjadi melalui akar. Peristiwa ini sesuai dengan teori yang menyatakan, kemampuan tanaman air tersebut dalam mengabsorpsi logam berat dilakukan melalui akarnya (Pinto, *et al.*, 1987).

*Eichhornia crassipes* pada akarnya terdapat mikrobia rhizofera yang dapat mengakumulasi logam berat. Menurut Surawiria (1993), mikrobia rhizosfera adalah bentuk simbiosis antara bakteri dengan jamur yang mampu melakukan penguraian terhadap bahan organik maupun anorganik dalam air serta menggunakannya sebagai sumber nutrisi. Bahan-bahan organik dan partikel-partikel lain yang menempel pada akar tumbuhan didekomposisi oleh mikroorganisme yang terdapat pada permukaan akar. Sebelum dikomposisikan oleh mikroorganisme, *Eichhornia crassipes* akan menyaring bahan-bahan organik dan partikel-partikel lain menggunakan bulu yang terdapat pada akar. Menurut Ghopal dan Sharma (1981), bulu berbentuk labirin-labirin yang lembut dan ringan dalam jumlah banyak sehingga memudahkan mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan-bahan organik dan partikel-partikel lainnya.

Selain mampu menyerap dan mengakumulasi berbagai jenis logam, *Eichhornia crassipes* juga dapat melakukan lokalisasi logam pada bagian akar dan jaringan (Indrasti, *et al.*, 2006). Kemampuan tanaman untuk melakukan lokalisasi dipengaruhi oleh jenis logam. Lokalisasi logam menggambarkan kemampuan tanaman untuk dapat mentoleransi dan melakukan detoksifikasi terhadap daya racun logam berat. Semakin terhambatnya translokasi logam dari akar ke dalam jaringan tanaman, maka semakin mudah tanaman melakukan detoksifikasi. Kemampuan toleransi dan detoksifikasi yang dimiliki oleh *Eichhornia crassipes* dilakukan dengan mengakumulasi sebagian besar logam berat di dalam akar. Hall (2002) menyatakan bahwa *Eichhornia crassipes* juga melakukan toleransi dan detoksifikasi dengan mengakumulasi logam berat di vakuola dalam struktur selnya. Vakuola merupakan tempat yang aman untuk mengakumulasi logam karena vakuola merupakan daerah yang jauh dari proses metabolisme.

Syahrul (1998) menyatakan kemampuan menyerap disebabkan pada protoplasma dan jaringan *Eichhornia crassipes* terdapat banyak ruang besar. Di dalam sel terdapat asam amino seperti: glisin, asam glutamat, protein, dan asam aspartat dalam jumlah yang besar. Selain itu juga terdapat gugus karboksilat dan gugus hidroksil yang dengan mudah membentuk senyawa kelat dengan logam berat pada lingkungan.

Daerah sekitar perakaran (*zona rhizosphere*) kaya akan oksigen karena pada proses fotosintesis memungkinkan adanya pelepasan oksigen pada daerah sekitar akar (Haberl dan Langergraber, 2002). Pada kondisi demikian pH dalam air meningkat. Studi menunjukkan bahwa penyerapan ion  $Mn^{2+}$  meningkat seiring dengan peningkatan pH. Persentase kehilangan ion  $Mn^{2+}$

meningkat pada pH 5-7 dan hampir konstan hingga pH 9 (Emmanuel dan Rao, 2008). Dari penelitian ini, teramati bahwa perubahan pH signifikan hingga pH 7 dan tidak ada perubahan yang cukup setelah pH mencapai 7. Konsentrasi logam Mn yang semakin kecil pada pH tinggi menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara konsentrasi Mn dengan derajat keasaman.

Kadar Mn menurun dapat juga disebabkan oleh Mn terserap ke jaringan daun. Hal ini dikarenakan unsur Mn bersifat relatif elektropositif dibandingkan unsur dalam senyawa organik daun yang lebih bersifat elektronegatif seperti unsur O dan N. Keelektronegatifan unsur dapat menarik kembali unsur yang lebih elektropositif.

Setelah hari ke-8 kadar logam Mn meningkat. Hal ini disebabkan oleh kejenuhan yang dialami oleh tanaman tersebut. Kejenuhan disebabkan oleh penyerapan semua zat-zat yang berada dalam air oleh *Eichhornia crassipes* (Lestari, *et al.*, 2011). Semakin banyak zat-zat yang terserap maka akan menumpuk dalam jaringan tanaman dan menyebabkan kejenuhan sehingga menghambat penyerapan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Kualitas air sumur di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo belum memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum ditinjau dari parameter bau, warna, TDS, kekeruhan, pH, Fe, dan Mn.
2. *Eichornia crassipes* berpengaruh terhadap peningkatan kualitas air sumur di Kelurahan Telukan, Kecamatan Grogol Sukoharjo pada parameter bau, warna, TDS, kekeruhan, pH, Fe, dan Mn.

## REFERENSI

- Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Emmanuel, K.A., dan Rao, A.V . 2008. Comparative Study on Adsorption of Mn (II) from Aqueous Solution on Various Activated Carbons. *Journal of Chemistry*, vol.6, no. 3, hlm. 673-704.
- Emmanuel, K.A., dan Rao, A.V. 2008. Adsorption of Mn (II) from Aqueous Solutions using Pithacelobium Dulce Carbon. *Journal of Chemistry*, vol.1, no. 4, hlm. 840-852.
- Ghopal, B. dan Sharma, K.P. 1981. *Waterhyacinth*. New Delhi: Hindasia Publisher.
- Haberl, R. dan Langergraber, H. 2002. *Constructed Wetland : A Chance to Solve Wastewater Problem In Developing Countries*. Wat Sci. Tecnol. Diperoleh 24 Desember 2015 dari <http://ltl.bppt.tripod.com/sublab/lfl>
- Hall, J.I. 2002. Cellular Mechanism for Heavy Metals Detoxification and Tolerance. *Journal Experimental Botany*, vol. 53, no. 366, hlm. 1-11. Diperoleh 27 Februari 2015, dari <http://m.jxb.oxfordjournals.org/content/53/366/1/full>
- Hartanti, P.I., Haji, A.T.S., dan Wirosodarmo, R. 2014. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng

- Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Penurunan Logam Chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Diperoleh 6 Juni 2015, dari <http://jsal.ub.ac.id/index.php>
- Indrasti, N.S., Suprihatin, Burhanudin, dan Novita, A. 2006. Penyerapan Logam Pb dan Cd oleh Eceng gondok: Pengaruh Konsentrasi Logam dan Lama Waktu Kontak. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*, vol. 16, no. 1, hlm. 44-50. Diperoleh 14 Februari 2015, dari <http://journal.ip.ac.id/index.php/>
- Ingole, N.W. dan Bhole, A.G. 2003. Removal of Heavy Metals from Aqueous Solution By Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Journal Water SRT-Aqua*, 52, hlm. 119-128. Diperoleh 24 Maret 2015, dari <http://www.iwaponline.com/jws/052/jws0520119.htm>
- Khiji, S. dan Bareen, F.E. 2008. Rhizofiltration of Heavy Metals from the Tannery Sludge by the Anchored Hydrophyte, *Hydrocotyle umbellata* L. *African Journal of Biotechnology*, vol. 7, no. 20, hlm: 3711-3717. Diperoleh 30 April 2015, dari <http://www.ajol.info/index.php/>
- Lestari, S., Santoso, S., dan Anggorowati, S. 2011. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Penyerapan Kadmium (Cd) pada *Leachate* TPA Gunung Tugel. *Jurnal Molekul*, vol. 6, no. 1, hlm. 25-29. Diperoleh 16 Juni 2015, dari [www.jmolekul.com](http://www.jmolekul.com)
- Mangkoedihardjo, S. 2005. *Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah; Phytotechnology and Ecotoxicology in Operational Design for Solid Waste Composting*. Tesis, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Mariato, A.D. 2001. *Tanaman Air*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Mukti, A.M. 2008. *Penggunaan Tanaman Enceng Gondok Sebagai PreTreatment Pengolahan Air Minum Pada Air Selokan Mataram*. Skripsi, Fakultas Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
- Pembela, P.S.S. 2005. *Pemetaan Zona Air Asin di Daerah Telukan Kabupaten Sukoharjo Menggunakan Metode Georesistivitas Konfigurasi Wenner*. Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS. Surakarta. (tidak dipublikasikan).
- Pendataan Profil Desa Dan Tingkat Perkembangan Desa. 2013. *Pendataan Profil Desa Dan Tingkat Perkembangan Desa Kelurahan Telukan Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo Oktober 2013*.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Diperoleh 10 April 2014, dari <http://pppl.depkes.go.id/asset/regulasi/permenkes20416.pdf>.
- Pinto, C.L.R., Caconia, A., dan Sonza, M.M. 1987. Utilization of Water Hyacinth for Removal and Recovery Of Silver from Industrial Wastewater. *Journal Water Science Technology*, vol. 19, no. 10, hlm. 89-101. Diperoleh 1 Juni 2015, dari <http://www.iwaponline.com/>
- Priyanto, B. dan Prayitno, J. 2004. *Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat*. Diperoleh 11 November 2015, dari [http://lftl.bppt.tripod.com/sublab/lfl\\_oral.htm](http://lftl.bppt.tripod.com/sublab/lfl_oral.htm)
- Saeni, M. S. 1989. *Kimia Lingkungan*, Bogor: PAU-ITB.
- Salisbury dan Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*, Terjemahan Jilid 3. Bandung: Penerbit ITB.
- Santaniello, R.M. 1971. *Water Quality Criteria and Standart for Industial Pollution Control Handbook*. H. F. Lund (ED). New York: Mc Graw-Hill Inc.
- Slamet, S.J. 1996. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soemirat, J. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soerjani, M. 1974. *Pertumbuhan Massal Tumbuhan Air dan Pengaruhnya terhadap Kuantitas dan*

- Kualitas Air*. Bandung: Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran.
- Suriawiria, U. 1993. *Mikrobiologi Air*. Bandung: Alumni Bandung Press.
- Syahrlul M. 1998. *Pengaruh Waktu dan pH Terhadap Pengikatan Logam Berat Cd, Hg, dan Pb Oleh Eceng gondok (Eichornia crassipes)*. Disertasi IPB-UH.
- Tosepu, R. 2012. Laju Penurunan Logam Berat Plumbum (Pb) dan Cadmium (Cd) oleh *Eichornia crassipes* dan *Cyperus papyrus*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 19, no. 1, hlm. 37-45. Diperoleh 21 Mei 2015, dari <http://pslh.ugm.ac.id/id/wp-content/uploads/19-1.5-Ramadhan-Tosepu.pdf>
- WHO. 1996. *Total Dissolved Solid in Drinking-water*. Published in Guidelines for drinking-water quality, 2<sup>nd</sup> ed. Vol.2. Geneva: Health Criteria and Other Supporting Information.