



## **Studi Komparasi Penurunan BOD menggunakan Metode Fitoremediasi Tanpa Filter dan dengan Filter Karbon Aktif dari Ampas Kopi**

**Nisa Nurhidayanti<sup>1</sup>, Dodit Ardiatma<sup>2</sup>, Tata Tarnita<sup>3</sup>**

*<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pelita Bangsa*

*<sup>1</sup>e-mail: nisa.kimia@pelitabangsa.ac.id*

### **Abstrak**

Air limbah merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan sehari-hari, oleh sebab itu air limbah akan selalu diupayakan agar tidak mempengaruhi kondisi lingkungan dan kesehatan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penurunan BOD menggunakan metode fitoremediasi dengan tanaman Bunga Kana (*Canna Lily*) dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) tanpa filter dan dengan filter arang aktif dari ampas kopi. Berdasarkan hasil penelitian, metode fitoremediasi menggunakan bunga Kana dan Kayu Apu selama sirkulasi tujuh hari menggunakan limbah greywater domestik didapat konsentrasi limbah optimum yang tidak menimbulkan kematian pada tanaman berada pada konsentrasi limbah 40% v/v. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fitoremediasi tanpa filter lebih efektif dalam menurunkan BOD dalam air limbah greywater domestik dengan efektivitas penurunan BOD sebesar 92,04%, sedangkan penggunaan filter arang aktif dari ampas menyebabkan penurunan sebesar 80,65%.

**Kata kunci:** fitoremediasi, greywater domestik, bunga kana, kayu apu, ampas kopi

Diterima: 05 Februari 2021 / Direvisi: 05 Maret 2021 / Dipublikasikan: 01 April 2021

## I. Pendahuluan

Air limbah harus diolah dahulu sebelum dibuang ke badan air, karena selain tidak sedap dipandang mata, air buangan ini sangat berbahaya. Sehingga pengolahan air limbah bertujuan untuk mengurangi penyebaran penyakit menular yang disebabkan oleh organisme patogen yang ada di dalam air limbah dan mencegah polusi pada air permukaan maupun air tanah. Air limbah umumnya diolah dengan menggunakan oksigen di dalamnya sehingga bakteri dapat memanfaatkan air limbah ini sebagai makanan (Puspitahati, 2012).

BOD merupakan salah satu indikator pencemaran senyawa organik pada suatu perairan. Perairan dengan nilai BOD tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik. Bahan organik akan distabilkan secara biologi dengan melibatkan mikroba melalui sistem oksidasi aerobik dan anaerobik. Oksigen dapat menyebabkan kematian organisme akuatik. Penghilangan BOD awal diselesaikan melalui satu atau lebih mekanisme berikut tergantung pada karakteristik fisika dan kimia dari zat organik (Metcalf and Eddy, 1991).

Metode fitoremediasi dilakukan dengan memanfaatkan tanaman untuk mengekstrak, mengakumulasi dan/ atau detoksifikasi polutan dan merupakan teknik baru dan kuat untuk membersihkan lingkungan (Sidauruk dan Patricius, 2015). Keuntungan fitoremediasi adalah dapat bekerja pada senyawa organik dan anorganik, prosesnya dapat dilakukan secara insitu dan eksitu, mudah diterapkan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi, teknologi yang ramah lingkungan dan bersifat estetik bagi lingkungan, serta dapat mereduksi kontaminan dalam

jumlah yang besar (Santriyana dkk., 2013).

*Pistia Stratiotes* (tanaman kayu apu) dipilih untuk fitoremediasi karena kemampuan superiornya dan laju pertumbuhannya sangat cepat (Li et al, 2012). Spesies ini menunjukkan karakteristik yang sangat berguna seperti memiliki potensial yang tinggi untuk menyerap dan mengakumulasi polutan yang perkembangbiakannya tinggi pada kondisi laboratorium, mudah untuk tumbuh dan sel jaringannya dapat dianalisa dengan mudah yaitu menggunakan mikroskop (Lu et al, 2010).

Karbon aktif banyak digunakan di dalam proses pemisahan, pemurnian gas, pendinginan, elektrokatalis, dan perangkat elektrokimia serta industri makanan, minuman, obat-obatan, dan pemurnian air (penjernihan air). Karbon aktif biasanya dibuat dari bahan berbasis karbon, seperti batubara, lignin, bahan lignoselulosa, polimer sintetis, dan limbah karbon (Erawati & Fernando, 2018).

Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan pada air limbah domestik pada kontrakan X diperoleh hasil BOD sebesar 558 mg/L dimana baku mutu BOD sesuai Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016 sebesar 30 mg/L. Sehingga perlu dikaji bagaimana solusi untuk menurunkan BOD sehingga air limbah domestik tidak mencemari badan air di sekitar kontrakan X. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penurunan BOD menggunakan metode fitoremediasi dengan tanaman Bunga Kana (*Canna Lily*) dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) tanpa filter dan dengan filter arang aktif dari ampas kopi.

## II. Metodologi

### 2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di gedung kontrakan X, Desa Jatirawa, Kabupaten Bekasi dalam membuat desain sampai ke tahap uji coba dan pengambilan sampel. Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan, yaitu pada bulan Juli 2019 sampai dengan Oktober 2019.

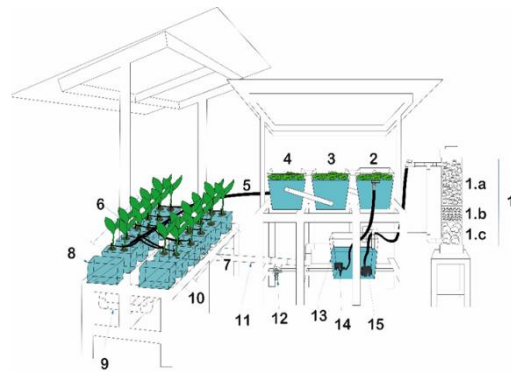
### 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah greywater domestik didapatkan dari Penghuni Kontrakan X di Kabupaten Bekasi, 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, analisa BOD dengan metode titrasi winkler menggunakan bahan air, larutan mangan sulfat, larutan pereaksi oksigen, larutan asam sulfat, indikator amilum dan natrium tiosulfat.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 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 dengan dimensi 55 cm x 36 x 30 cm bervolume 50 L sebanyak 3 reaktor dihubungkan dengan pipa PVC berdiameter 2/3 inchi untuk tumbuhan Kayu Apu; Reaktor plastik persegi dengan dimensi 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 berdiameter 11 mm dan kran sebagai pengatur debit aliran; Kotak 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.

Rangkaian alat penelitian disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



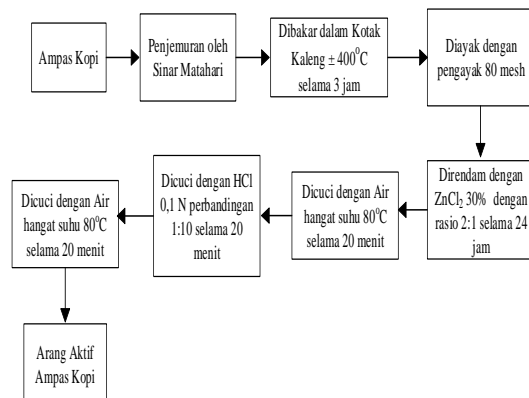
Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

Keterangan alat:

- [1] Filter
  - [1.a] Arang aktif ampas kopi
  - [1.b] Silika
  - [1.c] Batu kerikil
- [2] Bak fitoremediator kayu apu I
- [3] Bak fitoremediator kayu apu II
- [4] Bak fitoremediator kayu apu III
- [5] selang konektor
- [6] Bak fitoremediator bunga kana I
- [7] Bak fitoremediator bunga kana II
- [8] Bak kontrol I
- [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

### 2.3 Prosedur Penelitian

#### a. Pembuatan Arang Aktif



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Arang Aktif

#### b. Pelaksanaan Penelitian

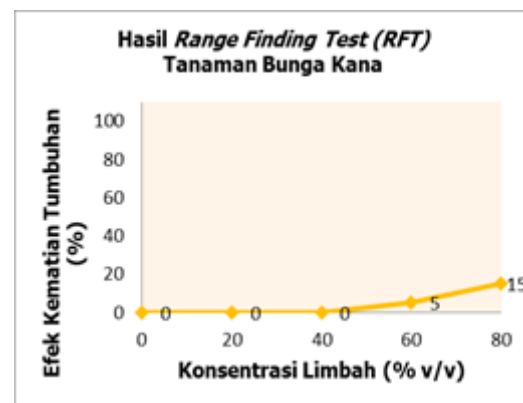
Proses ini diawali dengan Aklimatisasi dan *Range Finding Test* (RFT) untuk menyesuaikan kondisi tanaman dengan konsentrasi air limbah yang optimum untuk pertumbuhan tanaman kayu apu dan bunga kana. Selanjutnya wadah tampungan diisi limbah yang telah dibuat sesuai konsentrasi tertentu. Pompa dinyalakan sampai limbah teralirkan menuju bak fitoremediator Kayu apu I, II, dan III terisi. Kemudian valve penghubung fitoremediator kayu apu dengan bak fitoremediator bunga kana dibuka supaya limbah teralirkan pada bak fitoremediator bunga kana I dan II. Pada bak Kontrol dilakukan pengamatan tinggi permukaan air limbah sampai batas tertentu dan akar bunga kana terendam. Kemudian valve yang menghubungkan bak fitoremediator bunga kana dengan bak tampungan limbah dibuka supaya limbah dapat tersirkulasi dan tanaman dapat melakukan proses fitoremediasi. Kemudian pompa yang menuju filter dinyalakan sebagai proses penyaringan dengan menggunakan komposisi arang aktif ampas kopi, silika, dan batu kerikil. Setelah melewati proses penyaringan

pada filter, limbah dialirkan kembali menuju bak tampungan limbah. Proses ini berlangsung terus menerus selama tujuh hari dan dilakukan pengambilan sampel melalui kran output pada hari yang telah ditentukan (Nurhidayanti & Ardiatma, 2020).

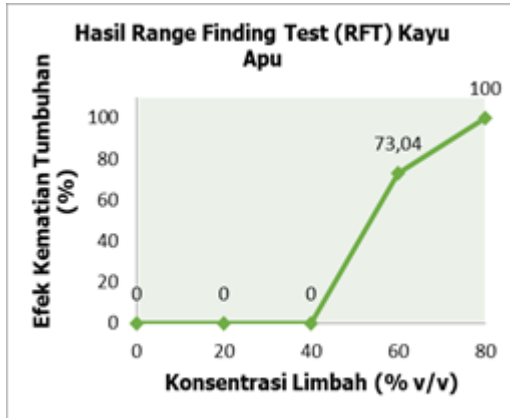
### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil *Range Finding Test* (RFT)

RFT dilakukan dengan fitoreaktor menggunakan 5 variasi konsentrasi air limbah yaitu 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80% (v/v) dari jumlah volume 200 liter, 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 sebesar 40%. Selanjutnya dilakukan pengujian BOD pada hari ke 0, 1, 3, 5 dan 7 yang dilakukan pada sore hari masing-masing sebanyak 2 liter. Hasil RFT tanaman bunga kana dan kayu apu disajikan pada gambar 3 dan gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik RFT tanaman Bunga Kana



Gambar 4. Grafik RFT tanaman Kayu Apu

Gambar 3 dan 4 di atas menunjukkan bahwa tanaman bunga kana dan kayu apu mampu bertahan hidup dengan baik pada konsentrasi limbah sebesar 40% v/v. Pada konsentrasi limbah sebesar 60% v/v dan 80% v/v tanaman bunga kana dan kayu apu tidak dapat hidup dengan baik, tanaman kayu apu ditandai dengan warna daun yang kuning dan tenggelam ke dasar fitoreaktor. Sedangkan untuk bunga kana ditandai dengan daun yang layu, kuning kecoklatan serta menjadi kering. Konsentrasi limbah optimum yang digunakan yaitu 40%v/v dari total volume 200 liter. Hal ini dilakukan agar selama proses fitoremediasi, tanaman bunga kana dan kayu apu masih tetap tumbuh dengan baik.

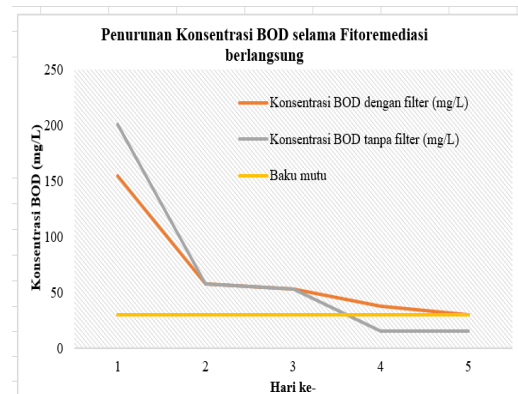
**a. Hasil Uji BOD setelah Fitoremediasi**

Hasil pengujian pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Limbah Greywater 40% v/v

Hari ke-	Konsentrasi BOD dengan filter (mg/L)	Konsentrasi BOD tanpa filter (mg/L)
0	155	201
1	58	58
3	53	53
5	38	16
7	30	16

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat dibuatkan grafik penurunan BOD sebagai berikut:

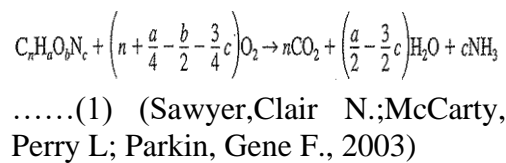


Gambar 5. Grafik Penurunan konsentrasi BOD selama fitoremediasi berlangsung

Grafik pengujian BOD menunjukkan pada hari ke tiga BOD tanpa filter mengalami peningkatan kembali menjadi 58 mg/L dibandingkan hari pertama yang hanya sebesar 53 mg/L. Kondisi ini terjadi karena terjadi eutrofikasi tumbuh lumut dalam bak fitoreaktor yang meningkatkan kebutuhan oksigen bagi organisme untuk memecah zat organik dalam limbah. Peningkatan nilai BOD sebagai sebab akibat dari meningkatnya jumlah organisme dalam larutan limbah karena keberadaan lumut. Nilai BOD pada hari ke lima dan ke tujuh mengalami penurunan kembali menjadi 16 mg/L

karena polutan zat organik sudah terurai secara mikrobiologi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O akibat kondisi pH yang semakin netral.

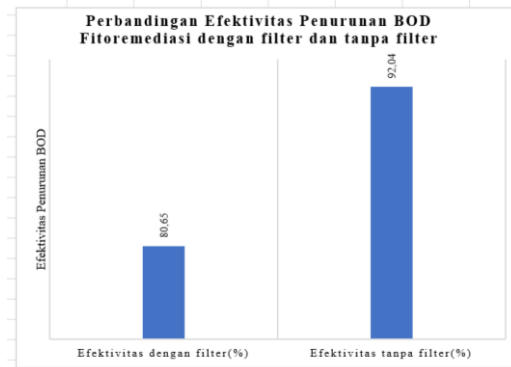
Penurunan BOD sejak hari pertama sampai dengan hari ketujuh menunjukkan bahwa polutan zat organik telah terurai secara mikrobiologi menjadi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) dan ammonia (NH<sub>3</sub>) akibat kondisi pH yang semakin netral. Adapun reaksi oksidasi yang terjadi selama proses fitoremediasi berlangsung pada persamaan (1) sebagai berikut:



Penelitian fitoremediasi tanpa filter ini menghasilkan efektivitas menurunkan BOD dalam limbah greywater domestik sebesar 92% selama waktu kontak 7 hari dalam bak fitoreaktor berkapasitas 173 liter dengan kerapatan kayu apu 0,04 mg/cm<sup>3</sup>. Setelah dilakukan perbandingan terhadap penelitian fitoremediasi sebelumnya yang dilakukan oleh Ghiovani (2017) menggunakan kayu apu dengan kerapatan 0,035 mg/cm<sup>3</sup> pada bak fitoreaktor kapasitas 17 liter dihasilkan % removal BOD sebesar 76% pada hari ke-5 dan mencapai % removal 93% pada hari ke-15. Penelitian ini menghasilkan % removal BOD lebih efektif dalam waktu 7 hari dibandingkan penelitian sebelumnya karena penggunaan sirkulasi hidroponik dan penggunaan bunga kana serta kayu apu pada proses fitoremediasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama proses fitoremediasi, maka semakin banyak senyawa organik dalam air limbah yang

teroksidasi menjadi gas CO<sub>2</sub> dan air (Ikhtiar, 2017).

Grafik perbandingan efektivitas penurunan BOD dari proses fitoremediasi dengan tanaman kayu apu dan tanaman bunga kana dengan filter arang aktif dan tanpa filter disajikan pada gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Perbandingan Efektivitas Konsentrasi BOD selama Fitoremediasi berlangsung

Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa proses fitoremediasi tanpa filter lebih efektif untuk menurunkan BOD dalam air limbah greywater domestik dengan efektivitas penurunan BOD sebesar 92,04%, sedangkan penggunaan filter arang aktif dari ampas menyebabkan penurunan sebesar 80,65%. Hal ini disebabkan karena dengan penggunaan filter karbon aktif dari ampas kopi menyebabkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri pengurai untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air limbah mengalami peningkatan.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa proses fitoremediasi tanpa filter lebih efektif dalam menurunkan BOD dalam air limbah greywater domestik dengan



efektivitas penurunan BOD sebesar 92,04%, sedangkan penggunaan filter arang aktif dari ampas menyebabkan penurunan sebesar 80,65%.

## V. Daftar Pustaka

- Erawati, E, & Fernando, A. (2018). "Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria*)". *Jurnal Integrasi Proses* Vol. 7, No. 2 Hal 58 – 66.
- Ghiovani, D. (2017). "Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Kayu apu (*Pistia stratiotes*)". *Jurnal Teknik ITS*. ITS. doi: 10.12962/j23373539.v6i2.25092.
- Ikhtiar, M. (2017). Analisis Kualitas . Makassar : CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Li, Y, Zhang, S, Jiang, W. (2012). Cadmium Accumulation, Activities of Antioxidant Enzymes, and Malondialdehyde (MDA) Content in *Pistia Stratiotes*. *Environ Sci Pollut Res* (2013) 20: 1117-1123.
- Lu, Q, He Z.L, Gruetz, D.A, Strofella, P.J, Yang X.E. (2010). Phytoremediation to Remove Nutrients Improve Euthropic Stormwaters Using Water Lettuci.
- Metcalf dan Eddy. (1991). *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*. NewDelhi: McGraw-Hill Book Company.
- Nurhidayanti, N., & Ardiatma, D. (2020). Efektivitas Hidroponik Tanaman Bunga Kana, Kayu Apu serta Ampas Kopi dalam Pengolahan Air Limbah Greywater Domestik. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(3), 272-283. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i3.272-283>.
- Puspitahati, C. (2012). Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat. *Teknik Lingkungan ITS*. Surabaya.
- Sawyer, Clair N.;McCarty, Perry L; Parkin, Gene F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. New York: McGrawHill.
- Santriyana, D.D., R. Hayati, I. Apriani. 2013. Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Aluminium (Al) yang Ditumbuhkan pada Limbah Ipa PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN* 1(1): 1-11.
- Sidauruk, Lamria dan Patricius, Sipayung. (2015). Fitoremediasi Lahan Tercemar Di Kawasan Industri Medan Dengan Tanaman Hias. *Jurnal Pertanian Tropik*. 2(2): 178-186