

Pengaruh Aerasi Terhadap Penurunan Kadar COD Limbah Cair Laundry Pada Proses Fitotreatment Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)

M. Faizal Rahmawan¹⁾, Noven Pramitasari¹⁾, Audiananti Meganandi Kartini¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

E-mail: novenpramitasari@unej.ac.id

Abstrak

Layanan cuci pakaian ataupun lebih dikenal dengan laundry disaat ini tumbuh dimana-mana, paling utama di wilayah pemukiman. Limbah cair yang dihasilkan mengandung zat pencemar yang dapat dilihat dari parameter pencemar misalnya kadar Chemical Oxygen Demand (COD). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas jenis pengolahan dengan lama waktu tinggal dalam menurunkan kadar COD limbah cair laundry, serta pengaruh jenis pengolahan dan waktu tinggal terhadap kadar COD. Jenis pengolahan yang digunakan adalah aerasi, fitotreatment dan kombinasi fito-aerasi dengan menggunakan reaktor batch. Tahap penelitian yang dilakukan dimulai dari penelitian pendahuluan, aklimatisasi tanaman eceng gondok, range finding test, pengolahan limbah cair laundry, dan analisis statistik menggunakan regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyisihan COD pada reaktor aerasi, fitotreatment, dan fito-aerasi masing-masing sebesar 60,74%, 24,65%, dan 79,46%. Efisiensi penyisihan paling besar terjadi di reaktor fito-aerasi. Hal ini karena proses aerasi dapat meningkatkan kandungan dissolved oxygen di limbah laundry lebih besar. Kandungan dissolved oxygen ini digunakan oleh mikroorganisme yang ada di akar tanaman eceng gondok untuk membatu proses degradasi polutan organik limbah cair laundry. Adapun hasil analisis statistik dapat disimpulkan bahwa jenis pengolahan dan waktu tinggal berpengaruh signifikan terhadap kadar COD.

Kata kunci: Aerasi, COD, Fitotreatment, Laundry, Limbah

Abstract

Laundry services or better known as laundry are currently growing everywhere, especially in residential areas. Wastewater generated contains pollutants which can be seen from pollutant parameters such as Chemical Oxygen Demand (COD) levels. This study aims to examine the effectiveness of the type of treatment with long detention time in reducing COD levels of laundry wastewater, as well as the effect of processing type and detention time on COD levels. The types of processing used are aeration, Phyto-treatment, and a combination of Phyto-aeration using a batch reactor. The research phase started from preliminary research, acclimatization of water hyacinth plants, range-finding test, laundry wastewater treatment, and statistical analysis using linear regression. The results showed that the COD removal efficiency in the Aeration, Phyto-treatment, and Phyto-aeration reactors were 60.74%, 24.65%, and 79.46%, respectively. The greatest removal efficiency occurs in the Phyto-aeration reactor. This is because the aeration process can increase the dissolved oxygen content in laundry waste. This dissolved oxygen content is used by microorganisms in the roots of the water hyacinth plant to help degrade organic pollutants in laundry wastewater. The results of statistical analysis can be concluded that the type of processing and detention time has a significant effect on COD levels.

Keywords: Aeration, COD, Laundry, Phytotreatment, Wastewater

1. PENDAHULUAN

Layanan cuci pakaian ataupun lebih dikenal dengan *laundry* disaat ini tumbuh dimana-mana, paling utama di wilayah pemukiman, dimana karena kesibukannya menyebabkan banyak orang tidak bisa mencuci pakaiannya. Hasil limbah cair akan disalurkan menuju drainase dan berakhir di badan air. Limbah cair menghasilkan debit yang bervariasi bergantung pada banyaknya pelanggan yang menggunakan jasa dengan rata-rata debit limbah sebesar 550 Liter/hari (Puspitahati, 2012). Hasil negatif yang timbul dari limbah cair *laundry* mengakibatkan kekeruhan serta membatasi cahaya matahari untuk masuk ke dalam perairan.

Linier Alkylbenzene Sulfonate (LAS), natrium karbonat, sodium dodecyl benzene sulfonate, kwaterner ammonium klorida, natrium fosfat, alkilbenzena sulfonate termasuk bahan kimia yang terkandung dalam pelembut pakaian dan detergen. Semua bahan yang digunakan tersebut termasuk golongan bahan biodegradable dan ramah lingkungan. Tetapi apabila keberadaannya di badan air melebihi baku mutu, sehingga limbah *laundry* akan menimbulkan pencemaran di badan air. Menurut Puspitahati (2012), limbah *laundry* memiliki konsentrasi fosfat yang tinggi, yakni sebanyak 253,03 mg/L. Kadar yang tinggi dari unsur P dapat menimbulkan masalah eutrofikasi, di mana konsentrasi nutrisi dalam air menjadi tinggi dan konsentrasi oksigen yang terlarut dalam air menurun.

Melihat kondisi badan air yang semakin lama semakin mengalami penurunan kualitas air, maka sudah sepatutnya apabila limbah *laundry* dilakukan pengolahan sebelum dialirkan menuju badan air. Terdapat berbagai cara untuk menangani limbah *laundry*, salah satunya dengan menggunakan tumbuhan air untuk menyerap, mendegradasi, dan mengumpulkan zat penyebab terjadinya kontaminasi yang terdapat di dalam limbah cair dengan proses fitoremediasi. Pada penelitian Rahmah (2014) dibuktikan bahwa tanaman eceng gondok dapat mengurangi jumlah kandungan COD limbah cair dari *mocaf* sebesar 69,17%. Hasil tersebut menjelaskan bahwa tanaman eceng gondok mempunyai manfaat untuk mereduksi limbah cair *laundry*.

Selain melalui fitotreatment, ada pula metode aerasi untuk mengatasi limbah. Metode ini melibatkan penambahan oksigen ke dalam limbah cair untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut. Dengan demikian, suplai oksigen dapat diberikan kepada mikroorganisme pengurai untuk membantu mengurangi kadar bahan organik. Studi yang dilakukan oleh

Arsawan et al (2012) menunjukkan bahwa metode aerasi memiliki pengaruh signifikan dalam menurunkan BOD (85%), sedangkan faktor lain mempengaruhi sisanya (15%).

Berdasarkan kemampuan yang dimiliki eceng gondok dalam mendegradasi limbah cair, maka perlu diketahui pengaruh efektivitasnya terhadap penambahan perlakuan aerasi. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas eceng gondok dalam mereduksi kandungan limbah *laundry* diberbagai metode perlakuan dan waktu detensi pada proses fitotreatment.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Sebelum penelitian, dilaksanakna uji pendahuluan untuk mengetahui karakteristik awal limbah cair *laundry* berupa parameter COD, fosfat dan detergen. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai fosfat dan detergen masih berada di bawah baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 pada sampel limbah cair *laundry*, sedangkan nilai COD masih belum memenuhi baku mutu yaitu sebesar 460 mg/L.

2.1 Bahan Dan Alat Penelitian

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan meliputi: limbah cair *laundry*, tanaman eceng gondok, larutan asam sulfat – perak sulfat, larutan baku kalium dikromat 0,25 N, larutan baku potasium hidrogen phthalat (KHP), larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N, larutan indikator ferroin, asam sulfamat, serbuk merkuri sulfat, dan HgSO₄.

Adapun alat-alat yang digunakan antara lain: bak plastic ukuran 35 cm x 28 cm x 11 cm, aerator, jerigen, pendingin liebig 30 cm, hot plate, labu ukur (100 mL dan 1000 mL), buret (25 mL dan 50 mL), pipet volum (5 mL, 10 mL, 15 mL dan 50 mL), erlenmeyer 250 mL, dan timbangan analitik.

2.2 Tahap Penelitian

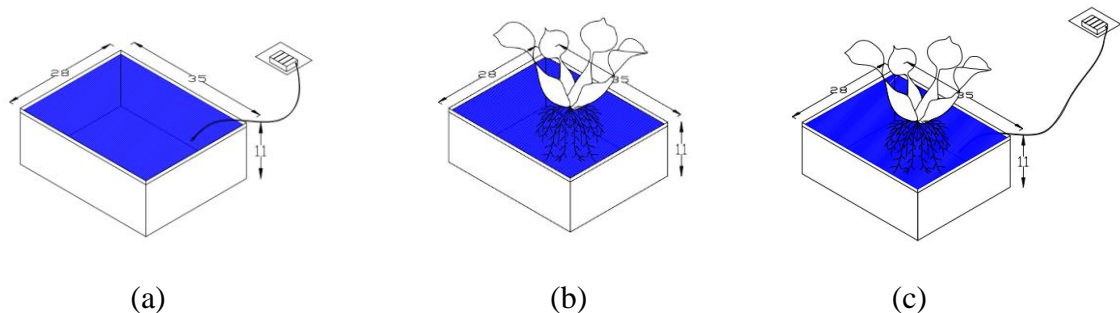
Tahapan penelitian ini meliputi persiapan alat dan bahan, aklimatisasi, *Range Finding Test*, dan pengolahan limbah cair *laundry*. Proses aklimatisasi pada eceng gondok dilakukan dengan cara merendam eceng gondok di dalam air bersih selama 1-2 hari dengan tujuan untuk memastikan tidak terdapat zat kontaminan yang menempel pada akar eceng gondok mengacu pada penelitian (Sitompul *et al.*, 2013). Selanjutnya dilakukan uji range-finding test untuk mengetahui batas kritis konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan

pada tahap range-finding test yaitu 10%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% dengan lama waktu perlakuan selama 7 hari atau 168 jam.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu tunggu dan jenis pengolahan sedangkan variable terikat adalah kadar COD pada limbah cair *laundry* setelah proses pengolahan. Waktu tunggu yang digunakan yaitu hari ke-3, 6 dan 9 dengan jenis pengolahan yaitu aerasi, fitotreatment dan fito-aerasi.

Penelitian ini menggunakan 3 kali pengulangan untuk tiap jenis pengolahan. Jumlah reaktor pengolahan yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 9 buah reaktor yang terdiri dari 3 reaktor aerasi, 3 reaktor fitotreatment, dan 3 reaktor fito-aerasi. Dimensi tiap-tiap reaktor memiliki panjang 35 cm, lebar 28 cm dan tinggi 11 cm. Gambar 1 (a) merupakan reaktor aerasi, Gambar 1 (b) merupakan reaktor fitotreatment dan Gambar 1 (c) merupakan reaktor fito-aerasi.

Data penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis dengan cara menghitung efisiensi penurunan kadar COD pada masing-masing reaktor dan dilanjutkan dengan analisis statistic untuk mengetahui pengaruh variable bebas terhadap variable terikat. Adapun model analisis statistik yang digunakan adalah regresi linier berganda. Analisis statistik ini digunakan untuk mengetahui adanya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.



Gambar 1. (a) Reaktor, (b) Reaktor Fitotreatment, dan (c) Reaktor Fito-Aerasi

Berikut merupakan rumus perhitungan yang digunakan yaitu mengukur efisiensi penyisihan beban pencemar dalam hal ini adalah kadar COD.

$$\text{Efisiensi penyisihan (\%)} = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

E : Efisiensi Penyisihan (%)

C_1 : Konsentrasi parameter sebelum pengolahan

C_2 : Konsentrasi parameter setelah pengolahan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Awal Limbah Cair *Laundry*

Limbah cair *laundry* memiliki karakteristik yang bervariasi bergantung pada penggunaan jenis dan jumlah detergen, serta jumlah air pada saat pencucian. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa pada limbah cair *laundry* yang dihasilkan dalam aktivitas pencucian pakaian langsung dialirkan ke saluran drainase, dimana kondisi air yang dibuang berwarna kecoklatan dan berbusa. Kondisi ini terus berlanjut sampai aktivitas mencuci pakaian dihentikan. Hal tersebut dapat menyebabkan kondisi perairan akan tercemar oleh kadar COD yang ada di limbah cair *laundry* (Pungut et al., 2021). Limbah cair *laundry* yang dihasilkan seharusnya melalui proses pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran drainase atau lingkungan. Adapun proses pengolahan yang digunakan bergantung pada kualitas (karakteristik) maupun kuantitas limbah cair yang dihasilkan.

Guna mengetahui karakteristik awal limbah cair *laundry* perlu dilakukan penelitian pendahuluan. Adapun penelitian pendahuluan yang dilaksanakan adalah dengan melakukan pengukuran parameter pada limbah *laundry* berupa COD, fosfat, dan detergen, data yang didapat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair *Laundry*

Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa
Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	460,0	250	SNI-06-6989.15-2004
Phospat (PO_{43-})	mg/L	0,5979	10	SNI-06-6989.31-2005
Detergen (MBAS)	mg/L	3,533	10	SNI-06-6989.51-2005

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar fosfat dan detergen masih di bawah baku mutu yang ditetapkan, sedangkan kadar COD menunjukkan nilai yang melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan di Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013 yaitu sebesar 460,0 mg/L.

3.2 Aklimatisasi Tanaman Eceng Gondok

Aklimatisasi adalah tahapan tumbuhan untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yang baru. Aklimatisasi tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menggunakan tanaman dengan berat 300 gram. Proses aklimatisasi pada eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dilakukan dengan cara merendam eceng gondok di dalam air bersih selama 1-2 hari, bertujuan untuk memastikan tidak terdapat zat kontaminan yang menempel pada akar eceng gondok mengacu pada penelitian (Sitompul *et al.*, 2013).

Setelah dilakukannya aklimatisasi selama 2 hari, kondisi tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) daun mengalami perubahan yang awalnya tertutup menjadi terbuka seperti tanaman pada umumnya, hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman sudah mulai beradaptasi terhadap lingkungan barunya, sebagian besar daun berwarna hijau segar dan tidak ada tanda tanda daun mengalami kering menuju mati.

3.2 Range-Finding Test

Pada pengujian RFT menggunakan tempat/wadah dengan volume 12 liter dan volume air yang masuk di dalam wadah sebesar 10 liter. Pada tahap range-finding test menggunakan tanaman hasil dari proses aklimatisasi. Kondisi tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada proses range-finding test dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan

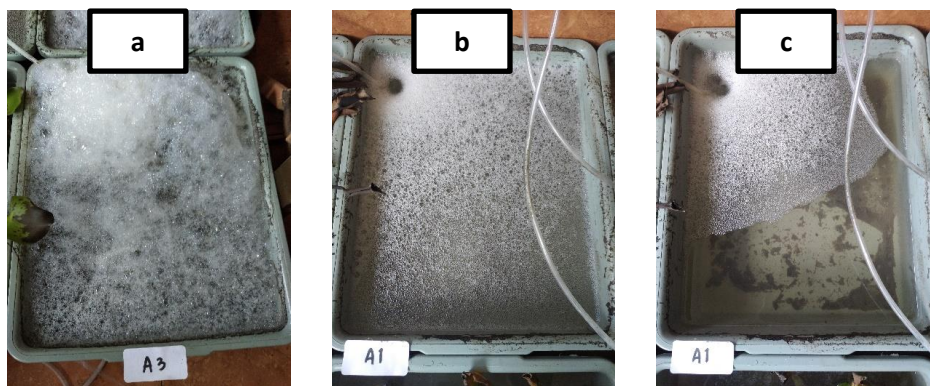
Konsentrasi Limbah (%)	Kondisi Tanaman Eceng Gondok
10	Tidak terdapat batang/daun menguning dan membusuk
20	Tidak terdapat batang/daun menguning dan membusuk
40	Sebagian batang/daun menguning dan tidak terdapat batang/daun membusuk
60	Sebagian batang/daun menguning dan tidak terdapat batang/daun membusuk
80	Keseluruhan batang/daun menguning dan sebagian batang/daun membusuk
100	Keseluruhan batang/daun menguning dan keseluruhan batang/daun membusuk

Dapat diketahui bahwa tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) tidak mengalami kematian pada konsentrasi 60%, sehingga konsentrasi yang digunakan pada perlakuan fitotreatment yaitu konsentrasi 60%.

3.3 PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY*

3.4.1 Aerasi

Proses uji aerasi yang dilakukan menunjukkan bahwa kondisi imbah cair *laundry* mengeluarkan busa yang cukup banyak pada rentang hari ke 1-5. Timbulnya busa disebabkan karena interaksi antara proses aerasi dengan kandungan detergen didalam imbah cair *laundry*. Pembentukan busa dipengaruhi oleh komponen yang terkandung dalam detergen, media, dan tingkat aerasi. Semakin banyak zat aktif yang bertanggung jawab dalam pembentukan busa, semakin besar jumlah busa yang terbentuk. Semakin tinggi tingkat udara atau oksigen yang disuntikkan ke dalam media, semakin besar volume busa yang tercipta. Begitu pula, jika media memiliki tingkat protein, lemak, karbohidrat, dan minyak yang tinggi, maka potensi pembentukan busa juga akan semakin besar (Sutiyasmi, 2014).



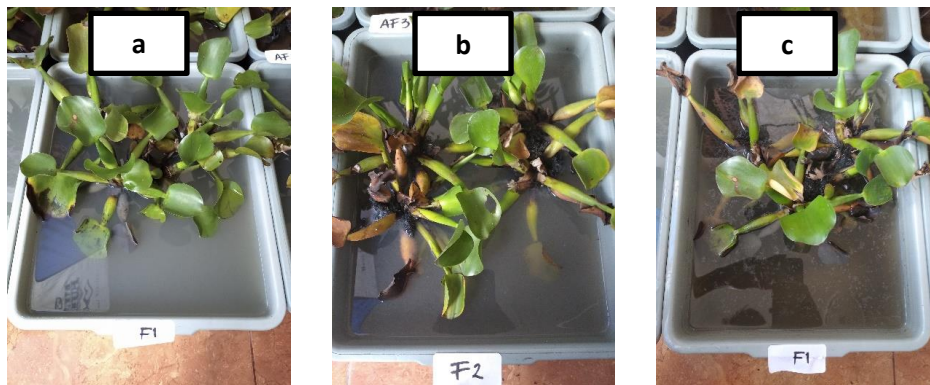
Gambar 2. (a) Hari ke-3, (b) Hari ke-6, dan (c) Hari ke-9

3.4.2 Fitotreatment

Proses uji fitotreatment yang dilakukan menunjukkan bahwa terjadi perubahan warna pada batang dan daun dimulai pada hari ke-4 sampai dengan hari ke-9. Beberapa batang dan daun mulai menguning dan tampak tidak segar. Perubahan warna batang dan daun pada tanaman eceng gondok menunjukkan adanya gejala klorosis yang diduga karena toksisitas zat pencemar dari imbah cair *laundry*. Fitotoksitas polutan pada limbah cair dapat menyebabkan klorosis, layu, nekrosis, serta gangguan fotosintesis dan transpirasi sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat (Maier *et al.*, 2003).

Pada hari ke-7 sampai hari ke-9 proses uji fitotreatment dan uji fitotreatment-aerasi tampak bahwa terjadi pengerutan pada batang dan daun berwarna coklat. Hal ini

disebabkan karena tanaman sudah mencapai batas maksimum untuk menyerap kontaminan. Batas maksimum yang bisa diterima tanaman dalam menyerap kontaminan ini disebut titik jenuh. (Zubair, 2014). Selain perubahan pada tanaman, volume air yang terdapat pada reaktor yang berisi tanaman eceng gondok juga mengalami perubahan yaitu menurun setiap harinya. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut yaitu kondisi lingkungan dan kebutuhan air yang dibutuhkan oleh tanaman eceng gondok. Apabila dalam suatu tempat jumlah tanaman semakin banyak, maka kebutuhan air juga semakin meningkat untuk tanaman tersebut (Anam *et al.*, 2013).

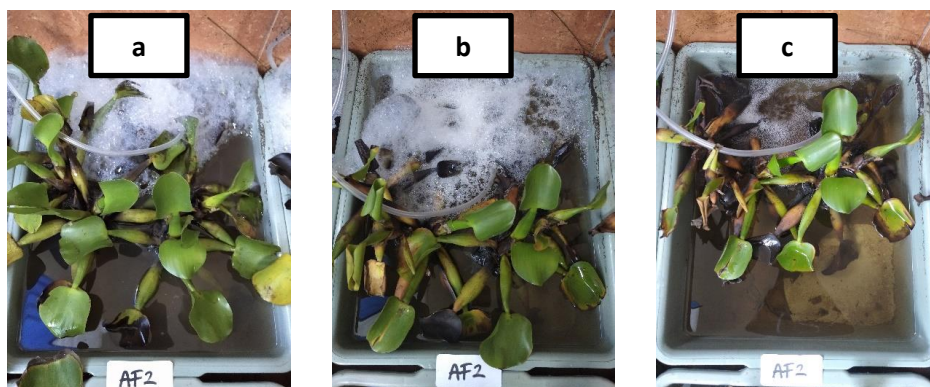


Gambar 3. (a) Hari ke-3, (b) Hari ke-6, dan (c) Hari ke-9

3.4.3 Fito-Aerasi

Proses aerasi juga sangat baik apabila digabungkan bersama dengan proses fitotreatment karena kandungan oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme akar tanaman dapat tercukupi sehingga dapat membantu membantu mengoptimalkan penguraian zat pencemar yang terdapat dalam limbah cair *laundry*. Proses penurunan kadar zat tercemar dalam limbah cair menggunakan tumbuhan air merupakan simbiosis antara tumbuhan dan mikroba. Pada tanaman eceng gondok diidentifikasi 3 (tiga) jenis bakteri yang paling dominan pada akar tumbuhan eceng gondok yaitu *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus flexus*, dan *Bacillus brevis*. Bakteri tersebut merupakan bakteri gram negative, berbentuk batang, dan menghasilkan endospore (Stefhany, 2013). Proses penguraian dilakukan melalui proses oksidasi dan mikroorganisme sehingga terjadi pemecahan zat organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Penguraian terjadi secara biologis, dimana mikroorganisme yang berperan penting adalah bakteri. Senyawa organik dalam limbah cair *laundry* akan digunakan oleh bakteri sebagai makanan kemudian memecahnya menjadi senyawa yang lebih sederhana dan menggunakan energi yang dihasilkan untuk berkembang biak (Said, 2006).

Pada proses fitotreatment-aerasi tanaman yang kontak dengan busa menyebabkan terjadinya pembusukan pada bagian batang dan daun karena busa yang terdapat pada permukaan air akan menghalangi sinar matahari yang membantuk tanaman melakukan proses fotosintesis. Detergen yang terkandung di dalam limbah cair yang dibuang ke lingkungan dapat meningkatkan nilai pH air sehingga organisme dalam air menjadi terganggu. Selain itu, detergen di dalam air dapat menghasilkan busa dan dapat menutupi permukaan air akibatnya sinar matahari tidak dapat masuk dan proses fotosintesis menjadi terhambat sehingga siklus hidup biota air akan terganggu (Lusiana, 2011).



Gambar 4. (a) Hari ke-3, (b) Hari ke-6, dan (c) Hari ke-9

3.4 ANALISIS PARAMETER COD

Hasil penurunan kadar COD limbah cair *laundry* dapat dilihat pada Tabel 3.

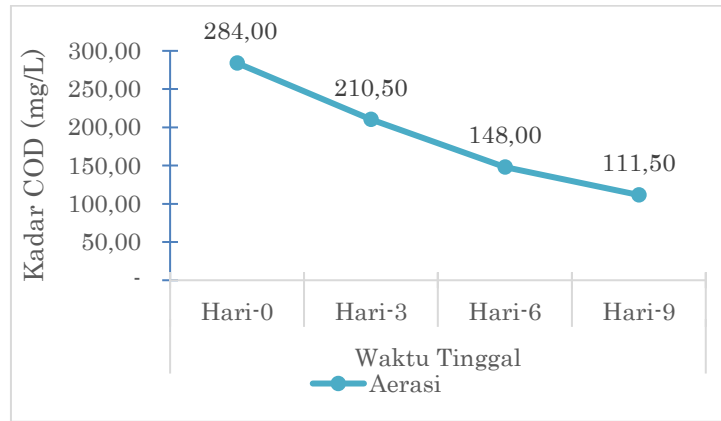
Tabel 3. Penurunan Kadar COD Limbah Cair *Laundry*

No.	SAMPSEL	COD (mg/L)			
		Hari-0	Hari-3	Hari-6	Hari-9
1	Kontrol	284.00	276.00	275.00	272.00
2	Aerasi	284.00	210.50	148.00	111.50
3	Fitotreatment	284.00	231.33	179.67	214.00
4	Fito-Aerasi	284.00	179.67	71.00	58.33

Hasil analisis kadar COD dalam limbah cair *laundry* dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa parameter COD pada masing masing reaktor dengan perlakuan aerasi, fitotreatment dan fitotreatment-aerasi limbah cair *laundry* menunjukkan terjadinya penurunan seiring berjalannya waktu, kecuali jenis pengolahan fitotreatment.

3.5.1 Aerasi

Proses pengolahan Aerasi dari hari ke-0 sampai hari ke-9 mengalami penurunan. Penurunan kadar COD imbah cair *laundry* menggunakan proses aerasi dapat dilihat pada Gambar 5.



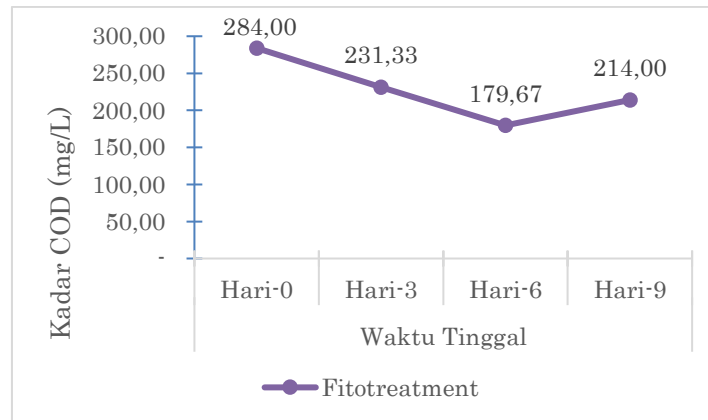
Gambar 5. Grafik Perubahan Kadar COD Imbah cair *laundry* Dengan Proses Aerasi

Pada proses aerasi terjadi penurunan COD yang disebabkan oleh adanya pemasukan oksigen ke dalam air yang membantu dalam menurunkan zat organik dalam imbah cair *laundry*. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa lama waktu aerasi berbanding lurus dengan penurunan kandungan COD imbah cair *laundry*. Ketika terjadi penambahan oksigen pada limbah cair maka akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan mikroorganisme dan penguraian kandungan organik yang terkandung dalam limbah cair. Proses pemberian oksigen melalui aerasi menunjang peningkatan jumlah organisme sehingga mempercepat proses pembuangan bahan-bahan berbahaya dalam limbah cair (Arsawan et al., 2012). Aliran gelembung udara dalam proses suplai oksigen membantu homogenitas sampel saat aerasi dan mempercepat transfer oksigen melalui kontak limbah cair dengan udara sekitar (Pramyani et al., 2020). Dalam penelitian ini, aerator digunakan dengan tingkat suplay oksigen sebesar 2,5 liter/menit.

Proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme mengurangi tingkat oksigen terlarut yang membantu mengurangi bahan organik dalam limbah cair. Semakin tinggi kadar bahan organik dalam limbah cair, semakin banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, sehingga menyebabkan penurunan tingkat oksigen terlarut. Dalam hal ini, aerasi memainkan peran yang penting dalam memenuhi kebutuhan oksigen limbah cair (Hidayah et al., 2018).

3.5.2 Fitotreatment

Proses pengolahan fitotreatment dari hari ke-0 sampai hari ke-6 mengalami penurunan, namun terjadi peningkatan pada hari ke-9. Perubahan kadar COD imbah cair *laundry* menggunakan proses aerasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perubahan Kadar COD Imbah cair *laundry* Dengan Proses Fitotreatment

Penurunan kadar COD berhubungan dengan penurunan kandungan bahan organik dalam limbah cair *laundry*, suplai oksigen oleh tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) ke dalam limbah cair dan penyerapan hasil dekomposisi bahan organik. Proses rhizofiltrasi mengakibatkan penurunan kadar COD dalam proses fitotreatment. Proses ini menggunakan akar tanaman eceng gondok untuk menyerap dan mengumpulkan zat pencemar dari limbah cair *laundry*. Akar memiliki peran penting dalam menyerap zat pencemar yang terdapat dalam limbah cair. Jumlah dan luasan serabut akar berbanding lurus dengan peningkatan penyerapan zat pencemar dalam limbah cair *laundry*. Selain proses rhizofiltrasi, terjadi juga proses fitodegradasi yaitu proses penguraian zat pencemar dalam limbah cair *laundry* melalui metabolisme tumbuhan pada daerah perakaran.

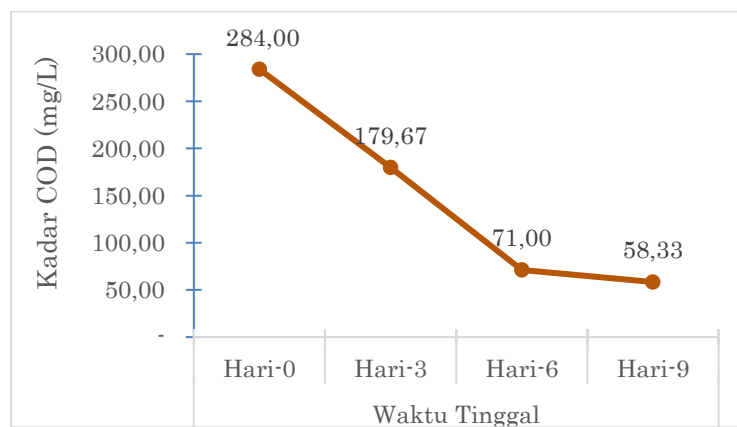
Menurut Suardhana (2009), tanaman air membantu dalam proses penguraian bahan organik di dalam limbah cair dengan menyerap ion-ion yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan melepaskan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk melakukan proses oksidasi. Tanaman dapat membantu mengurangi tingkat pencemaran karena pertumbuhan akar-akarnya. Mikroorganisme yang terdapat pada akar tanaman

menjadi lebih efektif dalam menurunkan tingkat COD (Chemical Oxygen Demand) karena jumlahnya semakin banyak dan mampu beradaptasi dengan lingkungan (Djo et al., 2017).

Pada perlakuan fitotreatment terjadi peningkatan kadar COD pada hari ke 9. Peningkatan nilai COD disebabkan karena tanaman sudah tidak efektif lagi dalam penyerapan kadar COD yang diakibatkan karena banyaknya batang dan daun yang mengalami pembusukan. Peningkatan kadar COD disebabkan oleh tanaman mengalami kematian sehingga kadar COD juga mengalami peningkatan (Simatupang *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian Frenca *et al* (2017), dijelaskan bahwa meningkatnya kadar COD dapat disebabkan oleh banyak tanaman yang mati.

3.5.3 Fito-Aerasi

Proses pengolahan fito-aerasi dari hari ke-0 sampai hari ke-9 mengalami penurunan. Penurunan kadar COD limbah cair *laundry* menggunakan proses fito-aerasi dapat dilihat pada Gambar 7. Pada proses fito-aerasi hari awal terdapat daun dan tanaman yang mengalami pembusukan, namun hal tersebut tidak berpengaruh terhadap penyerapan kontaminan karena penyerapan kontaminan berada pada akar eceng gondok



Gambar 7. Grafik Perubahan Kadar COD Imbah cair *laundry* Dengan Proses Fito-Aerasi

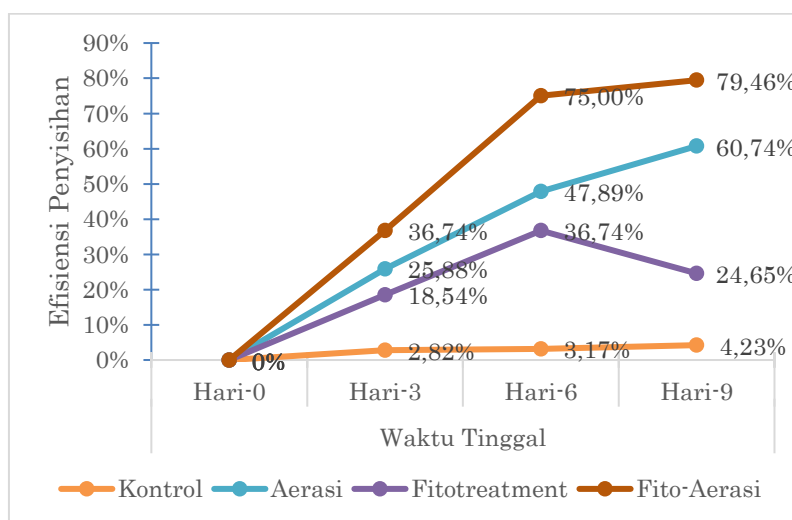
Penurunan COD berhubungan dengan penurunan kandungan bahan organik dalam limbah cair *laundry*. Penambahan aerasi pada perlakuan fitotreatment-aerasi ini dapat membantu untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut di dalam air melalui transfer gas oksigen. Penambahan oksigen dengan pompa aerator membantu kerja mikroba untuk

menurunkan kadar COD pada limbah. Hasil penyisihan zat pencemar yang dilihat dari kadar COD menggunakan reaktor fitotreatment dengan proses aerasi lebih baik dibandingkan tanpa aerasi karena adanya penambahan udara dari aerator yang meningkatkan oksigen terlarut dalam limbah cair. Semakin tinggi konsentrasi bahan organik dalam perairan, semakin besar kebutuhan oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mendegradasi zat organik tersebut dimana proses aerasi dapat meningkatkan suplai oksigen sehingga dapat mencukupi oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme. Inilah salah satu peran penting dari penambahan aerator dalam reaktor sehingga dapat mengoptimalkan penyisihan zat pencemar dalam hal ini dilihat dari kadar COD (Hidayah *et al* (2018) dan Metcalf & Eddy (2003)).

Pada perlakuan fitotreatment-aerasi terjadi penurunan nilai COD yang tidak signifikan pada hari ke 9 dikarenakan pada hari tersebut tanaman eceng gondok banyak yang membusuk. Hal tersebut dikarenakan busa yang menempel pada permukaan tanaman eceng gondok menyebabkan tanaman eceng gondok mati karena tidak bisa melakukan fotosintesis. Busa yang ditimbulkan oleh detergen dapat menutupi permukaan air sehingga menghambat proses fotosintesis (Lusiana, 2011).

3.5.4 Efisiensi Penyisihan Kadar COD

Dari data hasil pengujian sampel di atas, diperoleh efisiensi penyisihan kadar kontaminan yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Efisiensi Penyisihan Kadar COD

Berdasarkan Gambar 8 tersebut diketahui efisiensi penyisihan COD tertinggi pada perlakuan Fitotreatment-Aerasi sebesar 79,46%. Nilai terendah pada proses fitotreatment dengan nilai efisiensi penyisihan sebesar 24,65%. Penurunan kadar COD pada limbah terjadi karena adanya mikroba pada akar tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang membantu menurunkan kandungan pada limbah, selain itu dikarenakan adanya proses aerasi yang menyebabkan suplai oksigen didalam limbah cair menjadi cukup tinggi sehingga membuat mikroorganisme yang terdapat di limbah cair dapat berkembang biak cukup pesat yang mengakibatkan pendegradasian zat organik lebih cepat. Aerasi juga membantu suplai oksigen pada tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang mengakibatkan fotosintesis tanaman berjalan lebih baik. Menurut Thomas (1988), proses penurunan kadar zat pencemar dalam limbah cair menggunakan tumbuhan air merupakan kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berasosiasi.

3.5 Analisis Data Statistik

Pada pengujian normalitas, data hasil pengujian terdistribusi normal, hal ini ditunjukkan pada kolom Shapiro-Wilk nilai signifikansi pada variabel bebas yaitu waktu dan jenis pengolahan memiliki nilai $> 0,05$. Uji t dalam regresi linier berganda dilakukan untuk memvalidasi apakah parameter yang diestimasi dapat membuat model regresi yang efektif dalam menjelaskan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Terdapat dua parameter yang diestimasi dalam regresi linier berganda, yaitu intersep dan slope. Hasil dari uji t menunjukkan bahwa variabel waktu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat COD karena memiliki nilai probabilitas t hitung sebesar 0,003 dan 0,009 (kurang dari 0,05). Nilai Adj. R Square menunjukkan bahwa 58% penurunan COD dapat diterangkan oleh variabel waktu dan perlakuan, sisanya 42% dipengaruhi oleh faktor lain.

4. KESIMPULAN

Karakteristik awal limbah cair *laundry* untuk parameter COD sebesar 460 mg/L yang menyebabkan tidak memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Gubernur Jawa Timur pada Peraturan Gubernur Jatim No. 72 tahun 2013. Efektivitas penyisihan kadar COD menggunakan reaktor aerasi sebesar 60,74%, reaktor fitotreatment sebesar 24,65% dan reaktor fito-aerasi sebesar 79,46%. Efisiensi penyisihan paling besar terjadi pada jenis pengolahan fito-aerasi. Efisiensi penyisihan paling besar terjadi di reaktor fito-aerasi. Hal ini karena proses aerasi dapat meningkatkan kandungan *dissolved oxygen* di

limbah *laundry* lebih besar. Kandungan *dissolved oxygen* ini digunakan oleh mikroorganismenya yang ada di akar tanaman eceng gondok untuk membantu proses degradasi polutan organik di limbah cair *laundry*. Nilai signifikansi pada uji t sebesar 0,003 (waktu terhadap kadar COD) dan 0,009 (jenis pengolahan terhadap kadar COD). Kedua nilai tersebut < 0,05 yang menjelaskan bahwa H₀ ditolak, H₁ diterima. Artinya jenis pengolahan dan waktu tinggal berpengaruh signifikan terhadap kadar COD.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M. M., Kurniati, E., & Suharto, B. (2013). Penurunan kandungan logam pb dan cr leachate melalui fitoremediasi bambu air (*equisetum hyemale*) dan zeolit reduction of pb and cr metals contents of leachate by means of phytoremediation of bambu air (*equisetum hyemale*) and zeolite. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 1(2), 43–59.
- Arsawan, M., Budiarsa Suyasa, I., & Suarna, W. (2012). Pemanfaatan Metode Aerasi Dalam Pengolahan Limbah Berminyak. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*, 2(2), 1–9.
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E., & Sulihingtyas, W. D. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 5(2), 137–144.
- Frenca, A., Diara, I. W., & Wiyanti. (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.
- Hidayah, E. N., Djalalembah, A., Asmar, G. A., & Cahyonugroho, O. H. (2018). Pengaruh Aerasi Dalam Constructed Wetland Pada Pengolahan Limbah cair Domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2), 155.
- Lusiana, U. (2011). Wastewater Treatment Efficiency Using Up Flow Anaerobic Filter and Activated Sludge Acclimatization. *Biopropal Industri*, 2(1), 13–19.
- Maier, E. A., Matthews, R. D., McDowell, J. A., Walden, R. R., & Ahner, B. A. (2003). Environmental Cadmium Levels Increase Phytochelatin and Glutathione in Lettuce Grown in a Chelator-Buffered Nutrient Solution. *Journal of Environment Quality*, 32(4), 1356.

- Metcalf & Eddy 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. MC. Graw- Hill. New York. America
- Pramyani, I. A. P. C., Marwati, N. M., & Yulianti, A. E. (2020). Efektivitas Metode Aerasi Dalam Menurunkan Kadar Biochemical Oxygen demand (BOD) Limbah cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 88–99.
- Pungut, P., Al Kholif, M., & Pratiwi, W. D. I. (2021). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 155–165.
- Puspitahati, C. (2012). *Studi Kinerja Biosand Filter Dalam Mengolah Limbah Laundry Dengan Parameter Fosfat Study*. 148, 148–162.
- Rahmah, H. (2014). Fitoremediasi Limbah Cair Mocaf Dengan Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes* (Mart.) Solms). Skripsi. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.
- Said, N. I. (2006). Penghilangan Deterjen Dan Senyawa Organik Dalam Air Baku Air Minum Dengan Proses Biofilter Ungun Tetap Tercelup. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(1), 97–108.
- Simatupang, I., Fatolah, S., & Iriani, D. (2015). Pemanfaatan Kiambang (*Salvinia molesta* D. Mitch) Untuk Fitoremediasi Limbah Organik Pulp Dan Karats. *JOM FMIPA*, 2, 130–143.
- Sitompul, D. F., Sutisna, M., & Pharmawati, K. (2013). Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk dengan Proses Fitoremediasi menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 1(2), 1–10.
- Stefhany, cut ananda. dkk. (2013). Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Limbah Cair Industri kecil Pencucian Pakaian (Laundry). *Reka Lingkungan Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 1(1), 1–11.
- Suardana, I. (2009). Solm Sebagai Teknik Alternatif Dalam Pengolahan Biologis Limbah cair Asal Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Pesanggaran Denpasar. *Berita Biologi*, 9(September), 759–766.
- Sutiyasmi, S. (2014). Penelitian Penggunaan Anti Buih Terhadap Deterjen (Degreasing Agent) Dan Pengolahan Limbah cair Industri Penyamakan Kulit. *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, Dan Plastik*, 169–186.

Thomas, P.R. (1988). *Macrophytes for Stabilization Pond upgreading trinidad and tobago*
Developing World Water. Hongkong: Grosvenor Press International.

Zubair, A. (2014). *Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) Menggunakan Kombinasi*
Eceng Gondok (Eichornia crassipes) Dan Kayu Apu (Pistia stratiotes) Dengan
Aliran Batch.