

Artikel Riset

## **Efektivitas Hidroponik Tanaman Bunga Kana, Kayu Apu serta Ampas Kopi dalam Pengolahan Air Limbah Greywater Domestik**

*Hydroponic Effectiveness of Kana Flower, Apu Wood and Coffee Grounds in Domestic Greywater Wastewater Treatment*

Nisa Nurhidayanti<sup>\*</sup>, Dodit Ardiatma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas Arah Delta Mas, Kecamatan Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi, Indonesia 17530

\* Penulis korespondensi, e-mail: [nisa.kimia@pelitabangsa.ac.id](mailto:nisa.kimia@pelitabangsa.ac.id)

---

### **Abstrak**

Universitas Pelita Bangsa merupakan salah satu perguruan tinggi swasta di Kabupaten Bekasi yang sedang berkembang dengan jumlah mahasiswa yang selalu meningkat setiap tahunnya. Permasalahan jumlah mahasiswa yang semakin meningkat ini menyebabkan air limbah domestik yang dihasilkan juga semakin meningkat. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas hidroponik tanaman Bunga Kana dan Kayu Apu serta ampas kopi dalam menurunkan BOD, TSS, Minyak dan Lemak limbah *greywater* domestik. Tahapan metode penelitian dimulai dengan pembuatan arang aktif dari ampas kopi, pengambilan sampel air limbah, pengujian air limbah, aklimatisasi tanaman, *range finding test*, uji fitoreaktor dengan filter karbon aktif, dan dilanjutkan dengan analisa data. Hasil Pengujian parameter limbah *greywater* domestik dengan filter karbon aktif dari ampas kopi selama tujuh hari didapatkan nilai akhir TSS <2,5 mg/L, BOD 23 mg/L, Minyak dan Lemak sebesar <0,1 mg/L, pH 7,61 dan TDS sebesar 286 ppm. Hasil Pengujian tersebut telah memenuhi baku mutu air limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 tahun 2016. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh efektivitas penurunan konsentrasi beberapa parameter dari proses fitoremediasi dengan filter karbon aktif dari ampas kopi yaitu penurunan TSS 98,20 %, BOD 76,04 %, minyak dan lemak 0%, pH 0,39% dan TDS 29,03%.

**Kata Kunci:** ampas kopi; bunga kana; hidroponik, kayu apu

### **Abstract**

*Pelita Bangsa University is a developing private university in Bekasi Regency with an increasing number of students every year. The problem with the increasing number of students causes the domestic waste water produced to also increase. The purpose of this study was to determine the hydroponic effectiveness of Kana Flower and Apu wood and coffee grounds in reducing BOD, TSS, Oil and Fat of domestic greywater waste. The stages of the research method began with making activated charcoal from coffee grounds, taking wastewater samples, testing wastewater, acclimatizing plants, range finding tests, testing phytoreactors with activated carbon filters, and continuing with data analysis. The results of testing the parameters of domestic greywater waste with an activated carbon filter from coffee grounds for seven days obtained a final value of TSS <2.5 mg/l, BOD 23 mg/l, Oil and Fat of <0.1 mg/l, pH 7.61 and TDS of 286 ppm. The test results have met the quality standards for domestic wastewater according to the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number 68 of 2016. Based on the*

results of the study, it was found that the effectiveness of reducing the concentration of several parameters from the phytoremediation process with activated carbon filters from coffee grounds was a decrease in TSS of 98.20%, BOD 76.04%, oil and fat 0%, pH 0.39% and TDS 29.03%.

**Keywords:** apu wood; coffee grounds; hydroponic; kana flower

---

## 1. Pendahuluan

Universitas Pelita Bangsa adalah salah satu perguruan tinggi swasta di Kabupaten Bekasi yang sedang berkembang dengan jumlah mahasiswa yang selalu meningkat setiap tahunnya. Kampus Universitas Pelita Bangsa berdiri di lahan milik Yayasan Pelita Bangsa dengan luas 11.003 m<sup>2</sup> dengan 2 (dua) bangunan gedung utama yang berdiri kokoh di atasnya. Permasalahan yang dihadapi saat ini adalah jumlah mahasiswa yang semakin meningkat setiap tahun menyebabkan air limbah domestik yang dihasilkan juga semakin meningkat. Pengolahan air limbah domestik di Universitas Pelita Bangsa pada saat ini telah dilakukan oleh Yayasan Pelita Bangsa dengan mendirikan instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Namun belum dilakukan penelitian terkait efektivitas pengolahan air limbah domestik tersebut.

Secara umum bangunan IPAL yang berada di Universitas Pelita Bangsa menggunakan teknologi pengolahan air limbah dengan proses biofilter tercelup. Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter tercelup dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis dengan atau tanpa aerasi yang telah dilengkapi dengan media penyangga yang berfungsi untuk berkembang biak mikroorganisme. Media biofilter dicelupkan di bawah permukaan air, sehingga senyawa polutan yang terkandung dalam air limbah (misalnya senyawa organik ataupun senyawa anorganik) akan terdifusi ke dalam lapisan atau film biologis yang melekat pada permukaan medium. Pada waktu yang sama, dengan bantuan oksigen yang terlarut di dalam air limbah senyawa polutan yang terkandung dalam air limbah akan terurai oleh mikroorganisme yang tumbuh dan berkembangbiak dalam lapisan biofilm serta akan mengubah energi yang dihasilkan diubah menjadi biomassa (Siregar, 2008).

Beberapa penelitian tentang metode pengolahan limbah cair domestik telah banyak dilakukan. Pengolahan limbah cair domestik menggunakan tanaman kayu apu dengan teknik tanam hidroponik dapat menurunkan COD sebesar 65,06%, menurunkan TSS sebesar 19,99%, serta penurunan lemak dan minyak sebesar 37,10% dengan perlakuan waktu retensi paling efektif selama 6 hari dengan aerasi (Wirawan dkk., 2014). Persentase penurunan kontaminan air limbah *greywater* domestik (organik, padatan, nitrogen dan fosfor) lebih dari 90% saat menggunakan area permukaan tinggi, media berdiameter kecil seperti sabut kelapa, ampas kopi bekas, dan pasir (Pradhan dkk., 2019). Penggunaan arang aktif dari ampas kopi terbukti dapat menurunkan BOD, COD dan fosfat dalam limbah laundry sebesar 8,753%, 20,033%, dan 46,875% dengan waktu kontak efektif selama 5 hari (Istighfari dkk., 2017). Arang aktif dari ampas kopi juga memiliki daya serap terhadap zat warna pada limbah cair, yodium sebesar 750,22% - 809,21%, kadar air sebesar 4,71 - 4,13%, kadar abu sebesar 6,41 - 9,13% zat terbang sebesar 17,26 - 18,62% dan kadar karbon 68,12-71,62% (Fernianti, 2013). Ampas kopi memiliki komposisi total karbon sebesar 47,8 - 58,9%; selulosa 8,6%, protein 6,7-13,6 g dalam 100g, total nitrogen 1,9 - 2,3%; kadar abu 0,43-1,6%. Kemampuan menyerap karbon aktif dari ampas kopi dilakukan dengan cara mengaktivasi ampas kopi dengan cara pemanasan (Caetano dkk., 2017).

Berdasarkan hasil penelitian tersebut di atas peneliti mencoba mengkombinasikan teknologi pengolahan limbah domestik dengan memanfaatkan hidroponik tanaman bunga Kana dan Kayu apu serta limbah ampas kopi. Selain untuk memperindah tempat juga ekonomis dalam hal tempat dan biaya untuk pengolahan air limbah *greywater*. Pengolahan limbah *greywater* bisa dilakukan dalam skala rumah tangga karena tidak memerlukan tempat yang luas. Pengolahan air limbah ini dilakukan untuk menurunkan *Total Suspended Solid* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), Minyak dan Lemak pada air limbah *greywater* domestik di Universitas Pelita Bangsa Kabupaten Bekasi. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas hidroponik tanaman Bunga Kana (*Canna Lily*) dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) serta ampas Kopi dalam menurunkan BOD, TSS, Minyak dan Lemak pada limbah

greywater domestik. Manfaat penelitian ini yaitu memberikan kontribusi kepada Universitas Pelita Bangsa mengenai penggunaan metode hidroponik sebagai salah satu alternatif dalam mengolah air limbah greywater domestik.

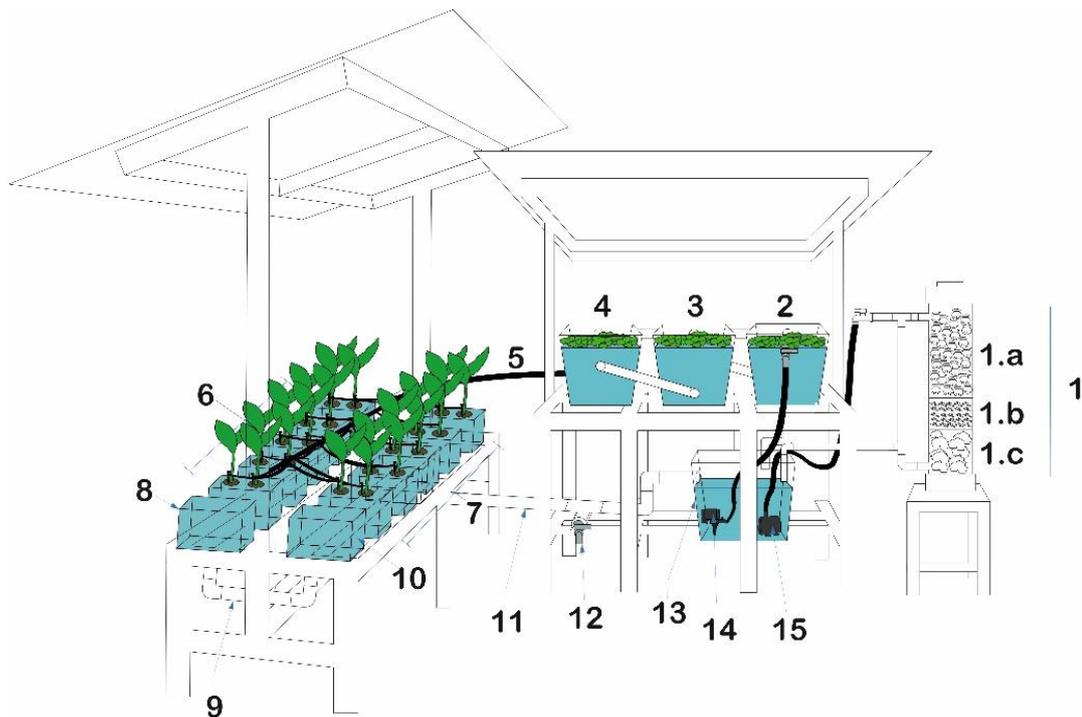
## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Alat, Bahan dan Desain Penelitian

#### 2.1.1 Alat Penelitian

Alat penelitian ini terdiri dari kotak kaleng dengan dimensi 17,3 cm x 14,2 cm x 24 cm bervolume 6 L sebanyak 1 buah untuk digunakan dalam tahap karbonasi ampas kopi, reaktor plastik persegi berdimensi 55 cm x 36 x 30 cm bervolume 50 L sebanyak 3 reaktor dihubungkan dengan pipa PVC berdiameter 2/3 inchi untuk Kayu Apu, reaktor plastik persegi berdimensi 10 cm x 8 cm x 8 cm bervolume 8 L sebanyak 10 reaktor dihubungkan dengan pipa PVC berdiameter 1/2 inchi untuk tanaman Bunga Kana, reaktor plastik tumbuhan Kayu Apu dan tanaman Bunga Kana dihubungkan dengan menggunakan selang berdiamater 11 mm dan kran sebagai pengatur debit aliran, otak persegi 55 cm x 36 x 30 cm bervolume 50 L sebanyak 1 buah digunakan untuk menampung limbah greywater domestik dihubungkan dengan pipa PVC berdiameter 2/3 inchi, Pompa yang dilengkapi dengan filter berkapasitas 500 liter/jam, pH meter, TDS meter dan beberapa peralatan analisis TSS sesuai SNI-06-6989.3- 2004, BOD dengan metode SNI- 6989.72- 2009 dan minyak lemak dengan metode SNI-06-6989.10-2004.

Rangkaian alat penelitian disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

Keterangan alat:

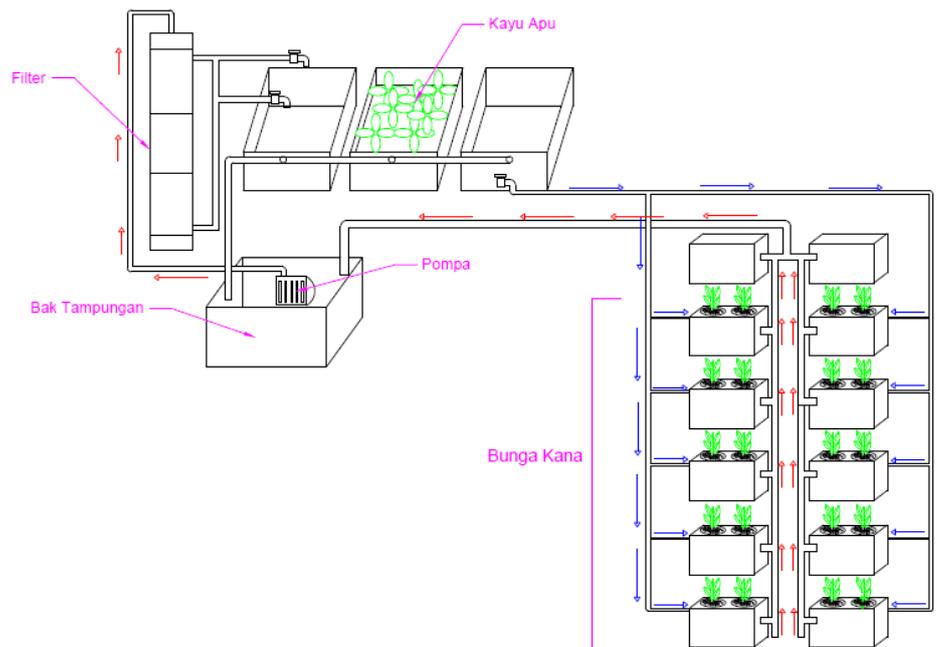
- |                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| [1] Filter                         | [4] Bak fitoremediator Kayu Apu III  |
| [1.a] Arang aktif ampas kopi       | [5] selang konektor                  |
| [1.b] Silika                       | [6] Bak fitoremediator Bunga Kana I  |
| [1.c] Batu kerikil                 | [7] Bak fitoremediator Bunga Kana II |
| [2] Bak fitoremediator Kayu Apu I  | [8] Bak Kontrol I                    |
| [3] Bak fitoremediator Kayu Apu II |                                      |

- [9] Pipa penghubung bak fitoremediator Bunga Kana
- [10] Bak Kontrol II
- [11] Pipa penghubung bak fitoremediator ke bak tampungan limbah greywater
- [12] Outlet pengambilan sampel
- [13] Bak Tampungan limbah greywater
- [14] Pompa ke bak fitoremediator Kayu Apu
- [15] Pompa ke filter

### 2.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain: limbah greywater domestik yang diambil dari Universitas Pelita Bangsa, tanaman Bunga Kana, tanaman Kayu Apu, ampas kopi, Serbuk  $ZnCl_2$  dan larutan  $HCl$  0,1 N untuk pengaktifan arang aktif dari ampas kopi, kayu bakar yang digunakan dalam proses karbonasi ampas kopi serta beberapa bahan untuk analisis pengujian sebagai berikut: Analisa TSS dengan metode Gravimetri (kertas saring Whatman Grade 934 AH dengan ukuran pori 1,5  $\mu m$  dan air suling), Analisa BOD dengan metode titrasi winkler (air pengencer, larutan mangan sulfat, larutan pereaksi oksigen, larutan asam sulfat, indikator amilum dan natrium tiosulfat), Analisa Minyak dan Lemak secara Gravimetri (pelarut n-heksana, Asam Klorida yang air dicampurkan dengan air (1:1), Metil Tersier Butil Eter (MTBE), Kristal Natrium Sulfat Anhidrat, Campuran pelarut 80% n-heksana dan 20% MTBE dan Pelarut lain: petroleum benzene atau petroleum eter atau dikloro metana).

### 2.1.3 Desain Penelitian



Gambar 2. Desain Sistem Pengolahan Limbah Cair Sistem Hidroponik

## 2.2. Prosedur Penelitian

### 2.2.1. Pembuatan Arang Aktif dari Ampas Kopi

Ampas kopi dijemur di bawah sinar matahari untuk menghilangkan kadar air. Selanjutnya dikarbonasi dalam kotak kaleng dan dibakar sampai suhu di dalam kotak kaleng  $\pm 400^{\circ}C$  selama 3 jam dan didinginkan. Selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan ukuran 80 mesh dan ditimbang. Kemudian direndam dalam larutan pengaktif  $ZnCl_2$  30% dengan rasio massa 2:1 selama 24 jam. Selanjutnya karbon aktif dicuci dengan air hangat bersuhu  $80^{\circ}C$  selama 20 menit dan dicuci dengan larutan  $HCl$  0,1 N dengan rasio 1:10 selama 20 menit. Proses pencucian dengan air hangat diulang sampai tidak ada gelembung udara yang terbentuk.

**2.2.2. Pengambilan sampel air limbah greywater domestik**

Pengambilan sampel air limbah dilakukan dengan cara metode sampling gabungan waktu dan tempat yaitu campuran contoh yang diambil dari beberapa titik dalam satu lokasi pada waktu yang berbeda, dengan volume yang sama agar sampel dapat bersifat representatif. Pengambilan sampel air limbah menggunakan ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung polietilen bertangkai Panjang (BSN, 2008).

**2.2.3. Pengujian Limbah Domestik**

Pengujian sampel limbah cair *greywater* domestik dilakukan di laboratorium Medialab Kabupaten Bekasi. Dengan parameter pengujian berupa TSS, BOD, Minyak dan Lemak. Sedangkan pengujian pH dan TDS dilakukan selama fitoremediasi berlangsung.

**2.2.4. Tahap Aklimatisasi**

Tanaman Bunga Kana dan kayu apu yang telah dewasa ditanam di fitoreaktor. Tujuan tahap ini untuk mendapatkan tanaman Bunga Kana dan kayu apu yang telah beradaptasi pada media yang akan digunakan pada *Range Finding Test* (RFT) dan uji fitoremediasi.

**2.2.5. Range Finding Test (RFT)**

Pengujian limbah cair *greywater* dengan 5 variasi konsentrasi yaitu 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80% (v/v) dari jumlah volume 200 liter, dilakukan dengan menggunakan fitoreaktor dan tumbuhan yang sama dengan proses aklimatisasi tanpa menggunakan filter karbon aktif. Kemudian menambahkan dan mensirkulasikan air limbah yang telah disiapkan secara berulang ke dalam fitoreaktor. Konsentrasi limbah yang tidak menyebabkan kematian pada tanaman Bunga Kana dan Kayu Apu. Selanjutnya dilakukan pengujian Parameter TSS, BOD, Minyak Lemak, pH dan TDS pada hari ke 0, 1, 3, 5 dan 7 yang dilakukan pada sore hari masing-masing sebanyak 2 liter.

**2.2.6. Uji Fitoreaktor dengan Filter Karbon Aktif**

Limbah *greywater* domestik dengan konsentrasi 80% (v/v) dilakukan pengujian dengan menggunakan fitoreaktor berisi tanaman Bunga Kana dan kayu apu menggunakan filter karbon aktif dari Ampas Kopi. Kemudian menambahkan air limbah yang telah disiapkan ke dalam fitoreaktor. Pengujian Parameter TSS, BOD, Minyak Lemak, pH dan TDS dilakukan pada hari ke 0, 1, 3, 5 dan 7 yang dilakukan pada sore hari masing-masing sebanyak 2 liter.

**2.2.7. Analisis Data**

Pengujian sampel menggunakan metode seperti tercantum pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Parameter Penelitian dan Metode Analisis

No.	Parameter	Satuan	Acuan	Metode Analisis
1.	TSS	mg/L	SNI-06-6989.3- 2004	Gravimetri
2.	BOD	mg/L	SNI- 6989.72- 2009	Titration Winkler
3.	Minyak dan Lemak	mg/L	SNI-06-6989.10-2004	Gravimetri

Data hasil uji fitoreaktor kemudian dianalisis secara kuantitatif menggunakan Microsoft excel. Efektivitas pengolahan limbah cair *greywater* domestik terhadap penurunan parameter TSS, BOD, Minyak dan Lemak dan parameter pendukung dihitung menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:

$$E = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan dalam Persamaan (1) sebagai berikut:

- E = Efisiensi (%)
- S<sub>0</sub> = Konsentrasi polutan inlet (mg/L)
- S<sub>1</sub> = Konsentrasi polutan outlet (mg/L)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Pengujian Air Limbah

Hasil pengujian air limbah *greywater* domestik disajikan pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Air Limbah *Greywater* Domestik Universitas Pelita Bangsa

No.	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	Baku Mutu
1.	pH	-	7,64	6 - 9
2.	TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> )	mg/L	139	30
3.	BOD	mg/L	96	30
4.	Minyak dan Lemak	mg/L	<0,1	<0,1
5.	TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> )	ppm	403	-

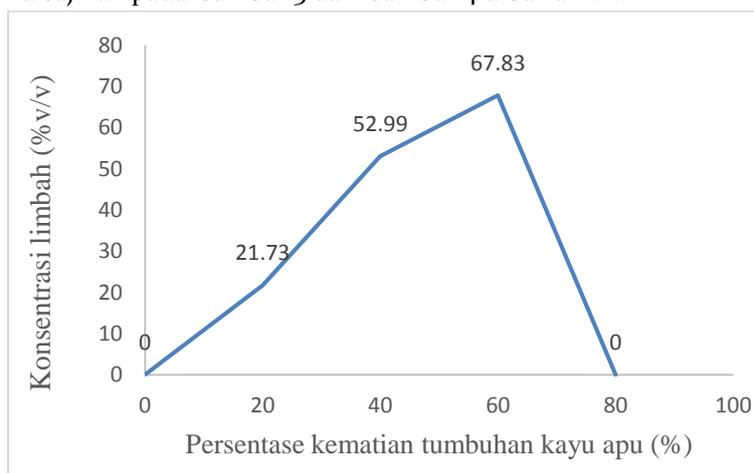
Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa air limbah *greywater* domestik Universitas Pelita Bangsa memiliki pH sebesar 7,64; TSS sebesar 139 mg/L, BOD sebesar 96 mg/L, minyak dan lemak kurang dari 0,1 mg/L dan TDS sebesar 403 mg/L. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa parameter TSS dan BOD masih melebihi baku mutu air limbah domestik (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016), sedangkan untuk nilai pH dan minyak serta lemak masih memenuhi baku mutu.

#### 3.2. Tahap Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dilakukan selama 7 hari yang bertujuan agar tanaman bunga kana dan kayu apu dapat beradaptasi dengan lingkungan baru tumbuh dengan stabil. Tanaman dikatakan stabil apabila tanaman bunga kana dan kayu apu dapat tumbuh subur dan tidak mengalami kematian. Apabila tanaman bunga kana dan kayu apu dapat tumbuh dengan stabil, maka tanaman tersebut dapat digunakan untuk proses fitoremediasi (Argita dkk., 2016). Tanaman bunga kana dan kayu apu yang hidup dan tidak layu adalah tanaman yang digunakan pada tahap uji *Range Finding Test*.

#### 3.3. *Range Finding Test* (RFT)

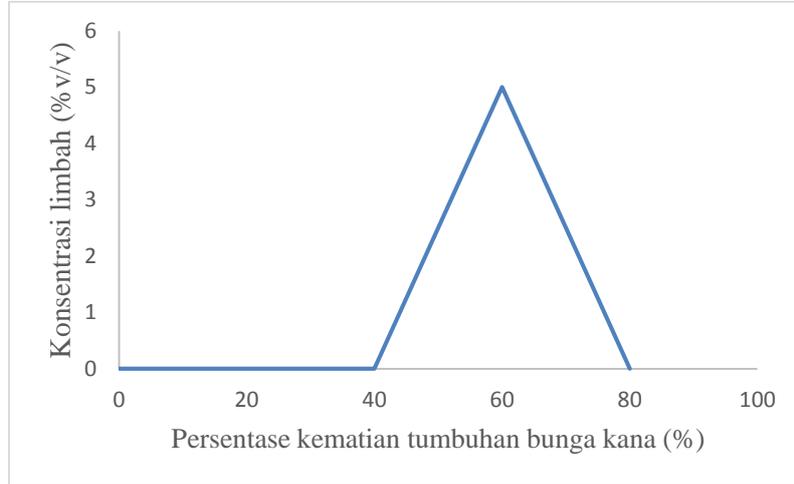
Berdasarkan hasil pengamatan selama tujuh hari menunjukkan bahwa tanaman kayu apu dan bunga kana mampu bertahan hidup dan tumbuh dengan baik pada konsentrasi air limbah sebesar 80%(v/v). Hasil RFT disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 3. Grafik *Range Finding Test* (RFT) Tanaman Kayu Apu

Gambar di atas menunjukkan presentase kematian tanaman kayu apu mengalami peningkatan pada konsentrasi air limbah 20%, 40% dan tertinggi pada 60%, dan kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi 80%. Pada konsentrasi 80%, tanaman kayu apu tidak ada yang mengalami kematian. Hal ini dikarenakan adanya penyerapan nutrisi dari air limbah *greywater* domestik sehingga tanaman kayu apu dapat tumbuh dengan baik dan stabil. Di antara tumbuhan air, kayu apu telah banyak

digunakan untuk pengolahan air limbah pertanian, rumah tangga dan industri. Karena beberapa kelebihanannya yaitu dapat bertahan dalam lingkungan beracun, dapat tumbuh dengan cepat, memiliki potensi bioakumulasi dan potensi biomassa (Mustafa & Hayder, 2020). Pada konsentrasi 40% dan 60% beberapa kayu apu tidak dapat hidup dengan baik, ditandai dengan warna daun yang kuning dan adanya beberapa tanaman yang tenggelam di dasar reaktor.

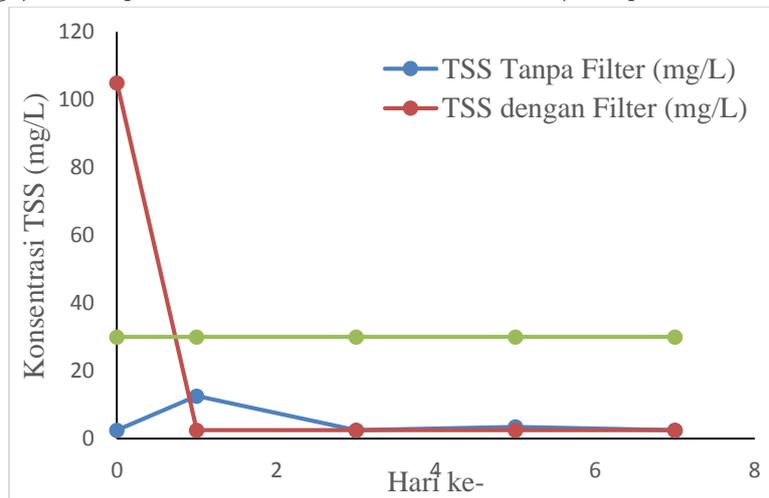


Gambar 4. Grafik Range Finding Test (RFT) Tanaman Bunga Kana

Gambar di atas menunjukkan presentase kematian tanaman bunga kana mengalami puncaknya pada konsentrasi 60% air limbah yaitu sebesar 5% ditandai dengan daun yang layu, menguning, dan kecoklatan. Kemudian pada konsentrasi 80% presentase kematian tanaman bunga kana kembali mengalami penurunan secara drastis. Hal ini dikarenakan adanya penyerapan nutrisi dari air limbah *greywater* domestik pada konsentrasi tinggi sehingga tanaman bunga kana dapat tumbuh dengan baik.

### 3.4. Total Suspended Solids (TSS)

Hasil pengujian TSS pada konsentrasi limbah 80% v/v disajikan pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Total Suspended Solids (TSS)

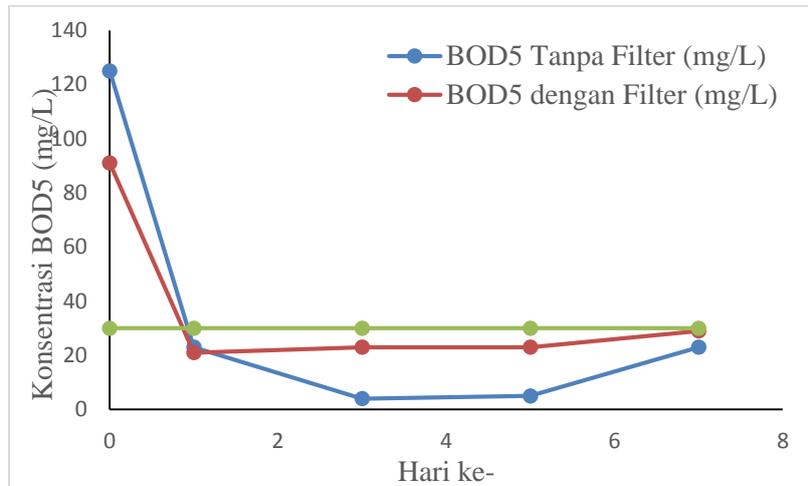
Berdasarkan grafik di atas, TSS tanpa filter dan TSS dengan filter keduanya mengalami penurunan dari konsentrasi awal TSS limbahnya. Limbah induk *greywater* dari Universitas Pelita Bangsa memiliki nilai TSS sebesar 139 mg/L yang melebihi baku mutu. Nilai penurunan TSS dengan filter mengalami sedikit penurunan di hari ke-1 menjadi 105 mg/L kemudian di hari pertama, ketiga, kelima dan ketujuh berada di angka < 2,5 mg/L. Sedangkan penggunaan fitoremediasi tanpa filter data

TSS yang dihasilkan cenderung lebih mengalami perubahan setiap harinya, hal ini ditunjukkan pada hari ke-nol nilai TSS sudah sangat kecil di angka <2,5 mg/L, kemudian di hari pertama naik menjadi 12,5 mg/L, di hari ketiga turun lagi di angka <2,5 mg/L, hari kelima naik lagi menjadi 3,5 mg/L dan di hari ketujuh turun lagi di angka <2,5 mg/L. Penurunan TSS lebih tinggi dengan menggunakan filter dibandingkan tanpa filter karena karbon aktif dari ampas kopi yang disusun dalam filter memiliki kepadatan dan kerapatan yang tinggi menyebabkan porositas permukaan semakin kecil dan menyebabkan padatan yang tersuspensi dan koloid pada larutan limbah terjebak dalam filter. Ampas kopi memiliki porositas permukaan yang kecil karena ukuran butir ampas kopi halus sebesar 80 mesh yang menyebabkan pori dalam susunan ruang filter yang akan terlewati oleh aliran limbah semakin padat dan menyebabkan koloid serta partikel tersuspensi mengisi ruang pori yang kecil (Fernianti, 2013).

Nilai TSS tanpa filter dan dengan filter mengalami penurunan terendah pada hari ketiga dan ketujuh karena proses pengendapan/ sedimentasi koloid sedang terjadi pada larutan limbah. Peningkatan konsentrasi TSS pada hari pertama dan kelima karena tumbuh lumut pada bak fitoreaktor yang menyebabkan penambahan jumlah padatan tersuspensi. Penurunan jumlah TSS disebabkan karena partikel dengan massa yang lebih berat yang terdapat dalam air limbah akan mengendap pada bagian bawah reaktor, sedangkan untuk partikel yang dengan massa jenis yang lebih rendah akan melayang dan menempel pada bagian akar (Fachrurozi dkk., 2010). Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa semakin lama proses hidroponik maka air limbah semakin jernih karena polutan yang terserap akar tanaman (Dewi & Akbari, 2020).

### 3.5 Biological Oxygen Demand (BOD)

Hasil pengujian BOD terhadap limbah *greywater* domestik konsentrasi 80 % v/v disajikan dalam Gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian BOD

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan pada percobaan pertama (hari ke-nol) untuk fitoremediasi dengan filter ataupun tanpa filter besarnya BOD masih melebihi baku mutu yaitu sebesar 125 mg/L untuk fitoremediasi tanpa filter dan sebesar 91 mg/L untuk fitoremediasi dengan filter. Hal ini dikarenakan aktifitas fotosintesis tanaman yang masih sangat sedikit sehingga mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa organik juga masih sedikit sehingga penurunan BODnya masih sangat rendah (Imron dkk., 2019). Kemudian di hari ketiga sampai hari ketujuh nilai BOD berangsur-angsur turun dan telah memenuhi baku mutu. Pada hari ke tiga menuju hari kelima menuju hari ketujuh fitoremediasi dengan filter nilai BODnya mengalami peningkatan dari 21 mg/L menjadi 29 mg/L. Hal ini dikarenakan terjadinya proses eutrofikasi adanya pertumbuhan lumut dalam bak fitoreaktor yang menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen bagi organisme untuk memecah zat organik dalam air limbah. Nilai BOD pada fitoreaktor tanpa filter dari hari pertama sampai hari ketiga mengalami penurunan dari 23 mg/L menjadi 4 mg/L karena polutan zat organik yang telah terurai oleh mikrobiologi menjadi CO<sub>2</sub> dan

H<sub>2</sub>O. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa penurunan BOD pada tanaman kayu apu dibantu oleh bakteri rhizosfer yang ada di bagian akar, bakteri ini menempel pada lendir yang terdapat pada akar tanaman yang akan mengoksidasi senyawa organik pada air limbah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Mustafa & Hayder, 2020).

Adanya tanaman kayu apu dan bunga kana dapat menyerap senyawa organik yang terdapat dalam air limbah *greywater* domestik. Semakin banyak tanaman kayu apu dan bunga kana yang tumbuh dan berkembang, maka akan semakin banyak senyawa organik yang terserap oleh tanaman dan semakin sedikit yang mengalami degradasi oleh mikroorganisme air. Oksigen terlarut dalam air mengalami peningkatan karena adanya hasil reaksi fotosintesis tanaman. (Sari & Hermiyanti, 2020).

### 3.6. *Minyak dan Lemak*

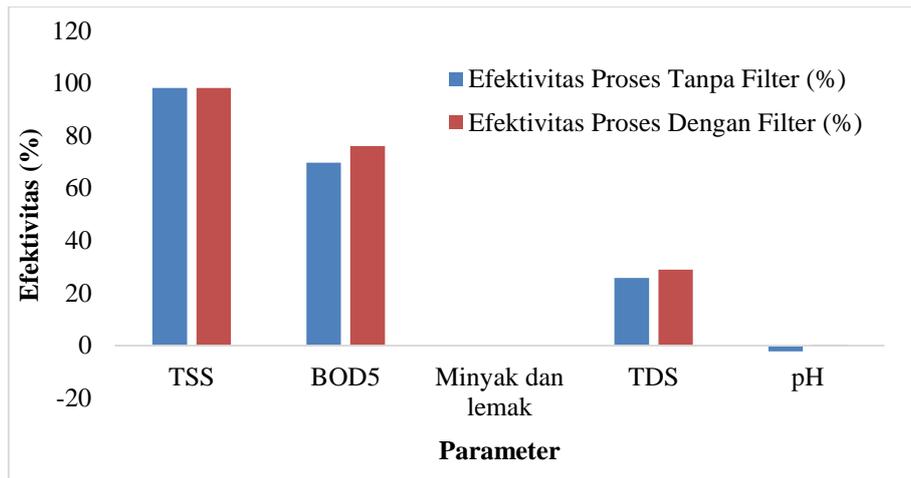
Berdasarkan hasil pengujian minyak dan lemak menunjukkan bahwa selama proses fitoremediasi baik dengan filter ataupun tanpa filter selama satu minggu tidak ada perubahan konsentrasi minyak dan lemak dari hasil awal pengujian air limbah induk *greywater* yang digunakan. Hal ini dikarenakan konsentrasi minyak dan lemak pada air limbah *greywater* domestik yang sangat kecil sehingga apabila ada komponen minyak ataupun lemak yang diserap oleh tanaman tidak terdeteksi pada saat pengujian karena nilainya yang sangat kecil. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dari air limbah *greywater* domestik dan setelah melalui proses fitoremediasi telah memenuhi baku mutu (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016).

### 3.7. *Parameter pendukung*

Parameter pendukung dalam penelitian ini yaitu pH dan TDS. pH mengalami kondisi fluktuatif selama 7 hari dalam bak fitoreaktor pada kisaran pH 7,11-7,80. Pada hari kenol sampai kelima cenderung meningkat, kemudian menurun di hari keenam dan meningkat lagi di hari ketujuh. Peningkatan pH dikarenakan adanya ion OH<sup>-</sup> sebagai hasil proses fotosintesis tanaman yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan ion OH<sup>-</sup> ke dalam air. Penyerapan nutrisi ke dalam tanaman terjadi dengan mekanisme penukaran kation dan anion. Untuk menyerap anion seperti NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, BO<sub>3</sub><sup>-</sup>, dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, tanaman akan menukarnya dengan melepas ion OH<sup>-</sup> dari akar ke lingkungan. Sedangkan pH yang turun dikarenakan ion H<sup>+</sup> hasil fotosintesis yang diserap akar kemudian ditukarkan dengan kation seperti Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> dan Mn<sup>2+</sup> (Novita dkk., 2019). Proses penyerapan nutrisi ini berlangsung terus menerus sehingga menyebabkan kondisi pH setiap harinya mengalami perubahan. Konsentrasi TDS mengalami penurunan dari hari ke-nol sampai hari ketujuh, yaitu dari 403 ppm menjadi 286 ppm sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu fitoremediasi maka semakin besar penurunan TDSnya, baik itu pada proses fitoremediasi menggunakan filter ataupun tanpa filter. Hal ini disebabkan karena semakin lama proses fitoremediasi maka akan semakin banyak benda padat yang terlarut (mineral, garam, logam, serta kation anion yang terlarut di air) yang diserap oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa proses fitoremediasi akan menyebabkan terjadinya penurunan jumlah padatan terlarut dalam air yang diserap oleh tanaman (Frenca & Putra, 2017).

### 3.8. *Efektivitas Penurunan Konsentrasi Polutan Limbah Greywater Domestik*

Efektivitas proses fitoremediasi tanpa filter dan dengan filter setiap parameter disajikan pada Gambar 5 di bawah ini :



Gambar 7. Diagram Batang Efektivitas Penurunan Konsentrasi Polutan

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa efektivitas penurunan konsentrasi TSS pada proses fitoremediasi dengan filter memiliki hasil yang sama proses fitoremediasi tanpa filter yaitu sebesar 98,20%. Kemudian efektivitas penurunan konsentrasi BOD pada proses fitoremediasi dengan filter ampas kopi sebesar 76,04% yang nilainya lebih tinggi dibandingkan efektivitas penurunan konsentrasi BOD pada proses fitoremediasi tanpa filter sebesar 69,79%. Efektivitas penurunan konsentrasi minyak dan lemak tidak ada karena hasil pengujian minyak dan lemak sebelum dan sesudah proses fitoremediasi dengan filter ataupun tanpa filter tidak mengalami perubahan apapun. Efektivitas penurunan konsentrasi TDS pada proses fitoremediasi dengan filter sebesar 29,03% yang nilainya lebih tinggi dibandingkan efektivitas penurunan konsentrasi TDS pada proses fitoremediasi tanpa filter sebesar 25,81%. Efektivitas penurunan konsentrasi pH pada proses fitoremediasi dengan filter sebesar 0,39% yang nilainya lebih tinggi dibandingkan efektivitas penurunan konsentrasi pH pada proses fitoremediasi tanpa filter sebesar -2,09%. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa proses fitoremediasi menggunakan filter ampas kopi memiliki efektivitas lebih tinggi dalam menurunkan konsentrasi TSS, BOD dan TDS pada air limbah *greywater* domestik. Dalam hal ini filter ampas kopi berperan dalam mengadsorpsi TSS, BOD dan TDS. Penggunaan karbon aktif dari ampas kopi juga dapat mengadsorpsi fosfat sebesar 56 mg/ gram biochar (Shin dkk., 2020), logam merkuri sampai dengan kadar 99% dan mengadsorpsi ion besi pada air minum sampai dengan kadar 99,34% dan logam berat kromium (IV) (Cherdchoo dkk., 2019).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa efektivitas penurunan konsentrasi beberapa parameter yang dihasilkan dari proses hidroponik tanaman bunga kana dan kayu apu dengan filter karbon aktif dari ampas kopi yaitu menghasilkan persentase removal TSS sebesar 98,20 %, BOD sebesar 76,04 %, minyak dan lemak sebesar 0%, pH sebesar 0,39% dan TDS sebesar 29,03%. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan hidroponik dengan tanaman bunga kana dan kayu apu dengan filter karbon aktif dari ampas kopi ini cukup efektif untuk menurunkan kontaminan TSS dan BOD, namun kurang efektif untuk menurunkan kontaminan TDS, minyak dan lemak. Metode hidroponik dengan tanaman bunga kana dan kayu apu dengan filter karbon aktif dari ampas kopi dapat dijadikan alternatif baru dalam mengolah air limbah *greywater* domestic Universitas Pelita Bangsa. Tantangan penelitian ini agar metode ini dapat dikembangkan lebih lanjut yaitu pada aspek instalasi desain fitoreaktor yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan minimalisasi penggunaan listrik yang dapat meningkatkan biaya operasi. Saran untuk penelitian selanjutnya agar penggunaan metode ini dapat dikembangkan pengujian lebih lanjut mengenai efektivitas parameter COD, logam berat, ammonia dan total coliform pada air limbah *greywater* domestik. Kemudian juga dapat dikembangkan

menggunakan limbah industri, variasi jenis tanaman yang berbeda, serta karbon aktif dari limbah biomassa yang lain.

## Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas dukungan dana penelitian sehingga penelitian dengan nomor kontrak penelitian 003/KP/7.A/UPB/VI/2020 dapat terlaksana dengan baik.

## Daftar Pustaka

- Argita, D., Lingkungan, J. T., Teknik, F., Nopember, T. S., & Sukolilo, K. I. T. S. 2016. Fitoremediasi tanah inceptisols tercemar limbah laundry dengan tanaman kenaf ( *Hibiscus cannabinus* L .). *Jurnal Purifikasi*, 16(1).
- BSN. (2008). Air dan air limbah: metode pengambilan contoh air limbah. SNI 6989.59:2008. <https://doi.org/SNI 6989.59:2008>
- Caetano, N. S., Caldeira, D., Martins, A. A., & Mata, T. M. 2017. Valorisation of spent coffee grounds: production of biodiesel via enzymatic catalysis with ethanol and a co-solvent. *Waste and Biomass Valorization*, 8(6), 1981–1994. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9790-z>
- Cherdchoo, W., Nithettham, S., & Charoenpanich, J. 2019. Removal of Cr(VI) from synthetic wastewater by adsorption onto coffee ground and mixed waste tea. *Chemosphere*, 221, 758–767. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.100>
- Dewi, M. O., & Akbari, T. 2020. Pengolahan limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) pada industri tahu b Kota Serang. *Jurnal*, 3(1).
- Fachrurrozi, M., Utami, L. B., & Suryani, D. 2010. Pengaruh variasi biomassa *Pistia stratiotes* L. terhadap penurunan kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal KES MAS UAD*, 4(1), 1–16.
- Fernianti, D. 2013. Analisis kemampuan adsorpsi karbon aktif dari ampas kopi bubuk yang sudah diseduh. *Berkala Teknik*, 3(2), 563–572.
- Frenca, A., & Putra, A. D. I. 2017. Fitoremediasi air irigasi menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) dan teratai ( *Nymphae* sp .) di Subak Sembung Kelurahan Peguyangan Denpasar Utara. 6(2), 206–217.
- Imron, I., Dermiyati, D., Sriyani, N., Yuwono, S. B., & Suroso, E. 2019. Perbaikan kualitas air limbah domestik dengan fitoremediasi menggunakan kombinasi beberapa gulma air: studi kasus kolam retensi talang aman Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 51. <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.51-60>
- Istighfari, S., Dermawan, D., & Mayangsari, N. E. 2017. Pemanfaatan kayu apu (*Pistia stratiotes*) untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan fosfat pada air limbah laundry. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 4(2), 103–108.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. 1323.
- Mustafa, H. M., & Hayder, G. 2020. Recent studies on applications of aquatic weed plants in phytoremediation of wastewater: A review article. *Ain Shams Engineering Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.05.009>
- Novita, E., Arunggi, A., Hermawan, G., Wahyuningsih, S., Studi, P., Pertanian, T., Pertanian, F. T., Jember, U., & Tegalboto, K. 2019. Komparasi proses fitoremediasi limbah cair pembuatan tempe menggunakan tiga jenis tanaman air. *Agroteknologi*, 13(01), 16–24.
- Pradhan, S., Al-Ghamdi, S. G., & Mackey, H. R. 2019. Greywater treatment by ornamental plants and media for an integrated green wall system. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 145(September), 104792. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2019.104792>

- Rahadian, R., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. 2017. Efisiensi penurunan cod dan tss dengan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) Studi Kasus: Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3).
- Sari, S. V., & Hermiyanti, P. 2020. Pengaplikasian kayu apu (*Pistia stratiotes* L) dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS Pada Limbah Cair Laboratorium Di RSUD Besuki Kabupaten Situbondo. *Jurnal Keperawatan Profesional*, 8(1).
- Shin, H., Tiwari, D., & Kim, D. J. 2020. Phosphate adsorption/desorption kinetics and P bioavailability of Mg-biochar from ground coffee waste. *Journal of Water Process Engineering*, 37(June), 101484. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101484>
- Siregar, S.A. 2008. Instalasi Pengolahan Air Limbah. 24(2), 1-9. <https://doi.org/10.1145/2505515.2507827>
- Wirawan, W. A., Wirosodarmo, R., & Susanawati, L. D. 2014. Pengolahan limbah cair domestik menggunakan tanaman kayu apu dengan teknik tanaman hidroponik sistem DFT. *Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 12(2), 63-70. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/134>.