



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

**Nisa Nurhidayanti<sup>1</sup>, Neny Mulyani<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 produk yang dihasilkan dari aktivitas kegiatan manusia, oleh karena itu air limbah perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak mencemari badan perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penurunan COD 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 COD dalam air limbah greywater domestik dengan efektivitas penurunan COD sebesar 95,16%, sedangkan penggunaan filter arang aktif dari ampas menyebabkan penurunan COD sebesar 92,50%.

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

## 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).

COD merupakan salah satu indikator pencemaran senyawa organik pada suatu perairan. Angka COD merupakan ukuran pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. Nilai COD umumnya lebih besar dari BOD karena COD merupakan total dari bahan organik yang terkandung pada limbah, sedangkan BOD hanya merupakan bahan organik yang mudah didegradasi (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 COD sebesar 867 mg/L dimana baku mutu COD sesuai Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016 sebesar 100 mg/L. Sehingga perlu dikaji bagaimana solusi untuk menurunkan COD sehingga air limbah domestik tidak mencemari badan air di sekitar kontrakan X. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penurunan COD 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.

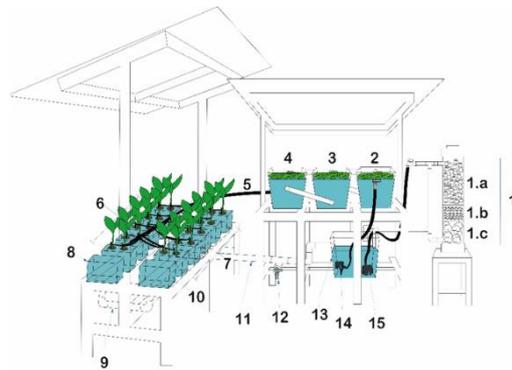
### 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

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:



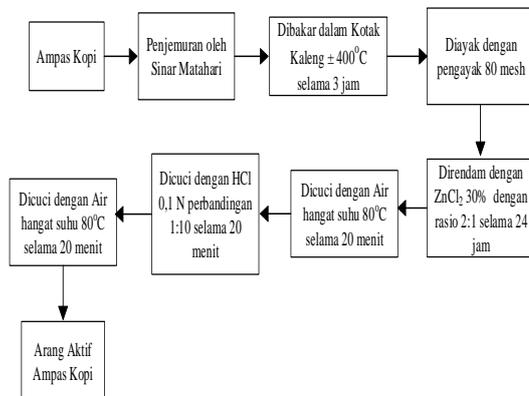
Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

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

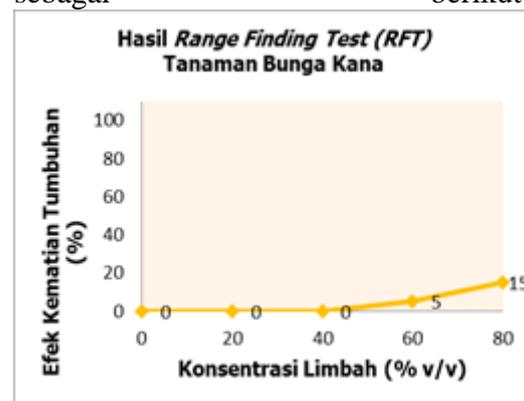
Proses ini diawali dengan Aklimatisasi dan *Range Finding Test* (RFT) untuk menyesuaikan kondisi tanaman dengan konsentrasi air limbah yang optimum untuk pertumbuhan tanaman kayu apu dan bunga kana. Selanjutnya wadah tampungan diisi limbah yang telah dibuat sesuai konsentrasi tertentu. Pompa dinyalakan 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).

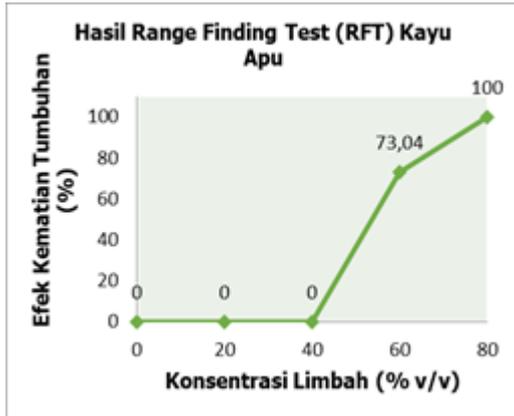
### III. Hasil dan Pembahasan

#### 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 COD 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

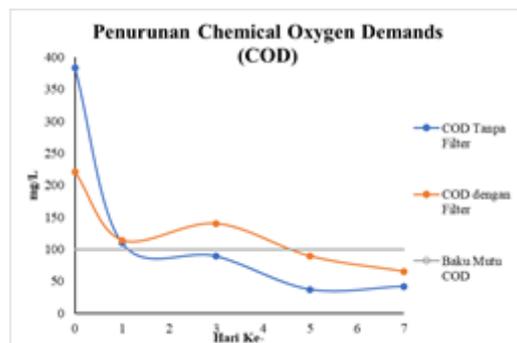
**a. Hasil Uji COD setelah Fitoremediasi**

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 COD tanpa filter (mg/L)	Konsentrasi COD dengan filter (mg/L)
0	384	221
1	110	114
3	89	140
5	37	89
7	42	65

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

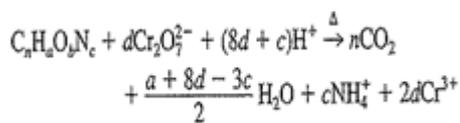


Gambar 5. Grafik Penurunan konsentrasi COD selama fitoremediasi berlangsung

Grafik pengujian BOD menggunakan metode fitoremediasi bunga kana dan kayu apu dengan filter arang aktif dari ampas kopi menunjukkan pada hari ke 0 sampai hari pertama mengalami penurunan yang signifikan yaitu sebesar 107 mg/L sedangkan pada hari ketiga konsentrasi BOD mengalami peningkatan sebesar 26 mg/L dibandingkan hari pertama. Kondisi ini terjadi karena terjadinya proses eutrofikasi tumbuh lumut dalam bak fitoreaktor sehingga meningkatkan kebutuhan oksigen bagi organisme untuk memecah zat organik dalam limbah. Peningkatan nilai COD 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 65 mg/L karena aktivitas fotosintesis tanaman yang menghasilkan biomassa dan uap air, sehingga bahan organik yang harus didegradasi dapat mengalami peningkatan (Doraja et al, 2012). Sedangkan proses fitoremediasi dengan bunga kana dan kayu apu tanpa menggunakan filter terjadi penurunan COD pada hari ke0 sampai hari pertama sampai dengan hari kelima sebesar 343 mg/L, kemudian mengalami peningkatan sebesar 5 mg/L pada hari ketujuh proses fitoremediasi.

Penurunan COD selama proses fitoremediasi sejak hari pertama sampai dengan hari ketujuh menunjukkan bahwa polutan zat organik telah teroksidasi oleh kalium dikromat menjadi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) dan ion amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) akibat kondisi pH yang semakin netral. Adapun reaksi oksidasi yang terjadi selama proses fitoremediasi berlangsung pada persamaan (1) sebagai berikut:

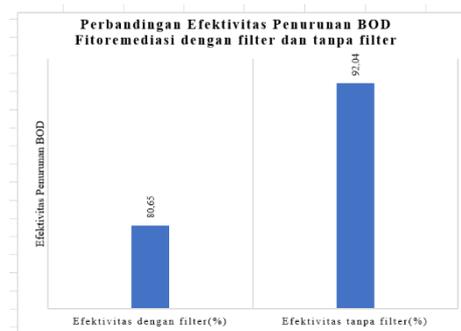


.....(1) (Sawyer,Clair N.;McCarty, Perry L; Parkin, Gene F., 2003)

Penelitian fitoremediasi dengan menggunakan filter arang aktif dari ampas kopi menghasilkan efektivitas penurunan COD dalam limbah greywater domestik sebesar 92,50% selama waktu kontak 7 hari dalam bak fitoreaktor berkapasitas 200 liter dengan kerapatan kayu apu 0,04 mg/cm<sup>3</sup>. Sedangkan proses fitoremediasi tanpa

filter menghasilkan efektivitas penurunan COD dalam limbah greywater domestik sebesar 95,16%. Setelah dilakukan perbandingan terhadap penelitian relevan sebelumnya yang dilakukan oleh Ghiovani pada tahun 2017 menggunakan fitoremediasi tanaman kayu apu dengan kerapatan 0,035 gram/cm<sup>3</sup> dalam bak fitoreaktor 17 liter dihasilkan % removal parameter COD pada hari ke-6 sebesar 86% sedangkan pada penelitian ini menggunakan tanaman kayu apu dengan kerapatan 0,04 mg/cm<sup>3</sup> dalam bak fitoreaktor tanpa filter berkapasitas 173 liter selama 7 hari dihasilkan penurunan COD sebesar 89%. 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 (Ningsih, 2014).

Grafik perbandingan efektivitas penurunan COD 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 COD selama Fitoremediasi berlangsung

Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa proses fitoremediasi tanpa filter lebih efektif untuk menurunkan COD dalam air limbah greywater domestik dengan efektivitas penurunan COD sebesar 95,16%, sedangkan penggunaan filter arang aktif dari ampas menyebabkan penurunan sebesar 92,50%. Hal ini disebabkan karena dengan penggunaan filter karbon aktif dari ampas kopi menyebabkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh zat kimia untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air limbah mengalami peningkatan sehingga CODnya menjadi lebih tinggi

#### 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 95,16%, sedangkan penggunaan filter arang aktif dari ampas menyebabkan penurunan sebesar 92,50%

#### V. Daftar Pustaka

- Doraja, P.H., Shovitri, M., Kuswytasari, N.D. (2012). Biodegradasi Limbah Domestik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS Vol.1 No. 1*, (Sept, 2012) ISSN : 2301–928X.
- 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.
- Ningsih, I. S. R., Lestari, W., & Azis, Y. 2014. Fitoremediasi Zn dari Limbah Cair Pabrik Pengolahan Karet dengan Pemanfaatan *Pistia stratiotes* L. *Teknik Kimia, Fakultas Teknik Kampus Binawidya Pekanbaru*.
- 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.