Jurnal Tekno Insentif | Vol. 15 | No. 1 | April 2021
DOI : http://dx.doi.org/jti.v15i1.394 Halaman 15 - 29

Studi Pengolahan Limbah *Greywater* Domestik menggunakan Sistem Hidroponik dengan Filter Ampas Kopi

NISA NURHIDAYANTI, DODIT ARDIATMA, TATA TARNITA

Teknik Lingkungan Universitas Pelita Bangsa, Indonesia
Email: nisa.kimia@pelitabangsa.ac.id

Received 13 Oktober 2020 | *Revised* 27 November 2020 | *Accepted* 10 Desember 2021

ABSTRAK

Air limbah domestik merupakan produk hasil aktivitas manusia setiap hari yang perlu dilakukan pengolahan agar keberadaannya tidak mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia. Air limbah yang dihasilkan dari kontrakan X cukup mengganggu estetika karena warnanya yang keruh dan berbau tidak sedap, sehingga perlu dilakukan pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas hidroponik tanaman dengan filter karbon aktif ampas kopi dalam menurunkan polutan limbah *greywater* domestik. Tahapan penelitian ini meliputi aklimatisasi, RFT, pengujian parameter polutan dan analisa data. Konsentrasi limbah optimum yang tidak menimbulkan kematian pada tanaman sebesar 40% v/v. Hasil pengujian parameter selama tujuh hari didapatkan efektivitas penurunan polutan BOD sebesar 80.65%, COD sebesar 70.59%, TSS sebesar 79,17%, TDS sebesar -1,82%, fosfat sebesar -62,22% dan detergen sebesar -93,33% dan pH sebesar -0,75%. Artinya penelitian ini efektif untuk menurunkan polutan BOD, COD dan TSS, namun tidak efektif untuk menurunkan polutan TDS, fosfat dan detergen. Penelitian ini perlu ditindaklanjuti dengan mengkaji efektifitas penurunan polutan NH_3 dan total *coliform* yang terkandung pada limbah domestik.

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

ABSTRACT

Household wastewater is a product of daily human activities that need to be treated so that does not pollute the environment and disturbing human health. The waste water generated from the rented house X is quite disturbing aesthetics because of the cloudy warning and bad odor, so it needs to be treated. This study aims to examine the hydroponic authority of plants with activated carbon coffee grounds filters in reducing household waste pollution. The stages of this research include acclimatization, RFT, testing of pollutant parameters and data analysis. The optimal concentration of waste which does not cause death in plants is 40% v / v. The parameter testing result for seven days showed the effectiveness of reducing BOD pollutants by 80.65%, COD 70.59%, TSS 79.17%, TDS -1.82%, phosphate - 62.22% and detergent - 93.33% and pH -0.75%. The research is effective in reducing BOD, COD and TSS pollutants, but not effective for reducing TDS pollutants, phosphates and detergents. This research needs to be followed up by examining the effectiveness of reducing NH_3 and total coliform contaminants which is contained in domestic waste.

Keywords: hydroponics, domestic greywater, kana flower, apu wood, coffee grounds

1. PENDAHULUAN

Air limbah merupakan permasalahan yang ditimbulkan sebagai akibat meningkatnya jumlah penduduk. Karena setiap aktivitas manusia setiap hari akan berkontribusi menghasilkan air limbah domestik yang dibuang secara langsung melalui saluran air. Air limbah domestik yang tercemar akan menimbulkan bau, merusak estetika lingkungan dan dapat mengganggu kesehatan manusia. Permasalahan yang terjadi adalah semakin tinggi jumlah populasi manusia tetapi kualitas dan kuantitas sumber daya air semakin menurun, khususnya air tanah yang mulai tercemar oleh air limbah *greywater* domestik yang tidak dikendalikan dengan baik. Air limbah yang dihasilkan dari kontrakan X cukup mengganggu estetika karena warnanya yang keruh dan berbau tidak sedap, sehingga perlu dilakukan pengolahan. Pengolahan air limbah dengan memanfaatkan hidroponik tanaman kayu apu dan bunga kana serta limbah ampas kopi ini memberikan kontribusi manfaat yang baik bagi masyarakat. Selain untuk memperindah tempat juga ekonomis dalam hal tempat dan dana untuk pengolahan air limbah *greywater*. Pengolahan limbah *greywater* bisa dilakukan dalam skala rumah tangga karena tidak memerlukan tempat yang luas. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji efektivitas hidroponik tanaman dengan filter karbon aktif dari ampas kopi dalam menurunkan TDS, TSS, COD, BOD, detergen dan fosfat pada air limbah *greywater* domestik. Tanaman memiliki kemampuan untuk menahan komponen beracun dengan cara biokimia dan fisiologisnya serta menahan senyawa organik tak bernutrisi yang dilakukan pada permukaan akar. Bahan polutan tersebut akan melalui proses metabolisme melalui beberapa proses yaitu proses reaksi oksidasi, reduksi dan *enzimatis*.

Beberapa penelitian tentang pengolahan limbah cair telah banyak dilakukan. Pengolahan limbah industri tempe menggunakan tanaman eceng gondok dengan teknik *fitoremediasi* dapat menurunkan COD sebesar 59,11%, TSS sebesar 66,44%, BOD sebesar 77,91% kekeruhan sebesar 85,03% dan N sebesar 61,77% (Novita, Arunggi, & Wahyuningsih, 2019). Penurunan persentase polutan 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, 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, 2017). Kombinasi ampas kopi dan limbah dapat menurunkan konsentrasi krom (VI) sebanyak 100mg/L selama 30 menit (Cherdchoo, 2019). Berdasarkan beberapa referensi diatas, peneliti tertarik untuk memanfaatkan tanaman kayu apu dan bunga kana dengan filter karbon aktif dari ampas kopi dalam proses pengolahan limbah *greywater* domestik sebagai proses *fitoremediasi* dengan sistem hidroponik. Filter karbon aktif dari ampas kopi dipilih karena ampas kopi dapat mengadsorpsi berbagai jenis polutan air limbah seperti COD, BOD, TSS, *cadmium*, kromium dan *amonia* (Irmanto, 2010; Halim,2013 ; Cherdchoo, 2019). Penggunaan tanaman bunga kana dan kayu apu berfungsi untuk mengekstrak, mengakumulasi dan/atau detoksifikasi polutan dan merupakan teknik baru dan kuat untuk membersihkan lingkungan (Sidauruk & Sipayung, 2015). Manfaat penelitian ini yaitu memberikan kontribusi kepada Universitas Pelita Bangsa mengenai penggunaan metode hidroponik sebagai salah satu alternatif dalam mengolah air limbah *greywater* domestik serta bermanfaat bagi lingkungan sekitar karena dapat memperindah tempat dengan adanya tanaman yang hidup dengan memanfaatkan limbah *greywater* domestik.

2. METODE

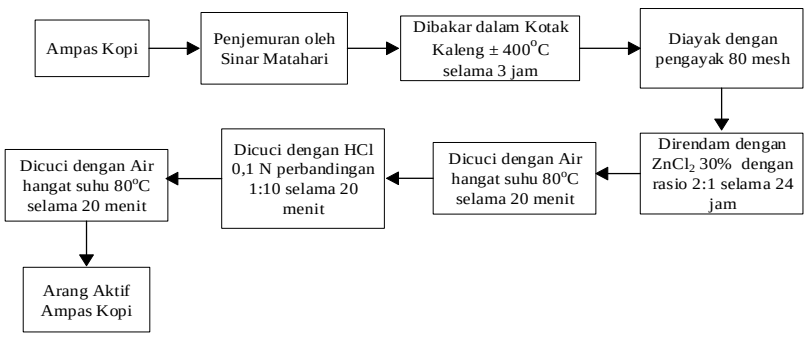
2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat penelitian 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 inci 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 ½ inci 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 inci, 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 COD dengan metode SNI 06-6989.73:2009, detergen dengan metode SNI 06-6989.51-2005 dan fosfat dengan metode SM 4500-P.D.

Bahan penelitian yang digunakan: limbah *greywater* domestik yang diambil dari kontrakan X, 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 µm 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 COD dengan metode *refluks* tertutup (Kristal Hg_2SO_4, Kalium dikromat, Larutan asam sulfat, perak sulfat (Ag_2SO_4), indikator *feroin*, Larutan standar *fero ammonium*, analisa detergen dengan pengukuran MBAS (serbuk alkil *sulfonat* linier (LAS) atau natrium *lauril* sulfat, Larutan indikator *fenolftalin*, Larutan natrium hidroksida, Larutan sulfat, Larutan biru *metilen*, kloroform, hidrogen peroksida, *isopropil* alkohol, serabut kaca), analisa fosfat dengan metode spektrofotometri (larutan *ammonium molibdate* dan larutan timah klorida).

2.2 Pembuatan Arang Aktif dari Ampas Kopi

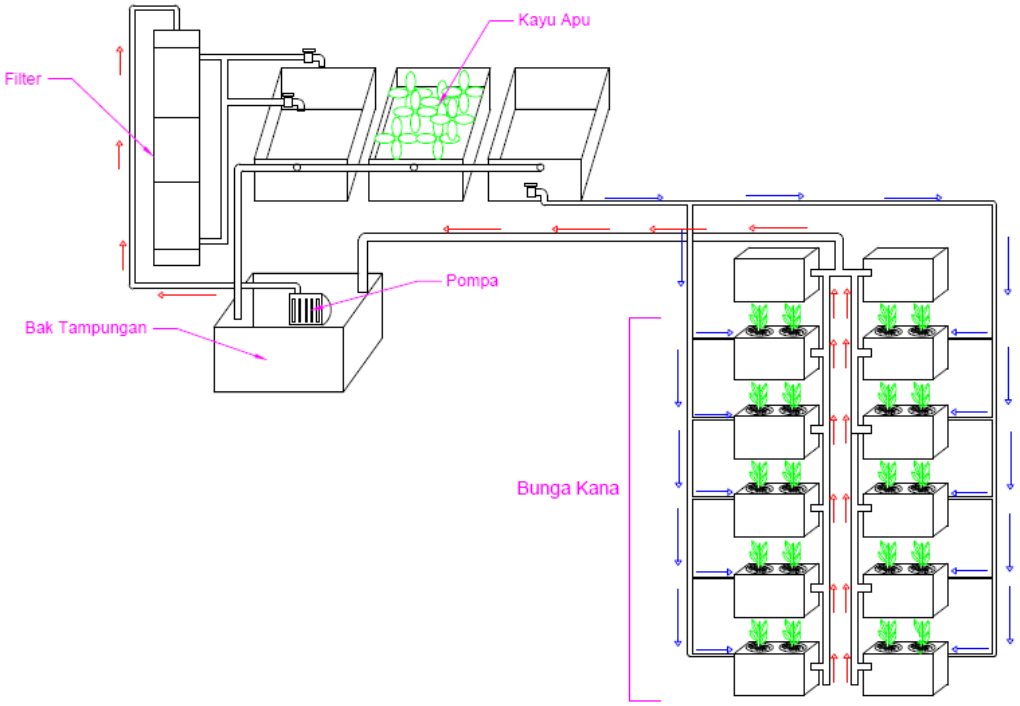
Proses pembuatan arang aktif meliputi proses dehidrasi, karbonasi dan aktivasi. Tahap dehidrasi berfungsi untuk menghilangkan kandungan air di dalam bahan baku. Tahap karbonisasi berfungsi untuk menghilangkan unsur oksigen dan hidrogen dari karbon untuk menghasilkan kerangka struktur karbon tertentu. Tahap aktivasi merupakan proses pengaktifan karbon melalui pemanasan atau ekstraksi dengan menggunakan pelarut untuk tujuan menghasilkan karbon aktif dengan daya adsorpsi yang besar (Suprianofa, 2016).
Pembuatan ampas kopi mengikuti diagram alir pada gambar 1 sebagai berikut:



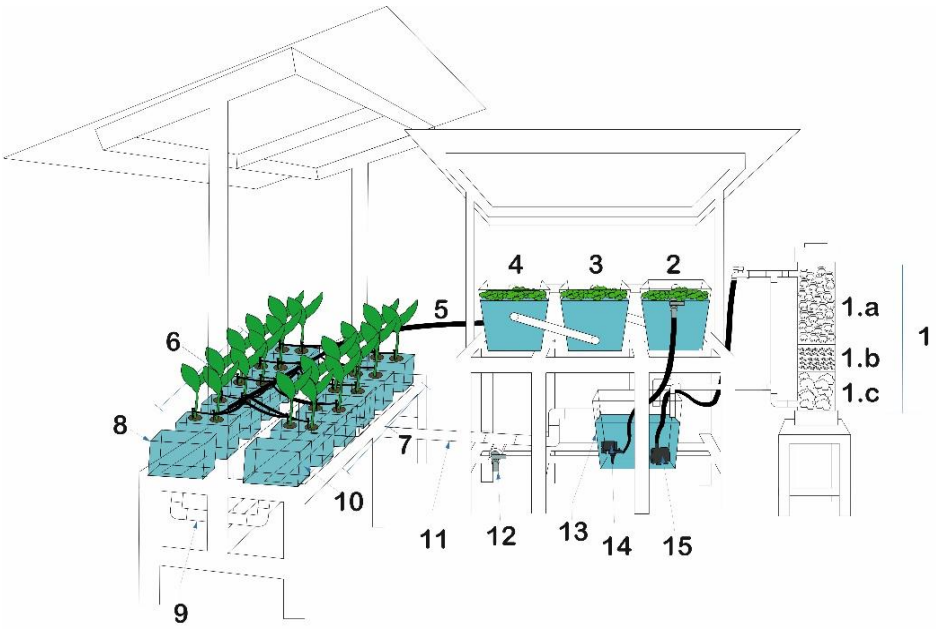
Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Arang Aktif Ampas Kopi

2.3. Desain Penelitian

Hidroponik merupakan cara budidaya tanaman dengan sistem kerja yang melibatkan air dan nutrisi, dimana akar dikuatkan oleh media tanam selain tanah (Halim, 2016). Penelitian ini menggunakan jenis hidroponik irigasi tetes (*drip irrigation)* yaitu sistem yang memberikan air dan nutrisi dalam bentuk tetesan. Tetesan diarahkan tepat ke daerah perakaran tanaman agar tanaman dapat langsung menyerap air dan nutrisi yang diberikan (Apriyanti, 2015). Desain Sistem pengolahan Limbah *greywater* sistem hidroponik dan rangkaian alat penelitian disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3 sebagai berikut:.



Gambar 2. Desain Sistem Pengolahan Limbah *Greywater* Sistem Hidroponik



Gambar 3. 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

Mekanisme kerja alat penelitian:

Proses ini diawali dengan wadah tampungan diisi limbah yang telah dibuat sesuai konsentrasi tertentu. Pompa dinyalakan sampai limbah ter alirkan menuju bak *fitoremediator* Kayu apu I, II, dan III terisi. Kemudian *valve* penghubung *fitoremediator* kayu apu dengan bak *fitoremediator* bunga kana dibuka supaya limbah ter alirkan 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.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Kualitas Limbah

Hasil uji karakteristik air limbah *greywater* domestik pada kontrakan X disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut (Permen LHK Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016):

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Limbah *Greywater* Domestik

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
Parameter Baku Mutu Air Limbah Domestik				
1.	pH	-	8,5	6 - 9
2.	TSS (Residu Tersuspensi)	mg/L	238	30
3.	BOD_5	mg/L	558	30
4.	COD	mg/L	867	100
Paramater Tambahan				
1.	TDS	ppm	615	-
2.	Fosfat	mg/L	0,54	-
3.	Detergen	mg/L	0,12	-

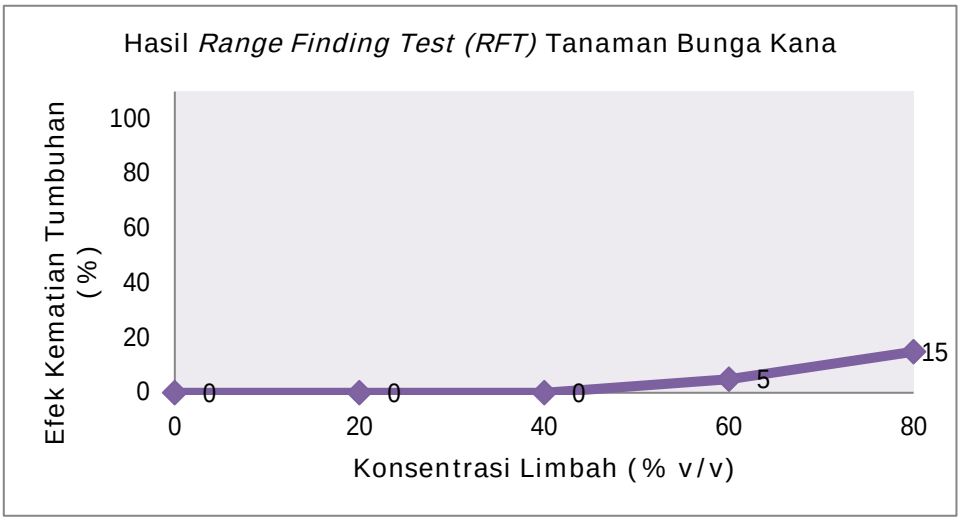
Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa parameter TSS, BOD dan COD air limbah *greywater* domestik dari kontrakan X melebihi baku mutu yang ditetapkan.

3.2 Tahap Aklimatisasi

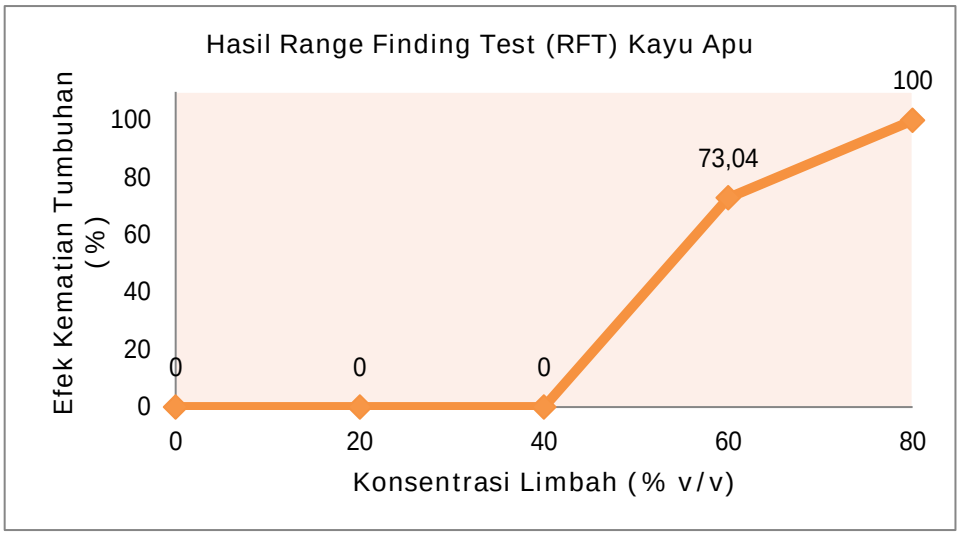
Tanaman bunga kana dan kayu apu yang telah dewasa ditanam di *fitoreaktor*. Tujuan tahap ini untuk mendapatkan tanaman bunga kana dan kayu apu yang telah beradaptasi pada media yang akan digunakan pada *Range Finding Test* (RFT) dan uji *fitoremediasi*.

3.3 *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 menyirkulasikan 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 Parameter TSS, BOD, COD, fosfat, deterjen, pH dan TDS 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 4 dan gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik RFT tanaman bunga kana



Gambar 5. Grafik RFT tanaman kayu apu

Gambar 4 dan 5 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 kecokelatan 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.

3.4 Hasil Uji Parameter pada *Fitoreaktor*

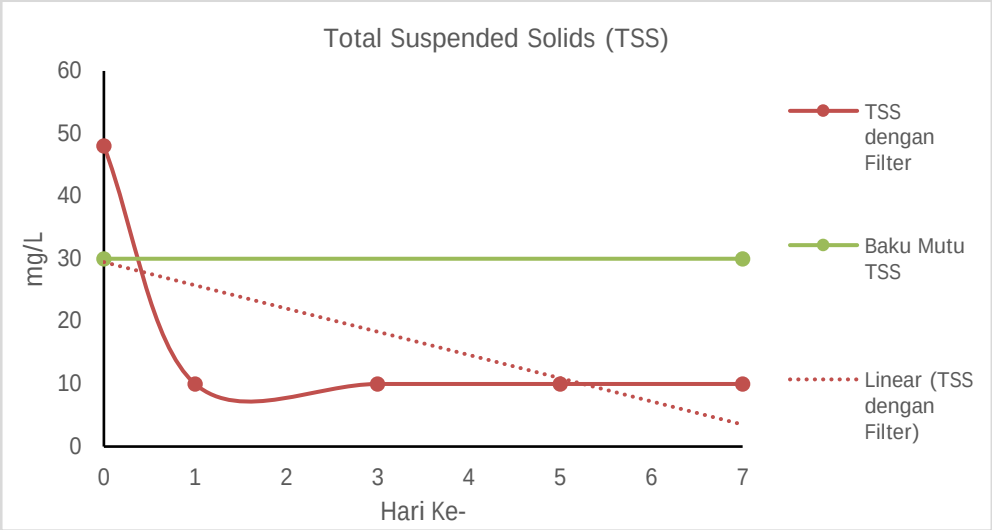
Hasil pengujian pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Limbah *Greywater* 40% v/v

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji				
			Hari Ke-				
			0	1	3	5	7
1.	pH	-	8,02	7,32	7,53	7,38	8,08
2.	TDS	ppm	440	417	427	437	448
3.	TSS	mg/L	48	10	10	10	10
4.	BOD_5	mg/L	155	58	53	38	30
5.	COD	mg/L	221	114	140	89	65
6.	Fosfat	mg/L	0,45	1,03	0,84	1,13	0,73
7.	Detergen	mg/L	0,3	0,45	0,58	0,41	0,58

3.4.1 *Total Suspended Solids* (TSS)

Hasil pengujian TSS pada konsentrasi limbah 40% v/v digambarkan pada Gambar 6 sebagai berikut:



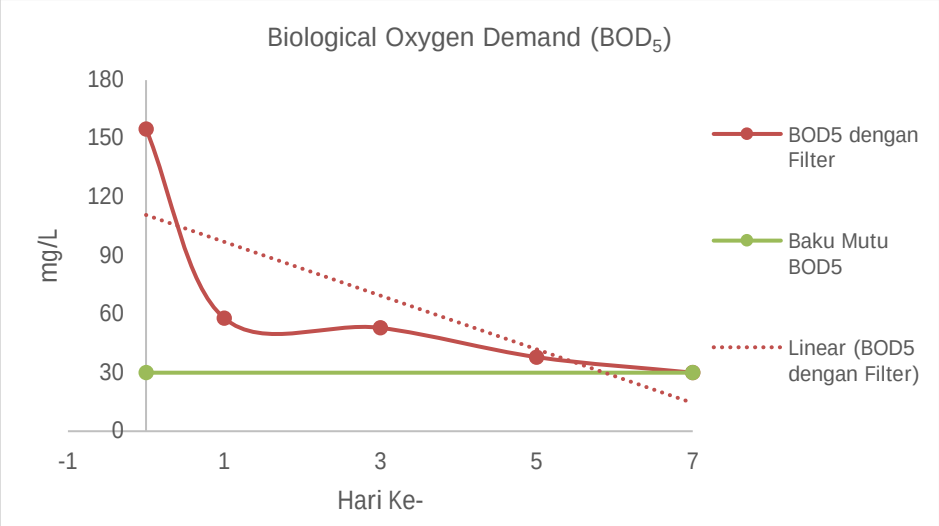
Gambar 6. Grafik Hasil Uji *Total Suspended Solids* (TSS)

Berdasarkan grafik di atas, setelah mengalami *fitoremediasi* dengan filter konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai hari kedua, hal ini dikarenakan proses sedimentasi koloid detergen sedang terjadi pada larutan limbah. Karbon aktif ampas kopi dalam filter memiliki

kerapatan yang tinggi yang menyebabkan porositas permukaan semakin kecil sehingga padatan yang tersuspensi dan koloid pada larutan limbah terjerap dalam filter tersebut. 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 dilalui oleh aliran limbah semakin padat dan menyebabkan koloid serta partikel tersuspensi mengisi ruang pori yang kecil (Cherdchoo, 2019). Konsentrasi TSS kembali mengalami peningkatan pada hari ketiga karena adanya pertumbuhan lumut pada bak *fitoreaktor* yang menyebabkan penambahan jumlah padatan tersuspensi.

3.4.2 *Biological Oxygen Demand* (BOD_5)

Hasil pengujian BOD pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Hasil Uji BOD_5

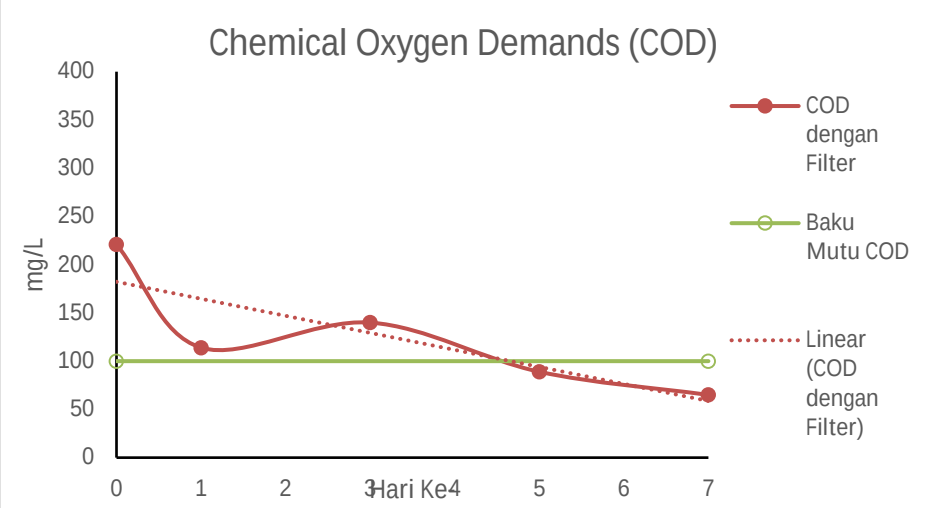
Grafik di atas menunjukkan bahwa pengujian BOD sejak hari pertama sampai dengan hari ketujuh konsentrasi BOD mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan polutan zat organik telah terurai secara mikrobiologi menjadi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) dan amonia (NH_3) akibat kondisi pH yang semakin netral. Adapun reaksi oksidasi yang terjadi selama proses *fitoremediasi* berlangsung pada Persamaan (1) sebagai berikut (Sawyer,Clair N.;McCarty, Perry L; Parkin, Gene F., 2003):

$$C_nH_aO_bN_c + \left(n + \frac{a}{4} - \frac{b}{2} - \frac{3}{4}c\right)O_2 \rightarrow nCO_2 + \left(\frac{a}{2} - \frac{3}{2}c\right)H_2O + cNH_3 \quad (1)$$

Semakin rendah konsentrasi BOD dalam air limbah artinya kualitas air semakin baik (Michelcic & Ziemmerman, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama proses *fitoremediasi*, maka semakin banyak senyawa organik dalam air limbah yang teroksidasi menjadi gas CO_2 dan air (Ikhtiar, 2017).

3.4.3 *COD (Chemical Oxygen Demand)*

Hasil pengujian COD pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Gambar 8 sebagai berikut:



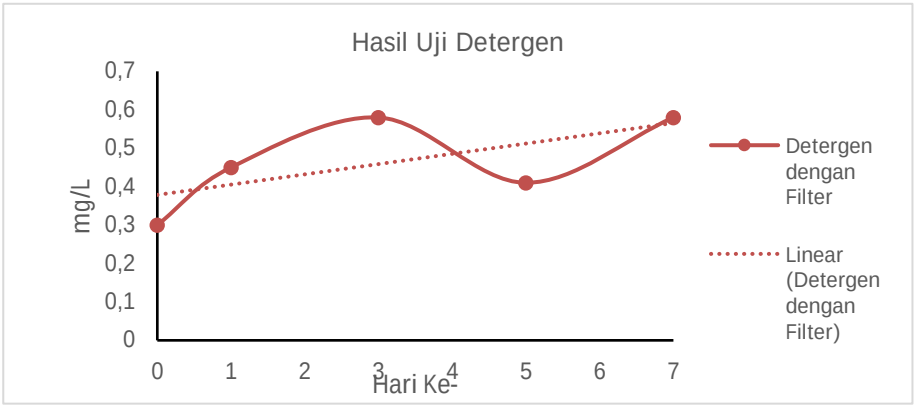
Gambar 8. Grafik Hasil Uji COD

Berdasarkan grafik di atas bahwa konsentrasi COD mengalami penurunan dari hari ke-nol sampai hari pertama kemudian mengalami peningkatan sampai hari ketiga, hal ini disebabkan karena aktivitas fotosintesis tanaman yang menghasilkan biomassa dan uap air, sehingga bahan organik yang harus didegradasi dapat mengalami peningkatan (Doraja *et al*, 2012). Konsentrasi COD mengalami penurunan kembali dari hari ketiga sampai hari ketujuh sehingga berada di bawah baku mutu. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama proses *fitoremediasi* maka semakin menurun konsentrasi COD dalam air limbah. Hal ini disebabkan lamanya waktu tinggal akan memberi peluang pada mikroorganisme di akar untuk memecah bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah. Penurunan nilai COD juga dipengaruhi oleh adanya suplai oksigen dan cahaya matahari, dimana cahaya matahari dan keberadaan oksigen mendukung pertumbuhan mikroorganisme pada akar semakin banyak. Reaksi yang terjadi selama proses penurunan COD pada proses *fitoremediasi* mengikuti persamaan (2) sebagai berikut (Sawyer,Clair N.;McCarty, Perry L; Parkin, Gene F., 2003):

$$C_nH_aO_bN_c + dCr_2O_7^{2-} + (8d + c)H^+ \xrightarrow{\Delta} nCO_2 + \frac{a + 8d - 3c}{2} H_2O + cNH_4^+ + 2dCr^{3+} \quad (2)$$

3.4.4 Detergen

Hasil pengujian detergen pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Gambar 9 sebagai berikut:

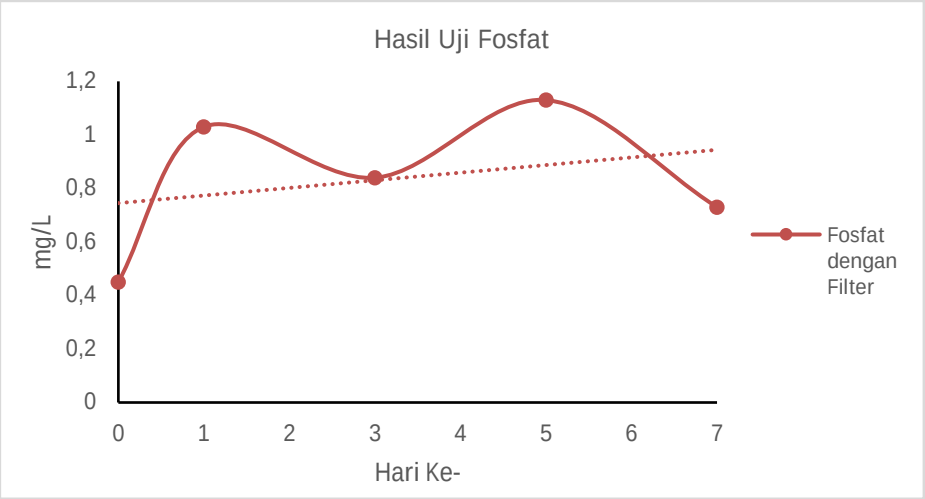


Gambar 9. Grafik Hasil Uji Detergen

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa konsentrasi detergen dalam air limbah mengalami peningkatan signifikan dari hari ke-nol sebesar 0,3 mg/L menjadi 0,58 mg/L pada hari ketujuh. Peningkatan konsentrasi detergen ini terjadi karena metode pengujian MBAS ikut mendeteksi fosfat. Hubungan antara meningkatnya nilai detergen ini bersifat linier dengan meningkatnya nilai fosfat. Penambahan kadar fosfat ini juga dipengaruhi oleh penggunaan filter karbon aktif dari ampas kopi yang mengandung fosfat anorganik dalam komposisi kimianya. Berdasarkan penelitian, ampas kopi mengandung fosfor 2,11% yang berkontribusi meningkatkan konsentrasi ion fosfat dalam air limbah (Tarigan, 2018). Peningkatan detergen terdeteksi sebagai peningkatan konsentrasi MBAS yang terbentuk dari ikatan dengan anion surfaktan (baik dalam bentuk fosfat dari ampas kopi ataupun *ammonium* sebagai hasil oksidasi dari senyawa organik oleh mikrobiologi) yang memiliki nilai ukur sebanding detergen. Kondisi detergen yang fluktuatif dikarenakan selama proses *fitoremediasi* berlangsung, kemampuan karbon aktif ampas kopi yang memiliki kapasitas adsorpsi tertentu disesuaikan dengan ukuran partikel karbon aktif yang digunakan yaitu 80 mesh. Semakin kecil ukuran partikel karbon aktif maka semakin besar luas permukaan yang dapat menyerap polutan sehingga lebih banyak situs atau permukaan karbon aktif yang dapat digunakan sebagai tempat teradsorpsinya surfaktan *kationik*/detergen (Utomo *dkk*, 2018).

3.4.5 Fosfat

Hasil pengujian fosfat pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Gambar 10 sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Hasil Uji Fosfat

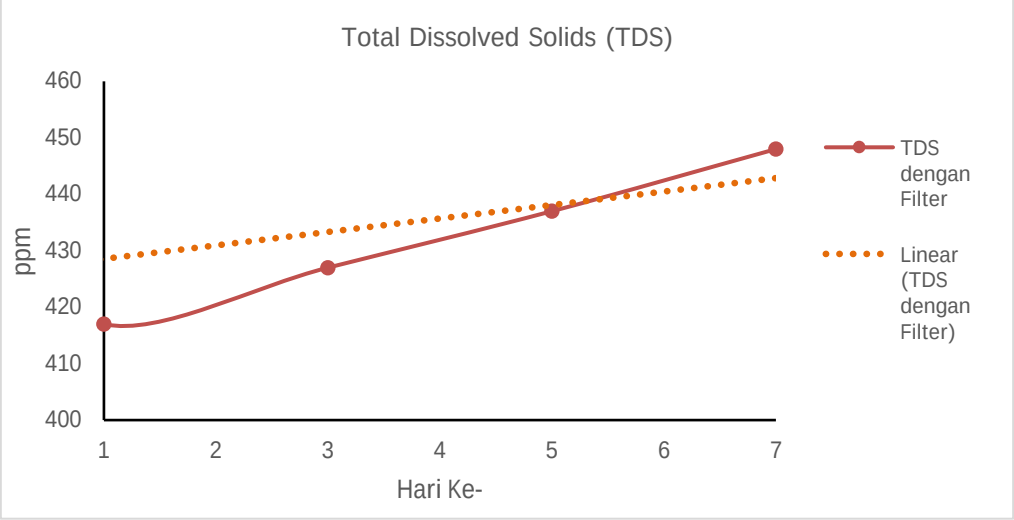
Grafik di atas menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat mengalami peningkatan dari hari ke-nol sebesar 0,45 mg/L menjadi 0,73 mg/L pada hari ke-tujuh. Peningkatan kadar fosfat ini terjadi karena adanya pengaruh penambahan fosfat yang berasal dari ampas kopi pada filter ampas kopi. Penyebab lain meningkatnya kadar fosfor pada *fitromediasi* dengan filter yaitu karena terjadi proses dekomposisi mikroorganisme dari lumut yang menyebabkan nilai fosfat organik dalam limbah meningkat. Semakin tinggi fosfat yang dihasilkan, maka dapat menyebabkan kerusakan lingkungan karena fosfat berkontribusi terhadap eutrofikasi yang dapat meningkatkan ledakan pertumbuhan alga (Waluyo, 2018).

Pada hari pertama sampai hari ketiga konsentrasi ion fosfat mengalami penurunan, hal ini dikarenakan ion fosfat yang diserap oleh tanaman bunga kana dan kayu apu sebagai nutrisi sehingga semakin lama *fitoremediasi* akan menyebabkan penurunan konsentrasi ion fosfat (Padmaningrum, Aminatun, & Yuliawati, 2014). Tetapi kemudian mengalami peningkatan di hari ketiga sampai hari kelima, kondisi ini terjadi karena detergen pada larutan

limbah mulai terlarut sempurna. Detergen mengandung kadar fosfat yang tinggi. Fosfat ini berasal dari komposisi detergen yaitu *Sodium Tripoly Fosfate* (STTP). Peningkatan jumlah fosfat ini juga menyebabkan pertumbuhan lumut yang berlebih pada bak *fitoreaktor* atau disebut eutrofikasi. Jumlah fosfat pada hari ke tiga yang semakin tinggi disintesis oleh mikroorganisme pada kondisi aerob menjadi *ortofosfat* (H_3PO_4, $H_2PO_4^{2-}$, HPO_4^{-}, PO_4^{3-}) dengan menggunakan energi yang dihasilkan dari proses oksidasi senyawa oleh bahan kimia ataupun oleh mikroorganisme. Pada hari kelima sampai hari ketujuh konsentrasi ion fosfat mengalami penurunan kembali karena akar tanaman bunga kana dan kayu apu yang menyerap fosfat sebagai nutrisi sehingga semakin lama *fitoremediasi* akan menyebabkan penurunan konsentrasi ion fosfat. Fosfat mengalami kondisi fluktuatif pada penelitian ini dikarenakan adanya penguraian bahan organik oleh mikroorganisme menjadi bahan anorganik seperti senyawa *ortofosfat* yang menyebabkan peningkatan pada satu waktu proses di bak *fitoreaktor* dan pada waktu berikutnya terjadi penurunan fosfat karena digunakan oleh tanaman bunga kana dan tanaman kayu apu sebagai nutrisi tambahan dalam pertumbuhannya (Christanty, Barus, & Desrita, 2016).

3.4.6 *TDS (Total Dissolved Solids)*

Hasil pengujian TDS pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Gambar 11 sebagai berikut:

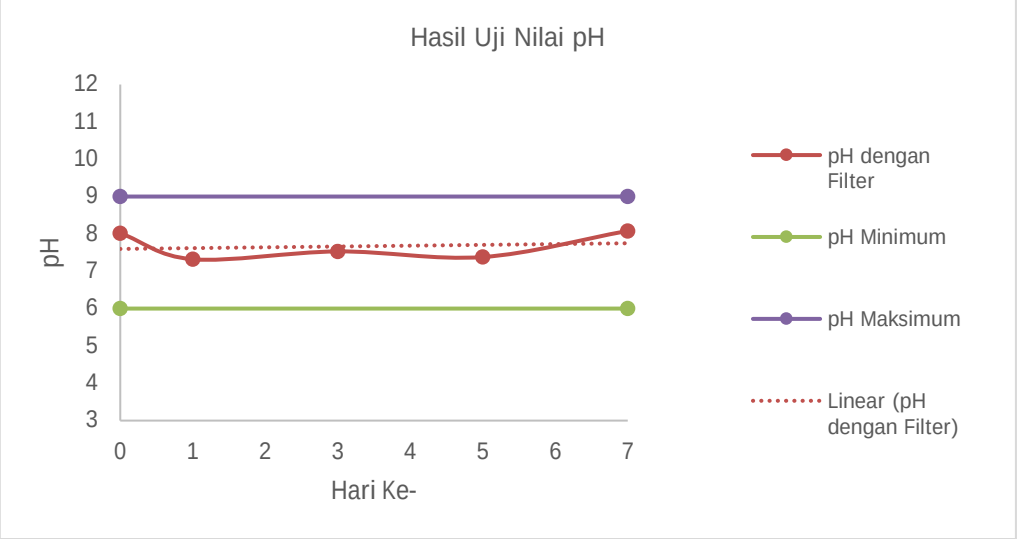


Gambar 11. Grafik Hasil Uji TDS

Grafik di atas menunjukkan bahwa konsentrasi TDS mengalami peningkatan dari hari ke-nol sebesar sampai hari ketujuh. Hal ini disebabkan karena produk hasil dekomposisi kimia dalam bentuk mineral, garam, logam serta gas karbon dioksida yang terlarut dalam air limbah sebagai hasil metabolisme tanaman bunga kana dan kayu apu. Senyawa organik maupun senyawa anorganik yang belum terdegradasi secara sempurna oleh mikroorganisme di akar juga turut berkontribusi meningkatkan konsentrasi TDS dalam air limbah. pH yang mengalami penurunan selama proses di bak *fitoreaktor* berpengaruh terhadap total zat organik, dimana semakin berkurang nilai pH maka zat organik dalam limbah akan semakin tinggi yang berpengaruh pada nilai TDS (Suprihatin & Suparno, 2013).

3.4.7 pH

Hasil pengujian pH pada konsentrasi limbah 40% v/v disajikan pada Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik Hasil Uji pH

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa pH mengalami kondisi fluktuatif selama 7 hari dalam bak *fitoreaktor* pada kisaran pH 7,32 - 8,10. Penurunan pH terjadi akibat penyerapan *nutrien* oleh tanaman bunga kana dan kayu apu. Penyerapan *nutrien* oleh tanaman terjadi dengan mekanisme penukaran kation dan anion dalam air limbah. Tanaman akan melepaskan ion H^+ dari akar untuk ditukarkan dengan *kation-kation* seperti Ca^{2+}, K^+, Fe^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+, Zn^{2+}, Cu^{2+} dan Mn^{2+} yang menyebabkan pH naik. Untuk menyerap anion seperti NO_3^-, $H_2PO_4^-$, BO_3^-, dan SO_4^{2-}, tanaman akan menukarnya dengan melepas ion OH^- dari akar ke lingkungan yang menyebabkan pH turun (Novita, Arunggi, & Wahyuningsih, 2019). Proses penyerapan nutrien ini berlangsung terus menurus dan menyebabkan kondisi pH setiap harinya mengalami perubahan. Peningkatan pH juga berasal dari kadar basa yang berasal dari detergen pada air limbah (Bai, Shivanna, & Shivakumar, 2010).

3.4.8 Efektivitas Penurunan Polutan

Perhitungan efektivitas dilakukan dengan membandingkan konsentrasi awal polutan pada hari ke-0 terhadap konsentrasi akhir hari ke-7 karena *fitoremediasi* pada bak *fitoreaktor* merupakan kontinu proses dengan sirkulasi yang terus menerus untuk mendapatkan konsentrasi nyata proses *fitoremediasi* selama tujuh hari. Pertimbangan ini diambil mengingat sejak awal penelitian jumlah hari proses *fitoremediasi* ini sudah ditentukan selama tujuh hari dan mempertimbangkan fluktuasi data yang terjadi pada setiap parameter merupakan sebab akibat yang saling berhubungan antar satu parameter terhadap parameter lainnya. Fluktuasi data ini dianggap terjadi secara spontan dan sensitif mengalami perubahan terhadap banyak faktor lainnya. Pada dasarnya perhitungan efektivitas dalam penelitian ini dilakukan tanpa mempertimbangkan fluktuasi data dan hanya membandingkan kondisi awal dan akhir pada setiap parameter. Berikut ini hasil perhitungan efektivitas proses hidroponik dengan filter ampas kopi setiap parameter ditampilkan dalam tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Hasil Pengolahan dan Efektivitas Proses Hidroponik

Parameter	Hasil Pengolahan	Baku Mutu	Efektivitas Proses (%)
pH	8,08	6-9	-0,75
TSS	448 mg/L	30 mg/L	79,17
BOD_5	10 mg/L	30 mg/L	80,65
COD	30 mg/L	100 mg/L	70,59
TDS	65 mg/L	-	-1,82
Fosfat	0,73 mg/L	-	-62,22
Detergen	0,58 mg/L	-	-93,33

Berdasarkan tabel diatas diperoleh efektivitas penurunan polutan dalam pengolahan air limbah *greywater* domestik menggunakan sistem hidroponik dengan filter ampas kopi yaitu BOD sebesar 80,65%, COD sebesar 70,59%, TSS sebesar 79,17%, TDS sebesar -1,82%, fosfat sebesar -62,22% dan detergen sebesar -93,33% dan pH sebesar -0,75%. Parameter pH, BOD_5, COD telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan, sedangkan TSS masih melebihi baku mutu. Artinya sistem hidroponik menggunakan tanaman bunga kana dan kayu apu dengan filter ampas kopi efektif untuk menurunkan polutan BOD, COD dan TSS, namun tidak efektif untuk menurunkan polutan TDS, fosfat dan detergen. Berdasarkan hasil penelitian ini perlu dilaksanakan penelitian lanjutan dengan metode yang sama dengan menambahkan parameter *ammonia* dan *total coliform* yang terkandung pada limbah *greywater* domestik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji parameter pada limbah *greywater* domestik dengan filter karbon aktif dari ampas kopi selama tujuh hari didapatkan nilai akhir BOD sebesar 30 mg/L, COD sebesar 65 mg/L, dan TSS sebesar 10 mg/L. Sedangkan terjadi peningkatan nilai akhir pada parameter TDS menjadi 448 ppm, Fosfat menjadi 0,73 mg/L, detergen menjadi 0,58 mg/L dan pH menjadi 8,08. Hasil uji tersebut memenuhi baku mutu air limbah domestik Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016.
2. Efektivitas penurunan polutan yang dihasilkan yaitu BOD sebesar 80.65%, COD sebesar 70.59%, TSS sebesar 79,17%, TDS sebesar -1,82%, fosfat sebesar -62,22% dan detergen sebesar -93,33% dan pH sebesar -0,75%. Artinya sistem hidroponik menggunakan tanaman bunga kana dan kayu apu dengan filter ampas kopi efektif untuk menurunkan polutan BOD, COD dan TSS, namun tidak efektif untuk menurunkan polutan TDS, fosfat dan detergen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pelita Bangsa atas dukungan dana penelitian sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

Apriyanti, R. N. (2015). *Hidroponik Perkotaan.* Depok: PT. Trubus Swadaya.

Bai, S., Shivanna, S., & Shivakumar, D. (2010). Urban Wastewater Characteristic and its Management in Urban Areas-A Case Study of Resource and Protection. *Journal of Water Resource and Protection, 2*(8), 717-726.

Cherdchoo, W. N. (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.

Christanty, Y., Barus, T. A., & Desrita. (2016). *Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat Terhadap Pertumbuhan Biomassa Basah Eceng Gondong di Rawa Kongsi Sumatera Utara.* Medan: Universitas Sumatera Utara.

Doraja, P.H., Shovitri, M., Kuswytasari, N.D. 2012. Biodegradasi Limbah Domestik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, *1*(1), (Sept, 2012) ISSN : 2301–928X.

Halim, A. A., Latif, M. T., & Ithnin, A., 2013. Ammonia removal from aqueous solution using organic acid modified activated carbon, *World Applied Sciences Journal*, *24*(1), 1–6.

Halim, J. (2016). *6 Teknik Hidroponik : Pilihan Teknik Bercocok tanam Tanpa Tanah di Perkotaan.* Jakarta: Penebar Swadaya Grup.

Ikhtiar, M. (2017). *Analisis Kualitas .* Makssar : CV. Social Politic Genius (SIGn).

Irmanto, & Suyata., 2010. Optimasi penurunan nilai bod, cod dan tss limbah cair industri tapioka menggunakan arang aktif dari ampas kopi. Molekul E-ISSN:2502-5007, Jurnal Ilmiah Kimia, Univ. Jenderal Soedirman, Indonesia, *6*(3).

Istighfari, S. D. (2017). Pemanfaatan Kayu apu (Pistia stratiotes) untuk Menurunkan Kadar BOD , COD , dan Fosfat pada Air Limbah Laundry . *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology,* (pp. 103–108).

Manik. (2016). *Pengelolaan Lingkungan Hidup .* Jakarta: Kencana (Divisi PRENADAMEDIA group).

Michelcic, J. R., & Ziemmerman, J. B. (2014). *Enviromental Engineering: Fundamentals, Sustainability, Design.* United States America: John Wiley and Sons, inc.

Novita, E., Arunggi, A. H., & Wahyuningsih, S. (2019). Komparasi Proses Fitoremediasi Limbah Cair Pembuatan Tempe menggunakan Tiga Jenis Tanaman Air . *Agroteknologi, 13(1)*.

Padmaningrum, R. T., Aminatun, T., & Yuliawati. (2014). Pengaruh Biomassa Melati Air (Echinodorus Paleafolius) dan Teratai (Nyphaea Firecrest) Terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD TSS dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry. *Jurnal Penelitian Saintek, 19*(2), 64-74.

Permen LHK Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. (n.d.). Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Pradhan, S. A.-G. (2019). Greywater treatment by ornamental plants and media for an integrated green wall system. *International Biodeterioration and Biodegradation*, https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2019.

Rasdiansyah, Darmadi, & Supardan, M. D. (2014). Optimasisasi Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Kopi Menggunakan Aktivator ZnCl2. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian, 6*(3), 54-58.

Sawyer,Clair N.;McCarty, Perry L; Parkin, Gene F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science.* New York: McGrawHill.

Sidauruk, L., & Sipayung, P. (2015). Fitoremediasi Lahan Tercemar di Kawasan Industri Medan dengan Tanaman Hias. *Jurnal Pertanian Tropik*, 178-186.

Suprianofa, C. (2016). *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Durian sebagai Adsorben Zat Warna dari Limbah Cair Tenun Songket dengan aktivator KOH.* Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.

Suprihatin, & Suparno, O. (2013). *Teknologi Proses Pengolahan untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri.* Bogor: PT. Penerbit IPB Press.

Tarigan, E. W. (2018). *Penentuan Kadar Nitrogen, Fosfat, dan Kalium pada Limbah Kopi sebagai Pupuk Organik.* Medan: Universitas Sumatera Utara.

Utomo, Wahyu P., Zjahra, V., Nugraheni, Rosyidah, Shafwah, Naashihah, Nurfitria, Nia. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimindo, 3*(1), 127-140

Waluyo, L. (2018). *Bioremediasi Limbah.* Malang: Universitas Muhammadiyah Malang (UMM Press).