



**EFEKTIFITAS *SUBSURFACE FLOW-WETLANDS*  
DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK DAN KAYU APU  
DALAM MENURUNKAN KADAR COD dan TSS  
pada LIMBAH PABRIK SAUS**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
Mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

**Oleh:**

**FIKA HARIYANTI**

**A2A214039**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**

**2016**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi

**EFEKTIFITAS *SUBSURFACE FLOW-WETLANDS*  
DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK DAN KAYU APU  
DALAM MENURUNKAN KADAR COD dan TSS  
pada LIMBAH PABRIK SAUS**

Telah disetujui untuk diujikan

Tim Pembimbing

Pembimbing I



Mifbakhuddin, S.KM. M.Kes  
NIK 28 6 1026 025  
Tanggal 29 Agustus 2016

Pembimbing II



Ulfa Nurullita, S.KM. M.Kes  
NIK 28 6 1026 078  
Tanggal 29 Agustus 2016

Mengetahui

Ketua Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat  
Universitas Muhammadiyah Semarang



DR. Sayono, S.KM, M.Kes  
NIK 28 6 1026 077  
Tanggal 29 Agustus 2016

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi

**EFEKTIFITAS *SUBSURFACE FLOW-WETLANDS*  
DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK DAN KAYU APU  
DALAM MENURUNKAN KADAR COD dan TSS  
pada LIMBAH PABRIK SAUS**

Telah disetujui

Penguji



DR. Ratih Sari Wardani, S.Si, M.Kes  
NIK 28 6 1026 095

Tim Pembimbing

Pembimbing I



Mifbakhuddin, S.KM. M.Kes  
NIK 28 6 1026 025  
Tanggal... 19 September 2016...

Pembimbing II



Ulfa Nurullita, S.KM. M.Kes  
NIK 28 6 1026 078  
Tanggal... 19 September 2016...

Mengetahui

Dekan S1 Kesehatan Masyarakat  
Universitas Muhammadiyah Semarang



Mifbakhuddin, S.KM. M.Kes  
NIK 28 6 1026 025  
Tanggal... 19 September 2016...

### PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan dibawah ini dengan sebenar-benarnya menyatakan bahwa skripsi saya susun tanpa tindakan plagiatisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Semarang.

Nama : Fika Hariyanti

NIM : A2A214039

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Program studi : S1 Kesehatan Masyarakat

Judul : Efektifitas Subsurface Flow Wetlands dengan Tanaman Eceng Gondok dan Tanaman Kayu Apu dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Pabrik Saus

Jika dikemudian hari saya melakukan tindakan plagiatisme, saya akan bertanggungjawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dinyatakan oleh Universitas Muhammadiyah Semarang kepada saya.

Semarang, 01 September 2016



Fika Hariyanti

v

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadiran Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya penulis diberikan kemudahan dan kelancaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Efektifitas Subsurface Flow Wetlands dengan Tanaman Eceng Gondok dan Tanaman Kayu Apu dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Pabrik Saus )”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Pemilik Pabrik Saus “Guci Mas” atas penerimaan dan bantuan selama penelitian.
2. Bapak Mifbakhuddin, S.KM, M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang dan dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Ulfa Nurullita, S.KM., M.Kes selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu DR Ratih Sari Wardani, S.Si,M.Kes selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen beserta staf karyawan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang yang telah memberikan bantuan.
6. Suami dan anak-anakku yang telah memberi motivasi memotivasi dan menyemangatiku dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Teman-teman Puskesmas yang telah memberi toleransi sehingga skripsi ini terselesaikan

8. Teman-teman seangkatan 2014 FKM UNIMUS, khususnya peminatan KESLING yang memberikan motivasi dan semangat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari sempurna. Namun penulis berharap semoga nantinya tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 01 September 2016

**Penulis**



**EFEKTIFITAS SUBSURFACE FLOW-WETLANDS  
DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK DAN KAYU APU  
DALAM MENURUNKAN KADAR COD dan TSS pada LIMBAH PABRIK SAUS**

**Fika Hariyanti<sup>1</sup>, Mifbakhudin<sup>1</sup>, Ulfa Nurulita<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang

**ABSTRAK**

**Latar belakang:** limbah Industri saus yang langsung dibuang ke badan air tanpa dilakukan pengolahan akan menimbulkan pencemaran. Pencemaran tersebut berdampak adanya ketidakseimbangan bahkan kerusakan ekosistem air. Untuk mengantisipasi potensi dampak tersebut diperlukan upaya pengolahan tepat guna, salah satu alternatifnya adalah *Subsurface Flow Wetland*. Pengolahan SSF merupakan teknik pengolahan secara biologis dengan memanfaatkan kemampuan tanaman untuk menurunkan kadar pencemar dalam air. **Tujuan:** untuk mengetahui efektifitas *Subsurface Flow Wetlands* dengan tanaman kayu apu dan eceng gondok dalam menurunkan kadar COD dan TSS pada air limbah saus. **Metode:** air limbah pabrik saus sebagai objek penelitian dilakukan pengukuran kadar COD dan TSS sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan *Subsurface Flow Wetland* dengan waktu tinggal selama 5 hari kemudian dilihat penurunan kadar COD dan TSS.

**Hasil:** terjadi penurunan kadar COD dan TSS setelah pengolahan menggunakan *Subsurface Flow Wetland* baik menggunakan kayu apu maupun eceng gondok. Hasil penurunan kadar COD, TSS kayu apu sebesar 84.16%, 80.05% dan COD, TSS eceng gondok sebesar 85.85%, 92.47%. **Simpulan:** *Subsurface Flow Wetlands* efektif menurunkan kadar COD dan TSS air limbah saus, *Subsurface Flow Wetlands* dengan tanaman eceng gondok memiliki kinerja lebih baik dibandingkan dengan tanaman kayu apu.

**Kata kunci:** *Subsurface Flow Wetlands*, air limbah saus, eceng gondok, kayu apu.

**ABSTRACT**

**Background:** Industrial waste sauces directly discharged into water bodies without treatment would cause pollution. The pollution affects the imbalance even damage aquatic ecosystems. To anticipate the potential impact of the efforts required appropriate treatment. One of its alternative is the *Subsurface Flow Wetland*. SSF processing a biological treatment techniques by utilizing the ability of plants to reduce levels of pollutants in water.

**Purpose:** to determine the effectiveness of *Subsurface Flow Wetlands* and the influence of plant species in this case kayu apu lettuce and eceng gondok in lowering levels of COD and TSS in wastewater sauce. **Method:** waste water treated in the second dip bath wetland with different plant species namely kayu apu and eceng gondok. Wastewater settling for 5 days then measuring COD and TSS in the lab. **Result:** Wilcoxon test results showed a significant value of less than 0.05 so that there are different levels of COD and TSS before and after processing and Mann Whitney test results obtained by the significant value of less than 0.05 which concluded the influence of the type of crops to decreased levels of COD and TSS. The result of decreased levels of COD, TSS kayu apu by 84.16%, 80.05% and COD, TSS eceng gondok amounted to 85.85%, 92.47%. **Conclusion:** *Subsurface Flow Wetlands* effectively reduce levels of COD and TSS wastewater sauce, *Subsurface Flow Wetland* with eceng gondok plant has a better performance than the kayu apu

Kata kunci: *Subsurface Flow Wetlands*, Wastewater sauce, eceng gondok, kayu apu

## DAFTAR ISI

|                                                       | Halaman |
|-------------------------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL .....                                   | i       |
| DAFTAR ISI .....                                      | ii      |
| DAFTAR TABEL .....                                    | iii     |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | iv      |
| <br>BAB I. PENDAHULUAN .....                          | <br>1   |
| A. Latar Belakang.....                                | 1       |
| B. Permasalahan .....                                 | 3       |
| C. Tujuan .....                                       | 3       |
| D. Manfaat.....                                       | 4       |
| E. Keaslian Penelitian.....                           | 5       |
| <br>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....                    | <br>8   |
| A. Definisi Air Limbah .....                          | 8       |
| B. Sumber Air Limbah .....                            | 8       |
| C. Dampak PENCEMARAN Limbah.....                      | 9       |
| D. Chemical Oxygen Demand (COD) .....                 | 10      |
| E. Total Suspended Solid (TSS) .....                  | 11      |
| F. Karakteristik Limbah Saus .....                    | 13      |
| G. Sistem Aliran Bawah Permukaan .....                | 15      |
| H. Eceng Gondok .....                                 | 20      |
| I. Kayu Apu .....                                     | 22      |
| J. Kerangka Teori .....                               | 23      |
| K. Kerangka Konsep.....                               | 24      |
| L. Hipotesis.....                                     | 24      |
| <br>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....              | <br>25  |
| A. Jenis/rancangan penelitian.....                    | 25      |
| B. Waktu dan Tempat penelitian.....                   | 26      |
| C. Subyek Penelitian.....                             | 26      |
| D. Variable Penelitian dan definisi operasional ..... | 27      |
| E. Metode Pengumpulan data .....                      | 28      |
| F. Prosedur penelitian.....                           | 29      |
| G. Alat, bahan dan cara kerja .....                   | 30      |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| H. Metode pengolahan data dan analisa data ..... | 33 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN                      |    |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| A. Gambaran Umum.....            | 38 |
| B. Hasil Uji .....               | 39 |
| C. Pembahasan .....              | 46 |
| D. Keterbatasan penelitian ..... | 51 |

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

|                     |    |
|---------------------|----|
| A. Kesimpulan ..... | 52 |
| B. Saran .....      | 52 |

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL, GAMBAR DAN LAMPIRAN

### A. DAFTAR TABEL

|            |                                                                                          |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1.1. | Keaslian Penelitian                                                                      | 5  |
| Tabel 2.1  | Penyakit bawaan air dan agennya                                                          | 8  |
| Tabel 2.2  | kandungan dan bahan baku mutu air limbah hasil olahan tapioca                            | 9  |
| Tabel 2.3  | prosentase pengurangan polutan berdasarkan jenis media                                   | 21 |
| Tabel 3.1  | Definisi Operasional                                                                     | 29 |
| Tabel 4.1  | Suhu Air limbah sebelum dan sesudah dilakukan Pengolahan                                 | 39 |
| Tabel 4.2  | pH Air limbah sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan                                   | 39 |
| Tabel 4.3  | Kadar COD air limbah saus sebelum dan sesudah Pengolahan SSF dengan tanaman kayu apu     | 40 |
| Tabel 4.4  | Kadar COD air limbah saus sebelum dan sesudah Pengolahan SSF dengan tanaman eceng gondok | 41 |
| Tabel 4.5  | Kadar TSS air limbah saus sebelum dan sesudah Pengolahan SSF dengan tanaman kayu apu     | 41 |
| Tabel 4.6  | Kadar TSS air limbah saus sebelum dan sesudah Pengolahan SSF dengan tanaman eceng gondok | 41 |
| Tabel 4.7  | Penurunan kadar COD dan TSS setelah pengolahan SSF                                       | 42 |

## DAFTAR TABEL

### B. DAFTAR GAMBAR

|            |                                                                    |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 | Gambar eceng gondok                                                | 13 |
| Gambar 2.2 | Gambar kayu apu                                                    | 15 |
| Gambar 2.3 | Tipe wetland berdasarkan jenis tanaman                             | 17 |
| Gambar 2.4 | Kerangka teori                                                     | 25 |
| Gambar 2.5 | Kerangka konsep                                                    | 26 |
| Gambar 3.1 | Skema rancangan penelitian                                         | 27 |
| Gambar 3.2 | Rangkaian Subsurface Flow Wetland dengan tanaman gondok            | 32 |
| Gambar 3.3 | Rangkaian Subsurface Flow Wetland dengan tanaman kayu apu          | 33 |
| Grafik 4.1 | Trend Penurunan kadar COD dengan Kayu Apu dan Tanaman Eceng gondok | 43 |
| Gambar 4.2 | Trend Penurunan kadar TSS dengan Kayu Apu dan Tanaman Eceng gondok | 48 |
| Gambar 4.3 | Persentase penurunan kadar COD dan TSS setelah pengolahan SSF      | 48 |

### C. DAFTAR LAMPIRAN

|   |                    |
|---|--------------------|
| A | Foto kegiatan      |
| B | Hasil Laboratorium |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Industri saus merupakan Industri rumah tangga dalam bidang pangan yang dalam proses pengolahannya mempunyai dampak positif dan negatif pada lingkungan. Dampak positifnya adanya variasi produk pangan yang dihasilkan sedangkan dampak negatifnya yaitu adanya pencemaran lingkungan dari limbah yang dihasilkan<sup>1</sup>. Pencemaran tersebut berupa cemaran bahan organik yang berasal dari pencucian dan proses pengolahan<sup>2</sup>.

Pencemaran air yaitu terjadinya perubahan sifat-sifat air dari keadaan normalnya akibat masuk/ dimasukinya benda asing yang menimbulkan dampak buruk terhadap organisme di dalamnya<sup>(3, 4)</sup>. Air limbah yang dibuang langsung ke badan air dalam tingkatan yang tinggi akan mengakibatkan pencemaran yang berdampak adanya ketidakseimbangan bahkan kerusakan pada ekosistem air<sup>(3)</sup>. Berdasarkan sifatnya limbah dibedakan menjadi dua yaitu: limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik yaitu bahan buangan yang dapat terurai dengan adanya organisme pengurai, sedangkan limbah anorganik yaitu bahan buangan yang tidak dapat terurai oleh organisme pengurai<sup>(3,5)</sup>.

Salah satu cara untuk mengetahui tingkat pencemaran pada air limbah adalah mengukur *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand*(COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS)<sup>(6)</sup>. BOD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair (6), COD adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi<sup>(7)</sup>, sedangkan TSS adalah endapan dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel yang lebih besar dari ukuran partikel koloid<sup>(8)</sup>.

Pabrik saus “Guci Mas” merupakan industri pembuatan saus skala rumah tangga. Produksi saus dilakukan pada hari Senin hingga Sabtu mulai

pukul 08.00 hingga pukul 17.00 WIB. Pabrik saus ini tidak mempunyai IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Air limbah dari proses pencucian peralatan produksi dan botol ditampung dalam bak penampungan namun kondisi bak tidak kedap air, dan saat musim penghujan bak penampungan tidak cukup untuk menampung limbah, limbah tersebut dibuang ke badan air (sungai) tanpa ada pengolahan. Sungai tersebut mengalir di daerah pemukiman warga sehingga warga banyak mengeluh adanya bau tidak sedap pada sungai yang teraliri limbah dari pabrik saus tersebut.

Hasil uji pendahuluan yang dilakukan dari sampel air limbah diketahui kadar BOD 475 mg/l, COD 1250 mg/l dan TSS 155 mg/l. Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah nomor 12 tahun 2012 tentang baku mutu air limbah kadar maksimum untuk BOD 85 mg/l, untuk COD 150 mg/l sedangkan TSS 100 mg/l<sup>(9)</sup>. Berdasarkan peraturan tersebut maka air limbah saus belum memenuhi syarat baku mutu, sehingga diperlukan upaya pengolahan limbah sebelum limbah tersebut dibuang ke badan air. Pengolahan limbah Industri rumah tangga memerlukan teknologi tepat guna, selain desainnya harus sederhana juga diperhatikan dari aspek biaya dan kemudahan pengoperasiannya<sup>(10)</sup>.

Pengolahan limbah yang cukup murah dan aman salah satunya dengan *Constructed wetland*. Pengolahan sistem ini ada 2 tipe yaitu jenis aliran permukaan (*Surface Flow*) dan aliran bawah permukaan (*Subsurface Flow*)<sup>(11)</sup>. Kelemahan sistem Pengolahan dengan *Surface Flow* dapat meningkatkan populasi nyamuk di sekitar lokasi IPAL sehingga Pengolahan menggunakan *Subsurface Flow* lebih layak digunakan sebagai alternative sistem pengolahan air limbah di Indonesia<sup>(12)</sup>.

Pengolahan *Subsurface Flow* merupakan teknik pengolahan air limbah secara biologis dengan memanfaatkan kemampuan tanaman untuk menurunkan kadar pencemar dalam air<sup>(13)</sup>. Kemampuan masing-masing tanaman dalam menurunkan kadar pencemar berbeda-beda. Menurut penelitian tanaman eceng gondok dapat dipergunakan untuk pengendalian limbah secara biologis<sup>(14)</sup>, hal ini dibuktikan pada penelitian menggunakan air

limbah tahu efektif menurunkan kadar BOD sebesar 89,95%, COD 84,88% dan TSS sebesar 96,25% sedangkan pada limbah laundry dapat menurunkan deterjen sebesar 19.63%, BOD 37.24%, dan COD sebesar 20.93%<sup>(15, 16)</sup>. Selain menggunakan tanaman eceng gondong, tanaman kayu apu juga terbukti dapat menyerap beban pencemar. Hal ini dibuktikan pada penelitian limbah cair domestik dengan tanaman kayu apu efektif menurunkan BOD sebesar 45.35%, COD 65.06%, TSS 19.09 dan penurunan minyak sebesar 37.10% sedangkan pada air limbah tahu dapat menurunkan BOD sebesar 92.70%, COD sebesar 96.05% dan TSS sebesar 84.64%<sup>(17, 18)</sup>.

Berdasarkan hal di atas, industri saus merupakan salah satu sumber potensial dalam pencemaran lingkungan. Untuk menurunkan parameter tersebut agar sesuai dengan baku mutu air limbah maka dilakukan penelitian tentang perbedaan pengaruh jenis tanaman yang digunakan dalam sistem sub surface wetland. Penelitian ini dimaksudkan membandingkan efektifitas jenis tanaman antara tanaman eceng gondok dengan tanaman kayu apu dalam menurunkan kadar COD dan Kadar TSS pada Air Limbah Pabrik Saus “Guci Mas”.

## **B. Permasalahan**

Bagaimana efektifitas *Sub Surface Flow Wetland* dengan tanaman eceng gondok dan tanaman kayu apu dalam menurunkan kadar COD dan TSS pada air limbah saus?

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Mengetahui efektifitas Sub Surface Flow Wetland dengan tanaman eceng gondok dan tanaman kayu apu dalam menurunkan kadar COD dan TSS pada air limbah saus

### **2. Tujuan Khusus**

1. Menghitung kadar COD dan TSS sebelum dan sesudah perlakuan dengan metode pengolahan SSF menggunakan tanaman eceng gondok
2. Menghitung kadar COD dan TSS sebelum dan sesudah perlakuan dengan metode pengolahan SSF menggunakan tanaman kayu apu

3. Mendiskripsikan penurunan COD dan TSS setelah dilakukan pengolahan menggunakan Subsurface Flow Wetland.

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Praktis

Penelitian ini akan menghasilkan dan memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengolahan limbah cair dengan metode *Sub Surface Flow Wetland*. Dari hasil penelitian nanti diharapkan menjadikan alternatif solusi pengolahan limbah.

2. Manfaat Teoritis dan Metodologis

Memberikan informasi tentang keefektifan yang didapat dari metode pengolahan limbah dengan *Sub Surface Flow Wetland*, sebagai acuan atau referensi untuk peneliti selanjutnya

#### **E. Keaslian Penelitian**

Letak perbedaan penelitian yang dilakukan sekarang dengan penelitian sebelumnya yaitu:

1. Jenis limbah

Jenis limbah pada penelitian sebelumnya adalah limbah cair industri tahu, limbah domestik dan limbah laundry, sedangkan jenis limbah yang akan dilakukan penelitian yaitu pada air limbah industri saus

2. Jenis tanaman

Pada penelitian sebelumnya hanya meneliti satu macam jenis tanaman, sedangkan peneliti akan membandingkan perbedaan pengaruh antara jenis tanaman eceng gondok dengan tanaman kayu apu.

3. Desain Penelitian

Pada penelitian sebelumnya menggunakan desain penelitian eksperimental sedangkan peneliti menggunakan desain penelitian deskriptif. Peneliti ingin melihat trend penurunan kadar COD dan TSS setelah pengolahan menggunakan Subsurface Flow Wetland.

Tabel1.1 Keaslian Penelitian

| No | Peneliti                                                                     | Judul Penelitian                                                                                                                                                | Desain Penelitian                          | Variabel penelitian                                                                | Hasil penelitian                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Supradata.<br>(2010) <sup>19</sup>                                           | Pengolahan limbah domestik menggunakan <i>cyperus alternifolrus</i> dalamSSF weatland                                                                           | Eksperimental                              | Penurunan BOD, COD                                                                 | Tanaman hias <i>cyperus alternifolrus</i> memiliki kinerja cukup baik. ALR (the areal loading rate =16,24 g/m <sup>2</sup> /hr dengan waktu tinggal optimal 2 hari                  |
| 2  | Dyah Puspito Rukmi, Ellyke, Rahayu (2013) <sup>16</sup>                      | Efektifitas eceng gondok dalam menurunkan kadar deterjen, BOD, COD pada limbah Laundry                                                                          | Eksperimental                              | Penurunan kadar deterjen, BOD dan COD                                              | Hasil penurunan kadar deterjen, BOD, COD= 19,63%, 37,24%, dan 20,93% disimpulkan eceng gondok dapat menurunkan kadar deterjen, BOD, COD pada air limbah laundry                     |
| 3  | Panji Sukmo Umbaran (2014) <sup>15</sup>                                     | Perbedaan efektifitas constructed wetland free water surface dan sub surface floe sistem tanaman eceng gondok untuk menurunkan BOD, COD dan TSS air limbah Tahu | Eksperimental                              | Constructed wetland free surface dan sub surface, Penurunan kadar BOD, COD dan TSS | Sub surface dengan tanaman eceng gondok efektif menurunkan kadar BOD sebesar 89,95%, COD 84,88% dan TSS sebesar 96,25%                                                              |
| 4  | Yusriani Sapta Dewi(2012) <sup>14</sup>                                      | Efektifitas Jumlah Rumpun Tanaman Eceng Gondok dalam Pengendalian Limbah Cair Domestik                                                                          | Eksperimen rancangan acak kelompok lengkap | Jumlah rumpun, penurunan suhu, pH, BOD, COD, zat teroksidasi, zat tersuspensi      | Efektifitas penurunan tertinggi pada perlakuan dengan 3 rumpun tanaman eceng gondok dapat menurunkan suhu 18.3%, BOD 64.6%, COD 18.2%, zat teroksidasi 60.3%, zat tersuspensi 97.7% |
| 5  | Wiweka A.W, Ruslan Wirosoedar mo, Liliya Dewi Susanawati(2010) <sup>17</sup> | Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Kayu Apu dengan Teknik tanaman Hidroponik sistem DFT                                                        | Eksperimental                              | Lama waktu retensi, penambahan aerasi, tanaman kayu apu                            | Penurunan BOD 45.35%, COD 65.06%, TSS 19.99%, Lemak 37.10%                                                                                                                          |

| No | Peneliti                                                             | Judul Penelitian                                                                                | Desain Penelitian | Variabel penelitian                             | Hasil penelitian                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 6  | M Fakhrurozi, Listiati budi Utami, Dyah Suryani (2010) <sup>18</sup> | Pengaruh Variasi biomassa Kayu Apu terhadap penurunan kadar BOD, COD, TSS pada limbah cair tahu | Eksperimen murni  | Tanaman kayu apu, penurunan kadar BOD, COD, TSS | Penurunan BOD sebesar 92.70%, COD 96.05%, TSS 84.64%   |
| 7  | Rido Wardana, Rudi LAksono (2010) <sup>20</sup>                      | Penggunaan Kayu Apu untuk Pengolahan Air Limbah Laundry secara Fitromediasi                     | Eksperimental     | Waktu tinggal dan rasio tanaman kayu apu        | Penurunan kadar phospat 39.77%, BOD 78.87%, COD 78.87% |



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Definisi Air Limbah

Hasil bahan buangan dalam bentuk larutan/ zat cair dari kegiatan manusia yang berasal dari rumah tangga, industri, dan tempat umum lain yang telah mengalami penurunan kualitas yang dapat membahayakan kehidupan serta mengganggu kelestarian hidup<sup>(3, 21)</sup>.

#### B. Sumber Air Limbah

Sumber air limbah dibedakan menjadi 2, yaitu:

##### 1. Limbah Domestik

Semua bahan buangan yang bersumber dari rumah tangga yang terdiri dari sampah organik dan sampah anorganik serta detergen<sup>(3, 5)</sup>.

##### 2. Limbah non domestik

Limbah non domestik terdiri antara lain:

##### a. Limbah pertanian

Bahan buangan sisa hasil proses pertanian, yang terdiri dari bahan pupuk, pestisida maupun bahan padat bekas tanaman yang bersifat organik<sup>(3, 5)</sup>. Bahan pupuk menyisakan bahan buangan berupa bahan kimia yang mengandung fosfat yang merangsang tumbuhnya gulma, sedangkan penggunaan insektisida yang berlebihan menyebabkan kematian pada hewan yang bukan sarannya yang justru bermanfaat bagi tanaman pertanian<sup>(3)</sup>.

##### b. Limbah industri

Bahan buangan sisa hasil produksi. Limbah Industri pada umumnya mengandung limbah B3(bahan berbahaya dan beracun) yang tidak hanya merusak lingkungan tetapi juga dapat membahayakan kesehatan dan kelangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya<sup>(3)</sup>.

### C. Dampak Pencemaran Limbah

Pada umumnya dibagi dalam 4 kategori :

#### 1. Dampak terhadap kehidupan biota air

Tingginya zat pencemar menyebabkan kerusakan bahkan kematian organisme, biota, hewan, tanaman dan tumbuhan air, sehingga proses penjernihan air secara alamiah yang seharusnya terjadi akan terhambat<sup>(3, 22)</sup>.

#### 2. Dampak terhadap kualitas air tanah

Berdasarkan hasil penelitian kualitas air tanah disekitar aliran air yang telah tercemar tidak memenuhi syarat air bersih. Air sumur berasa, berbau, berwarna, terjadi perubahan suhu, adanya endapan dan terdapat mikroorganisme didalamnya<sup>(22)</sup>.

#### 3. Dampak terhadap kesehatan

Berdasarkan penelitian, warga yang berada di sekitar sungai yang tercemar sangat rentan terhadap penyakit akibat adanya zat-zat yang merugikan tubuh<sup>(22)</sup>. Selain zat kimia ada beberapa penyakit yang masuk dalam kategori *water-borne disease* atau penyakit-penyakit yang dibawa oleh air.

Tabel 2.1 penyakit bawaan air dan agennya

| Agen                  | Penyakit                                 |
|-----------------------|------------------------------------------|
| Rotavirus             | Diare pada anak                          |
| Virus hepatitis A     | Hepatitis A                              |
| Virus Poliomyelitis   | Polio ( <i>myelitis anterior acuta</i> ) |
| Vibrio cholera        | Kolera                                   |
| Escherichia coli      | Diare/ disenti                           |
| Salmonella typhi      | Typhus abdominale                        |
| Salmonella paratyphi  | Patrathypus                              |
| Shigella dysenteriae  | Dysentri                                 |
| Entamoeba histolytica | Disentri amboeba                         |
| Balantidia coli       | Balantidiasis                            |
| Giardia lamblia       | Giardiasis                               |
| Ascaris Lumbricoides  | Ascaris                                  |
| Clonorchis sinensis   | Clonorchiasis                            |
| Diphyllbothrium latum | Diphylobothriasis                        |
| Tawenia saginata      | Taeniasis                                |
| Schistosoma           | Achistosomiasis                          |

Sumber : <sup>(3, 22)</sup>

#### 4. Dampak terhadap estetika lingkungan

Semakin tingginya kandungan bahan organik air limbah yang dibuang ke badan air tanpa pengolahan mengakibatkan timbulnya bau menyengat. Selain bahan organik pembuangan limbah padat seperti sampah akan terjadi penumpukan pada aliran sungai, hal inilah yang menyebabkan masalah estetika lingkungan<sup>(5)</sup>.

#### D. Karakteristik Limbah Saus

Limbah hasil pengolahan saus dari bahan tapioka adalah : zat padat berupa senyawa organik, BOD, COD, Bau dan pH<sup>(23)</sup>

Kandungan dan baku mutu air limbah industri saus yang diizinkan sesuai lampiran Peraturan Daerah Provinsi Jawa tengah nomor 12 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah sebelum dibuang ke lingkungan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kandungan dan Baku Mutu Air Limbah Industri saus

| Parameter        | Kadar Maksimum<br>(mg/l) | Beban Pencemaran<br>Maksimum<br>(kg/ton) |
|------------------|--------------------------|------------------------------------------|
| BOD <sub>5</sub> | 150                      | 4.5                                      |
| COD              | 300                      | 9                                        |
| TSS              | 100                      | 3                                        |
| pH               | 6-9                      | 6-9                                      |

Sumber :<sup>(24)</sup>

#### E. Chemical Oxygen Demand (COD)

##### 1. Pengertian

COD adalah sejumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam limbah melalui reaksi kimia<sup>(6, 21)</sup>.

##### 2. Penyebab tingginya angka COD

###### a. Tingginya kandungan bahan organik yang dibuang ke badan air

Tingginya kandungan bahan organik dalam air mengakibatkan Oksigen terlarut dalam air sangat rendah sehingga angka COD menjadi tinggi<sup>(5)</sup>.

###### b. Adanya kandungan fosfat dan nitrat yang tinggi

Meningkatnya kandungan nitrat dan fosfat menyebabkan air menjadi tercemar, dimana kadar bahan buangan organik dan anorganik dalam air

meningkat sehingga jumlah Oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan dalam air sungai secara kimia (COD) ikut meningkat<sup>(25)</sup>

c. Proses Pembusukan Tanaman

Tanaman air yang mati dan mengalami pembusukan akan mengendap di dasar air sehingga akan menambah jumlah bahan organik dalam air limbah yang menyebabkan oksigen terlarut menjadi berkurang dan menambah nilai COD<sup>(19)</sup>.

3. Dampak yang ditimbulkan kadar COD yang tinggi:

a. Terhadap Kesehatan

COD yang tinggi menunjukkan bahan pencemar organik dan mikroorganisme dalam jumlah yang banyak. Mikroorganisme tersebut mencakup patogen dan non patogen. Mikroorganisme patogen dalam jumlah yang tinggi dapat menimbulkan berbagai macam penyakit bagi manusia<sup>(26)</sup>.

b. Terhadap Lingkungan

1) COD yang tinggi menyebabkan kandungan Oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah bahkan habis sehingga makhluk air yang membutuhkan oksigen akan mati<sup>(25, 26)</sup>

2) Semakin sulitnya memperoleh air sungai yang memenuhi syarat bahan baku air minum<sup>(25)</sup>.

4. Faktor yang mempengaruhi COD:

a. Kecepatan Air

Adanya media dalam air menyebabkan aliran kecepatan air bersifat turbulen, sehingga pencemaran air tersebut merata pada seluruh badan air<sup>(26)</sup>. Peningkatan kecepatan air akan mengakibatkan oksigen yang ada pada perairan semakin banyak sehingga COD semakin berkurang<sup>(27)</sup>.

b. Jenis Limbah

Karakteristik jenis limbah sangat berpengaruh terhadap kadar COD dalam air. Limbah dengan karakteristik bahan organik yang tinggi

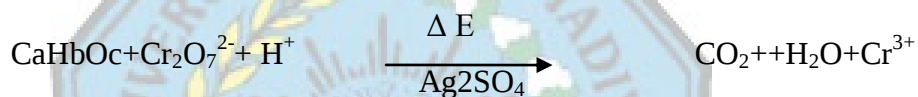
menyebabkan COD tinggi, selain itu kandungan fosfat dan nitrat yang tinggi juga berpengaruh terhadap kadar COD dalam air<sup>(27)</sup>.

c. Waktu Tinggal

Semakin lama waktu tinggal pengolahan limbah maka akan terjadi peningkatan suplay oksigen ke dalam air limbah juga memberikan kesempatan mikroorganisme kontak dengan udara <sup>(27)</sup>. Bahan organik yang terdapat dalam air akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan air sebagai nutrient sehingga kadar COD dalam air akan menurun<sup>(19)</sup>.

5. Pengukuran COD

Zat organik dioksidasi dengan larutan asam  $K_2Cr_2O_7$  yang mendidih optimum,



Zat organik warna kuning      Katalisator      Warna hijau  
kemudian ditambahkan perak sulfat yang berguna untuk mempercepat reaksi dan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan klorida. Penentuan Besarnya COD ditentukan dari sisa  $K_2Cr_2O_7$  melalui titrasi dengan Fero Ammonium Sulfat dan penambahan indikator ferroin untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu adanya perubahan warna hijau biru menjadi coklat merah<sup>(7)</sup>.



F. Total Suspended Solid (TSS)

1. Pengertian

TSS adalah endapan dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel lebih besar dari ukuran partikel koloid<sup>(8)</sup>. TSS digunakan untuk menentukan kepekatan air limbah, efisiensi proses dan beban unit proses. Pengukuran yang bervariasi terhadap kadar residu diperlukan untuk menjamin kemantapan proses control<sup>(6)</sup>.

2. Penyebab tingginya kadar TSS
  - a. Kandungan senyawa organik yang tinggi pada air limbah
  - b. Adanya erosi tanah akibat aliran permukaan<sup>(28)</sup>.
  - c. Masih banyaknya padatan yang belum mengendap<sup>(21)</sup>.
3. Dampak yang ditimbulkan kadar TSS yang tinggi:<sup>(29)</sup>
  - a. Menghalangi sinar matahari ke dalam air sehingga pertumbuhan organism terganggu
  - b. Menyebabkan kekeruhan sehingga mengurangi kemampuan ikan dan organisme air lainnya memperoleh makanan
  - c. Mengganggu proses fotosintesis tumbuhan air
4. Faktor yang mempengaruhi kadar TSS:
  - a. Waktu tinggal  
Waktu tinggal memberikan waktu untuk padatan/ partikel untuk mengendap secara alami ataupun dengan bantuan bahan kimia<sup>(21)</sup>. Bahan padatan/ partikel yang telah mengendap akan mengurangi nilai TSS dalam air limbah.<sup>(19)</sup>
  - b. Jenis air limbah  
Karakteristik jenis limbah sangat berpengaruh terhadap kadar TSS dalam air. Limbah/ padatan yang berasal dari limbah-limbah organik menyebabkan TSS tinggi<sup>(27)</sup>.
  - c. Proses pembusukan tumbuhan dan hewan  
Tumbuhan atau hewan yang membusuk melepaskan partikel organik tersuspensi sehingga berkontribusi pada kadar TSS<sup>(30)</sup>.
5. Pengukuran TSS  
Uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang berat awalnya. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan pada suhu 103°C- 105°C. penentuan Kadar TSS dilihat dari kenaikan berat saringan.<sup>(31)</sup>

## G. Eceng Gondok

Eceng gondok banyak dimanfaatkan dalam pengolahan limbah karena dapat menurunkan kadar BOD, partikel suspensi secara biokimiawi (berlangsung agak lambat) dan mampu menyerap logam-logam berat<sup>(14)</sup>.

### 1. Klasifikasi Eceng Gondok

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas: Monocotyledoneae

Suku : Pontederiaceae

Marga: Eichhornia

Spesies: *Eichhornia crassipes* Solms<sup>(32)</sup>



Gambar 2.1 Gambar Eceng Gondok

### 2. Manfaat eceng Gondok

Eceng gondok mempunyai siat-sidat yang menguntungkan, salah satunya sebagai penjernih air. Eceng gondok ini terbukti efektif menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada air limbah. Hal tersebut dibuktikan dari hasil penelitian-penelitian antara lain:

- a. Eceng gondok dalam bentuk arang aktif yang teraktifasi mampu menurunkan kekeruhan sebesar 78,17%, COD sebesar 58,13%, BOD sebesar 64,70% sedangkan yang tidak teraktiasi dapat menurunkan kekeruhan sebesar 41,29%, COD sebesar 55,81% dan BOD sebesar 58,80%.<sup>(33)</sup>
- b. Pemanfaatan eceng gondok pada pengolahan air limbah laundry terbukti dapat menurunkan kadar deterjen sebesar 19,63%, BOD 37,24% dan COD sebesar 20,93%.<sup>(16)</sup>
- c. Pemanfaatan eceng gondok dalam membersihkan kualitas air sungai gadjah wong Yogyakarta terbukti dapat menurunkan kadar COD dari 11,25 mg/l menjadi 5,46 mg/l, BOD dari 5,51 mg/l menjadi 2,73 mg/l.<sup>(34)</sup>
- d. Efektifitas jumlah rumpun tanaman eceng gondok dalam pengendalian limbah cair domestik diperoleh hasil pada perlakuan limbah cair

domestik dengan eceng gondok pada hari ke 14 efektif menurunkan suhu, pH, BOD, COD, Zat teroksidasi dan zat tersuspensi. Efektifitas penurunan tertinggi pada perlakuan dengan 3 rumpun tanaman eceng gondok dapat menurunkan suhu 18,3%, BOD 64,6 %, COD 18,2%, Zat teroksidasi 60,3%, zat tersuspensi 97,7%. <sup>(14)</sup>

### 3. Kelemahan Eceng Gondok

- a. Meningkatnya *evapotranspirasi* yaitu penguapan dan hilangnya air melalui daun-daun tanaman
- b. Menurunnya jumlah cahaya yang masuk ke dalam perairan sehingga menyebabkan tingkat kelarutan oksigen dalam air
- c. Eceng gondok yang mati akan turun ke dasar perairan sehingga mempercepat pendangkalan <sup>(32)</sup>

### 4. Cara kerja Eceng Gondok dalam Sub Surface Wetland

Eceng Gondok memiliki akar yang bercabang cabang halus, permukaan akarnya digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan. <sup>(32)</sup>. Penurunan zat pencemar dikarenakan Eceng Gondok mempunyai kemampuan selain menyerap bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme juga mampu membebaskan oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar. <sup>(10)</sup>. Sehingga dengan banyaknya eceng gondok dan semakin lamanyanya waktu tinggal akan menurunkan bahan pencemar.

Kemampuan eceng gondok sebagai biofilter dikarenakan adanya mikroba mikroba rhizosfera pada akar dan didukung oleh daya adsorpsi serta akumulasi yang besar terhadap bahan pencemar. Bahan organik yang terlarut <sup>(35)</sup>. Bahan organik yang terlarut dalam air dapat direduksi oleh mikroba rhizosfer yang terdapat pada akar eceng gondok dengan cara menyerapnya dari perairan dan sedimen dan diakumulasikan ke dalam struktur batang <sup>(36)</sup>.

## H. Kayu Apu

Kayu apu sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik yang tinggi. <sup>(37)</sup>

### 1. Klasifikasi Kayu Apu

Kingdom : Plantae

Phylum : Angiosperm

Subphylum : Monochot

Order : Alismatales

Family : Araceae

Sub family : Aroideae

Genus: Pistia

Spesies: Pistia Stratiotes



Gambar 2.2 Tanaman Kayu Apu

### 2. Keunggulan Kayu Apu:

- a. Daya berkecambah tinggi
- b. Pertumbuhan yang cepat
- c. Tingkat absorpsi unsur hara dan air yang besar mudah ditemukan
- d. Daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim<sup>(38)</sup>.

### 3. Kelemahan Tanaman Kayu Apu

- a. Daya tahan terhadap limbah kurang baik hal ini dibuktikan dalam penelitian pada air limbah tahu tanaman kayu apu setelah dipergunakan sebagai sarana pengolahan limbah selama 1 minggu sebagian tanaman rusak dan membusuk<sup>(18)</sup>, hal ini dikarenakan proses adaptasi kayu apu dengan lingkungan tumbuh yang baru dengan kandungan hara dan zat kimia yang berbeda dengan lingkungan asalnya<sup>(39)</sup>.

#### 1) Adanya perubahan warna daun dari hijau menjadi kuning

Beban polutan yang tinggi akan menurunkan kualitas dan kuantitas klorofil sehingga menyebabkan daun berubah warna<sup>(18)</sup>.

#### 2) Perubahan akar (akar bertambah panjang, semakin banyak jumlahnya dan menjadi kotor)

TSS yang tinggi akan berpengaruh pada respirasi sel di akar, yaitu untuk masuknya oksigen ke jaringan akar. Akar terganggu, disebabkan karena penyaringan atau filter yang dilakukan oleh akar pada air limbah<sup>(18)</sup>.

#### 4. Manfaat Tanaman Kayu Apu :

- a. Tanaman kayu apu dapat menurunkan suhu 16.9%, Sulfat 43.1%, Fosfat 41.9%<sup>(40)</sup>
- b. Penurunan parameter phospat pada ratio tanaman 6 tanaman dengan waktu tinggal 8 hari dapat menurunkan fosfat 39.77%, BOD 78.87%, COD 78.87%<sup>(20)</sup>
- c. Tanaman kayu apu dapat menurunkan BOD 92.70%, COD 96.05% dan TSS 84.64%<sup>(18)</sup>

#### 5. Cara Kerja Kayu Apu dalam Sub Surface Wetland

Tanaman Kayu Apu selain memiliki akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air juga banyak menghasilkan oksigen hasil proses fotosintesis yang dimanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik air limbah<sup>(18, 19)</sup>. Bahan organik yang terdapat dalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana dan akan dimanfaatkan tumbuhan sebagai nutrient<sup>(41)</sup>. Mekanisme Penyerapan tanaman Kayu Apu dalam menyerap polutan adalah sebagai berikut:

- a. Penyerapan pada akar  
Polutan yang larut dalam air diambil oleh akar sedangkan senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar<sup>(42)</sup>. Akar tanaman Kayu Apu yang serabut menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air<sup>(18)</sup>.
- b. Translokasi polutan dari akar ke bagian tanaman lain  
Polutan yang menembus endodermis akar mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut ke bagian batang<sup>(42)</sup>.
- c. Lokalisasi polutan pada sel dan jaringan  
Polutan yang telah diserap akan diuraikan melalui proses metabolisme tumbuhan secara enzimatik<sup>(42)</sup>.

## I. Sistem Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow Wetland*)

Sistem Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow - Wetlands*) merupakan sistem pengolahan limbah secara biologis dengan memanfaatkan kemampuan tanaman untuk menurunkan kadar pencemar dalam air<sup>(13)</sup>. Berdasarkan jenis tanamannya *Sub Surface Flow – Wetlands* dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta mengambang



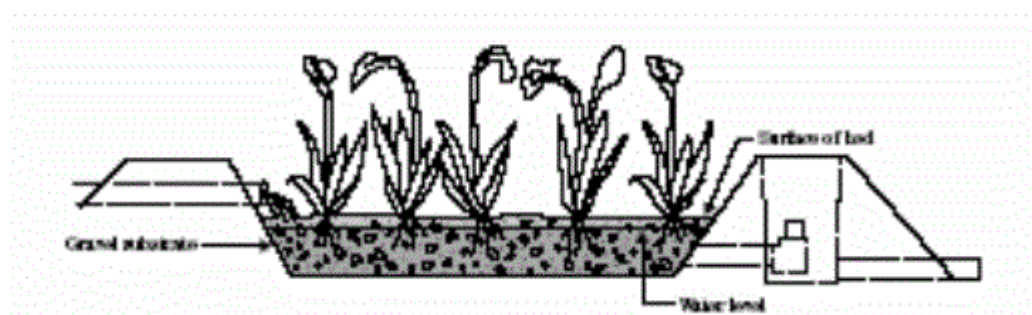
*Floating Aquatic Plant Sistem*

2. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta dalam air



*Surface Flow Wetland*

3. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam



*Subsurface Flow Wetland*

Gambar 2.3 Tipe Wetlands berdasarkan jenis tanaman<sup>(11)</sup>

Pengolahan air limbah dengan sistem tersebut lebih dianjurkan karena beberapa alasan sebagai berikut :

1. Merupakan teknologi pengolahan yang efisien untuk menurunkan kadar pencemar dalam limbah cair<sup>(13)</sup>
2. Biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak membutuhkan ketrampilan yang tinggi.<sup>(13, 43-45)</sup>
3. Relatif tahan dengan debit limbah yang bervariasi<sup>(11, 46)</sup>
4. Dapat mengolah limbah domestik, pertanian dan sebagian limbah industri termasuk logam berat.<sup>(43, 47)</sup>
5. Efisiensi pengolahan tinggi (80 %).<sup>(43)</sup>
6. Lahan yang digunakan untuk proses pengolahan limbah dapat dimanfaatkan sebagai taman sehingga mempunyai nilai estetika yang tinggi.<sup>(45)</sup>
7. Kualitas hasil air pengolahan sesuai dengan baku mutu<sup>(47)</sup>
8. Meningkatkan kualitas air tanah<sup>(47)</sup>

Proses penurunan polutan pada air limbah terjadi dengan adanya penggabungan kinerja antara media, tumbuhan mikrophyta dan mikroorganisme<sup>(48)</sup>. Proses pengolahan limbah pada Sub Surface Wetland dapat terjadi secara fisik, kimia dan biologi<sup>(43, 49)</sup>.

1. Fisik : terjadi proses sedimentasi, filtrasi, adsorpsi yang dilakukan oleh media tanah dan tanaman sehingga dapat menurunkan COD, BOD solid serta TSS. Pada proses ini hanya dapat mengurangi kadar BOD, COD dan TSS.

a. Proses Sedimentasi

1) Pengertian

Sedimentasi adalah sejumlah material baik dari batuan, mineral maupun organik yang melayang-layang di dalam air<sup>(28)</sup>.

2) Proses Sedimentasi pada SSF

Pada proses ini dapat menghilangkan partikulat dan padatan tersuspensi<sup>(50)</sup>. Proses sedimentasi terjadi di akar dan media:

### 1) Media

Media pasir dan kerikil dapat menurunkan kecepatan aliran air sehingga mempermudah proses sedimentasi dalam air limbah<sup>(43)</sup>. Air limbah yang melewati media akan tersaring dan mengendap pada media<sup>(51)</sup>.

### 2) Akar

Air limbah yang melewati akar-akar tanaman air yang cukup panjang sehingga partikel-partikel yang melewati media dan akar akan mengendap<sup>(52)</sup>. Proses ini bahan organik terjebak dalam ruang kosong pasir<sup>(51)</sup>.

## b. Proses Filtrasi

### 1) Pengertian

Proses pemisahan zat padat yang melewati media penyaring sehingga zat padat tersebut dapat tertahan<sup>(6, 28)</sup>.

### 2) Proses Filtrasi dalam SSF

Proses Filtrasi dilakukan oleh media dan akar:

#### 1) Media

Air limbah akan melewati media berpori dalam hal ini berupa kerikil dan pasir sehingga padatan tertahan dalam pori-pori media<sup>(43)</sup>.

#### 2) Akar

Sistem perakaran tanaman air yang berserabut berfungsi sebagai filter yang dapat menahan partikel-partikel solid yang terdapat dalam air limbah<sup>(43)</sup>.

## c. Proses Adsorpsi

### 1) Pengertian

Merupakan proses penyerapan zat tertentu oleh padatan yang terjadi pada permukaan zat padat akibat gaya tarik molekul tanpa meresap ke dalam<sup>(6, 21)</sup>.

## 2) Proses Adsorpsi dalam SSF

Akar tanaman menarik zat-zat kontaminan sehingga berakumulasi di akar. Bahan organik yang menempel erat pada akar akan diuraikan oleh mikroorganisme<sup>(53)</sup>.

## 2. Kimia dan Biologi : melalui aktivitas mikroorganisme dan tanaman sehingga dapat menurunkan COD dan BOD terlarut

### a. Aktivitas Mikroorganisme

Pengolahan secara biologis dilakukan mikroorganisme yang terdapat pada media dan permukaan akar. Mikroorganisme menempel pada akar dan mendegradasi senyawa organik menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksigen<sup>(19, 30)</sup>.

### b. Tanaman

Pada akar hydrophyta terjadi pelepasan oksigen sehingga terbentuk rizosfer yang kaya oksigen. Pada akar tersebut terdapat ruang antar sel sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer yang melalui pori-pori daun ke bagian akar. Oksigen tersebut mengalir ke akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer.<sup>(43, 54)</sup> Berikut tahapan Penyerapan yang terjadi pada tanaman :

#### a. *Phytoaccumulation*

Proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan<sup>(53)</sup>. Tanaman eceng gondok dapat melakukan perubahan pH dan membentuk zat khelat yang disebut fitosiderofor yang berfungsi mengikat zat organik dan logam yang dibawa ke dalam sel akar<sup>(32)</sup>.

#### b. *Rhizofiltration*

Proses adsorpsi zat kontaminan oleh akar dengan cara menempel pada akar<sup>(53)</sup>. Pada akar eceng gondok memiliki lapisan yang sangat peka sehingga pada kedalaman sampai 8 meter di bawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut dalam air<sup>(55)</sup>.

c. *Phytostabilization*

Penempelan zat-zat kontaminan pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan<sup>(53)</sup>. Zat-zat kontaminan tersebut menempel erat pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media<sup>(36)</sup>.

d. *Rhizodegradation*

Penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroorganisme yang berada di sekitar akar tumbuhan<sup>(53)</sup>.

e. *Phytodegradation*

Proses tumbuhan menguraikan zat kontaminan dari molekul kompleks menjadi molekul lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan<sup>(19, 53)</sup>.

f. *Phytovolatilization*

Proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi dan diuapkan ke atmosfer<sup>(53)</sup>.

**Faktor yang Mempengaruhi Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands) yaitu :**

b. Media

Media yang digunakan dalam sistem SSF wetland berupa tanah, kerikil, pasir dan tanah liat.<sup>(43, 46)</sup> Kinerja SSF wetlands berdasarkan media yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 prosentase pengurangan polutan berdasarkan jenis media

| No | Jenis Media | Prosentase Pengurangan Polutan |          |
|----|-------------|--------------------------------|----------|
|    |             | BOD                            | Coliform |
| 1. | Kerikil     | 55-96                          | 99       |
| 2. | Tanah       | 62-85                          | -        |
| 3. | Pasir       | 96                             | 100      |
|    | Tanah Liat  | 92                             | -        |

Sumber : <sup>(54)</sup>

Peranan utama dari media pada Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands) tersebut adalah :

1. Tempat tumbuh bagi tanaman

2. Media berkembang-biaknya mikroorganisme
3. Membantu terjadinya proses sedimentasi.
4. Membantu penyerapan (adsorpsi) bau
5. tempat terjadinya proses transformasi kimiawi<sup>(56)</sup>
6. tempat penyimpanan bahan-bahan nutrient yang dibutuhkan oleh tanaman<sup>(54)</sup>

Proses yang terjadi dalam media adalah proses filtrasi dan sedimentasi. Media berupa pasir dan kerikil yang digunakan dalam SSF (Sub Surface Flow) akan menurunkan kecepatan aliran air limbah yang masuk dalam reactor, penurunan ini akan memudahkan terjadinya proses sedimentasi partikel-partikel solid dalam air<sup>(56)</sup>. Proses filtrasi terjadi penyaringan dari media pasir dan kerikil yang menyaring padatan yang nantinya tertahan pada media sehingga dapat menurunkan kadar bahan pencemar dan kandungan suspended dalam air<sup>(43)</sup>.

c. Tanaman

Kinerja wetlands lebih efektif dalam menurunkan polutan jika menggunakan beberapa jenis tanaman dibandingkan jika hanya menggunakan 1 jenis tanaman<sup>(17)</sup>. Pemilihan jenis tanaman akan menjaga kinerja SSF dengan mempertimbangkan jenis limbah yang akan diolah. Berdasarkan penelitian berbagai jenis tanaman air memiliki tingkat yang berbeda-beda untuk menyerap logam berat, antara lain: Tanaman eceng gondok dapat menurunkan kadar deterjen sebesar 19,63%, BOD 37,24% dan COD sebesar 20,93%.<sup>(16)</sup> tanaman Cattail dapat menurunkan BOD sebesar 14.6 %, COD 12.2% dan TSS 23.4% pada air limbah tahu<sup>(46)</sup>, tanaman Canna mampu menurunkan BOD 92% dan COD 75% pada air limbah Industri catering<sup>(45)</sup>, tanaman alisma plantago mampu menurunkan COD 82.1% dan TSS 90.3%<sup>(57)</sup>, dan tanaman kayu apu mampu menurunkan BOD 45.35%, COD 65.06% dan TSS 19.99% pada air limbah domestik<sup>(17)</sup>.

Tujuan penggunaan tanaman dalam kinerja wetland adalah :

1. Untuk menyediakan oksigen di zona akar

2. Untuk menambah luas permukaan bagi pertumbuhan mikroorganisme yang tumbuh di zona akar<sup>(47)</sup>
3. Menyediakan media penyangga bagi bakteri pengurai
4. Menyediakan komponen lingkungan perairan yang dapat meningkatkan efisiensi pengolahan<sup>(43)</sup>

d. Mikroorganisme

Mikroorganisme yang diharapkan tumbuh dan berkembang dalam media SSF-Wetlandstersebut adalah jenis heterotropik aerobik, karena pengolahan berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan mikroorganisme anaerobic.<sup>(43)</sup> Menurut penelitian menyebutkan bahwa komposisi mikrobia yang terdapat dalam effluent Wetland Constructed dengan analisis DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) didominasi oleh jenis *Bacillus*, *Clostridium*, *Mycoplasma*, *Eubacterium*, *Nitrobacter* dan *Nitrosospira*<sup>(58)</sup>.

Jumlah Mikroorganisme di lapisan media pasir akan meningkat seiring dengan lamanya waktu detensi sehingga removal kandungan COD semakin lama semakin meningkat<sup>(59)</sup>. Jumlah Mikroorganisme lebih banyak di media yang terdiri dari satu media dibandingkan dengan media yang hanya terdiri pasir saja<sup>(60)</sup>. Pelepasan Oksigen oleh akar tanaman air menyebabkan air disekitar rambut akar memiliki Oksigen terlarut yang tinggi, sehingga memungkinkan Mikroorganisme dapat hidup dalam lingkungan lahan basah yang berkondisi anaerob<sup>(54)</sup>.

e. Temperatur

Suhu pada air dapat menentukan banyaknya mikroorganisme dan tingkat aktivitasnya<sup>(61)</sup>. Suhu berfungsi memperlihatkan aktivitas kimiawi dan biologis, pada suhu tinggi pengentalan cairan berkurang dan mengurangi sedimentasi<sup>(62)</sup>. Suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologis dalam air, kenaikan suhu menyebabkan:

1. Jumlah oksigen dalam air menurun
2. Meningkatkan kecepatan reaksi kimia<sup>(11, 63)</sup>

3. Merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan mikroorganisme<sup>(11)</sup>

Berdasarkan kehidupan optimal, Mikroorganisme dibedakan menjadi 3:

1. Mikroorganisme Psikofil (pertumbuhan optimal pada suhu 15°C
2. Mikroorganisme Mesofil (pertumbuhan optimal pada suhu 25°C-37°C
3. Mikroorganisme Termofil (pertumbuhan optimal pada suhu 55°C-60°C

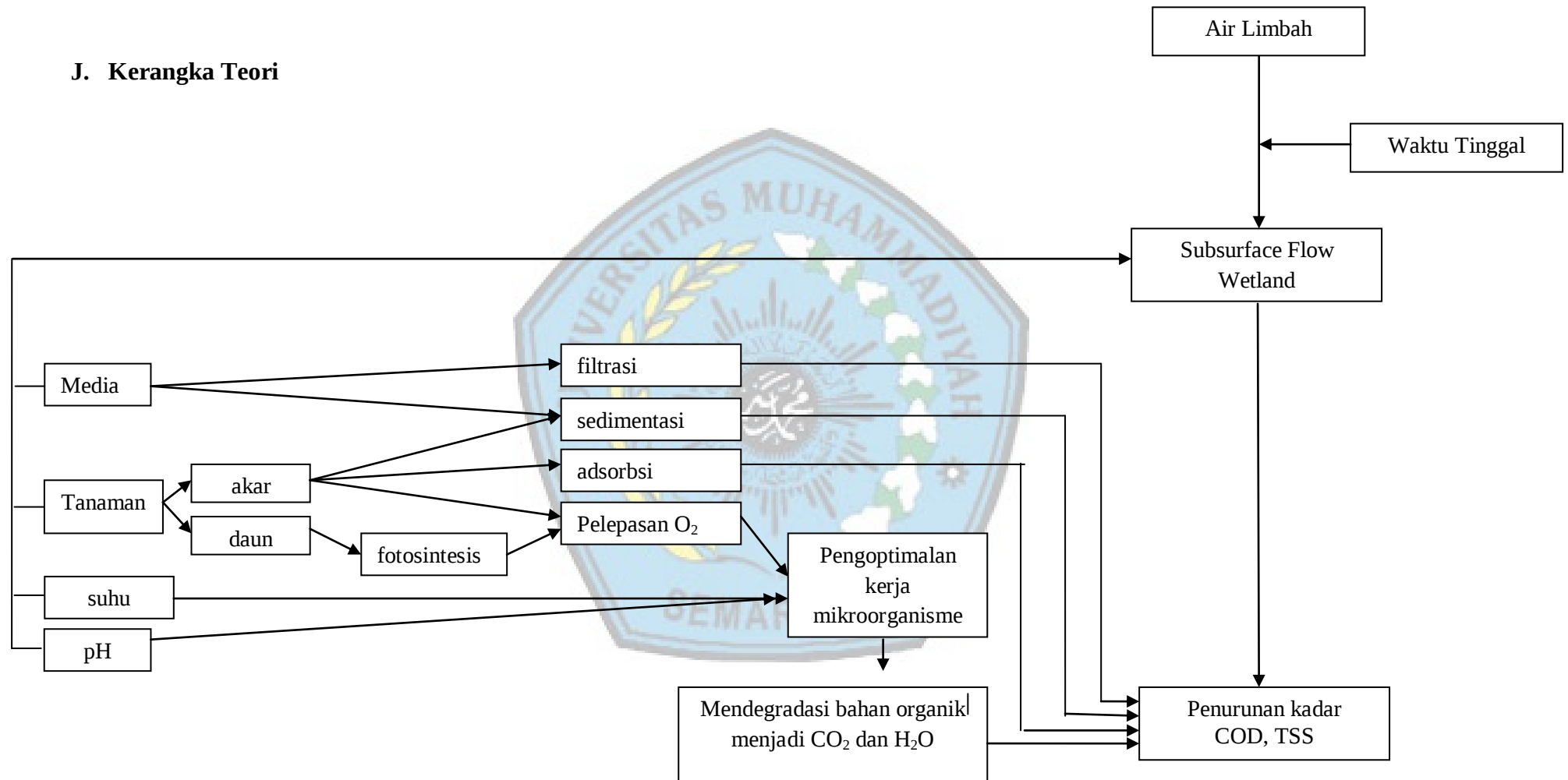
f. pH

pH air limbah memiliki pengaruh terhadap perubahan ratio BOD dan COD. Ratio Bod dan COD mengalami peningkatan maksimum pada pH yang netral dibandingkan pH basa<sup>(64)</sup>. Pada kondisi netral bahan organik mengalami proses dekomposisi dengan lebih cepat <sup>(45)</sup>. Kadar pH dalam perairan sehat yaitu 6-8 agar dapat mendukung semua proses biologis khususnya bakteri pengurai<sup>(52)</sup>. Pertumbuhan tanaman air dipengaruhi oleh pH pada pH < 4 sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi dengan pH rendah<sup>(55)</sup>.

g. waktu tinggal

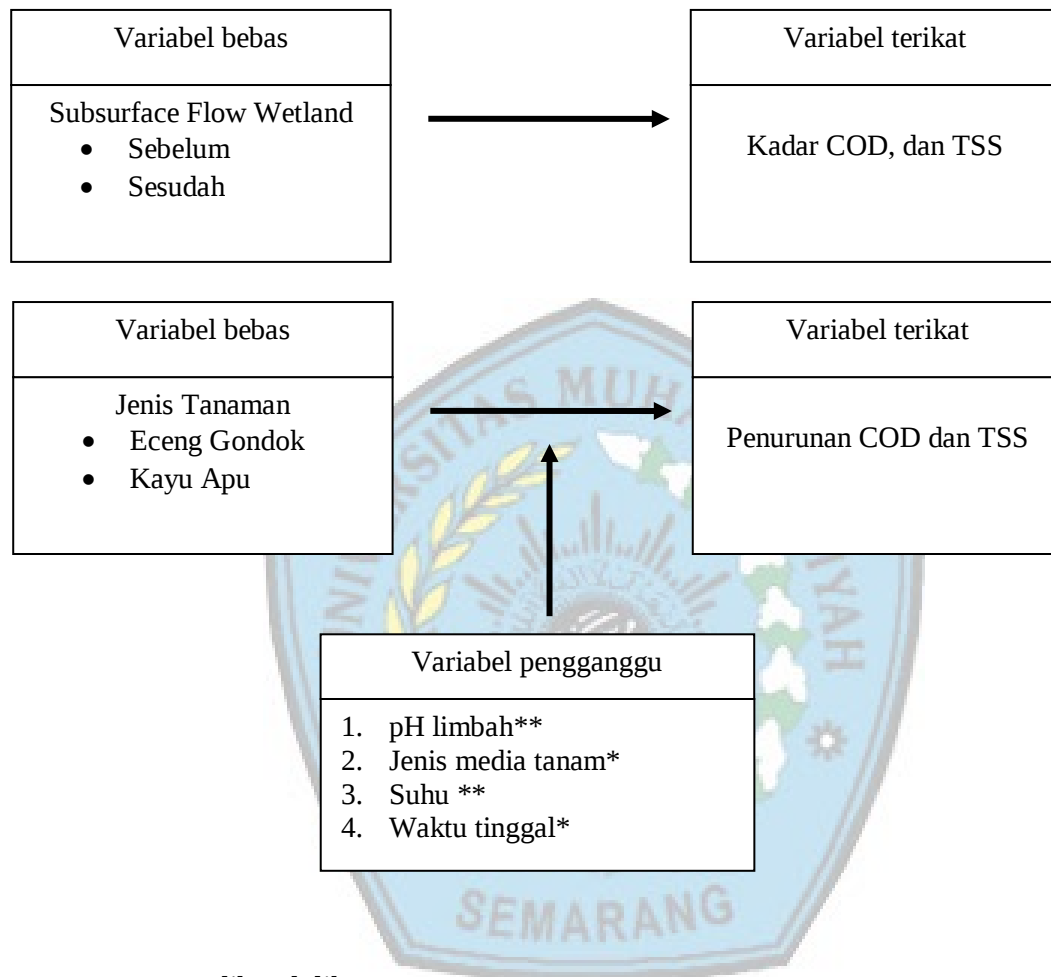
Waktu tendensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah serta oksigen yang dikeluarkan oleh akar tanaman<sup>(43)</sup>, semakin lama waktu tinggal maka akan terjadi peningkatan suplai oksigen ke dalam air yang akan meningkatkan kinerja mikroba yang akan merombak bahan pencemar sehingga zat pencemar mengalami penurunan<sup>(65)</sup>.

## J. Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori

## K. Kerangka konsep



\* : dikendalikan

\*\* : diukur

Gambar 2.5 Kerangka Konsep

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### A. Jenis/ rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan metode studi kasus di tempat-tempat pembuangan limbah pabrik saus. Peneliti ingin melihat penurunan kadar COD dan TSS air limbah pabrik saus setelah pengolahan Subsurface Flow Wetland dengan tanaman kayu apu dan eceng gondok.

##### B. Obyek penelitian

Obyek penelitian ini adalah air limbah saus dari Industri Saus Guci Mas yang berada di Desa Tangkis Kecamatan Guntur Kabupaten Demak

##### C. Variabel penelitian dan definisi operasional

###### 1. Variabel bebas

Dalam penelitian ini yang termasuk variabel bebas adalah jenis tanaman yaitu Sub Surfaceflow Wetland dan jenis tanaman (tanaman eceng gondok dan tanaman kayu apu)

###### 2. Variabel terikat

variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kadar COD, TSS dan penurunan COD dan TSS

###### 3. Variabel pengganggu

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu pH, Suhu dan Waktu tinggal.

**Tabel 3.1 Definisi Operasional**

| No | Variabel Penelitian     | Definisi Operasional                                                                                                                   | Hasil Ukur | Skala Pengukuran |
|----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|
| 1  | Sub Surfaceflow Wetland | Pengolahan air limbah dengan memanfaatkan tanaman air dan penggunaan media berupa kerikil setinggi 5 cm dan media pasir setinggi 10 cm | -          |                  |

| No | Variabel Penelitian | Definisi Operasional                                                                                                                                                                                                                   | Hasil Ukur                                                                                                                                                                                                             | Skala Pengukuran |
|----|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 2  | Jenis Tanaman       | Variasi tanaman yang digunakan dalam pengolahan air limbah dengan metode <i>Sub Surface Flow Wetland</i>                                                                                                                               | 1. Tanaman kayu apu yang memiliki bentuk fisik dengan diameter rata-rata 4-5 cm, dengan jumlah daun 3-5 helai<br>2. Tanaman eceng gondok yang memiliki tinggi 30 cm, jumlah batang 5-7 batang dan jumlah daun 3-5.(15) | Nominal          |
| 3  | Kadar COD           | Jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik air limbah melalui reaksi kimia sebelum dan sesudah masuk ke <i>Sub Surface Flow Wetland</i> selama 5 hari yang diukur dengan spektrofotometer.                          | Mg/l                                                                                                                                                                                                                   | Rasio            |
| 4  | Kadar TSS           | total padatan tersuspensi yang digunakan untuk menentukan kepekatan air limbah sebelum dan sesudah masuk ke <i>Sub Surface Flow Wetland</i> selama 5 hari yang diukur dengan metode Gravimetri                                         | Mg/l                                                                                                                                                                                                                   | Rasio            |
| 5  | Penurunan COD       | Selisih antara kadar Cod sebelum dan Sesudah perlakuan                                                                                                                                                                                 | Mg/l                                                                                                                                                                                                                   | Rasio            |
| 6  | Penurunan TSS       | Selisih antara kadar TSS sebelum dan sesudah perlakuan                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                        |                  |
| 7  | pH air Limbah       | derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasamaan atau kebasaan air limbah. Diukur menggunakan pH meter                                                                                                               | Nilai pH                                                                                                                                                                                                               | Interval         |
| 8  | Suhu air limbah     | besaran yang menyatakan derajat panas dingin air limbah industri saus diukur menggunakan thermometer                                                                                                                                   | derajat celcius                                                                                                                                                                                                        | Interval         |
| 9  | jenis media tanam   | jenis media atau bahan yang digunakan sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya akar tanaman yang juga diharapkan dapat mereduksi kadar air limbah. Jenis media tanam yang digunakan adalah 10 cm pasir dan 5 cm kerikil (ukuran 2-3 cm) | -                                                                                                                                                                                                                      | Nominal          |
| 10 | waktu tinggal       | lama air limbah berada dalam bak perlakuan waktu tinggal yang akan digunakan adalah 5 hari                                                                                                                                             | hari                                                                                                                                                                                                                   | Nominal          |

#### **D. Metode Pengumpulan Data**

##### **1. Data Primer**

Data primer dalam penelitian ini meliputi hasil pengukuran pH, suhu, COD dan TSS sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan sub surface flow wetland dengan tanaman eceng gondok dan tanaman kayu apu

##### **2. Data Sekunder**

Data sekunder dalam penelitian ini yaitu Data dari Industri Saus meliputi bahan baku, proses pengolahan dan perlakuan limbah.

##### **3. Cara Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara kepada pemilik Industri saus mengenai bahan baku, proses pengolahan dan perlakuan limbah, pengukuran di lapangan meliputi pengukuran pH, suhu, COD dan TSS pada air limbah saus sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan sub surface flow wetland dengan variasi tanaman dengan eceng gondok dan kayu apu.

#### **E. Prosedur Penelitian**

##### **1. Tahap persiapan**

###### **a. Pengurusan ijin penelitian**

Ijin penelitian diajukan kepada pemilik Industri saus di Desa Tangkis Kecamatan Guntur Kabupaten Demak

###### **b. Pembuatan rangkaian alat pengolahan**

- 1) Bok container dilubangi bagian bawahnya
- 2) Pasang pipa dan kran sebagai jalan keluar outlet limbah dan selang dipasang dengan jerigen untuk bak penampung outlet
- 3) Pengisian media yang pertama dengan kerikil sebagai dasarnya setinggi 5 cm, kemudian ditutup pasir setinggi 10 cm diukur dari permukaan kerikil
- 4) Menyiapkan dan memilih tanaman:
  - a) Eceng Gondok

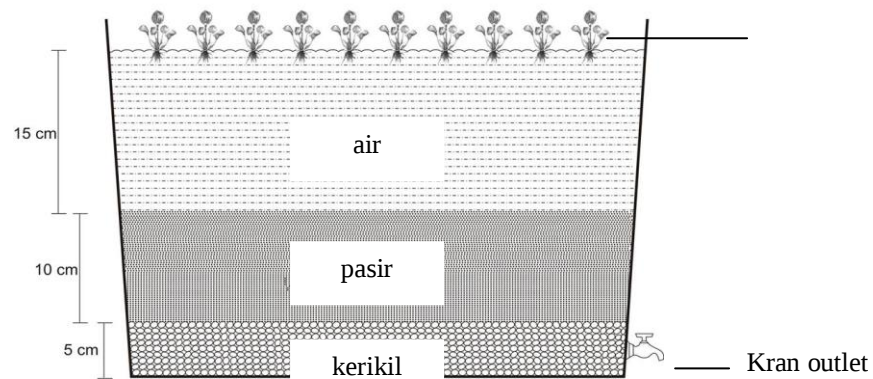
- i. Pemilihan tanaman eceng gondok yang memiliki ketinggian rumpun rata-rata 30 cm dengan jumlah batang tiap-tiap rumpun relatif sama ( $\pm 5-7$  batang/ rumpun)
- ii. Eceng gondok yang telah dipilih ditanam di dalam bak sebanyak 10 rumpun
- iii. Aklimatisasi tanaman eceng gondok:
  1. Pemindahan tanaman ke dalam media tanam yang diberikan air sumur selama 3 hari untuk membiasakan tanaman dengan lingkungan baru
  2. Dilanjutkan dengan proses optimasi kadar air limbah yakni 25 % selama 1 minggu dan 50 % selama 1 minggu sebelum dilakukan penelitian.

b) Kayu Apu

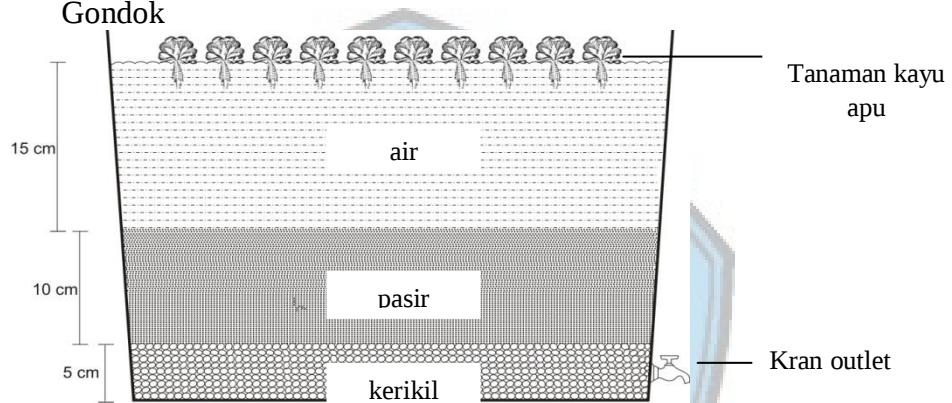
- i. Pemilihan tanaman kayu apu yang berumur 2 minggu yang berdiameter sekitar 4-5 cm, dengan jumlah daun sekitar 3- 5 helai
- ii. Tanaman kayu apu yang telah dipilih ditanam di dalam bak sebanyak 10 tanaman
- iii. Aklimatisasi tanaman:
  1. Pemindahan tanaman ke dalam media tanam yang diberikan air sumur selama 3 hari untuk membiasakan tanaman dengan lingkungan baru
  2. Dilanjutkan dengan proses optimasi kadar air limbah yakni 25 % selama 1 minggu dan 50 % selama 1 minggu sebelum dilakukan penelitian.

5) Perangkaian alat seperti pada gambar berikut:

Tanaman  
eceng gondok



Gambar 3.2 Rangkaian *Subsurface Flow* dengan tanaman Eceng Gondok



Gambar 3.3 Rangkaian *Subsurface Flow* dengan tanaman Kayu Apu

#### F. Alat, Bahan dan Cara Kerja

##### 1. Alat

- a. Kran 2 buah
- b. Jerigen 2 buah
- c. Alat tulis
- d. Bok kontainer 90 liter sebanyak 2 buah (dengan ukuran 30x70x43)
- e. Termometer
- f. Pengukur pH

##### 2. Bahan

- a. Tanaman eceng gondok dan tanaman kayu apu
- b. Media tanam (kerikil dan Pasir)
- c. Sampel limbah cair saus

d. Bahan kimia untuk analisis parameter COD dan TSS

### 3. Cara Kerja

a. Cara kerja Pengolahan Sub Surface Wetland:

- 1) Perangkaian peralatan Sub surface Flow wetland
- 2) Pengambilan sampel air limbah dari pabrik saus diukur pH, suhu, COD dan TSS sebagai control
- 3) Pengaliran air limbah ke dalam bak wetland
- 4) limbah dibiarkan berada dalam bak selama 5 hari
- 5) Pengambilan sampel dari outlet sebagai air hasil pengolahan untuk pengukuran kadar COD dan TSS setelah perlakuan.

b. Pengambilan sampel air limbah saus

Sampel air limbah diambil pada jam 10.00WIB yaitu pada saat puncak pengolahan dan proses pencucian. Sampel diambil sebanyak 150 liter. Pengambilan sampel air limbah untuk pre test menggunakan jerigen diambil pada outlet saluran pembuangan limbah, sedangkan untuk post test diambil dari kran bak pengolahan menggunakan jerigen.

c. Cara kerja pemeriksaan COD di Laboratorium:

1) Alat dan Bahan

- a) Larutan  $K_2Cr_2O_7$
- b) Kristal Perak Sulfat ( $Ag_2SO_4$ ) dicampur dengan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )
- c) Larutan standard Fero Amonium Sulfat 0,05 N
- d) Kristal Merkuri Sulfat ( $Hg_2SO_4$ )
- e) Larutan indikator Fenantrolin fero Sulfat (Feroind)
- f) Buret 50 ml 1 buah
- g) Erlenmeyer COD 2 buah
- h) Alat refluks dan pemanasnya
- i) Pipet 10 ml, 5 ml
- j) Beker glass 50 ml 1 buah

2) Prosedur

- a) 0,4 gr kristal  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$  dimasukan ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
- b) Ditambahkan 20 ml air sampel dan 20 ml air aquadest (sebagai blanko) ke dalam masing-masing erlenmeyer COD.
- c) Ditambahkan 10 ml larutan Kalium Dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0,1 N
- d) Penambahan 30 ml larutan campuran  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- e) Air pendingin dialirkan pada kondensor dan dipasang erlenmeyer COD
- f) Alat pemanas dinyalakan dan refluís larutan tersebut selama 2 jam.
- g) Erlenmeyer didinginkan dan ditambahkan air aquadest melalui kondensor sampai volume 150 ml.
- h) Erlenmeyer dilepaskan dari kondensor dan tunggu sampai dingin.
- i) Penambahan 3-4 tetes indikator ferroin.
- j) Kedua larutan di erlenmeyer tersebut dititrasi dengan Indikator Ferroin 0,05 N hingga warna menjadi merah coklat.
- k) Mengitung COD sampel dengan rumus:

$$\text{COD}(\text{mg}/\text{lO}_2) = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{\text{volume sampel}} \times f \times p$$

Dimana:

a = Volume FAS titrasi blanko (ml)

b = Volume FAS titrasi sampel (ml)

N = Normalitas larutan FAS

f = faktor ( 20: titran blanko kedua)

P = pengenceran

- d. Cara kerja pemeriksaan TSS di Laboratorium:(67)

1) Alat dan Bahan

- a) Cawan penguapan, diameter 90 mm, kapasitas 100 ml, terbuat dari porselin
- b) Oven untuk pemanasan 105°C
- c) Desikator
- d) Kertas Saring
- e) Timbangan analitis, kapasitas 200 gram, ketelitian 0,1 mg

2) Prosedur:

- a) Cawan penguap kosong yang telah dibersihkan, dipanaskan pada 105°C dalam oven selama 1 jam. Apabila akan dilanjutkan untuk analisa zat padat tersuspensi organik, cawan dipanaskan pada 550°C selama 1 jam.
- b) Cawan didinginkan selama 15 menit dalam desikator, kemudian ditimbang; cawan yang dikeluarkan dari furnace pada 550°C diturunkan dahulu panasnya dalam oven pada 105°C sebelum didinginkan dalam desikator.
- c) Sampel dikocok merata, kemudian dituangkan dalam cawan volume sampel diatur sehingga berat residu adalah antara 25 sampai 250 mg.
- d) Cawan berisi sampel dimasukkan ke dalam oven, suhu oven diatur 98°C untuk mencegah percikan akibat didihan air dalam cawan. Namun bila volume sampel kecil dan dinding cawan cukup tinggi maka langkah ini tidak perlu.
- e) Teruskan pengeringan dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam.
- f) Cawan yang berisi residu zat padat tersebut didinginkan dalam desikator, sebelum ditimbang.
- g) Ulangi langkah e dan f, sampai diperoleh berat yang konstan atau berat berkurang < 4% berat semula atau 0,5 mg.
- h) Perhitungan:

$$Zat\ Padat\ Total = \frac{(a - b) \times 1000}{volume\ sampel}$$

Dimana:

a = berat cawan dan residu sesudah pemanasan 105°C

b = berat cawan (kosong) sesudah pemanasan 105°C

#### G. Metode Pengolahan data dan Analisa data

##### 1. Pengolahan data

###### a. Editing

Menyeleksi data hasil pengukuran dan pemeriksaan yang sudah terkumpul untuk setiap kali percobaan

###### b. Coding

Pemberian kode pada masing-masing jenis sampel dan perlakuan

###### c. Entri data

Memasukan data yang diperoleh ke dalam komputer

###### d. Tabulating

Menyusun data hasil penelitian dalam tabel-tabel

###### e. Penyajian data

Penyajian data menggunakan narasi dan tabel

#### H. Jadwal penelitian

##### 1. Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan untuk mengadakan penelitian terbagi menjadi tiga tahap, yaitu:

a. Tahap persiapan : Februari-Maret 2016

b. Tahap pelaksanaan : Mei 2016

c. Tahap penyelesaian : Mei – Juli 2016

##### 2. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian di Desa Tangkis sedangkan uji Parameter laboratorium dilakukan di Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Gambaran Umum**

Pada penelitian ini air limbah yang digunakan berasal dari Industri saus “Guci Mas” yang terletak di Kelurahan Tangkis, Kecamatan Guntur Kabupaten Demak. Air limbah pada pabrik saus tersebut berasal dari proses pencucian botol yang berlangsung pada pukul 09.00 s/d 10.00 wib. Air limbah yang digunakan adalah limbah asli tanpa dilakukan pengenceran yang diambil di bagian outlet pada hari Rabu tanggal 22 Juni 2016 pukul 10.00 WIB. Air limbah sebelum diberi perlakuan dilakukan pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui kadar COD dan TSS. Selanjutnya diberi perlakuan di bak wetland dengan tanaman yang berbeda yaitu tanaman kayu apu dan eceng gondok selama 5 hari. Bak wetland diletakan di luar ruangan yang terpapar sinar matahari secara langsung sehingga proses fotosintesis tanaman dapat berlangsung.

Pengolahan limbah saus dengan Subsurface Flow Wetland mengandalkan kemampuan bakteri dan tanaman air dalam mengolah limbah<sup>(11)</sup>, sehingga kinerja sistem pengolahan limbah ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan pH, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu air limbah saat awal penelitian sebesar 25 °C, sedangkan pH air limbah sebelum dilakukan pengolahan sebesar 5.06. Kondisi suhu air limbah saat awal penelitian merupakan suhu yang optimal bagi pertumbuhan mikroorganisme mesofil yaitu yang mengalami pertumbuhan optimal pada suhu 25 °C-37 °C, sedangkan kondisi pH air limbah asam dikarenakan air limbah tersebut berasal dari proses pencucian botol saus dimana botol tersebut masih terdapat sisa-sisa saus.

## B. Hasil Uji

### a. Suhu

Hasil penelitian didapatkan suhu air sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan Subsurface Flow Wetland dengan waktu tinggal 5 hari dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Suhu air limbah sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan Subsurface Flow Wetland

| Pengulangan | Suhu sebelum pengolahan | Suhu sesudah pengolahan Subsurface Flow |              |
|-------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------|
|             |                         | Kayu Apu                                | Eceng Gondok |
| 1           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 2           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 3           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 4           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 5           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 6           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 7           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 8           | 25                      | 26                                      | 26           |
| 9           | 25                      | 26                                      | 26           |

Berdasarkan tabel 4.1 suhu air limbah sebelum pengolahan sebesar 25 °C sedangkan suhu air limbah setelah pengolahan menggunakan kayu apu dan eceng gondok sebesar 26°C.

### b. pH

pH air sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan Subsurface Flow Wetland dengan waktu tinggal selama 5 hari dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 pH air limbah sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan Subsurface Flow Wetland

| Perlakuan                                                      | pH      |          |           |             |
|----------------------------------------------------------------|---------|----------|-----------|-------------|
|                                                                | Minimum | Maksimum | Rata-rata | Std Deviasi |
| Sebelum pengolahan                                             | 5       | 5.20     | 5.06      | 0.894       |
| Sesudah pengolahan Subsurface Flow dengan tanaman kayu apu     | 7.20    | 7.22     | 7.20      | 0.007       |
| Sesudah pengolahan Subsurface Flow dengan tanaman eceng gondok | 7.30    | 7.33     | 7.30      | 0.13        |

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui rata-rata pH air limbah sebelum pengolahan sebesar 5.06, sedangkan rata-rata pH air limbah sesudah pengolahan Subsurface flow menggunakan tanaman Kayu apu sebesar 7.20, dan yang menggunakan tanaman Eceng Gondok sebesar 7.30

c. Kadar COD

Penelitian mengenai kadar COD dengan pengolahan *Subsurface Flow Wetland* pada air limbah saus menggunakan 2 variasi tanaman yaitu tanaman kayu apu dan tanaman eceng gondok dengan pengulangan masing-masing sebanyak 9 kali. Kadar COD sebelum dan sesudah pengolahan Subsurface Flow Wetland dapat dilihat sebagai berikut:

1) COD sebelum dan sesudah pengolahan Subsurface Flow dengan tanaman kayu apu

Tabel. 4.3 Kadar COD air limbah saus sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan *Subsurface Flow Wetland* dengan tanaman kayu apu

| Pengulangan | Kadar COD      |                | NAB (mg/l) |
|-------------|----------------|----------------|------------|
|             | Sebelum (mg/l) | Sesudah (mg/l) |            |
| 1           | 1872           | 295            | 300        |
| 2           | 1872           | 295            | 300        |
| 3           | 1872           | 295            | 300        |
| 4           | 1872           | 299            | 300        |
| 5           | 1853           | 299            | 300        |
| 6           |                | 295            | 300        |
| 7           |                | 295            | 300        |
| 8           |                | 295            | 300        |
| 9           |                | 295            | 300        |
| Rata-rata   | 1868.20        | 295.89         | 300        |

Berdasarkan tabel 4.3 diketahui kadar COD sebelum dilakukan pengolahan sebesar 1868.20 mg/l sedangkan kadar COD sesudah pengolahan sebesar 295.89 mg/l. kadar COD sebelum pengolahan masih melebihi nilai ambang batas sedangkan sesudah pengolahan sudah memenuhi nilai ambang batas yaitu 300 mg/l.

- 2) COD sebelum dan sesudah pengolahan Subsurface Flow dengan tanaman eceng gondok

Tabel. 4.4 Kadar COD air limbah saus sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan *Subsurface Flow Wetland* dengan tanaman eceng gondok

| Pengulangan | Kadar COD      |                | NAB (mg/l) |
|-------------|----------------|----------------|------------|
|             | Sebelum (mg/l) | Sesudah (mg/l) |            |
| 1           | 1872           | 267            | 300        |
| 2           | 1872           | 263            | 300        |
| 3           | 1872           | 263            | 300        |
| 4           | 1872           | 263            | 300        |
| 5           | 1853           | 263            | 300        |
| 6           |                | 267            | 300        |
| 7           |                | 263            | 300        |
| 8           |                | 263            | 300        |
| 9           |                | 267            | 300        |
| Rata-rata   | 1868.20        | 264.33         | 300        |

Berdasarkan tabel 4.4 diketahui kadar COD sebelum dilakukan pengolahan sebesar 1868.20 mg/l sedangkan kadar COD sesudah pengolahan sebesar 264.33 mg/l. kadar COD sebelum pengolahan masih melebihi nilai ambang batas sedangkan sesudah pengolahan sudah memenuhi nilai ambang batas yaitu 300 mg/l.

d. Kadar TSS

- 1) TSS sebelum dan sesudah pengolahan Subsurface Flow dengan tanaman kayu apu

Tabel. 4.5 Kadar TSS air limbah saus sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan *Subsurface Flow Wetland* dengan tanaman kayu apu

| Pengulangan | Kadar TSS      |                | NAB (mg/l) |
|-------------|----------------|----------------|------------|
|             | Sebelum (mg/l) | Sesudah (mg/l) |            |
| 1           | 200            | 40             | 60         |
| 2           | 200            | 39             | 60         |
| 3           | 204            | 40             | 60         |
| 4           | 203            | 43             | 60         |
| 5           | 205            | 40             | 60         |
| 6           |                | 41             | 60         |
| 7           |                | 40             | 60         |
| 8           |                | 40             | 60         |
| 9           |                | 40             | 60         |
| Rata-rata   | 202.4          | 40.33          | 60         |

Berdasarkan tabel 4.5 diketahui kadar TSS sebelum dilakukan pengolahan 202.4 mg/l dan sudah melebihi nilai ambang batas yaitu 60 mg/l, sedangkan kadar TSS sesudah pengolahan sebesar 40 mg/l, nilai tersebut sudah memenuhi nilai ambang batas yaitu 60 mg/l.

- 2) TSS sebelum dan sesudah pengolahan Subsurface Flow dengan tanaman eceng gondok

Tabel. 4.6 Kadar TSS air limbah saus sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan *Subsurface Flow Wetland* dengan tanaman eceng gondok

| Pengulangan | Kadar TSS      |                | NAB (mg/l) |
|-------------|----------------|----------------|------------|
|             | Sebelum (mg/l) | Sesudah (mg/l) |            |
| 1           | 200            | 14             | 60         |
| 2           | 200            | 15             | 60         |
| 3           | 204            | 15             | 60         |
| 4           | 203            | 15             | 60         |
| 5           | 205            | 15             | 60         |
| 6           |                | 15             | 60         |
| 7           |                | 16             | 60         |
| 8           |                | 16             | 60         |
| 9           |                | 16             | 60         |
| Rata-rata   | 202.4          | 15.22          | 60         |

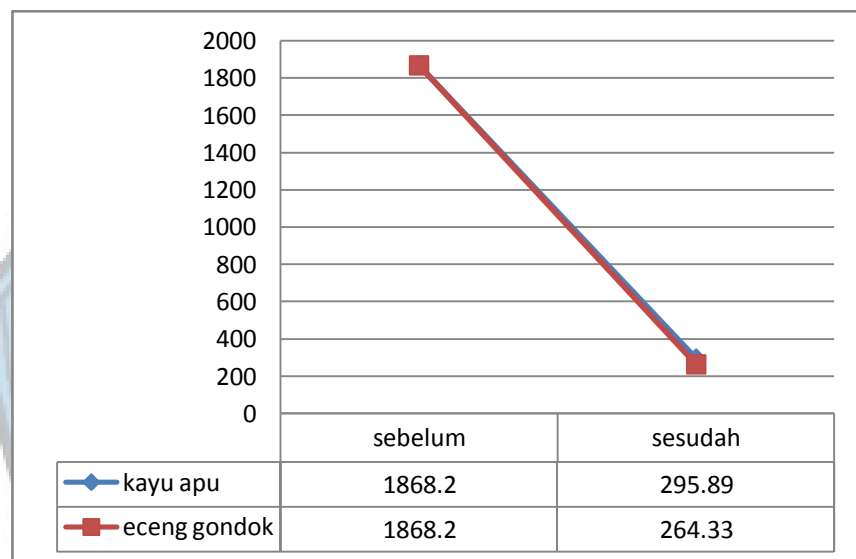
Berdasarkan tabel 4.5 diketahui kadar TSS sebelum dilakukan pengolahan 202.4 mg/l dan sudah melebihi nilai ambang batas yaitu 60 mg/l, sedangkan kadar TSS sesudah pengolahan sebesar 15.22 mg/l, nilai tersebut sudah memenuhi nilai ambang batas yaitu 60 mg/l.

- e. Penurunan Kadar COD dan TSS

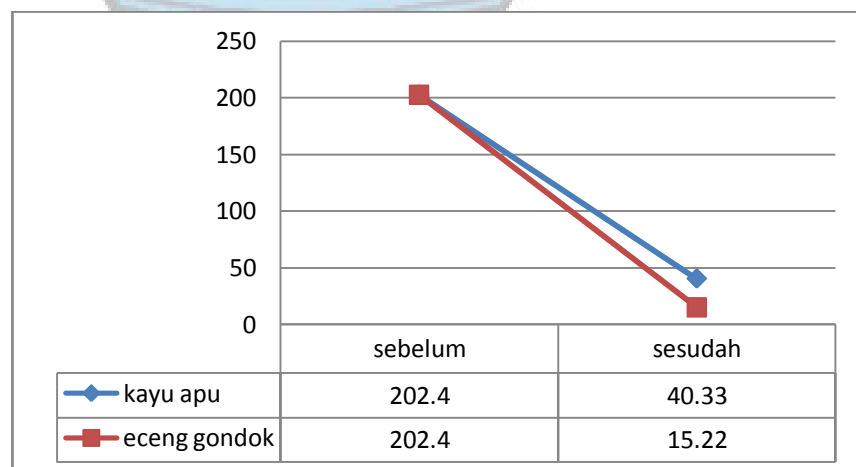
Tabel. 4.7 Penurunan kadar COD dan TSS setelah pengolahan *Subsurface Flow Wetland*

|     |              | Minimum | Maksimum | Mean  | Std. Deviasi |
|-----|--------------|---------|----------|-------|--------------|
| COD | Kayu Apu     | 1554    | 1577     | 1572  | 7.10         |
|     | Eceng Gondok | 1590    | 1609     | 1603  | 6.03         |
| TSS | Kayu Apu     | 160     | 165      | 161.8 | 1.45         |
|     | Eceng Gondok | 185     | 191      | 187.0 | 2.00         |

Berdasarkan tabel 4.7 diketahui rata-rata penurunan COD setelah pengolahan Subsurface Flow menggunakan tanaman kayu apu sebesar 1.572 mg/l dan yang menggunakan tanaman eceng gondok rata-rata penurunannya sebesar 1603 mg/l sedangkan rata-rata penurunan TSS setelah pengolahan Subsurface Flow menggunakan tanaman kayu apu sebesar 161 mg/l dan yang menggunakan tanaman eceng gondok rata-rata penurunannya sebesar 187 mg/l.

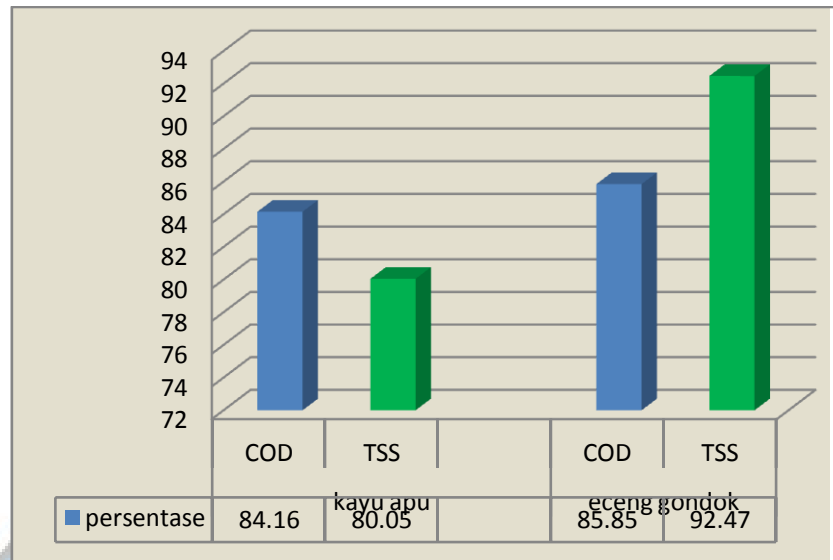


Grafik 4.1 Trend Penurunan kadar COD dengan Kayu Apu dan Tanaman Eceng gondok



Grafik 4.2 Trend Penurunan kadar TSS dengan Kayu Apu dan Tanaman Eceng gondok

Persentase penurunan kadar COD dan TSS dapat dilihat pada grafik 4.1 berikut:



Grafik 4.3 Persentase penurunan kadar COD dan TSS setelah pengolahan *Subsurface Flow Wetland*

Berdasarkan grafik 4.1 dapat diketahui bahwa penurunan kadar COD dan TSS sesudah pengolahan *Subsurface Flow* dengan tanaman eceng gondok lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kayu apu.

### C. PEMBAHASAN

#### 1. Suhu

Berdasarkan tabel 4.1 suhu air limbah sebelum pengolahan sebesar 25°C sedangkan suhu air setelah pengolahan menggunakan kayu apu dan tanaman eceng gondok sebesar 26°C. kondisi suhu tersebut merupakan suhu ideal untuk pertumbuhan tanaman air dimana suhu ideal untuk tanaman air berkisar 23-28°C. Suhu air mempunyai pengaruh yang besar dalam proses metabolisme tanaman<sup>68</sup>, dimana dalam proses metabolisme yang baik klorofil akan terbentuk dan membantu proses fotosintesis tanaman. Semakin banyak kandungan klorofil maka proses fotosintesis

akan berjalan lebih cepat sehingga dapat menghasilkan oksigen yang dapat membantu proses penguraian bahan organik dalam akar.<sup>(69)</sup>

## 2. pH

Berdasarkan 4.2 pH air limbah sebelum pengolahan sebesar 5.06, konsentrasi pH dalam perairan yang sehat yang baik untuk pertumbuhan tanaman air yaitu 6-8. pH yang tidak normal akan mengganggu metabolisme tanaman yang berakibat tanaman air tersebut mati. pH air limbah sebelum pengolahan bersifat asam hal ini berpengaruh terhadap tanaman air yang akan menghambat dalam proses penguraian bahan organik<sup>55</sup>. Tanaman kayu apu relatif tidak tahan terhadap pH rendah dibandingkan dengan tanaman eceng gondok hal ini terbukti sebagian tanaman kayu apu daunnya menguning dan membusuk sehingga proses pengolahan bahan organiknya tidak optimal. pH sesudah pengolahan baik tanaman kayu apu maupun eceng gondok menjadi netral hal ini disebabkan oleh proses fotosintesis. Pada proses fotosintesis CO<sub>2</sub> dalam air akan diserap oleh akar sehingga reaksi antara CO<sub>2</sub> tersebut dengan unsure-unsur yang ada dalam air dapat mengakibatkan keadaan basa hal inilah yang menyebabkan pH menjadi netral<sup>69</sup>

## 3. Kadar COD sebelum pengolahan

Kandungan COD pada air limbah Saus “Guci Mas” terbukti masih melebihi nilai ambang batas yaitu 1.868 mg/l. tingginya angka COD tersebut dipengaruhi oleh tingginya bahan organik pada limbah yang mengakibatkan oksigen terlarut dalam air sangat rendah<sup>5</sup>. Pabrik saus guci mas menggunakan bahan baku ketela sebagai bahan bakunya sehingga bahan organik yang terkandung dalam air limbahnya tinggi. Dengan melihat kondisi tingginya angka COD pada air limbah, maka akan menyebabkan kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu. Tanaman air akan mati dan pada proses pembusukan tumbuhan ini akan menghabiskan oksigen, material pembusukan tanaman air akan mengendap dan menyebabkan pendangkalan. Selain tanaman air, hewan air juga akan mati karena kadar oksigen dalam air sangat rendah<sup>3,5</sup>.

#### 4. Kadar COD sesudah pengolahan *Subsurface Flow*

Berdasarkan tabel 4.4 diketahui bahwa nilai kadar COD sesudah pengolahan *Subsurface Flow* dengan tanaman kayu apu sebesar 296.89 mg/l dan eceng gondok sebesar 264.33 mg/l. apabila membandingkan dengan NAB menurut Permenkes no 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, kandungan maksimal COD dalam air yang diperbolehkan sebesar 300 mg/l, terlihat bahwa hasil kadar COD sesudah pengolahan *Subsurface Flow* sudah memenuhi NAB. Pengolahan dengan tanaman eceng gondok lebih baik dibandingkan dengan tanaman kayu apu. Hal ini dikarenakan dikarenakan tanaman eceng gondok relatif tahan terhadap berbagai kondisi limbah, disamping itu eceng gondok mempunyai kemampuan selain menyerap bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme juga mampu membebaskan oksigen yang digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar<sup>10</sup> serta pada akar eceng gondok terdapat mikroba rhizosfer dan didukung oleh daya adsorpsi serta akumulasi yang besar terhadap bahan pencemar<sup>36</sup>.

Kemampuan tanaman kayu apu untuk beradaptasi dengan lingkungan tumbuh yang baru dengan kandungan hara dan zat kimia yang berbeda dengan lingkungan aslinya kurang baik<sup>39</sup>, hal ini terlihat setelah dipergunakan tanaman kayu apu sebagian rusak dan membusuk

Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan terjadinya perubahan morfologi tanaman kayu apu setelah digunakan untuk pengolahan limbah tahu selama 1 minggu yaitu daun berubah menjadi kuning, akar tanaman kotor dan sebagian tanaman membusuk dan mati<sup>18</sup>.



Gambar 4.2 tanaman kayu apu sebelum digunakan untuk pengolahan



Gambar 4.3 tanaman kayu apu setelah digunakan untuk pengolahan

##### 5. Kadar TSS sebelum pengolahan

Kandungan TSS pada air limbah Saus “Guci Mas” terbukti masih melebihi nilai ambang batas yaitu 202.40 mg/l. tingginya angka TSS tersebut dipengaruhi oleh kandungan senyawa organik yang tinggi pada air limbah dan masih banyaknya padatan yang belum mengendap<sup>21,28</sup>. Dengan melihat kondisi tingginya TSS pada air limbah maka akan menyebabkan kekeruhan sehingga mengurangi kemampuan ikan dan organisme lainnya memperoleh makanan, menghalangi sinar matahari ke dalam air sehingga pertumbuhan organisme terganggu dan mengganggu proses fotosintesis tumbuhan air<sup>29</sup>.

##### 6. Kadar TSS sesudah pengolahan *Subsurface Flow*

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa nilai kadar TSS sesudah pengolahan *Subsurface Flow* dengan tanaman kayu apu sebesar 40.33 mg/l dan eceng gondok sebesar 15.22 mg/l hal ini jika dibandingkan dengan NAB menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah nomor 12 tahun 2012 tentang baku mutu air limbah, kandungan maksimal TSS dalam air yang diperbolehkan sebesar 100 mg/l<sup>9</sup> terlihat jelas bahwa nilai TSS pada kedua jenis tanaman sudah memenuhi NAB, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada tanaman kayu apu dan tanaman eceng gondok efektif menurunkan kadar TSS pada air limbah saus.

Hal ini terbukti bahwa pada proses pengolahan Subsurface Flow dengan tanaman kayu apu maupun tanaman eceng gondok terjadi proses sedimentasi, filtrasi dan adsorpsi sehingga dapat menurunkan kadar TSS. Proses sedimentasi terjadi di akar tanaman dan media, dimana air limbah yang melewati media (pasir, kerikil) dan akar tanaman yang berserabut akan tersaring dan mengendap pada media.<sup>51,52</sup>

Pada proses filtrasi terjadi di media dan akar. Air limbah akan melewati media berpori sehingga padatan tertahan dalam pori-pori media, system perakaran yang serabut juga berfungsi sebagai filter yang dapat menahan partikel-partikel solid pada air limbah.<sup>43</sup>

Pada proses adsorpsi terjadi di akar tanaman dimana akar tanaman menarik zat kontaminan sehingga berakumulasi di akar yang akan diuraikan oleh mikroorganisme<sup>53</sup>.

#### 7. Penurunan kadar COD dan TSS berdasarkan jenis tanaman

Berdasarkan hasil Laboratorium terdapat perbedaan kadar COD dan TSS sebelum dan sesudah pengolahan limbah *Subsurface Flow Wetland* baik dengan kayu apu maupun eceng gondok. Perbedaan penurunan kadar COD dan TSS ini membuktikan perlakuan Subsurface Flow dengan tanaman dapat meningkatkan kualitas air limbah dimana perlakuan dengan tanaman eceng gondok memberikan penurunan yang lebih baik dibandingkan tanaman kayu apu untuk parameter COD dan TSS.

Proses penurunan bahan organik pada air limbah terjadi karena adanya penggabungan kinerja antara media, tanaman air dan mikroorganisme<sup>48</sup>. Air limbah pertama kali kontak dengan akar tanaman, dalam akar tersebut terjadi proses penyerapan bahan organik sehingga berakumulasi di sekitar akar tanaman yang selanjutnya akan diuraikan oleh mikroorganisme yang berada di sekitar akar menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi<sup>19,30,32,53,55</sup>. Selain di akar proses pengolahan juga terjadi di media yaitu lapisan kerikil dan pasir. Air limbah yang melewati media akan tersaring dan mengendap di dasar media.

Padatan yang tertahan dalam media selanjutnya didegradasi oleh bakteri menjadi unsure yang lebih sederhana dan terlarut dalam air<sup>43,53</sup>.

Terjadinya perbedaan penurunan kadar COD dan TSS antara kayu apu dan eceng gondok dikarenakan tanaman eceng gondok mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan dibanding tanaman kayu apu yang kurang dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru<sup>39,70</sup>. Selain itu eceng gondok mempunyai keunggulan dalam proses fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari<sup>70</sup>. Akar tanaman eceng gondok yang serabut dan lebat memiliki lapisan yang peka sehingga pada kedalaman sampai 8 meter dibawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut di bawah permukaan air<sup>36</sup>. Pada daun terdapat lapisan rongga udara sebagai tempat penyimpanan oksigen dari hasil fotosintesis. Dalam eceng gondok oksigen terlarut dalam air limbah banyak karena adanya suplay oksigen dari hasil fotosintesis tanaman sehingga dekomposisi bahan organik menjadi lebih efektif<sup>23,54</sup>.

Tanaman kayu apu setelah digunakan penelitian selama 5 hari terjadi perubahan morfologi yaitu sebagian besar daun tanaman berubah menjadi kuning, sebagian daun terendam dalam air dan membusuk, akar tanaman rontok bahkan beberapa tanaman mati. Terjadinya banyak perubahan morfologi pada tanaman kayu apu menyebabkan kurang optimalnya proses penguraian bahan organik serta pembusukan tanaman akan menambah jumlah beban organik dalam air limbah sehingga oksigen terlarut menjadi berkurang yang akan menambah nilai COD<sup>25</sup>.

#### **D. Keterbatasan**

Peneliti tidak melakukan variasi waktu tinggal sehingga tidak diketahui pada waktu hari ke berapa kadar COD dan TSS sudah memenuhi nilai ambang batas

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Kadar COD sebelum pengolahan *Subsurface Flow* sebesar 1.868.20 mg/l
2. Kadar COD sesudah pengolahan *Subsurface Flow* dengan tanaman kayu apu sebesar 295.89 mg/l
3. Kadar COD sesudah pengolahan *Subsurface Flow* dengan tanaman eceng gondok sebesar 264.33 mg/l
4. Kadar TSS sebelum pengolahan *Subsurface Flow* sebesar 202.40 mg/l
5. Kadar TSS sesudah pengolahan *Subsurface Flow* dengan tanaman kayu apu sebesar 40.33 mg/l
6. Kadar TSS sesudah pengolahan *Subsurface Flow* dengan tanaman eceng gondok sebesar 15.22 mg/l

#### **B. Saran**

1. Bagi Pemilik Usaha Pabrik Saus  
Bagi Pemilik Usaha karena kadar COD dan TSS pada air limbah saus melebihi nilai Ambang Batas yaitu 1.868 mg/l dan 202 mg/l, maka pemilik usaha diharapkan lebih peduli dan waspada akan dampak yang ditimbulkan limbah saus tersebut saat dibuang ke badan air. Salah satu alternative pemecahan masalah dalam menurunkan kadar COD dan TSS yaitu dengan mempergunakan pengolahan *Subsurface Flow Wetland* menggunakan tanaman Eceng Gondok
2. Bagi Peneliti selanjutnya  
Bagi peneliti selanjutnya dapat menambahkan variasi waktu tinggal atau variasi media yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Susanto DjP, Wiharja I. Tekmologi Limbah Cair Industri Makanan dengan Bahan Baku Buah dan Sayuran. In: BPPT, editor.
2. Setyono A, Setiawati Y, Sudaryono. Penanganan Pasca Panen Ubi Jalar Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 1996:1270-80. Bogor.
3. Nurhayati N. Pencemaran Lingkungan Bansung: Yrama Widya Bandung; 2013.
4. Polar H. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat PT Rhineka Cipta Jakarta; 2004.
5. Wardana W. Dampak pencemaran Lingkungan Yogyakarta2004.
6. Suharto S. Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air Andi Yogyakarta 2011.
7. alert G, Santika SS. Metode Penelitian Air 1984. Surabaya Indonesia.
8. Sutrisno S, Suciati S. Teknologi Penyediaan Air Bersih Rhineka Cipta Karya Jakarta 1991.
9. Jateng PP. Peraturan Daerah provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2015 tentang Baku Mutu Air Limbah. In: Tengah PJ, editor.: Provinsi Jawa tengah; 2012.
10. Ikbali, Setiyono. Limbah Cair, Permasalahan dan teknologi Pengolahannya In: Nasional DP, editor. Jakarta Departemen Pendidikan Nasional; 2004.
11. Suriawaria U. Mikrobiologi Air Alumni Bandung1993.
12. Leady B. Constructed Subsurface Flow Wetlands For Wastewater Treatment,Purdue University.1997.
13. Suswati ACSP, Wibisono G. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Teknologi Tanaman Air Indonesian Green Tecnology Jurnal. 2013;2.
14. Dewi yS. Efektifitas Jumlah Rumpun Tanaman Eceng Gondok dalam Pengendalian Limbah Cair Domestik Jurnal Teknik Lingkungan 2012;13(2):151-8. Univ Satya Negara Indonesia.
15. Sukmo P. Perbedaan Efektifitas Constructed Wetlands Free Water Surface dan Sub Surface Flow Wetlan sistem Tanaman Eceng Gondok untuk Menurunkan BOD, COD dan TSS Air Limbah Tahu 2014. Univ Diponegoro Semarang.
16. Rukmi DP, Ellyke, Pujiati RS. Efektifitas Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, COD pada Air Limbah Laundry. Jurnal Kesmas 2013. Univ Jember
17. Wirawan WA, Soedarmo RW, Susanawati LD. Pengolahan Limbah Cair Domestik menggunakan Tanaman Kayu Apu dengan Teknik Tanaman Hidroponik sistem DFT. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan Univ Brawijaya Malang.

18. Fachrurozi M, Utami LB, Suryani D. Pengaruh Variasi Biomassa *Stratiotes L* terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, TSS pada Limbah Cair Tahu. *Jurnal Kesmas* 2010;4(1). Univ Ahmad Dahlan Yogyakarta.
19. Supradata. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus Alternifolius* dalam System Lahan Basah BUatan Aliran Bawah Permukaan Semarang: Universitas Diponegoro 2015.
20. Wandana R, Laksono R. Penggunaan Tanaman Kayu Apu untuk Pengolahan Air Limbah Laundry secara Fitromediasi *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 5(2). Univ Pembangunan Nasional Jawa Timur
21. Sugiharto. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah Jakarta: Univ Indonesia 1997.
22. Puspitasari DE. Dampak Pencemaran Air Terhadap Lingkungan dalam Porspektif Hukum LingkungN (Studi Kasus Sungai Code Yogyakarta). *Jurnal Mimbar Hukum*. 2009;21(1):23-34. Univ Gadjah Mada.
23. Nurhasan dan Pramudiyanto. Buku Panduan Penanganan Limbah Cair Industri Kecil Tapioka. 1995.
24. Kementrian L. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah. Kementrian Lingkungan Hidup 2014.
25. BBTCL P. Laporan situasi dan Kecenderungan Parameter Pencemaran Air Badan Air serta Resiko Gangguan Kesehatan di Kali Surabaya In: Menular BBTCLPP, editor. Surabaya 2010.
26. Nadhiroh Y. Analisis Kualitas Air Sungai Pakis akibat Limbah Pabrik Gula Pakis Baru. 2014. Semarang.
27. Lumaela AK, Otok BW, Sutikno S. Permodelan COD Sungai di Surabaya dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2013;2(1). ITS Surabaya.
28. Sastrawijaya AT. Pencemaran Lingkungan Jakarta: PT Rhineka Cipta; 2000.
29. Karamah, Fathul E, fauzan AO. Perlakuan koagulasi dalam proses Pengolahan Air dengan membran *Environment* 2006. Mahdmika.
30. Endahwati L. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, Dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. 2008. Institut Teknologi Surabaya. .
31. Nasional BS. Air dan Air Limbah. Badan Standarisasi Nasional 2004.
32. Anonim. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan Cod (Chemical Oxygen Demond), Ph, Bau, Dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. 2010.
33. Andika, sundari s, Latifah. Pemanfaatan arang eceng gondok dalam menurunkan kekeruhan, COD, BOD, pada air sumur. 2003. UNNES.
34. Setyanto K, warniningsih. Pemanfaatan eceng gondok untuk membersihkan kualitas air sungai gadjah wong. 2011. Yogyakarta.
35. Ratrani RD, Hartati I, Kurniasari L. Pemanfaatan Eceng Gondok untuk menurunkan COD, pH, BAu dan Warna pada limbah Tahu. 2011;7(1):41-7. Univ Wahid Hasyim Semarang.
36. Marianto A. Tanaman Air Agromedia Pustaka: Jakarta 2001.

37. Damayanti A. Pengolahan Limbah Tahu dengan menggunakan Kayu Apu. 2003. Institute teknologi Surabaya.
38. Rahmatullah L. Penggunaan Tanaman Kayu Apu sebagai Pengolahan Pendahuluan untuk Air Permukaan dengan Parameter Warna dan TDS. 2008. UII Yogyakarta.
39. Priyono P, Andika T. Pengaruh Pistia Stratiotes dalam Peningkatan Kualitas Air 2007. IPB Bogor.
40. Hermawati E, Wiryanto, Solichatun. Fitromediasi Limbah Deterjen menggunakan Kayu Apu dan Genjer Jurnal Biosmart 2005;7(2):115-24. Univ Sebelas Maret
41. Cook C. Aquatic and Wetland Plants of India. 1996. Oxford University Press.
42. Hardiani H. Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Logam Cu pada meida Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. Jurnal BS. 2009;44(1):27-40. Balai Besar Pulpen dan Kertas, Bandung.
43. Tangahu B, Warmadewanti. Pengelolaan Limbah Rumah Tangga dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail dalam Sistem Constructed Wetland. 2001. Surabaya.
44. Supriatin H. Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland dengan tanaman Hias Bintang Air. Dinamika Lingkungan Indonesia. 2014;1(2):80-7. Institute Teknologi Pembangunan Surabaya.
45. Setiarini DW, Mangkoediharjo S. Penurunan BOD dan COD pada Air Limbah Katering Menggunakan Sub Surface Wetland dan Biofilter dengan Tanaman Kanna. Jurnal Sains dan Seni Pomits 2013;2(1). ITS Surabaya.
46. Muhajir MS. Penurunan Limbah Cair BOD, COD pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail dengan Sistem Constructed Wetland. 2013. Univ Semarang
47. Hidayah EN, Adilya W. Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Constructed Wetland. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan 2(2). Univ Pembangunan Nasional Jakarta.
48. Haberl H, Langergaber L. Constructed Wetland a Chance to Solve Waste Water Problem in Developoing Countries. 2002(40):11-7. Wat Sci Technol.
49. Calf M, Eddy. Waste water Engineering Treatment Disposal Reuse. 1993. Mc Graw Hill New York.
50. Halverson H, Nancy V. Review of Constructed Subsurface Flow vs Surface Flow Wetland 2004. Departement of Energy, Springfield USA.
51. Polprasert C. Organik Waste Management Technology and Management 1996. Inggris.
52. Akbar AET, Sudarmaji. Efektifitas Sistem Pengolahan Limbah Cair dan Keluhan Kesehatan pada Petugas IPAL di RSUD dr M Soewandhi. The Indonesian jurnal of Occupational Safety dan Health. 2013;2(1):82-9. Univ Airlangga Surabaya.
53. Mangkoedihardjo S. Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah;Phytotechnology and Ecotoxicologyin

- Operational Design for Solid Waste Composting. 2005. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
54. Khiatuddin M. Melestarikan Sumber Daya Air dengan teknologi Rawa Buatan 2003. Gajah Mada Univ Press, Yogyakarta.
  55. Sriyana HY. Kemampuan Eceng Gondok dalam Menurunkan Kadar Pb dan Cr pada Limbah dengan sistem Air Mengalir dan Sistem Air Menggenang 2006. Univ Gadjah Mada Yogyakarta.
  56. Crites R, Tchobanoglaus G. Small and Decentralized Waste Water Management System Wetland and Aquatic Treatment System. 1998. Mc Graw Hill Singapore.
  57. Masturah A, Darmayanti L, H YL. Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Tanaman Alisma Plantago dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan. 2003. Fak Teknik Univ Riau Pekanbaru.
  58. Grieve CM. Characterization of Microbial Communities and Composition in Constructed Dairy Wetland Wastewater Effluent. Applied and Environmental Microbiology Journal. 2003;69(9):5060-9.
  59. Rodgers M, Healy MG, Mulqeen J. Organik Carbon Removal and Nitrification of High Strength Waste Water Using Stratified Sand Filters, . Water Research. 2005:3279-89.
  60. Sirianuntapiboon S, kongchum M, Jitmaikasem W. Effect of Hidrolic Retention Time and Media of Constructed Wetland for Treatment of Domestic Waste Water. African Journal of Agricultural Reasearch. 2006;1(27-37).
  61. Sihlolo RM. Penentuan COD Limbah CAir Pulp dengan Metode Spektrofotometri). 2009. USU Repository
  62. Hasanah N. Penentuan Kadar COD pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. 2009.
  63. Srikanthi F. Polusi Air dan Udara Yogyakarta: Kanisius 1992.
  64. Setiadi T, Maarif M, Khaqim K. Effect of Temperature and pH on the Biodegradability Enhancement of Textile Mill Engineering. 1997. Regional Symposium on chemical Engineering.
  65. Ahmad A. Studi Komperatif Sumber dan Proses Aklimatisasi Bakteri Anaerob Limbah Cair yang Mengandung Karbohidrat, Protein dan Minyak Lemak. Jurnal Sains dan teknologi. 2004;3(1):1-10.
  66. Azwar S. Metode Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Pelajar; 2007.
  67. Semarang BLK. Pelatihan Pemeriksaan Kualitas Air In: II LD, editor. Provinsi Jawa Tengah 2000.
  68. Fardiaz S. Polusi Air dan Udara. Edisi ke 7. 1992. Yogyakarta kanisius.
  69. Dwijoseputro D. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. 1994. Jakarta Gramedia.
  70. Sukman M, Yakub Y. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. 1991. Rajawali Press Jakarta.

## Lampiran foto penelitian



Bak Subsurface Flow Wetland



Pengambilan sampel di outlet bak wetland



Sampel air limbah yang akan dikirim ke laboratorium



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH**  
**DINAS KESEHATAN**  
**LABORATORIUM KESEHATAN**  
Jl. Soekarno Hatta No.185 Semarang 50196 Telp. (024) 6710662 Fax. (024) 6715241  
Email : labkes\_jateng@yahoo.co.id

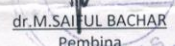
**LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN**

No Lab : 638 / K-AL / Cls / 28 / 6 / 16  
Nama : FIKA HARIYANTI  
Alamat : Tlogoweru RT.06 RW.04 Demak  
Jenis Contoh Uji : Air Limbah  
Petugas Sampling : Fika Hariyanti  
Tgl / Jam Sampling : 27 Juni 2016/ 10.00 WIB  
Tgl Penerimaan Sampel : 28 Juni 2016  
Tgl Analisis Sampel : 28 Juni – 13 Juli 2016  
Titik / Lokasi Sampel : Outlet (Subsurface Flow menggunakan kayu apu)  
Jumlah Sampel : 5 Liter  
Baku Mutu : Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012  
Hasil Pemeriksaan :

| NO | PARAMETER                | HASIL | BAKU MUTU | SATUAN | METODA ANALISIS     |
|----|--------------------------|-------|-----------|--------|---------------------|
| 1  | Suhu                     | 26,0  | 38        | °C     | SNI 06-6989.23-2005 |
| 2  | pH                       | 7,15  | 6,0 – 9,0 | -      | SNI 06-6989.11-2004 |
| 3  | 1. Zat padat tersuspensi | 40    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 2. Zat padat tersuspensi | 39    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 3. Zat padat tersuspensi | 40    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 4. Zat padat tersuspensi | 43    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 5. Zat padat tersuspensi | 40    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 6. Zat padat tersuspensi | 41    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 7. Zat padat tersuspensi | 40    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 8. Zat padat tersuspensi | 40    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 9. Zat padat tersuspensi | 40    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
| 4  | 1. COD                   | 295   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 2. COD                   | 295   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 3. COD                   | 295   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 4. COD                   | 299   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 5. COD                   | 299   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 6. COD                   | 295   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 7. COD                   | 295   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 8. COD                   | 295   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 9. COD                   | 295   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |

**Keterangan :**

- Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji
- Dilarang menggandakan sebagian laporan hasil pengujian tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah

Semarang, 13 Juli 2016  
an. KEPALA LABORATORIUM KESEHATAN  
PROVINSI JAWA TENGAH  
Kepala Seksi Pelayanan  
  
dr. M. SAITUL BACHAR  
Pembina  
NIP. 19600517 199103 1 006

**Tembusan :**

- Kepala Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah (Sebagai Laporan)
2. Bertindak



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH**  
**DINAS KESEHATAN**  
**LABORATORIUM KESEHATAN**  
Jl. Soekarno Hatta No.185 Semarang 50196 Telp. (024) 6710662 Fax. (024) 6715241  
Email : labkes\_jateng@yahoo.co.id

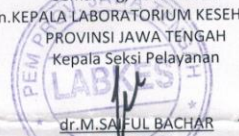
**LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN**

No Lab : 639 / K-AL / Cls / 28 / 6 / 16  
Nama : FIKA HARIYANTI  
Alamat : Tlogoweru RT.06 RW.04 Demak  
Jenis Contoh Uji : Air Limbah  
Petugas Sampling : Fika Hariyanti  
Tgl / Jam Sampling : 27 Juni 2016/ 10.00 WIB  
Tgl Penerimaan Sampel : 28 Juni 2016  
Tgl Analisis Sampel : 28 Juni – 13 Juli 2016  
Titik / Lokasi Sampel : Outlet (Sub Surface Flow menggunakan eceng gondok)  
Jumlah Sampel : 5 Liter  
Baku Mutu : Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012  
Hasil Pemeriksaan :

| NO | PARAMETER                | HASIL | BAKU MUTU | SATUAN | METODA ANALISIS     |
|----|--------------------------|-------|-----------|--------|---------------------|
| 1  | Suhu                     | 26,0  | 38        | °C     | SNI 06-6989.23-2005 |
| 2  | pH                       | 7,24  | 6,0 – 9,0 | -      | SNI 06-6989.11-2004 |
| 3  | 1. Zat padat tersuspensi | 14    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 2. Zat padat tersuspensi | 15    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 3. Zat padat tersuspensi | 15    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 4. Zat padat tersuspensi | 15    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 5. Zat padat tersuspensi | 15    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 6. Zat padat tersuspensi | 15    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 7. Zat padat tersuspensi | 16    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 8. Zat padat tersuspensi | 16    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 9. Zat padat tersuspensi | 16    | 100       | mg/l   | Spektrofotometri    |
| 4  | 1. COD                   | 267   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 2. COD                   | 263   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 3. COD                   | 263   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 4. COD                   | 263   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 5. COD                   | 263   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 6. COD                   | 267   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 7. COD                   | 263   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 8. COD                   | 263   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 9. COD                   | 267   | 100       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |

**Keterangan :**

1. Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Dilarang menggandakan sebagian laporan hasil pengujian tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah

Semarang, 13 Juli 2016  
an.KEPALA LABORATORIUM KESEHATAN  
PROVINSI JAWA TENGAH  
Kepala Seksi Pelayanan  
  
dr. M. SAFUL BACHAR  
Pembina  
NIP.19600517 199103 1 006

**Tembusan :**

1. Kepala Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah (Sebagai Laporan)

2. Bertanggungjawab



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH**  
**DINAS KESEHATAN**  
**LABORATORIUM KESEHATAN**  
Jl. Soekarno Hatta No.185 Semarang 50196 Telp. (024) 6710662 Fax. (024) 6715241  
Email : labkes\_jateng@yahoo.co.id

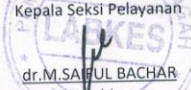
**LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN**

No Lab : 622 / K-AL / Cls / 22 / 6 / 16  
Nama : FIKA HARIYANTI  
Alamat : Tlogoweru RT.06 RW.04 Demak  
Jenis Contoh Uji : Air Limbah  
Petugas Sampling : Fika Hariyanti  
Tgl / Jam Sampling : 22 Juni 2016 / 10.00 WIB  
Tgl Penerimaan Sampel : 22 Juni 2016  
Tgl Analisis Sampel : 22 Juni – 13 Juli 2016  
Titik / Lokasi Sampel : Pabrik Saus "Guci Mas"  
Jumlah Sampel : 4 Liter  
Baku Mutu : Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012  
Hasil Pemeriksaan :

| NO | PARAMETER                | HASIL | BAKU MUTU | SATUAN | METODA ANALISIS     |
|----|--------------------------|-------|-----------|--------|---------------------|
| 1  | Suhu                     | 25,0  | -         | °C     | SNI 06-6989.23-2005 |
| 2  | pH                       | 5,38  | 6,0 – 9,0 | -      | SNI 06-6989.11-2004 |
| 3  | 1. Zat padat tersuspensi | 200   | 60        | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 2. Zat padat tersuspensi | 200   | 60        | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 3. Zat padat tersuspensi | 204   | 60        | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 4. Zat padat tersuspensi | 203   | 60        | mg/l   | Spektrofotometri    |
|    | 5. Zat padat tersuspensi | 205   | 60        | mg/l   | Spektrofotometri    |
| 4  | 1. COD                   | 1872  | 150       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 2. COD                   | 1872  | 150       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 3. COD                   | 1872  | 150       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 4. COD                   | 1872  | 150       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |
|    | 5. COD                   | 1853  | 150       | mg/l   | SNI 6989.73:2009    |

**Keterangan :**

1. Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Dilarang menggandakan sebagian laporan hasil pengujian tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah

Semarang, 13 Juli 2016  
an. KEPALA LABORATORIUM KESEHATAN  
PROVINSI JAWA TENGAH  
Kepala Seksi Pelayanan  
  
dr. M. SAIFUL BACHAR  
Pembina  
NIP.19600517 199103 1 006

**Tembusan :**

1. Kepala Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah (Sebagai Laporan)
2. Pertinggal

Hal 1 / 1







