

## EFISIENSI PENURUNAN COD DAN TSS DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) Studi Kasus: Limbah Laundry

Rahan Rahadian<sup>\*)</sup>, Endro Sutrisno<sup>\*\*)</sup>, Sri Sumiyati<sup>\*\*)</sup>

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, S.H Tembalang - Semarang, Kode Pos 50275

Email: rahanrahadian@gmail.com

### Abstrak

Inovasi penggunaan tanaman untuk dimanfaatkan secara maksimal terus dikembangkan. Tanaman tidak hanya menjadi sumber pangan, namun dapat menjadi salah satu cara dalam pengolahan limbah. Pengolahan limbah menggunakan tanaman dinamakan fitoremediasi. Salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk mengolah limbah adalah Kayu Apu. Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) adalah tanaman air yang tumbuh dan berkembang di air. Pada penelitian ini menggunakan variasi dari panjang akar kurang dari 10 cm dan lebih dari 10 cm, serta variasi dari jumlah tanaman sebanyak 8, 12, dan 16 buah tanaman. Dari variasi ini dapat terbagi menjadi 6 reaktor dan 1 reaktor kontrol. Penelitian ini menggunakan limbah laundry karena banyaknya usaha sejenis yang terdapat di daerah Tembalang, lokasi penelitian dilakukan. Konsentrasi COD dan TSS pada limbah laundry yang akan diolah adalah sebesar 121 mg/l dan 150 mg/l. Penyisihan COD paling baik terjadi sebesar 56,7 mg/l dan efisiensi sebesar 73,67% pada tanaman dengan panjang akar lebih dari 10 cm dengan jumlah tanaman sebanyak 16 buah. Sedangkan pada parameter TSS, penyisihan terjadi sebesar 69 mg/l dengan efisiensi sebesar 46% yang juga terjadi pada tanaman dengan panjang akar lebih dari 10 cm dan dengan jumlah tanaman 16 buah.

**Kata kunci:** Fitoremediasi, *Pistia stratiotes* L., Limbah laundry, COD, TSS

### Abstract

[COD & TSS Removal Efficiency With Phytoremediation Using *Pistia stratiotes* L. Study Case: Laundry Wastewater]. The utilization of plant innovations always being developed. Not only as a food, plants can be one of options to remove contaminant. Removal contaminant using plants called phytoremediation. *Pistia stratiotes* L. is one of plants that can be used for phytoremediation. *Pistia stratiotes* L. is aquatic plant which live and grow in water. This research using variable of root's length less than 10 cm and more than 10 cm, and variable of plants amount 8, 12, or 16. This variation give 6 reactors and 1 control reactor. This research using laundry waste because there is many laundry in Tembalang, the research location. Laundry waste contaminant is 121 mg/l COD and 150 mg/l TSS removal of COD is 56,7 mg/l with 73,67% efficiency for 16 plants and root's length more than 10 cm. Removal of TSS is 69 mg/l with 46% efficiency for 16 plants and root's length more than 10 cm.

**Keyword:** Phytoremediation, *Pistia stratiotes* L., laundry's waste, COD, TSS

## 1. Pendahuluan

Belakangan ini, manfaat tanaman terus dikembangkan. Tidak hanya sebagai bahan pangan, tanaman dapat digunakan sebagai bahan obat. Penggunaan tanaman dalam hal medis sudah dilakukan sejak jaman dahulu, bukti ini diperkuat dengan adanya buku pengobatan *Papyrus Ebers* dari Mesir, *De Materia Medica* dari Yunani, hingga *De Indiae Untriusquere Naturali et Medica* dari Indonesia. Selain hal medis, terdapat beberapa hal yang dapat menggunakan tanaman sebagai bahan baku utamanya. Contohnya adalah kebutuhan utama manusia lainnya, yaitu pakaian dan tempat tinggal. Banyak pakaian yang dibuat dari bahan baku tanaman, seperti katun yang dibuat dari kapas dan kain linen yang terbuat dari tanaman rami. Penggunaan tanaman pada bagian tempat tinggal adalah penggunaan kayu untuk membuat kusen, pintu, jendela, triplek dan bagian-bagian rumah lainnya. Penggunaan tanaman pada industri sebagai bentuk inovasi ataupun penemuan baru dapat dilihat dari berbagai jenis industri yang berkembang. Penggunaan karet sebagai bahan baku barang-barang lateks ataupun ban, getah pohon pinus yang dapat digunakan sebagai bahan plester, hingga penggunaan tanaman untuk bahan baku pewarna pakaian secara alami.

Selain itu, tanaman juga berfungsi sebagai penyeimbang kondisi alam karena tanaman dapat menjadi penyaring udara karena menyerap polusi dan menghasilkan oksigen. Perkembangan tanaman sebagai penyeimbang kondisi alam juga berkembang, karena sudah ada metode penggunaan tanaman dalam penyisihan yang disebut fitoremediasi.

Menurut Subroto (1996), fitoremediasi adalah proses

dekontaminasi limbah dan pencemaran menggunakan tanaman. Fitoremediasi sudah mulai banyak digunakan karena menggunakan tanaman dan tidak memerlukan tambahan bahan apapun. Fitoremediasi dapat mengolah berbagai jenis limbah, seperti logam berat seperti Cu, Zn, Pb, dan emas, sisa industri seperti tapioka, kelapa sawit, budidaya ikan, limbah deterjen, hingga limbah batik. Tanaman yang digunakan dapat disesuaikan dengan karakteristik limbah yang akan diolah. Ada beberapa tanaman yang dapat digunakan, contohnya adalah kangkung, eceng gondok, bambu air, *hydrilla*, Kayu Apu, kiambang, dan lainnya.

Kayu Apu merupakan salah satu jenis tanaman yang mudah berkembang biak. Dengan mudah berkembang biak, hal ini menjadi salah satu pertimbangan penggunaan Kayu Apu dalam fitoremediasi. Selain itu, banyak jenis limbah yang dapat diolah oleh kayu apu. Kayu Apu dapat mengolah logam berat Cu dan Zn (Taufikurrahman, 2006), limbah pabrik saus (Hariyanti, 2016), hingga limbah batik (Hernayanti, 2014). Dari penelitian terdahulu, terdapat banyak pengolahan limbah logam berat menggunakan Kayu Apu. Untuk itu penelitian ini menggunakan limbah yang tidak sering diteliti sebelumnya yaitu limbah *laundry*. Selain itu penggunaan limbah *laundry* karena terdapat banyak usaha *laundry* di sekitar lokasi penelitian. Selain itu terdapat penelitian yang dilakukan oleh Maretha (2014) mengenai pengolahan limbah *laundry* yang kemudian dapat dibandingkan hasilnya.

Karakteristik limbah *laundry* berdasarkan Maretha (2014) adalah COD sebesar 986,98 mg/l, TSS 238 mg/l dan fosfat 3,88 mg/l. Berdasarkan Stefany (2013), fitoremediasi dapat mereduksi COD sebesar 30% dan TSS sebesar 27%. Penelitian ini dapat

digunakan untuk mengetahui hasil dari proses pengolahan menggunakan fitoremediasi Kayu Apu terhadap limbah laundry.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah tanaman dalam proses penyisihan COD dan TSS menggunakan metode fitoremediasi dengan *Pistia stratiotes* L. dari limbah laundry, menganalisis pengaruh panjang akar pada proses aklimatisasi tumbuhan *Pistia stratiotes* L. dalam proses penyisihan COD dan TSS dari limbah laundry, dan mengetahui efisiensi *removal* COD dan TSS dari limbah laundry pada penggunaan tanaman Kayu Apu.

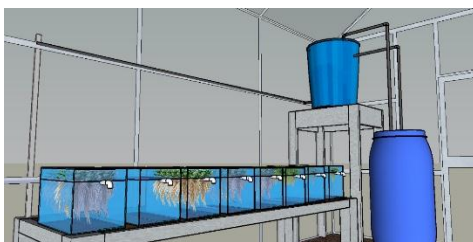
## 2. Metodologi

Percobaan ini dilakukan selama 14 hari di lingkungan Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro pada tanggal 20 Desember 2016 – 3 Januari 2017. Penelitian ini menggunakan limbah *laundry* yang telah diencerkan sebanyak 4x. Sampel limbah *laundry* diambil dari Laundry “X” yang terletak di Jalan Tirtoagung.

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan analisis data.

### 1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan menyiapkan reaktor yang akan digunakan pada penelitian ini. Reaktor disusun dengan 1 ember besar, 1 ember berukuran sedang, 1 pompa, 7 reaktor kaca berukuran 20,2 x 30,2 x 19,7 cm, dengan tinggi saluran *outlet* 16 cm dari permukaan tanah.



### Gambar 1. Reaktor Penelitian

Reaktor dibagi menjadi 6, dengan tanaman dengan panjang akar kurang dari 10 cm dan jumlah tanaman 8, 12, dan 16 serta tanaman dengan panjang akar lebih dari 10 cm dan jumlah tanaman 8, 12, dan 16 buah. Serta 1 reaktor sebagai reaktor kontrol.

Selain itu, pada tahap persiapan dilakukan proses aklimatisasi tanaman, yaitu proses tanaman kontak dengan limbah yang bertujuan agar tanaman terbiasa dengan kondisi limbah. Agar menyesuaikan dengan kondisi limbah yang akan digunakan pada proses pelaksanaan, proses aklimatisasi menggunakan limbah *laundry* diencerkan sebanyak 4 kali. Selain itu juga dilakukan penambahan nutrisi hidroponik dengan merk Trubus jenis A&B Mix. Proses aklimatisasi dilakukan pada tanggal 17-20 Desember 2016.

### 2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan penelitian merupakan tahap proses fitoremediasi dimulai. Pada tahap ini, tanaman dialiri limbah *laundry* secara kontinyu atau terus menerus.

Selain itu dilakukan pengukuran konsentrasi COD dan TSS selama 2 hari sekali dan pH serta suhu setiap harinya. suhu dan pH diukur menggunakan thermometer dan pH meter. Pengukuran COD dan TSS menggunakan SNI yang berlaku yaitu SNI 06-6989.2-2004 untuk COD dan SNI 06-6989.3-2004 untuk TSS. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Lingkungan Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.

Alat yang digunakan berupa gelas ukur, timbangan, oven, labu erlenmeyer, corong kaca, COD

reaktor, tabung reaksi, dan spektrofotometri.

### 3. Tahap Analisis Data

Data yang diperoleh pada tahap pelaksanaan akan diolah untuk mencapai tujuan penelitian. Data yang didapat akan diolah menggunakan program *Microsoft Excel* dan akan diolah menggunakan analisis statistik *one way anova*. Hal ini akan menunjukkan jumlah tanaman dan panjang akar yang tepat untuk menyisihkan parameter COD dan TSS paling besar.

dan paling stabil karena tidak dilakukan pengolahan sama sekali, yaitu sebesar 103,51 mg/l pada hari ke empat belas.

**Tabel 1. Konsentrasi COD Selama 14 Hari**

| REAKTOR | Konsentrasi (mg/l) |        |        |        |         |         |         |
|---------|--------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|         | Hari 2             | Hari 4 | Hari 6 | Hari 8 | Hari 10 | Hari 12 | Hari 14 |
| A       | 105.06             | 91.14  | 84.70  | 80.06  | 67.43   | 61.25   | 56.61   |
| B       | 103.51             | 86.50  | 74.65  | 72.07  | 67.17   | 61.50   | 55.83   |
| C       | 102.48             | 84.96  | 79.55  | 77.23  | 69.75   | 60.47   | 53.51   |
| D       | 101.45             | 89.60  | 83.93  | 78.51  | 66.92   | 59.44   | 54.29   |
| E       | 103.51             | 96.56  | 82.12  | 76.19  | 69.75   | 59.18   | 49.91   |
| F       | 104.03             | 97.33  | 84.18  | 68.21  | 62.28   | 49.91   | 37.02   |
| G       | 108.67             | 106.09 | 104.80 | 105.58 | 104.55  | 104.03  | 103.51  |

## 3. Hasil Dan Pembahasan

### 3.1 Karakteristik Limbah Laundry

Karakteristik limbah laundry yang diambil dari sumber adalah COD sebesar 421 mg/l, BOD sebesar 356 mg/l, TSS sebesar 216 mg/l, dan fosfat sebesar 9,8 mg/l. Kemudian limbah asli diencerkan sebanyak 4 kali untuk proses aklimatisasi hingga proses pelaksanaan fitoremediasi. Karakteristik limbah yang telah diencerkan sebanyak 4 kali adalah COD sebesar 121 mg/l, BOD sebesar 110 mg/l, TSS sebesar 150 mg/l, dan fosfat sebesar 7,1 mg/l.

### 3.2 Parameter COD

COD atau Chemical Oxygen Demand adalah nilai yang menunjukkan jumlah oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat pada 1 liter larutan (Alaerts dan Santika, 1987) yang dinyatakan dalam satuan mg/l. Menurut Mulia (2005), senyawa organik dalam COD meliputi senyawa yang dapat diolah secara biologis (biodegradable) dan tidak dapat diolah secara biologis (non-biodegradable).

Pengukuran COD diukur setiap 2 hari sekali selama 14 hari berturut-turut. Pengukuran COD dilakukan untuk 7 reaktor, di mana reaktor ke tujuh atau reaktor G merupakan reaktor kontrol. Reaktor G memiliki nilai paling besar

Nilai COD terendah pada hari ke empat belas terdapat pada reaktor F dengan konsentrasi COD sebesar 37,02 mg/l. Reaktor F adalah reaktor dengan panjang akar lebih dari 10 cm dan jumlah tanaman sebanyak 16 buah.

Nilai COD tertinggi pada hari ke empat belas adalah pada reaktor A yaitu sebesar 56,61 mg/l. Reaktor A merupakan reaktor berisi Kayu Apu sebanyak 8 buah dengan panjang akar kurang dari 10 cm.

Hal ini menunjukkan bahwa panjang akar dan jumlah tanaman Kayu Apu memberikan pengaruh pada proses penyisihan COD dari limbah laundry.

Hal ini dapat dijelaskan karena proses penyisihan COD yang dilakukan oleh Kayu Apu. Proses fotosintesis menghasilkan oksigen yang kemudian dilepas ke dalam air/limbah yang dapat mengoksidasi senyawa organik. Selain itu proses penyerapan senyawa organik yang dilakukan Kayu Apu dapat mengurangi kandungan senyawa organik pada limbah laundry. Menurut Gregory (2006), terdapat bakteri *rhizosfer* pada akar tanaman Kayu Apu. Berdasarkan Ulfin (2001), bakteri pada akar ini akan memecah senyawa organik yang terdapat pada limbah secara aerob menjadi senyawa yang

lebih sederhana kemudian senyawa ini akan diserap oleh Kayu Apu sebagai sumber nutrisi.

**Tabel 2. Efisiensi Penyisihan COD**

| REAKTOR | Konsentrasi (mg/l) |            | Efisiensi Removal (%) |
|---------|--------------------|------------|-----------------------|
|         | Limbah             | Hari ke 14 |                       |
| A       | 121                | 56.61      | 53.22                 |
| B       |                    | 55.83      | 53.86                 |
| C       |                    | 53.51      | 55.77                 |
| D       |                    | 54.29      | 55.13                 |
| E       |                    | 49.91      | 58.76                 |
| F       |                    | 47.33      | 60.89                 |

Dari data yang didapat, nilai efisiensi berkisar antara 53% sampai 60% dari reaktor A sampai F. Efisiensi paling besar yaitu sebesar 60,89% terdapat pada reaktor F. Reaktor F merupakan reaktor dengan tanaman berjumlah 16 dengan panjang akar lebih dari 10 cm. Hal ini menunjukkan bahwa di antara jumlah tanaman, jumlah tanaman terbanyak memiliki efisiensi terbaik, dan jumlah tanaman berbanding lurus dengan nilai efisiensi *removal* COD.

### 3.3 Parameter TSS

*Total Suspended Solid* adalah padatan tersuspensi yang terdapat pada limbah dengan ukuran kurang dari 0,45 mikron (Mulia, 2005). Material tersuspensi dampak mengakibatkan kekeruhan yang dapat menghalangi cahaya matahari yang masuk ke dalam tanaman air (Purnawati, 2015).

Pengukuran TSS dilakukan setiap 2 hari sekali selama 14 hari. Selain itu, konsentrasi TSS pada reaktor G lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi reaktor lainnya, yaitu sebesar 132 mg/l. Penurunan ini termasuk paling kecil karena nilai awal TSS limbah *laundry* yang digunakan 150 mg/l.

**Tabel 3. Konsentrasi TSS Selama 14 Hari**

| REAKTOR | KONSENTRASI (mg/l) |        |        |        |         |         |         |
|---------|--------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|         | Hari 2             | Hari 4 | Hari 6 | Hari 8 | Hari 10 | Hari 12 | Hari 14 |
| A       | 135                | 127    | 130    | 124    | 116     | 105     | 99      |
| B       | 130                | 124    | 117    | 113    | 107     | 102     | 93      |
| C       | 122                | 124    | 116    | 108    | 100     | 92      | 88      |
| D       | 125                | 116    | 116    | 112    | 104     | 104     | 91      |
| E       | 117                | 120    | 113    | 107    | 96      | 88      | 89      |
| F       | 125                | 117    | 104    | 96     | 85      | 87      | 81      |
| G       | 144                | 140    | 136    | 136    | 132     | 128     | 132     |

Konsentrasi TSS terbesar pada reaktor A yaitu sebesar 99 mg/l dan paling sedikit terdapat pada reaktor F yaitu 81 mg/l.

Hal ini juga terjadi pada parameter COD, yaitu reaktor A memiliki konsentrasi paling tinggi dan reaktor F memiliki konsentrasi paling rendah.

Semakin panjang akar dan semakin banyak jumlah tanaman Kayu Apu maka nilai COD dan TSS yang disisihkan pada limbah *laundry* akan semakin besar.

Pengurangan nilai TSS disebabkan karena partikel dengan massa cukup berat yang terdapat dalam limbah akan mengendap pada bagian reaktor, sedangkan yang cukup ringan dan melayang akan menempel pada bagian akar (Fachrurrozi dkk, 2010), Penyisihan TSS pada tanaman Kayu Apu dibantu oleh bakteri *rhizosfer* yang ada di bagian akar. Menurut Ahmadlia (2012), bakteri ini dapat terlihat pada bagian lendir yang terdapat pada akar. Lendir ini yang akan menangkap partikel-partikel yang mengalir di limbah

Data menunjukkan bahwa nilai efisiensi berbanding lurus dengan jumlah tanaman dan panjang akar. Hal ini seperti pada penyisihan COD. Kesamaan ini disebabkan oleh penyisihan COD dan TSS pada tanaman

**Tabel 4. Efisiensi Penyisihan TSS**

| REAKTOR | Konsentrasi (mg/l) |            | Efisiensi Removal (%) |
|---------|--------------------|------------|-----------------------|
|         | Limbah             | Hari ke 14 |                       |
| A       | 150                | 99         | 34.00                 |
| B       |                    | 93         | 38.00                 |
| C       |                    | 88         | 41.33                 |
| D       |                    | 91         | 39.33                 |
| E       |                    | 89         | 40.67                 |
| F       |                    | 81         | 46.00                 |
| G       |                    | 132        | 12.00                 |

Kayu Apu dilakukan di bagian akar, sehingga akar dan jumlah tanaman memiliki pengaruh pada nilai COD dan TSS yang disisihkan. Efisiensi TSS tidak begitu besar, paling tinggi hanya pada reaktor F sebesar 46% dan paling kecil pada reaktor A sebesar 34%. Perbedaan paling besar dipengaruhi oleh panjang akar karena memiliki nilai efisiensi sebesar 5% antara tanaman dengan jumlah tanaman yang sama.

### 3.4 Faktor Yang Mempengaruhi Fitoremediasi

#### 3.4.1 pH

pH atau derajat keasaman menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan dengan cara mengukur konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terdapat pada larutan tersebut. pH diukur selama sehari sekali tidak seperti konsentrasi COD ataupun TSS.

Menurut Fardiaz (1992), pH yang dimiliki air yang terdapat deterjen terlarut berkisar antara 9 – 10,5 atau bersifat basa. Kondisi pH paling baik bagi tanaman berkisar antara 6,0 – 8,0 (Spellman, 2013). Namun untuk proses degradasi senyawa organik, menurut Effendi (2003), pH yang optimal berkisar antara 7 – 8,5. Pada penelitian ini, data pH yang didapat berkisar 8. Hal ini menunjukkan bahwa pH yang terjadi selama proses penelitian merupakan kondisi optimum bagi

bakteri untuk mendegradasi senyawa organik, namun bukan untuk proses kehidupan tanaman.

**Tabel 5. Nilai pH Selama 14 Hari**

| Hari | Reaktor |      |      |      |      |      |      |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|
|      | A       | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
| 1    | 7.3     | 7.4  | 7.41 | 7.43 | 7.34 | 7.1  | 8.4  |
| 2    | 8.32    | 8.44 | 8.43 | 8.44 | 8.28 | 8.22 | 8.6  |
| 3    | 7.8     | 8.1  | 7.8  | 7.98 | 7.7  | 7.8  | 8.1  |
| 4    | 8.4     | 8.31 | 8.32 | 8.4  | 8.1  | 8.15 | 8.7  |
| 5    | 8.42    | 8.2  | 8.43 | 8.62 | 8.42 | 8.3  | 8.8  |
| 6    | 8.7     | 8.2  | 8.5  | 8.9  | 8.5  | 8.63 | 8.9  |
| 7    | 8.7     | 8.3  | 8.5  | 8.5  | 8.4  | 8.4  | 8.8  |
| 8    | 8.43    | 8.26 | 8.4  | 8.4  | 8.33 | 8.32 | 8.7  |
| 9    | 8.8     | 8.73 | 8.71 | 8.82 | 8.75 | 8.9  | 8.58 |
| 10   | 8.32    | 8.44 | 8.43 | 8.44 | 8.28 | 8.22 | 8.6  |
| 11   | 8.7     | 8.5  | 8.52 | 8.5  | 8.4  | 8.4  | 8.9  |
| 12   | 8.5     | 8.52 | 8.5  | 8.6  | 8.4  | 8.4  | 8.8  |
| 13   | 8.4     | 8.4  | 8.3  | 8.3  | 8.4  | 8.31 | 8.8  |
| 14   | 8.5     | 8.4  | 8.4  | 8.7  | 8.3  | 8.4  | 8.9  |

Menurut Effendi (2003), meningkatnya nilai pH disebabkan oleh proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman. Proses fotosintesis akan menghasilkan  $CO_2$  dan melepas ion  $OH^-$  ke dalam air. Menurut Gregory (2006), proses fotosintesis juga mengambil ion  $H^+$  yang terdapat pada air. Sedangkan proses penurunan pH dapat terjadi karena ion  $H^+$  yang disebabkan oleh pembusukan bagian tanaman yang rontok (Widowati, 2000), dan proses oksidasi pembentukan sulfat (Suharjono dan Kurniati, 1994)

#### 3.4.2 Suhu

Menurut Pessarakli (2005), suhu sejajar dengan evaporasi dan evapotranspirasi. Proses evaporasi dan evapotranspirasi menghasilkan panas yang dapat meningkatkan suhu. Apabila suhu meningkat, maka oksidasi juga akan meningkat (Mahida, 1986).

Menurut Hindarko (2003), suhu  $15^0-35^0$  merupakan suhu optimal bagi

mikroorganisme. Hal ini menyatakan bahwa suhu limbah *laundry* merupakan suhu optimal bagi mikroorganisme untuk mengolah pencemar yang terdapat pada limbah *laundry* tersebut.

**Tabel 6 Nilai Suhu Selama 14 Hari**

| Hari | Reaktor |       |      |      |      |      |      |
|------|---------|-------|------|------|------|------|------|
|      | A       | B     | C    | D    | E    | F    | G    |
| 1    | 29.3    | 29.3  | 29.3 | 29.6 | 29.2 | 29.5 | 29.4 |
| 2    | 29.3    | 28.9  | 29.1 | 29.6 | 29.4 | 29.5 | 30   |
| 3    | 29.4    | 29.3  | 29.1 | 29.1 | 29.2 | 29   | 29.8 |
| 4    | 28.2    | 28.4  | 28.2 | 28.4 | 28.2 | 28.2 | 29.4 |
| 5    | 27.6    | 27.8  | 27.6 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 28.2 |
| 6    | 27.8    | 27.9  | 28   | 28   | 28.2 | 28   | 28.5 |
| 7    | 27.8    | 27.9  | 28   | 28   | 28.2 | 28   | 28.5 |
| 8    | 28.1    | 28.1  | 28   | 28   | 28   | 28   | 28.6 |
| 9    | 29.2    | 29.2  | 29.4 | 29.3 | 29.3 | 29.2 | 29.6 |
| 10   | 25.8    | 25.77 | 25.7 | 25.7 | 25.8 | 25.8 | 26   |
| 11   | 26.7    | 26.8  | 26.8 | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 27   |
| 12   | 27.6    | 27.6  | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 28   |
| 13   | 27.4    | 27.4  | 27.3 | 27.4 | 27.3 | 27.5 | 27.8 |
| 14   | 27.8    | 27.4  | 27.3 | 27.4 | 27.4 | 27.4 | 27.6 |

### 3.5 Penyisihan Limbah Oleh Tanaman Kayu Apu

Kayu Apu menyisihkan limbah dengan proses metabolisme dan menggunakan akar (Ahmadlia, 2012). Proses metabolisme mencakup proses penyerapan senyawa organik dan proses fotosintesis. Pada proses di bagian akar, terdapat bakteri *rhizobacter* dan penyisihan menggunakan serabut akar. Proses fotosintesis menghasilkan oksigen ( $O_2$ ) yang kemudian masuk ke dalam air dan mengoksidasi senyawa organik serta meningkatkan kandungan oksigen ke dalam air (LBN-LIPI, 1981). Bakteri rhizosfer yang terdapat pada akar dapat mengurai senyawa organik ataupun anorganik (Waluyo, 2005). Menurut Fachrurrozi (2010), akar Kayu Apu yang berbentuk serabut dapat menyaring koloid yang melayang-layang pada limbah. Koloid yang mengumpul akan membentuk gumpalan pada bagian akar.

## 4. Kesimpulan Dan Saran

### 4.1 Kesimpulan:

1. Penyisihan terbesar dilakukan oleh tanaman dengan jumlah 16. Penyisihan COD yang dilakukan sebesar 73,67 mg/l dan penyisihan TSS sebesar 69 mg/l.
2. Tanaman dengan panjang akar lebih dari 10 cm memiliki penyisihan lebih besar dibandingkan dengan tanaman dengan panjang akar kurang dari 10 cm.
3. Efisiensi penyisihan COD yang dilakukan oleh kayu apu berkisar antara 53%-60%, dan untuk efisiensi penyisihan TSS berkisar antara 34%-46%.

### 4.2 Saran:

1. Kayu Apu dapat digunakan pada limbah dengan kadar pencemar organik yang tinggi.
2. Limbah *laundry* disisihkan dengan tanaman lain agar penyisihan yang dilakukan dapat lebih besar.

## Daftar Pustaka

- Ahmadlia, Driyana Rike. 2012. *Pengaruh Luas Penutupan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) Terhadap Kualitas Kimia Dan Fisik Pada Berbagai Konsentrasi Limbah Cair Tahu*. Malang: Jurusan Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Alaerts, G., dan Santika, S.S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional. Hal 149.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fachrurrozi, M., Utami, L.B., dan Suryani, D. 2010. *Pengaruh Variasi Biomassa Pistia stratiotes L. Terhadap Penurunan Kadar*

- BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta*. Kesmas, 4(1), 12-13
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air and Udara*. Edisi ke-7. Yogyakarta: Kanisius
- Gregory, Peter. 2006. *Plant Roots, Growth, Activity and Interaction with Soils*. Australia: Black Well.
- Hariyanti, Fika. 2016. *Efektivitas Subsurface Flow-Wetlands Dengan Tanaman Eceng Gondok Dan Kayu Apu Dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Pabrik Saus*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang
- Hernayanti, Elly Proklamasiningsih. 2004. *Fitoremediasi Limbah Cair Batik Menggunakan Kayu Apu (Pistia stratiotes l.) Sebagai Upaya Untuk Memperbaiki Kualitas Air*. Purwokerto: Fakultas Biologi Unsoed
- Hindarko, S. 2003. *Mengolah Air Limbah*. Jakarta: Penerbit Esha Seri Lingkungan Hidup
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: CV. Rajawali.
- Maretha, Adysti. 2014. *Pengolahan Limbah Laundry Dengan Penambahan Koagulan Polyalumunium Chloride(Pac) Dan Filter Karbon Aktif*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Mulia, M.R. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Graha Ilmu.
- LBN-LIPI. 1981. *Tumbuhan Air*. Bogor: Biologi Nasional-LIPI Bogor.
- Pessarakli, Mohammad. 2005. *Handbook of Photosynthesis Second Edition*. LLC: Taylor & Francis Group.
- Purnamawati. 2015. *Penurunan Kadar Rhodamin B Dalam Air Limbah Dengan Biofiltrasi Sistem Tanaman*. Bali: Pascasarjana Universitas Udayana.
- Setiarini, Dinda Wahyu. 2013. *Penurunan BOD dan COD Pada Air Limbah Katering Menggunakan Konstruksi Subsurface Flow Wetland dan Biofilter Dengan Tumbuhan Kana (Canna indica)*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sidharta, B.R. 2000. *Pengantar Mikroba Kelautan*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya Yogyakarta
- Spellman, F. R., 2003. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. Florida: A CRC Press Company.
- Subroto, M. A. 1996. *Fitoremediasi dalam Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*. Cibinong.
- Taufikurahman, Fitrisally D. 2005. *Bioremediation Of Waste Water Containing Heavy Metals Cadmium And Zinc Using Aquatic Plant Pistia stratiotes l.* Bandung: ITB
- Ulfin, Ita. 2001. *Penurunan Kadar Kadmium dan Timbal dalam larutan dengan Kayu Apu: Pengaruh pH dan Jumlah Kayu Apu*. Prosiding Seminar Kimia ke-3, Jurusan Kimia FMIPA ITS: Surabaya
- Waluyo L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM