

## **EFEKTIVITAS TANAMAN PAKIS LIDAH KOLAM DAN MELATI AIR DALAM MENURUNKAN PARAMETER BOD DAN COD PADA AIR LIMBAH LAUNDRY**

**AYU MELANIE<sup>1</sup>, SIRIN FAIRUS<sup>2\*</sup>**

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie, Jakarta  
Email : s.fairus@gmail.com

### **ABSTRAK**

*Detergen mengandung bahan aktif berupa surfaktan, yang bersifat toksik dan berbahaya bagi lingkungan. Menurut Hasil Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 di Kabupaten Sukabumi, pembuangan air limbah dari kamar mandi dan tempat cuci rumah tangga langsung dibuang ke got/sungai tanpa dilakukan pengolahan mendapat presentase sebesar 50,73%. Tingginya limbah laundry yang dihasilkan dapat menyebabkan kematian pada biota air dan eutrofikasi. Diperlukan pengolahan air limbah laundry, salah satunya dengan metode fitoremediasi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman Pakis Lidah Kolam dan Melati Air dalam menurunkan parameter BOD dan COD pada air limbah laundry disesuaikan dengan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Metode penelitian ini adalah eksperimen dengan beberapa tahapan yaitu persiapan tanaman, uji RFT dan uji fitoremediasi menggunakan variasi tanaman Pakis Lidah Kolam, Melati Air dan Kombinasi selama 15 hari. Hasil analisis didapatkan tanaman Pakis Lidah Kolam mampu menurunkan parameter BOD di hari ke-5 sebesar 65,62% dari 160 mg/L menjadi 55 mg/L dan Melati Air dapat menurunkan parameter COD di hari ke-10 sebesar 78,67% dari 1.285 mg/L menjadi 274 mg/L. Hasil penelitian belum mampu menurunkan BOD dan COD sesuai dengan baku mutu sehingga diperlukan penelitian lanjutan.*

**Kata kunci:** *fitoremediasi, air limbah laundry, pakis lidah kolam, melati air*

### **ABSTRACT**

*Detergents have active ingredients in the form of surfactants, which are toxic and harmful to the environment. Based on Basic Health Research on wastewater in 2018, disposal from household bathrooms/laundries in Sukabumi Regency found that 50.73% was directly discharged into gutters/rivers/rivers without any treatment. The high laundry waste produced can cause death to aquatic biota and eutrophication. Laundry wastewater treatment is needed, one of which is by using the plant phytoremediation method. This study aims to determine the ability of Java Fern and Mexican Sword Plant to reduce BOD and COD parameters in laundry wastewater by Ministry of Environment and Forestry regulations No. 68/2016, Domestic wastewater quality standards. This research method is an experiment with several stages, namely plant preparation, RFT test, and phytoremediation test using variations of Java Fern, Mexican Sword Plant, and Combination plants for 15 days. The analysis results showed that Java Fern were able to reduce BOD parameters on the 5 day by 65.62% from 160 mg/L to 55 mg/L, and Mexican Sword Plant were able to reduce COD parameters on the 10 day by 78.67% from 1.285 mg/L to 274 mg/L. However, the study results have not been able to reduce BOD and COD according to quality standards so further research is needed.*

**Keywords:** *phytoremediation, laundry waste water, java fern, mexican sword pla*

## 1. PENDAHULUAN

Deterjen adalah salah satu bahan pembersih terbuat dari campuran bahan-bahan kimia yang biasa digunakan untuk mencuci pakaian. Komposisi deterjen terdiri dari tiga komposisi yaitu surfaktan, bahan pemutih dan pengharum (Pratamadina dkk, 2022). Surfaktan termasuk senyawa organik yang memiliki satu gugus hidrofilik dan satu gugus hidrofobik. Surfaktan yang paling banyak digunakan pada kegiatan *laundry* yaitu jenis surfaktan anionik, karena biaya yang murah. Surfaktan anionik yang umum digunakan yaitu *Alkyl Benzene Sulfonates* (ABS) dan *Linear Alkyl Benzene Sulfonates* (LAS) (Apriyani, 2017).

Air limbah laundry berupa air sisa deterjen mengandung beberapa bahan kimia seperti fosfat (70-80%), surfaktan (20-30%), amonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD (*Biological Oxygen Demands*), dan COD (*Chemical Oxygen Demands*) (Palilingan dkk, 2019). Berkurangnya jumlah oksigen terlarut di perairan dapat menyebabkan kematian pada biota air dan pencemaran lingkungan akibat tingginya bahan organik dari limbah *laundry*. BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai dan mendekomposisi bahan organik (Astuti, 2022). Parameter COD juga menunjukkan jumlah oksigen kimia untuk menguraikan senyawa organik dalam air melalui proses kimia (Atima, 2015). Karakteristik limbah *laundry* menurut Pungus dkk. (2019) memiliki nilai parameter BOD dan COD yang tinggi, yaitu nilai BOD sebesar 263 mg/L dan COD sebesar 952 mg/L. Parameter BOD dan COD termasuk parameter utama/penting untuk menentukan kualitas air limbah di badan air. Pengolahan air limbah tercemar salah satunya metode fitoremediasi, yaitu menggunakan kemampuan tanaman atau tumbuhan hidup untuk mengurangi volume, mobilitas, atau toksisitas kontaminasi pencemar dalam media tanah atau air (Sharma, 2020). Tanaman yang digunakan pada penelitian ini yaitu pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) dan melati air (*Echinodorus paleaefolius*). Dipilihnya tanaman pakis lidah kolam karena pada penelitian Ramadiyanti dkk. (2023) menyatakan tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) mampu meningkatkan nilai DO pada air limbah tinja selama 28 hari, maka pakis lidah kolam memiliki potensi untuk menurunkan kadar BOD dan COD. Pada penelitian penelitian Ain dkk. (2019) tanaman melati air dapat menurunkan parameter BOD sebesar 71,53% dan COD sebesar 72% efektifitasnya. Presentase penurunan parameter BOD dan COD disesuaikan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Fitoremediasi adalah metode untuk mengatasi pencemaran lingkungan dengan menggunakan tanaman dan memiliki kelebihan diantaranya biaya murah, sebagai pengendalian erosi, termasuk *green technology*. Belum adanya penelitian dengan memanfaatkan tanaman pakis lidah kolam serta kombinasi tanaman ini dengan tanaman melati air dalam pengolahan air limbah *laundry* menjadi pertimbangan penulis untuk melakukan penelitian ini. Kondisi *laundry* terbesar yang berada di daerah pemukiman dipilih karena aktifitasnya paling besar. Air limbah langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menurunkan parameter BOD dan COD pada air limbah *laundry* di sesuaikan dengan peraturan pemerintah dan aman di buang ke lingkungan. Manfaat dilakukannya penelitian untuk mencari alternatif pengolahan air limbah *laundry*.

## 2. METODE

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di salah satu tempat usaha/kegiatan *laundry* yang berada di Perumahan Bumi Babakan Damai, Kelurahan Babakan, Kecamatan Cisaat, Kabupaten Sukabumi. Lokasi penelitian diambil berdasarkan pertimbangan aktifitas operasional *laundry* yang paling besar.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu termometer, pH meter, penggaris, jangka sorong, gelas ukur, label, wadah/reaktor uji Uji *Range Finding Test* (RFT) ukuran 3L sebanyak 12 buah berukuran 20 x 20 x 11 cm, wadah/reaktor uji fitoremediasi ukuran 5L sebanyak 3 buah berukuran 23,5 x 17 x 15,5 cm, botol uji sampel air 1 L sebanyak 10 buah, dan jerigen ukuran 10 L sebanyak 3 buah. Metode pengujian parameter yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

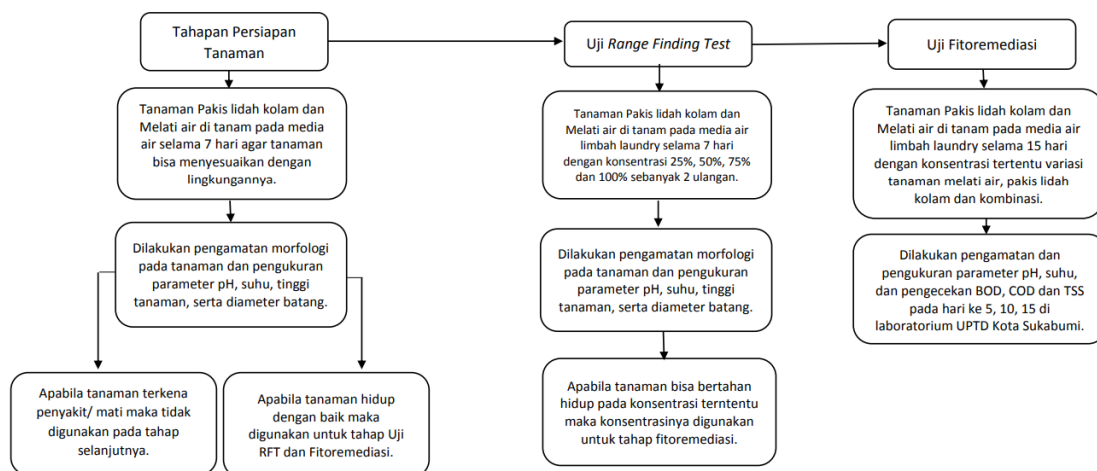
**Tabel 1. Metode Pengujian Parameter**

| No. | Parameter | Satuan | Alat Penelitian | Metode Penelitian |
|-----|-----------|--------|-----------------|-------------------|
| 1.  | Suhu      | oC     | Termometer      | -                 |
| 2.  | pH        | -      | pH meter        | -                 |
| 3.  | BOD       | mg/L   |                 | APHA 5210B        |
| 4.  | COD       | mg/L   |                 | APHA 5220D        |

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu air limbah *laundry* sebanyak 30 L dari kegiatan/usaha Hasanah *laundry*, air PDAM, tanaman Pakis Lidah Kolum sebanyak 30 tanaman dan tanaman Melati Air sebanyak 30 tanaman.

### 2.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu, pengambilan air limbah *laundry*, tahap persiapan tanaman, uji RFT dan uji fitoremediasi. Berikut merupakan alur tahapan penelitian terlihat pada Gambar 1.

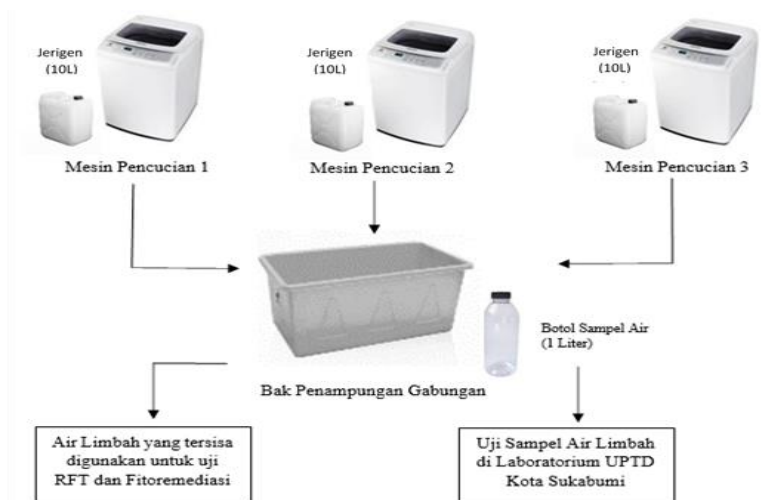


**Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian**

#### a. Pengambilan Air Limbah *Laundry*

Air limbah yang digunakan yaitu air limbah dari kegiatan/ usaha *laundry*. Hasanah *Laundry* memiliki tiga mesin pencucian dengan periode pencucian di waktu berbeda tergantung pada banyak atau sedikitnya *laundry* dari pelanggan. Berdasarkan hal tersebut, peneliti menggunakan SNI 8995:2021 metode pengambilan contoh uji air

dilakukan secara gabungan waktu dan tempat (*composite sample*). Air Limbah *Laundry* yang diambil merupakan air limbah dari hasil pencucian ke 1 (*washing*) dan ke 2 (*rinsing*) saat pemberian detergen dan pewangi. Pengambilan air limbah *laundry* dilakukan dalam satu hari kerja yaitu di jam 08.00, 11.00 dan 14.00 WIB masing-masing 10 L di mesin pencucian 1, 2, dan 3 dengan menggunakan jerigen. Volume air limbah keseluruhan yang diambil adalah 30 L untuk memenuhi kebutuhan analisis. Alur pengambilan sampel air limbah usaha/kegiatan *laundry* dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Alur Pengambilan Sampel Air Limbah *Laundry***

b. Persiapan Tanaman

Tanaman pakis lidah kolam dan melati air yang digunakan pada penelitian ini di dapatkan dari toko tanaman terdekat di Sukabumi. Kriteria tanaman yang digunakan berdasarkan pertimbangan tinggi tanaman pakis lidah kolam yang tumbuh dengan ketinggian 25 cm, sedangkan untuk tanaman melati air tumbuh nya bisa mencapai 40 cm. Berdasarkan hal tersebut, peneliti menggunakan tanaman berumur 2-3 minggu dengan rata-rata tinggi tanaman 20-25 cm agar perbandingan antara tanaman sama atau setara. Jumlah tanaman pakis lidah kolam sebanyak 30 tanaman dan melati air sebanyak 30 tanaman. Tahap persiapan tanaman pakis lidah kolam dan melati air ditanam di media air sebagai tempat tumbuh sementara selama 7 hari untuk melihat perubahan dan kemampuan bertahan hidup di media air. Tahap persiapan tanaman dilakukan pengukuran suhu, pH, kondisi fisik tanaman, tinggi tanaman dan diameter batang. Kondisi fisik tanaman dilihat dari penilaian tanaman apakah mengalami penyakit atau sehat. Kriteria tanaman tumbuh dengan baik menurut Ilmi. (2021) dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kriteria Tanaman Tumbuh dengan Baik**

| Bagian | Tanaman Sehat   | Tanaman Tidak Sehat   |
|--------|---|---|
| Daun   | Tidak terdapat hama pada daun. Bentuk daun sempurna dan warnadaun hijau segar terlihat kokoh. | Terdapat hama pada daun ciri terbentuk bercak-bercak pada daun. Bentuk daun tidak sempurna dan warnadaun kekuning-kuningan atau kecoklatan struktur daun terlihat layu. |
| Batang | Bentuk batang sempurna.   | Bentuk batang aneh atau tidak sempurna.   |
| Akar   | Akar yang sehat adalah akar yang panjang kuat, bewarna putih danbersih.                       | Akar yang berwarna gelap menjaditanda-tanda kebusukan.  |

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan menggunakan penggaris dari tajuk terendah

Efektifitas Tanaman Pakis Lidah Kolam dan Melati Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD pada Air Limbah *Laundry*

sampai tajak tertinggi. Pengukuran diameter batang tanaman dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Data hasil pengukuran tinggi tanaman dan diameter tanaman dari 30 tanaman pakis lidah kolam dan melati air, dilakukan perhitungan nilai rata-rata tinggi tanaman dan rata-rata diameter tanaman dengan persamaan berikut :

$$\text{Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)} = \frac{T^1 + T^2 + \dots + T^{30}}{\text{Jumlah Tanaman}} \quad (1)$$

$$\text{Rata - rata Diameter Tanaman (cm)} = \frac{D^1 + D^2 + \dots + D^{30}}{\text{Jumlah Tanaman}} \quad (2)$$

Keterangan: T: Tinggi Tanaman (cm) dan D: Diameter Batang (cm)

Data kondisi fisik tanaman digunakan untuk menganalisis kualitas hidup tanaman dan kesehatan tanaman pada pakis lidah kolam dan melati air, dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Suprpto dkk, 2022) :

$$\text{Persentase hidup tanaman (\%)} = \frac{\text{Jumlah tanaman yang hidup}}{\text{Jumlah tanaman yang ditanam}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Persentase sehat tanaman (\%)} = \frac{\text{Jumlah tanaman yang sehat}}{\text{Jumlah tanaman yang hidup}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Persentase tidak sehat tanaman (\%)} = \frac{\text{Jumlah tanaman yang tidak sehat}}{\text{Jumlah tanaman yang hidup}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Persentase mati tanaman (\%)} = \frac{\text{Jumlah tanaman yang mati}}{\text{Jumlah tanaman yang ditanam}} \times 100\% \quad (6)$$

Hasil persiapan tanaman pakis lidah kolam dan melati air yang mampu tumbuh dengan baik, dianggap tanaman sudah siap untuk melakukan uji RFT.

### c. Uji RFT

Tahap uji RFT merupakan pengujian yang dilakukan pada tanaman untuk mengetahui ketahanan tanaman terhadap konsentrasi zat pencemar (Rifanda dkk, 2022). Tanaman yang digunakan pada pengujian RFT yaitu pakis lidah kolam dan melati air yang sudah melalui tahap persiapan tanaman. USEPA Guidelines part 805.45000 dalam Raissa (2019), menyatakan bahwa besar konsentrasi yang divariasikan pada tahap RFT yaitu dengan rentang variasi mengikuti deret geometrik. Variasi konsentrasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu, dengan 4 perlakuan konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% sebanyak 2 ulangan pada kedua tanaman. Proses uji RFT menggunakan 12 buah reaktor berukuran 20 x 20 x 11 cm, berkapasitas 3 L, dengan volume air limbah 2 L dan 2 tanaman di setiap bak. Jumlah tanaman yang digunakan 16 tanaman Pakis Lidah Kolam dan 16 tanaman Melati Air. Pengenceran Air Limbah *Laundry* menggunakan Air PDAM. Proses uji RFT dilakukan selama 7 hari, dengan dilakukan pengukuran suhu, pH, kondisi fisik tanaman, tinggi tanaman dan diameter tanaman. Penilaian kondisi fisik tanaman dapat dilihat dari kriteria tanaman tumbuh dengan baik di Tabel 2. Pengukuran rata-rata tinggi tanaman dan diameter tanaman dihitung sama seperti pada tahap persiapan tanaman. Analisis kualitas hidup tanaman dan kesehatan tanaman pada uji RFT dihitung menggunakan rumus presentase hidup tanaman, presentase sehat tanaman, presentase kurang sehat tanaman dan presentase mati tanaman seperti di tahap persiapan tanaman. Detail perlakuan uji RFT dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Perlakuan Uji RFT**

| Jenis Tanaman     | Ulangan | Konsentrasi Limbah (v/v) |           |           |            |
|-------------------|---------|--------------------------|-----------|-----------|------------|
|                   |         | 25%                      | 50%       | 75%       | 100%       |
| Pakis Lidah Kolam | U1      | PL.K25.U1                | PL.K50.U1 | PL.K75.U1 | PL.K100.U1 |
|                   | U2      | PL.K25.U2                | PL.K50.U2 | PL.K75.U2 | PL.K100.U2 |

|                   |    |           |           |           |            |
|-------------------|----|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Melati Air</b> | U1 | MA.K25.U1 | MA.K50.U1 | MA.K75.U1 | MA.K100.U1 |
|                   | U2 | MA.K25.U2 | MA.K50.U1 | MA.K75.U2 | MA.K100.U2 |

Keterangan: PL: Pakis lidah kolam, MA: Melati air, U1: Ulangan 1, U2: Ulangan 2, K: Konsentrasi limbah

Hasil uji RFT dilihat dari perhitungan presentase hidup tanaman dan presentase kesehatan tanaman untuk mengukur kemampuan tanaman sebagai fitoremediator. Tanaman yang dapat bertahan hidup pada konsentrasi air limbah tertentu maka konsentrasi limbah tersebut digunakan untuk uji fitoremediasi.

d. Uji Fitoremediasi

Tahap uji fitoremediasi menggunakan konsentrasi air limbah dari hasil uji RFT pada tanaman pakis lidah kolam dan melati air. Perlakuan uji fitoremediasi dilakukan dengan 3 perlakuan yaitu tanaman pakis lidah kolam, melati air dan kombinasi. Proses uji fitoremediasi menggunakan reaktor berukuran 23,5 x 17 x 15,5 cm sebanyak 3 buah. Reaktor kapasitas 5 L, dengan volume air limbah 4 L dan 4 tanaman di setiap bak. Jumlah tanaman yang digunakan adalah 6 tanaman pakis lidah kolam dan 6 tanaman melati air. Proses fitoremediasi dilakukan selama 15 hari, dengan pengukuran suhu, pH, kondisi fisik tanaman, analisa pengukuran parameter BOD dan COD di hari ke 5, 10, dan 15. Parameter yang diuji yaitu BOD dan COD, sampel diambil pada masing-masing bak perlakuan sebanyak 1 L ke dalam botol sampel dan diberi label. Sampel limbah *laundry* selama uji fitoremediasi diujikan sebanyak 9 sampel di Laboratorium UPTD Kota Sukabumi. Perlakuan tanaman selama uji fitoremediasi dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Perlakuan Uji Fitoremediasi**

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Kualitas Air Limbah *Laundry***

Kualitas air limbah *laundry* di ujikan di laboratorium UPTD Kota Sukabumi untuk mengetahui kandungan awal limbah di sesuaikan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik Permen LHK Nomor P.68/ Menlhk-Setjen/2016. Hasil uji air limbah *laundry* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Kualitas Air Limbah *Laundry***

| No | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum | Hasil Pemeriksaan |
|----|-----------|--------|----------------|-------------------|
| 1  | pH        | -      | 6,0-9,0        | 6                 |
| 2  | BOD       | mg/L   | 30             | 160               |
| 3  | COD       | mg/L   | 100            | 1.285             |

Hasil uji laboratorium parameter pH air limbah *laundry* sudah sesuai baku mutu, sedangkan nilai parameter BOD sebesar 160 mg/L dan COD sebesar 1.285 mg/L melampaui baku mutu. Penyebab tingginya parameter BOD dan COD karena air limbah *laundry* memiliki kandungan detergen berupa surfaktan, serta zat organik seperti fosfat, ammonia dan nitrogen. Kandungan fosfat pada detergen menghasilkan limbah berupa polifosfat yang dapat menghambat proses biologis serta menyebabkan ledakan alga di perairan. COD umumnya lebih tinggi dari BOD karena banyak senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia berada pada oksidasi biologis (Yustika dkk, 2023).

### 3.2 Persiapan Tanaman

#### a. Persiapan Tanaman Pakis Lidah Kolum

Hasil pengamatan 7 hari tanaman pakis lidah kolum tahap persiapan ada pada Tabel 5.

**Tabel 5. Pengamatan Tahap Persiapan Tanaman Pakis Lidah Kolum**

| Hari ke-           | pH  | Suhu (°C) | Rata- Rata Tinggi Tanaman (cm) | Rata- Rata Diameter Tanaman (cm) | % Tanaman Sehat | % Tanaman Tidak Sehat | % Hidup Tanaman |
|--------------------|-----|-----------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| 1                  | 6,5 | 27,7      | 21,2                           | 0,019                            | 99,44           | 0,56                  | 100             |
| 2                  | 6,5 | 27,6      | 21,2                           | 0,019                            | 98,89           | 1,11                  | 100             |
| 3                  | 6,5 | 27,6      | 21,2                           | 0,019                            | 97,78           | 2,22                  | 100             |
| 4                  | 6,5 | 27,3      | 21,2                           | 0,019                            | 97,78           | 2,22                  | 100             |
| 5                  | 6,4 | 27,0      | 20,9                           | 0,018                            | 97,22           | 2,78                  | 100             |
| 6                  | 6,4 | 27,5      | 20,9                           | 0,018                            | 97,22           | 2,78                  | 100             |
| 7                  | 6,4 | 27,0      | 20,9                           | 0,018                            | 96,11           | 3,89                  | 100             |
| <b>Rata - Rata</b> |     |           | 21,07                          | 0,018                            | 97,78           | 2,22                  | 100             |

Berdasarkan Tabel 5 parameter pH berada di 6,4-6,5 dan suhu berada di antara 27°C. Nilai pH dan Suhu tersebut optimum untuk pertumbuhan tanaman. Pada hari ke-5 nilai rata-rata tinggi dan diameter tanaman mengalami penurunan. Hal ini disebabkan adanya penambahan beberapa tunas baru. Munculnya tunas-tunas baru ini mempengaruhi nilai rata-rata tinggi dan diameter tanaman. Hasil presentase sehat tanaman pakis lidah kolum sebesar 97.78%, presentase tanaman tidak sehat sebesar 2.22% dan presentase hidup tanaman 100%.

#### b. Persiapan Tanaman Melati Air

Hasil pengamatan tanaman melati air selama 7 hari di tahap persiapan tanaman dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Pengamatan Tahap Persiapan Tanaman Melati Air**

| Hari ke-           | pH  | Suhu (°C) | Rata- Rata Tinggi Tanaman (cm) | Rata- Rata Diameter Tanaman (cm) | % Tanaman Sehat | % Tanaman Tidak Sehat | % Hidup Tanaman |
|--------------------|-----|-----------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| 1                  | 6,5 | 27,6      | 23,3                           | 0,026                            | 97,78           | 2,22                  | 100             |
| 2                  | 6,5 | 27,5      | 23,3                           | 0,026                            | 97,22           | 2,78                  | 100             |
| 3                  | 6,4 | 26,5      | 23,3                           | 0,026                            | 95,56           | 4,44                  | 100             |
| 4                  | 6,4 | 26,6      | 22,6                           | 0,025                            | 95,56           | 4,44                  | 100             |
| 5                  | 6,4 | 26,7      | 22,6                           | 0,025                            | 95,00           | 5,00                  | 100             |
| 6                  | 6,3 | 26,5      | 21,9                           | 0,025                            | 92,78           | 7,22                  | 100             |
| 7                  | 6,3 | 27,3      | 21,9                           | 0,025                            | 91,67           | 8,33                  | 98,89           |
| <b>Rata - Rata</b> |     |           | 22,7                           | 0,025                            | 95,08           | 4,91                  | 99,84           |

Berdasarkan Tabel 6 parameter pH berada di 6,3-6,5 dan suhu berada di antara 26-27°C. Seperti yang terjadi pada tanaman pakis lidah kolum, pada hari ke-6 nilai rata-rata tinggi dan diameter tanaman mengalami penurunan. Hal ini juga disebabkan adanya penambahan beberapa tunas kecil. Munculnya tunas-tunas baru berpengaruh pada nilai rata-rata tinggi dan diameter tanaman. Hasil Presentase sehat tanaman melati air sebesar 95,08%, tanaman tidak sehat sebesar 4,91% dan presentase hidup tanaman 99,84%. Tanaman melati air selama tahap persiapan mengalami kematian tanaman di hari ke-7.

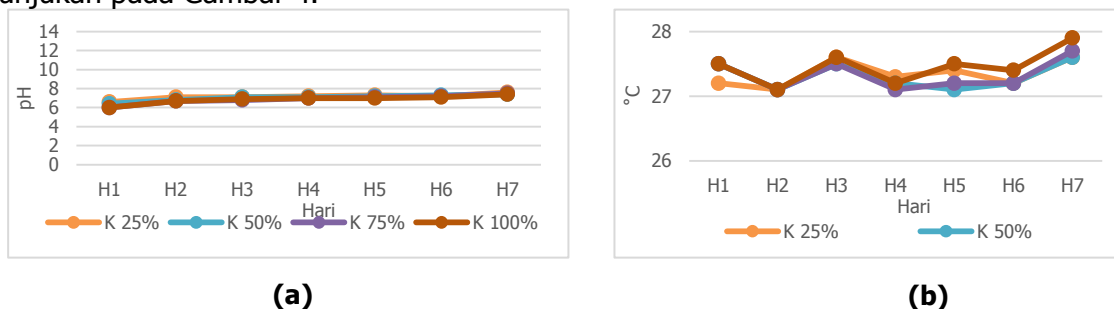
### 3.3 RFT

Tahap uji RFT bertujuan untuk mengetahui batas kritis tanaman. Perlakuan konsentrasi air limbah *laundry* yang digunakan yaitu 25, 50, 75 dan 100% sebanyak 2 ulangan. Rasio

perbandingan volume air limbah dan jumlah tanaman yang digunakan yaitu 1:1, 2 L air limbah ditanami 2 tanaman di setiap bak perlakuan.

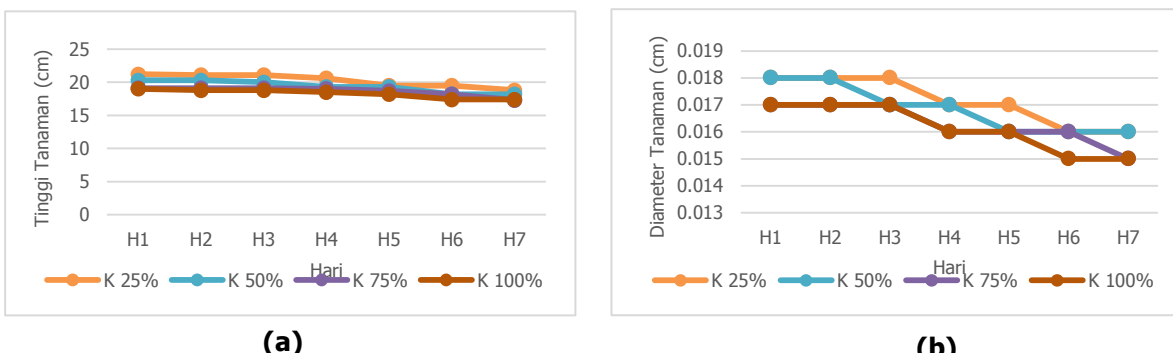
a. Uji RFT Tanaman Pakis Lidah Kolum

Hasil pengamatan tanaman pakis lidah kolum selama 7 hari berbeda-beda setiap pengukuran parameter pH, suhu, tinggi tanaman, diameter tanaman dan presentase hidup tanaman. Hasil pengukuran parameter pH dan suhu selama range finding test ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengukuran Parameter (a) pH dan (b) Suhu Tanaman Pakis Lidah Kolum

Berdasarkan hasil pengukuran parameter pH selama uji RFT pada semua konsentrasi mengalami perubahan selama 7 hari dari pH awal bersifat asam yaitu 6 menjadi netral. Pengukuran suhu selama uji RFT berada di suhu 27-28°C. Naik turunnya suhu dipengaruhi akibat penguapan, kelembapan udara, kecepatan angin dan sinar matahari. Hasil pengukuran parameter tinggi dan diameter tanaman selama RTF disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengukuran (a) Tinggi dan (b) Diameter Tanaman Pakis Lidah Kolum

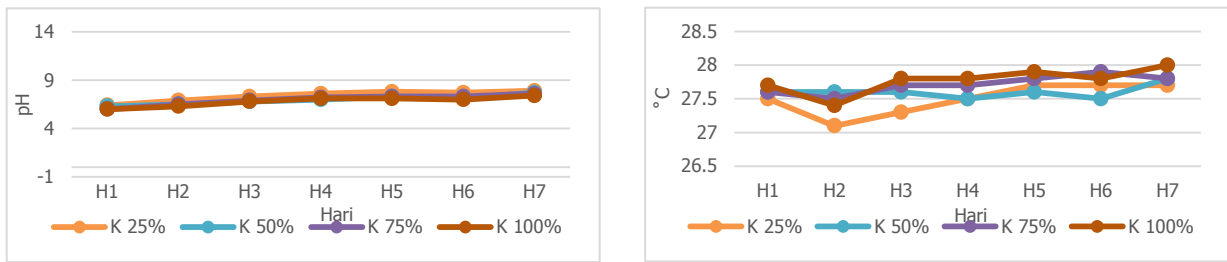
Berdasarkan pengukuran tinggi tanaman dan diameter tanaman pakis lidah kolum selama uji RFT mengalami penurunan rata-rata hal tersebut terjadi karena adanya tanaman yang sakit mengalami layu selain itu munculnya tunas baru pada tanaman di hari ke-6. Persentase hidup tanaman pakis lidah kolum selama uji RFT di semua konsentrasi sama yaitu 100%. Artinya tanaman pakis lidah kolum mampu bertahan hidup selama 7 hari di air limbah laundry.

b. Uji RFT Tanaman Melati Air

Hasil pengamatan tanaman Melati Air selama 7 hari di perlakuan 25, 50, 75 dan 100% berbeda-beda setiap pengukuran parameter pH, suhu, tinggi tanaman, diameter tanaman dan presentase hidup tanaman. Hasil pengukuran parameter pH dan suhu selama RFT ditunjukkan pada Gambar 6.

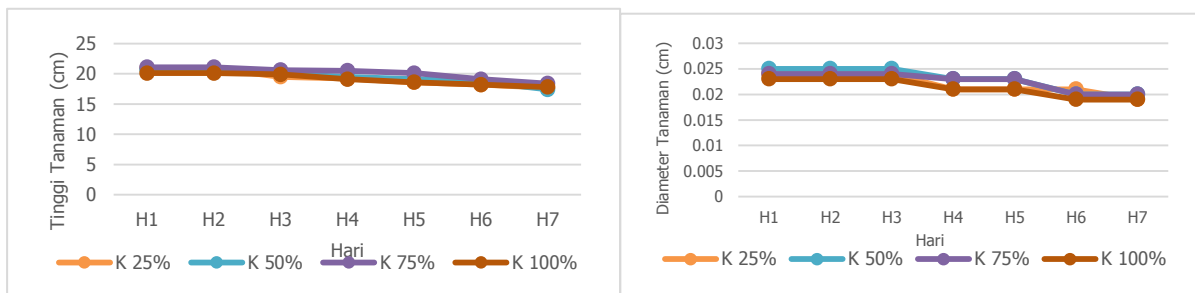


Efektifitas Tanaman Pakis Lidah Kolam dan Melati Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD pada Air Limbah *Laundry*



**Gambar 6. Grafik Pengukuran Parameter (a) pH dan (b) Suhu Tanaman Melati Air**

Berdasarkan hasil pengukuran parameter pH selama uji RFT pada semua konsentrasi mengalami perubahan selama 7 hari dari pH awal bersifat asam yaitu 6 menjadi netral. Pengukuran suhu selama uji RFT berada di suhu 27-28°C. Faktor perubahan naik turunnya suhu dipengaruhi akibat penguapan, kelembapan udara, kecepatan angin dan sinar matahari. Hasil Pengukuran parameter tinggi tanaman dan diameter tanaman selama RFT ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Grafik Pengukuran (a) Tinggi dan (b) Diameter Tanaman Melati Air**

Berdasarkan pengukuran tinggi tanaman dan diameter tanaman melati air selama uji RFT mengalami penurunan rata-rata hal tersebut terjadi karena adanya tanaman yang sakit mengalami layu selain itu munculnya tunas baru pada tanaman di hari ke 4-7 di beberapa tanaman mempengaruhi rata-rata tinggi dan diameter tanaman. Persentase hidup tanaman melati air selama uji RFT di semua konsentrasi berbeda-beda. Perlakuan 25, 50, 75 dan 100% mengalami kematian tanaman di hari ke 5-7. Hasil uji RFT pada tanaman pakis lidah kolam di semua konsentrasi mampu hidup 100% tanpa mengalami kematian. Tanaman melati air mengalami kematian di semua konsentrasinya. Presentase hidup melati air di konsentrasi 75% sebesar 96,47%. Berdasarkan pertimbangan tersebut peneliti mengambil konsentrasi 75% untuk tahap fitoremediasi tanaman.












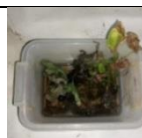
### 3.4 Fitoremediasi

Proses fitoremediasi mencakup tahapan analisis kondisi morfologi tanaman dan analisis parameter kualitas air yaitu pH, BOD dan COD.

#### a. Kondisi Morfologi

Morfologi tanaman di semua perlakuan dari hari ke-0 sampai ke-15 mengalami perubahan. Perubahan Kondisi fisik tanaman pada perlakuan P1-MA (melati air) selama uji fitoremediasi ditunjukkan pada Tabel 7.

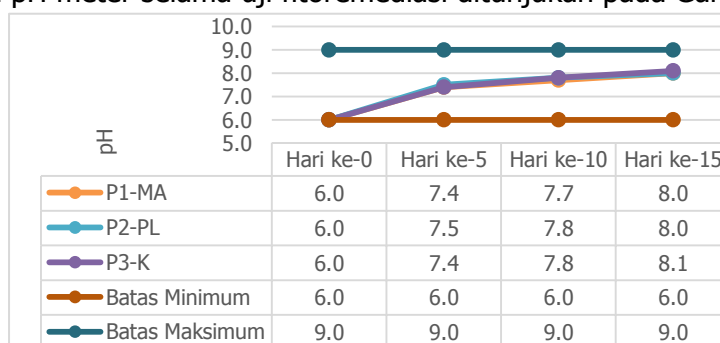
**Tabel 7. Perubahan Morfologi terhadap perlakuan**

| Perlakuan                  | Hari ke-0   | Hari ke-5   | Hari ke-10   | Hari ke-15  |
|----------------------------|---|---|--|---|
| <b>P1-MA (Melati Air)</b>  |  |  |  |  |
| <b>P2-PL (Pakis Lidah)</b> |  |  |  |  |
| <b>P3-K (Kombinasi)</b>    |  |  |  |  |

Pada perlakuan melati air di hari ke-5 mulai terlihat ada tanaman yang sakit dengan munculnya perubahan warna pada daun yang awalnya hijau segar menjadi kuning. Pada hari ke-10 dan hari ke-15 tanaman mulai mengalami kekeringan bahkan kematian pada beberapa tanaman ditandai dengan daun berwarna coklat selain itu akar tanaman berubah warna menjadi keabu-abuan bertanda pembusukan di akar. Perubahan Kondisi fisik pada perlakuan P2-PL (pakis lidah kolam) selama fitoremediasi di hari ke-5 tanaman masih terlihat hijau segar. Pada hari ke-10 tanaman mulai terlihat ada yang layu dan muncul nya penyakit ditandai daun berwarna bercak-bercak kecoklatan. Pada hari ke-15 tanaman mulai mengalami kekeringan bahkan kematian, akar tanaman berbau tidak sedap serta adanya organisme larva jentik pada media air limbah. Perubahan Kondisi fisik tanaman pada perlakuan P3-K (Kombinasi) selama fitoremediasi di hari ke-5 tanaman masih terlihat hijau segar, ada beberapa daun mulai menguning. Pada hari ke-10 tanaman mulai terlihat layu dan muncul nya penyakit ditandai daun berwarna bercak kecoklatan. Pada hari ke-15 tanaman mulai mengalami kekeringan bahkan kematian pada beberapa tanaman.

**b. Parameter pH**

Nilai pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan dari aktifitas ion hidrogen (H). Hasil pengukuran parameter pH menggunakan pH meter selama uji fitoremediasi ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8. Grafik Pengukuran pH**

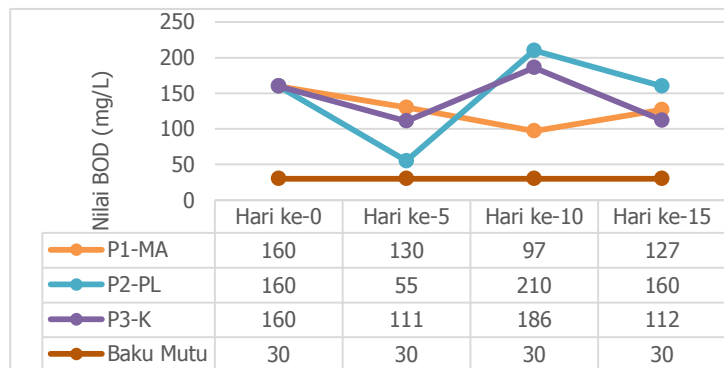
Hasil pengukuran pH pada ketiga perlakuan tanaman selama uji fitoremediasi memiliki

Efektifitas Tanaman Pakis Lidah Kalam dan Melati Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD pada Air Limbah *Laundry*

nilai pH yang tidak jauh berbeda. Parameter pH mengalami perubahan dari hari ke-0 bersifat asam sebesar 6 dan di hari ke-15 bersifat basa sebesar 8. Kenaikan parameter pH terjadi akibat aktifitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik (Vidyawati dkk, 2019). Mikroorganisme membantu Proses fiksasi nitrogen dibantu oleh bakteri rhizobacteria yang dapat mengubah nitrogen  $N_2$  menjadi  $NH_3$  ammonia dengan bantuan hidrogen (Sari, 2015). Amonia termasuk senyawa yang bersifat basa sehingga proses fiksasi nitrogen menyebabkan kenaikan pH di hari ke hari selama uji fitoremediasi.

c. Parameter BOD

Nilai BOD merupakan karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik dalam perairan (Atima, 2015). Hasil Analisis parameter BOD selama fitoremediasi ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Pengukuran BOD

Berdasarkan hasil pengukuran parameter BOD di perlakuan P1-MA dapat menurunkan kadar BOD dalam waktu 10 hari. Perlakuan P2-PL dan P3-K dapat menurunkan nilai BOD pada hari ke-5 dan ke-15. Menurut Arimbi. (2018) penurunan BOD yang signifikan menunjukkan bahwa bahan organik yang terkandung air limbah merupakan bahan organik yang dapat terdegradasi secara biologi, tingginya penurunan kadar polutan pada air limbah dipengaruhi oleh daya serap akar tanaman akuatik yang menjadikan polutan tersebut sebagai unsur hara. Pada perlakuan P1-MA hari ke-15 nilai BOD kembali meningkat karena terjadi kematian pada tanaman menyebabkan bahan organik di air limbah meningkat. Begitu pula pada perlakuan P2-PL dan P3-K meningkat kembali di hari ke-10 karena adanya pertumbuhan larva jentik. Menurut Atari dkk. (2020) mikroorganisme terdapat dalam air limbah domestik salah satunya coliform non fekal diantaranya *aerobacter* dan *klebsiella* yang berasal dari hewan/tumbuhan yang sudah mati. Berdasarkan hasil uji laboratorium tersebut dapat dilakukan perhitungan presentase efisiensi penurunan/ *removal* pada setiap perlakuan. Berikut contoh perhitungan presentase efisiensi *removal* :

1. P1 - MA (Melati Air)

$$ER (\%) = \frac{(\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir})}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \quad (7)$$

Hari ke-5

$$ER (\%) = \frac{160 - 130}{160} \times 100\% = 18,75\%$$

Presentase efisiensi *removal* nilai BOD dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Pehitungan efisiensi *removal* Parameter BOD

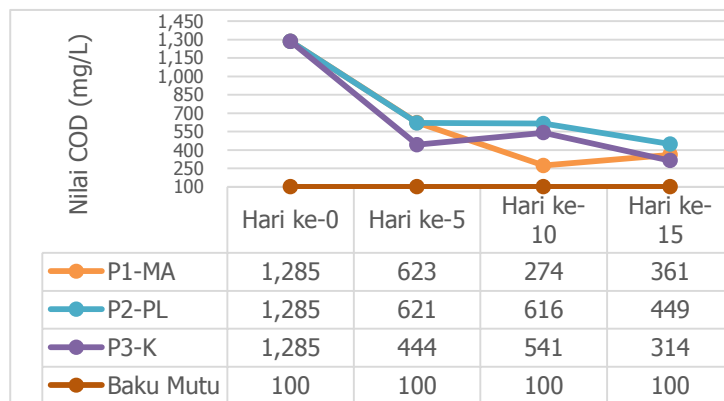
| Perlakuan    | Presentase Removal (%) |            |            |
|--------------|------------------------|------------|------------|
|              | Hari ke-5              | Hari ke-10 | Hari ke-15 |
| <b>P1-MA</b> | 18,75                  | 39,37      | 20,62      |
| <b>P2-PL</b> | 65,62                  | -31,25     | 0          |
| <b>P3-K</b>  | 30,62                  | -16,25     | 30         |

Berdasarkan hasil perhitungan presentase *removal*/parameter BOD menunjukkan perlakuan P2-PL mengalami penurunan nilai BOD yang paling besar pada hari ke-5 dengan nilai efisiensi *removal* sebesar 65,62%. Pada perlakuan P2-PL dan P3-K di hari ke 10 memiliki nilai presentase *removal* negatif karena nilai BOD di hari 10 lebih besar dibandingkan dengan nilai awal BOD sebelum perlakuan fitoremediasi. Faktor tersebut terjadi karena pertumbuhan larva jentik di reaktor P2-PL dan P3-K pada hari ke 10, sehingga nilai BOD bertambah.

d. Parameter COD

Nilai COD merupakan jumlah oksigen keseluruhan yang diperlukan untuk mengurai senyawa organik dengan cara dioksidasi secara kimiawi (Santoso, 2018).

Hasil Analisa parameter COD selama fitoremediasi ditunjukkan pada Gambar 10.



**Gambar 10. Grafik Pengukuran COD**

Berdasarkan grafik pengukuran parameter COD pada perlakuan P1-MA dapat menurunkan nilai COD dalam waktu 10 hari, kemudian di hari ke-15 nilai COD kembali meningkat karena terjadi kematian pada tanaman. Pada perlakuan P2-PL dapat menurunkan nilai COD dalam waktu 15 hari. Pada perlakuan P3-K nilai COD turun di hari ke-5 dan hari ke-15, sedangkan pada hari ke-10 nilai COD meningkat. Faktor yang mempengaruhi peningkatan nilai COD salah satunya pengurangan jumlah volume air limbah *laundry* sebanyak 1 L setiap 5 hari sekali untuk pengujian di laboratorium menyebabkan konsentrasi air limbah semakin pekat. Semakin besar nilai COD berarti semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah.

Berdasarkan hasil uji laboratorium tersebut dapat dilakukan perhitungan presentase efisiensi penurunan/ *removal* pada setiap perlakuan. Presentase efisiensi *removal* nilai COD dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11. Pehitungan efisiensi *removal* Parameter COD**

| Perlakuan    | Presentase Removal (%) |            |            |
|--------------|------------------------|------------|------------|
|              | Hari ke-5              | Hari ke-10 | Hari ke-15 |
| <b>P1-MA</b> | 51,52                  | 78,67      | 71,90      |
| <b>P2-PL</b> | 51,67                  | 52,06      | 65,05      |
| <b>P3-K</b>  | 65,45                  | 57,89      | 75,56      |

Berdasarkan hasil perhitungan presentase *removal*/ parameter COD menunjukkan bahwa perlakuan P1-MA mengalami penurunan nilai COD yang paling besar pada hari ke-10 dengan nilai efisiensi *removal* sebesar 78,67%.

e. Uji Statistika

Hasil analisa parameter uji COD pada masing-masing perlakuan reaktor diuji dalam uji statistika. Uji statistika dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *Anova two factor*

*without replication* dengan *Excel Data Analysis*. Menurut Bobbit. (2023) *Anova two factor without replication* dilakukan pada dua kombinasi variable untuk mendapatkan prediksi dengan satu kali observasi. Anova bertujuan untuk mengetahui variable manakah yang paling berpengaruh terhadap efisiensi removal parameter COD pada air limbah *laundry* dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Pengaruh uji anova ditunjukkan dengan nilai p-value yang lebih kecil dari 0,05. Nilai p-value <0,05 menunjukkan bahwa variable tersebut berpengaruh terhadap efisiensi *removal* parameter COD. Apabila nilai p-value >0,05 menunjukkan bahwa variable tersebut tidak berpengaruh terhadap efisiensi *removal* parameter COD. Hasil uji Anova parameter COD disajikan pada Tabel 12.

**Tabel 12. Hasil Uji Anova Parameter COD**

| <i>Source of Variation</i> | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-value</i> | <i>F crit</i> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|---------------|
| <b>Perlakuan Tanaman</b>   | 27886,17  | 2         | 13943,08  | 1,2438   | 0,353249       | 5,143253      |
| <b>Waktu</b>               | 1542368   | 3         | 514122,8  | 45,864   | 0,000157       | 4,757063      |
| <b>Error</b>               | 67257,17  | 6         | 11209,53  |          |                |               |
| <b>Total</b>               | 1637512   | 11        |           |          |                |               |

Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa pengaruh perlakuan tanaman memiliki nilai p-value >0,05 menunjukkan bahwa variable tersebut tidak berpengaruh terhadap efisiensi removal parameter COD. Lamanya waktu fitoremediasi memiliki nilai p-value <0,05 menunjukkan bahwa variable tersebut berpengaruh terhadap efisiensi removal parameter COD. Pada pemantauan parameter BOD terdapat temuan nilai parameter tersebut meningkat pada hari ke-10 untuk perlakuan P2-PL dan P3-K. Kenaikan nilai BOD pada hari tersebut diindikasikan terkait dengan tumbuhnya larva jentik pada media air yang terlihat keruh sehingga lebih disukai oleh larva jentik. Berdasarkan pengamatan, tanaman P1-MA lebih memiliki kemampuan bertahan terhadap serangan larva jentik. Menurut Hidayah. (2020) tanaman P1-MA memiliki kandungan fotokomia antilarvasida. Hal ini diindikasikan tanaman P2-PL tidak memproduksi senyawa antilarvasida seperti tanaman Melati Air yang dapat mengeluarkan senyawa tersebut sehingga dapat mempertahankan kejernihan media air tempat tumbuhnya. Berdasarkan uraian ini, maka analisis statistik Anova tidak dilakukan pada parameter BOD.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tanaman Pakis Lidah Kolam dan Melati Air memiliki kemampuan menurunkan parameter BOD dan COD pada Air Limbah *Laundry*. Presentase Penurunan parameter BOD paling besar pada perlakuan P2-PL (Pakis Lidah Kolam) di hari ke-5 sebesar 65,62% dari konsentrasi 160 mg/L menjadi 55 mg/L. Presentase penurunan parameter COD paling besar pada perlakuan P1-MA (Melati Air) di hari ke-10 sebesar 78,67% dari konsentrasi 1.285 mg/L menjadi 274 mg/L. Konsentrasi penurunan parameter BOD dan COD selama proses fitoremediasi tersebut belum memenuhi syarat untuk di buang ke badan air berdasarkan peraturan pemerintah P.68/Menlhk-Setjen/2016, yaitu BOD 30 mg/L dan COD 100 mg/L. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan dengan menambahkan jumlah tanaman di dalam setiap reaktor agar mendapatkan konsentrasi nilai BOD dan COD di bawah Baku Mutu, sehingga aman dibuang ke badan air. Perlu adanya pencegahan timbulnya larva jentik pada media air limbah *laundry* dan penggunaan bak reaktor secara paralel untuk tujuan pengulangan percobaan agar mendapatkan hasil data rata-rata untuk kebutuhan analisis yang lebih tepat. Analisa Anova yang telah dilakukan didapatkan bahwa pengaruh perlakuan tanaman tidak mempengaruhi efisiensi *removal* parameter COD, sedangkan variable waktu lamanya fitoremediasi mempengaruhi efisiensi *removal* parameter COD.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ain, SZ., & Noviana, L. (2019). Efektivitas Melati Air dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada Air Limbah Laundry. *Jurnal SEOI – Universitas Sahid Jakarta*.
- Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 37–44.
- Arimbi, A. (2017). Efektivitas Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam Menurunkan Kadar BOD (Biological Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) serta TSS (Total Suspended Solid) pada Limbah Cair Tempat Pemotongan Ayam di Kecamatan Delitua Kabupaten Deli Serdang. Universitas Sumatera Utara.
- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik dengan Teknik Fitoremediasi. *Jurnal Unitek*. ISSN 2580-2582. Vol.15 No.1.
- Atari, M., Pramadita, S., & Sulastri, A. (2020). Pengaruh Higiene Sanitasi Terhadap Jumlah Bakteri Coliform dalam Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Pontianak Kota. *Teknik Lingkungan*. Universitas Tanjungpura. Pontianak Kalimantan Barat.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas, IAIN Ambon.
- Bobbit, Z. (2023). Artikel : ANOVA With or Without Replication: What's the Difference?. <https://www.statology.org/anova-with-or-without-replication/>. 26 September 2024.
- Hidayah, N. (2020). Identifikasi Kandungan Fitokimia Ekstrak Bunga Melati Komoditas Lokal yang Berpotensi sebagai Antilarvasida. *Dinamika Kesehatan Jurnal Kebidanan dan Keperawatan*. Universitas Sari Mulia. Banjarmasin.
- Ilmi, T. (2021). Cara Mengatasi Abang-abangan: Sebuah penyakit tanaman akibat kekurangan nutrisi zinc. *Elementa Agro Lestari*. ISBN:9786239954802. 6239954802.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang. Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi Penggunaan Eco Enzyme pada Degradasi Deterjen dalam Air Limbah Domestik. *Teknik Lingkungan*. Universitas Presiden. Bekasi.
- Pungus, M., Palilingan, S., & Tumimomor, F. (2019). Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair laundry menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi. *Fullerene Journ. Of Chem* Vol.4 No.2: 54-60. ISSN 2598-1269.
- Raissa, DG. (2019). Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan menggunakan Eceng Gondok dan Kayu Apu. *Teknik Lingkungan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Ramadiyanti N., Prasetyo HD., & Latuconsina H. (2023). Dinamika Oksigen Terlarut Selama Proses Fitoremediasi Kombinasi Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dan Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*) di Instalasi Pengolahan Limbah Tinja. Universitas Islam Malang.
- Rifanda, K., Dewi, T., Afiuddin, A. (2022). Range Finding Test Tumbuhan *Sambucus Javanica* Sebagai Uji Pendahuluan Ketahanan Terhadap Logam Berat Zn. *Teknik Kimia*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Santoso, A. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batu bara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Sari, R., & Prayudyaningsih, R. (2015). *Rhizobium* Pemanfaatannya sebagai Bakteri Penambat Nitrogen. Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Sulawesi Selatan.
- Sharma, S., & Vasudevan, P. (2020). Salt Tolerance Mechanism in Plant for Phytoremediation of Heavy Metals: A Review. *Journal Environmental Technology & Innovation*, 20, 101079.

Efektifitas Tanaman Pakis Lidah Kalam dan Melati Air dalam Menurunkan  
Kadar BOD dan COD pada Air Limbah *Laundry*

- Standart Nasional Indonesia SNI 8995: (2021) tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air
- Vidyawati, D.S., & Fitrihidajati, H. (2019). Pengaruh fitoremediasi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) melalui pengenceran terhadap kualitas cair industri tahu. *Lentera Bio*, 8(2): 530-549.
- Yustika, D., Situmorang, H., Tambunan, MO., Frastika, W., & Sihite, Y. (2023). Penentuan Nilai COD sebagai parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Fasilitas Pelayanan Kesehatan Rumah Sakit Putri Bidadari Langkat. Program Studi Biologi. Universitas Negeri Medan.