

Penurunan Kadar TSS, COD, BOD Dan Fosfat Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Kecil Laundry Menggunakan Kombinasi Teknologi Aerasi Dan Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)

*Reduction of TSS, COD, BOD and Phosphate Levels in Small Laundry Industrial Liquid Waste Treatment Using a Combination of Aeration Technology and Phytoremediation of Water Hyacinth Plants (*Eichhornia Crassipes*)*

Bagas Tri Pamungkas¹, Fairuz Salma Afifah², Nur Ilman Ilyas³, Dhonny Suwazan⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pelita Bangsa

¹bagastripamungkas12@gmail.com*, ²fairuzsalma@pelitabangsa.ac.id, ³ilyasnurilman@gmail.com,

⁴dhonny.suwazan@pelitabangsa.ac.id

Abstract

The research began with plant acclimatization, continued with RFT testing, and core research, as well as laboratory testing of wastewater quality before and after the process. Then an analysis was carried out based on the results of laboratory tests. This research uses pump circulation for two reactors, namely aeration reactor and phytoremediation reactor and the detention time of wastewater in the reactor is 7 days. From the results of the study, it was found that the combination of aeration and phytoremediation technology showed a TSS parameter removal efficiency level of 79.56% or a decrease of 18.3mg/L, a COD parameter of 67.87% or a decrease of 169mg/L and a decrease in BOD parameter of 51mg/L with an effectiveness of 68%. Meanwhile, the Phosphate (PO₄) parameter decreased by 0.08 mg/L or the removal effectiveness level was 66.67%.

Keywords: Laundry, Aeration, Phytoremediation, TSS, COD, BOD, Phosphat

Abstrak

Penelitian diawali dengan aklimatisasi tumbuhan, dilanjutkan pengujian RFT, dan penelitian inti, serta pengujian laboratorium kualitas air limbah sebelum dan sesudah proses. Kemudian dilakukan analisa berdasarkan hasil uji laboratorium. Penelitian ini menggunakan sirkulasi pompa untuk dua buah reaktor, yaitu reaktor aerasi dan reaktor fitoremediasi serta waktu detensi air limbah dalam reaktor selama 7 hari. Dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa kombinasi teknologi aerasi dan fitoremediasi menunjukkan tingkat efisiensi removal parameter TSS sebesar 79,56% atau turun sebesar 18,3mg/L, parameter COD sebesar 67,87% atau turun 169mg/L dan parameter BOD turun sebesar 51mg/L dengan efektivitas 68%. Sedangkan untuk parameter Fosfat (PO₄) turun 0,08mg/L atau tingkat efektivitas removal sebesar 66,67%.

Kata kunci: Laundry, Aerasi, Fitoremediasi, TSS, COD, BOD, Fosfat

Pendahuluan

Banyaknya usaha jasa pencucian pakaian disebabkan oleh meningkatnya aktivitas kerja manusia dalam rangka meningkatkan taraf hidup sehingga membuat pekerja kekurangan waktu untuk pekerjaan rumah tangga, salah satunya adalah mencuci pakaian[1]. Hampir semua jasa usaha binatu atau laundry berskala rumah tangga tidak memiliki Unit ataupun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)[2]. Air limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan atau *drainase*, yang selanjutnya akan mengalir ke badan air yang lebih besar (sungai)[3]. Apabila limbah laundry ini dibuang langsung ke perairan maka akan menimbulkan dampak negatif terhadap perairan itu sendiri, seperti eutrofikasi, kadar oksigen berkurang drastis dan menyebabkan biota air mengalami degradasi serta dapat membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi atau dipakai secara langsung. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pengolahan air limbah laundry sebelum dialirkan ke badan air[4][5].

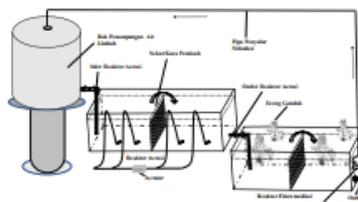
Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan cara pengurangan sumber (*source reduction*), penggunaan kembali (*reuse*), pemanfaatan (*recycling*), dan pengolahan (*treatment*)[6]. Salah satu pengolahan limbah dengan *treatment* adalah dengan penambahan oksigen kedalam air limbah (*aerasi*) untuk mensuplai kebutuhan oksigen mikroorganisme aerob pendegradasi air limbah. Selain *aerasi*, alternatif teknologi lain yang ramah lingkungan dan ekonomis dalam pengolahan air limbah adalah fitoremediasi[7]. Fitoremediasi adalah proses dekontaminasi limbah dan pencemaran menggunakan tanaman[8]. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tumbuhan ini memiliki kemampuan untuk mengolah limbah, baik itu berupa logam berat, zat organik maupun anorganik. Namun permasalahan yang ada adalah pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi membutuhkan waktu berhari-hari bahkan dapat sampai berminggu-minggu[9].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan inovasi teknologi pengolahan air limbah yang mudah dan efisien dalam pengaplikasiannya di lapangan serta dapat memangkas waktu pengolahan air limbah menggunakan fitoremediasi. Berdasarkan hal tersebut judul penelitian ini berupa “Penurunan Kadar TSS, COD, BOD dan Fosfat Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Kecil Laundry Menggunakan Kombinasi Teknologi Aerasi Dan Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)”.

Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dimana pengumpulan data dengan instrumen penelitian, analisa dan bersifat statistik dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan[10]. Metode penelitian kuantitatif dilakukan dengan melakukan pendekatan eksperimen, berupa pembuatan alat penelitian pengolahan air limbah dan dilanjutkan serangkaian pengujian serta dilakukan analisis sampel hasil uji air limbah di laboratorium untuk mengetahui kemampuan pengolahan limbah cair laundry menggunakan kombinasi teknologi aerasi dan fitoremediasi tanaman eceng gondok (*eichhornia crassipes*) dalam penyisihan kadar TSS, COD, BOD dan Fosfat[11]–[16].

Kerangka Penelitian dalam pengolahan air limbah laundry menggunakan kombinasi teknologi aerasi dan fitoremediasi, diawali dengan melakukan uji pendahuluan berupa aklimatisasi dan *Range Finding Test (RFT)*, dan selanjutnya dilakukan uji kualitas air limbah sebelum masuk ke proses pengolahan dan dilanjutkan dengan penelitian inti menggunakan kombinasi teknologi aerasi dan fitoremediasi tanaman eceng gondok pada 2 reaktor yang disirkulasikan menggunakan pompa dan dilakukan pengujian kualitas air hasil pengolahan di hari ke 3 dan 7 dengan 2kali pengulangan sampel.



Gambar 1. Reaktor Penelitian

Hal yang pertama yang dilakukan adalah aklimatisasi. Aklimatisasi dilakukan agar tumbuhan yang akan digunakan dalam proses pengolahan dapat menyesuaikan dengan kondisi perairan air limbah yang akan diolah nantinya. Eceng Gondok yang digunakan dalam proses fitoremediasi adalah tumbuhan yang memiliki ukuran tinggi 24,6 - 27cm diukur dari akar dan memiliki lebar daun 8-9 cm, yang berada pada fase itu tumbuhan berada di fase vegetative dimana pada fase tersebut tumbuhan mengalami penyerapan dan pertumbuhan maksimal sehingga kedepannya penyerapan kadar kontaminan berlangsung maksimal[17]. Aklimatisasi berlangsung selama 7 hari berturut-turut dengan kondisi air kolam aklimatisasi dicampur dengan 30% air limbah laundry dan 70% air tanah. Pada tahap selanjutnya adalah RFT yang dilakukan dengan variasi konsentrasi air limbah untuk mengetahui batas kritis konsentrasi air limbah yang dapat diterima dengan kemampuan hidup tumbuhan. Variasi konsentrasi pada limbah laundry dapat diperoleh melalui cara pengenceran terhadap limbah tersebut dengan konsentrasi air limbah laundry 10%, 20%, 40%, 60% dan 80% dicampurkan dengan air tanah yang kemudian diujikan pada tumbuhan yang berada di bak RFT dengan kapasitas 5 liter dan diberi perlakuan aerasi[18]. Perlakuan aerasi pada tahap ini bertujuan untuk menyesuaikan pada kondisi air limbah yang akan diolah pada penelitian inti. Alasan lain adalah dikarenakan pengolahan air

limbah laundry ini menggunakan bakteri aerobik sehingga aerasi dapat mensuplai kebutuhan udara pada mikrobakteri pendegradasi air limbah. Pengujian pada tahap ini berlangsung selama 7 hari dan dilakukan pemantauan terhadap morfologi tumbuhan. Hasil konsentrasi pengenceran tertinggi yang dapat diterima oleh tumbuhan pada tahap ini akan digunakan pada penelitian inti. Tahap selanjutnya adalah penelitian inti, hal pertama yang dilakukan adalah Pengujian karakteristik air limbah laundry untuk mengetahui kandungan zat pencemar yang terdapat dalam air limbah sebelum masuk ke proses pengolahan. Parameter yang diujikan dalam penelitian ini utamanya adalah TSS, COD, BOD dan Fosfat. Selain itu hasil pengujian air limbah laundry sebelum masuk ke pengolahan ini digunakan untuk mengetahui keberhasilan pengolahan dalam menurunkan kadar pencemar.

Dilanjutkan dengan penelitian pada reaktor Aero-fito reaktor. Hal yang perlu disiapkan limbah laundry dengan konsentrasi yang didapatkan dari tahap Range Finding Test (RFT) dan tumbuhan dari tahap aklimatisasi. Air limbah tersebut diisikan memenuhi kapasitas volume reaktor aero-fito reaktor dan tangki penampungan air limbah dengan total kebutuhan air untuk pengolahan sebesar 130 liter. Setelah air dalam reaktor dan tangki terisi, air disirkulasikan selama 1 jam menggunakan pompa untuk menyempurnakan pengenceran konsentrasi air limbah. Setelah air tercampur dengan baik, dilakukan pengambilan air limbah di outlet reaktor fitoremediasi untuk dijadikan sampel hari ke 0. Kemudian air limbah diberikan perlakuan aerasi pada reaktor aerasi dan ditambahkan tanaman eceng gondok pada reaktor fitoremediasi. Penelitian berlangsung selama 7 hari dan pengambilan sampel air limbah dilakukan di hari ke 3 dan 7 dengan 2kali pengulangan pada reaktor aerasi dan reaktor fitoremediasi pada satu waktu yang sama. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pada SNI 6989.59 : 2008 tentang metode pengambilan contoh air limbah dengan menggunakan grab sampling yaitu pengambilan sampling satu titik dan dilakukan dalam satu waktu secara bersama pada output reaktor aerasi dan output reaktor fitoremediasi. Air sampel yang sudah diambil langsung dibawa ke laboratorium uji untuk segera dilakukan pengujian.

Analisis data dan pembahasan dilakukan terhadap data hasil penelitian dan hasil data pengujian laboratorium air limbah. Pada tahap ini diperlukan teori-teori ataupun data pendukung dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Metode pengujian air limbah di laboratorium setiap parameter berbeda, untuk pengujian TSS menggunakan SNI 6989.3:2019, COD menggunakan SNI 6989.2-2019, BOD menggunakan SNI 6989.72.2009 dan Fosfat (PO₄) menggunakan SNI 06-6989.31-2005. Analisis efektivitas pengolahan air limbah laundry dilakukan dengan melakukan perbandingan kualitas air hasil pengolahan dengan kualitas air limbah sebelum masuk ke pengolahan. Perhitungan efektifitas tersebut menggunakan rumus [19]:

$$\text{Efektivitas} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

C_0 : Konsentrasi air limbah sebelum pengolahan

C_1 : Konsentrasi air limbah sesudah pengolahan

Hasil dan Pembahasan

Aklimatisasi Tumbuhan

Pada hari 0 proses aklimatisasi tumbuhan terlihat segar dan hijau. Sedangkan pada hari ke 7 proses aklimatisasi terlihat tumbuhan mengalami perkembangan berupa muncul tunas, daun dan perakaran baru. Namun terlihat warna daun tumbuhan tidak sesegar pada hari 0, hal tersebut dikarenakan perbedaan volume air di kolam aklimatisasi yang hanya 250 liter dengan volume air di danau yang lebih luas sebagai media tumbuh tanaman di alam. Faktor lain yang mempengaruhi adalah adanya kandungan air limbah laundry pada air di kolam aklimatisasi sehingga warna daun tidak sehidup dan sesegar pada hari 0 aklimatisasi. Berdasarkan hal tersebut diperoleh hasil bahwa tumbuhan dalam kolam aklimatisasi dapat bertahan hidup dan menyesuaikan kondisi lingkungan yang tercemar oleh limbah cair laundry.

Range Finding Test (RFT)

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan selama 7 hari, diperoleh data bahwa tanaman eceng gondok dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan perairan RFT dengan konsentrasi pengenceran air limbah laundry maksimal sebesar 40%. Sedangkan pada perairan bak RFT dengan konsentrasi 60% dan 80% batang dan daun tumbuhan eceng gondok menguning dan layu serta dinyatakan pertumbuhan tumbuhan tidak sehat

yang ditandai munculnya daun muda/tunas dengan warna coklat di ujung daun dan berahir layu. Hal tersebut dimungkinkan karena pada hari 0 proses RFT, air dalam bak RFT masih mengandung banyak konsentrasi detergen/limbah laundry sehingga ketika air detergen diberikan perlakuan aerasi akan timbul buih. Buih yang berlebih tersebut menyelimuti beberapa batang dan daun eceng gondok yang menyebabkan batang dan daun menguning dan berakhir layu serta mati. Buih yang diakibatkan dari air sabun dapat menyebabkan rasa panas di kulit karena mengandung senyawa Linear Alkaly bensene Sulfonate (LAS) dan surfaktan[19]. Berdasarkan hal tersebut diduga ketika buih sabun terkena batang dan daun eceng gondok akan merusak jaringan tumbuhan dan menyebabkan pertumbuhan tidak sehat karena sifat senyawa LAS yang panas tersebut.

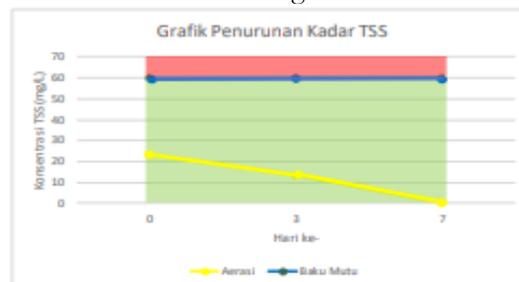
Uji Karakteristik Air Limbah

Air limbah yang diujikan adalah air limbah yang akan digunakan dalam proses penelitian inti yaitu air limbah dengan konsentrasi pengenceran 40% sesuai dengan hasil uji RFT di awal. Hasil uji karakteristik air limbah laundry dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Air Limbah

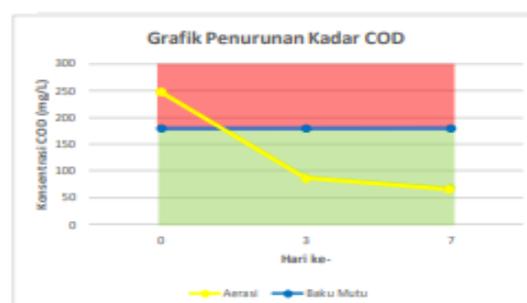
No.	Parameter	Hasil Uji (mg/L)	Baku Mutu*
1.	(TSS)	23,0	60
2.	COD	249	180
3.	BOD	75	75
4.	Fosfat (PO ₄)	0,13	2

Efektivitas dan Penurunan Kadar Pencemar dalam Pengolahan



Gambar 2. Grafik Penurunan Kadar TSS

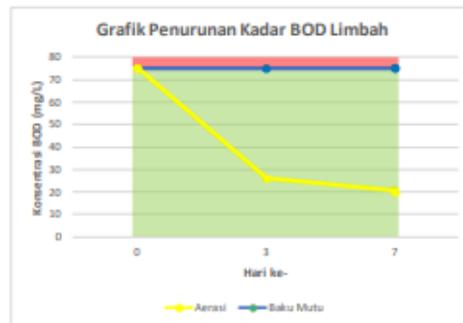
Berdasarkan data di atas area grafik dengan warna merah menunjukkan area nilai yang melebihi baku mutu dan warna hijau menunjukkan area nilai yang masih masuk baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Dalam grafik di atas dapat terlihat penurunan yang sangat signifikan untuk kadar TSS air limbah. Pada hari 0 kadar TSS sebesar 23mg/L turun menjadi 13,6mg/L di hari ke 3 dan pada hari ke 7 menurun menjadi 3,9mg/L dengan hasil masih memenuhi baku mutu. Presentase removal TSS pada reaktor aerasi ini dari hari 0 sampai hari ke 7 adalah sebesar 83,04%. Pengamatan yang telah dilakukan ketika proses pengolahan berlangsung adalah pada hari ke-3 pengolahan sudah terlihat endapan kotoran di dasar reaktor aerasi dan jumlah endapan semakin banyak di hari ke 7. Hal tersebut menunjukkan zat tersuspensi sudah diuraikan dan diendapkan oleh mikroorganisme aerobik di reaktor aerasi



Gambar 3. Grafik Penurunan Kadar COD

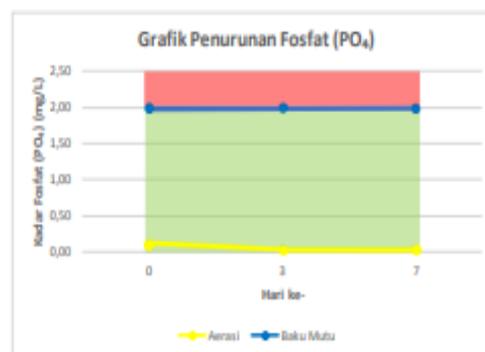
Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui konsentrasi COD dari hari 0 perlakuan aerasi adalah sebesar 249mg/L dan turun sebesar 161mg/L menjadi 88mg/L pada hari ke 3 dan di akhir pengujian turun sebanyak

20mg/L menjadi 68mg/L pada hari ke 7. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan aerasi dapat menurunkan Kadar COD pada air limbah laundry dari hari 0 sampai hari ke 7 dengan tingkat removal sebesar 72,69%. Hasil tersebut masih memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah sehingga air olahan sudah aman untuk dialirkan ke badan air.



Gambar 4. Grafik Penurunan Kadar BOD

Berdasarkan data di atas dapat kita ketahui bahwa dari hari ke 0 air limbah dalam proses pengolahan, kadar BOD air limbah masih memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Pengolahan tetap dilanjutkan guna mengetahui kemampuan proses aerasi dalam menurunkan kadar BOD dalam air limbah laundry. Dari hasil pengujian laboratorium untuk air limbah pada hari ke 0 menunjukkan hasil sebesar 75mg/L dan mengalami penurunan sebesar 49mg/L menjadi 26mg/L pada hari ke 3. Sedangkan pada hari ke 7 kadar BOD turun menjadi 21mg/L dan nilai removal sebesar 72%. Pramyani, (2020) yang menyatakan bahwa lama waktu aerasi berbanding lurus dengan penurunan kandungan BOD air limbah laundry. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Kandungan BOD dalam air yang semakin rendah menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen mikroorganisme dalam mendegradasi air limbah semakin rendah pula, artinya konsumsi oksigen mikroorganisme sedikit dan kandungan oksigen dalam air yang lain dapat bermanfaat bagi makhluk hidup atau ekosistem air lainnya.



Gambar 5. Grafik Penurunan Kadar Fosfat (PO₄)

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa pengolahan dengan proses aerasi dapat menurunkan kadar Fosfat (PO₄) pada air limbah laundry. Pada hari ke 0 pengolahan kadar Fosfat (PO₄) adalah sebesar 0.12mg/L dan sedangkan pada hari ke 3 sudah menurun menjadi <0.05mg/L dan pada hari ke 7 pengujian, kadar Fosfat (PO₄) masih tetap <0.05mg/L. Hasil tersebut masih memenuhi baku mutu lingkungan untuk dialirkan ke badan air. Nilai removal kandungan Fosfat (PO₄) pada proses pengolahan menggunakan aerasi pada air limbah laundry ini adalah sebesar 66.6%.

Penurunan Kadar Pencemar pada Reaktor Aerasi dan Fitoremediasi (Aero-fito reaktor)

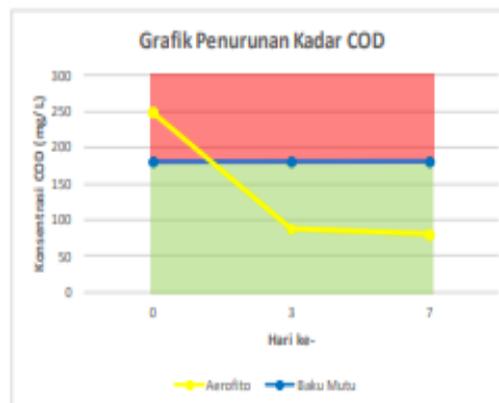
Berikut merupakan hasil uji laboratorium untuk air limbah pada output reaktor pengolahan kombinasi aerasi dan fitoremediasi untuk penurunan parameter TSS yang tersaji dalam grafik gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Grafik Penurunan Kadar TSS

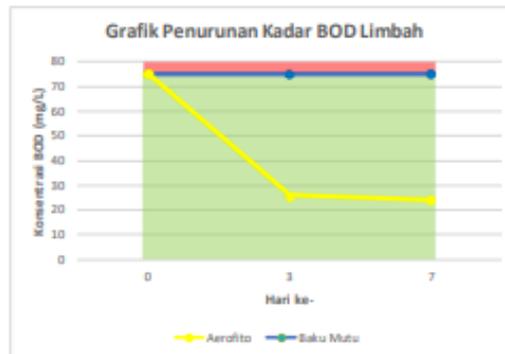
Grafik di atas menunjukkan terjadinya penurunan kadar TSS sebesar 2,8mg/L pada hari ke 3 dimana hari ke 0 kadar TSS sebesar 23,0mg/L turun menjadi 20,2 mg/L pada hari ke 3. Sedangkan penurunan yang signifikan terjadi pada hari ke 7 dimana hasil pengujian laboratorium menunjukkan angka 4,7mg/L. Hasil tersebut masih memenuhi baku mutu yang telah ditentukan oleh pemerintah. Nilai removal TSS pada air limbah setelah melalui proses fitoremediasi menggunakan eceng gondok selama 7 hari sebesar 79,56%

Penurunan TSS ini dipengaruhi oleh aktifitas mikroorganisme dan reaksi yang terjadi pada tumbuhan, khususnya di bagian akar tumbuhan eceng gondok. Hal itu juga sesuai dengan yang diungkapkan oleh Rahadian (2017) bahwa Semakin panjang akar dan semakin banyak jumlah tanaman maka nilai COD dan TSS yang disisihkan pada limbah laundry akan semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan tumbuhan eceng gondok yang digunakan dalam penelitian. Penyisihan TSS pada tanaman dibantu oleh bakteri rhizosfer yang ada di bagian akar. Rahadian (2017) menyebutkan bahwa pengurangan nilai TSS disebabkan karena partikel dengan massa cukup berat yang terdapat dalam limbah akan mengendap pada bagian reaktor, sedangkan yang cukup ringan dan melayang akan menempel pada bagian akar. Padatan tersuspensi yang berupa bahan organik tersebut digunakan oleh tumbuhan sebagai unsur hara yang menunjang pertumbuhan eceng gondok



Gambar 7 Grafik Penurunan Kadar COD

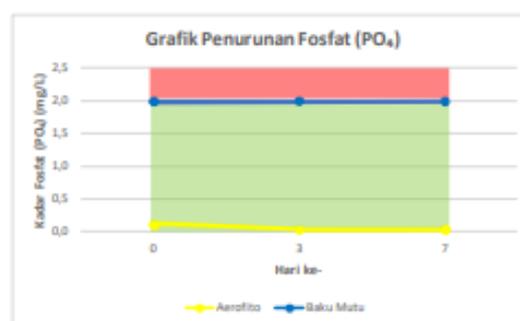
Terlihat grafik di atas bahwa waktu detensi air limbah di dalam reaktor fitoremediasi berbanding lurus dengan jumlah removal parameter COD. Pada dari 0 kandungan COD sebesar 249mg/L dan menurun pada hari ke 3 menjadi 87mg/L dan pada hari akhir pengujian menjadi 80mg/L pada hari ke 7. Raissa (2017) mengatakan bahwa proses degradasi limbah di akar tumbuhan akan mulai efektif ketika mikroorganisme di dalam zona akar sudah mulai tumbuh dalam jumlah yang banyak. Hal tersebut benar terjadi pada tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini dimana pada hari ke 3 sampai hari ke 7 terlihat perakaran baru pada tanaman eceng gondok. Selain itu Raissa (2017) dalam penelitiannya menyebutkan kenaikan removal pada reaktor uji terjadi karena penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada akar tumbuhan kemudian dimanfaatkan tumbuhan untuk fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses perubahan bahan-bahan anorganik seperti CO₂ dan H₂O oleh klorofil diubah menjadi karbohidrat atas bantuan sinar matahari. Penurunan ini juga dikarenakan suplai oksigen terlarut cukup banyak terutama dari hasil fotosintesis tanaman sehingga menyebabkan dekomposisi bahan organik menjadi lebih efektif.



Gambar 8 Grafik Penurunan Kadar COD

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa penurunan kadar BOD air limbah dalam proses pengolahan terjadi di hari ke 3 secara signifikan. Hari ke 0 kandungan BOD air limbah sebesar 75mg/L menurun sebesar 49mg/L menjadi 26mg/L pada hari ke 3. Sedangkan di hari ke 7 turun menjadi 24mg/L. Nilai removal kandungan BOD air limbah sampai hari ke 7 sebesar 68%. Penurunan tersebut disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme dan proses pada tumbuhan eceng gondok. Hal tersebut juga dijelaskan oleh Raissa (2017) dalam penelitiannya bahwa proses penurunan pencemar dalam limbah menggunakan tumbuhan merupakan kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berada pada tumbuhan tersebut. Padatan tak larut baik organik maupun anorganik yang terkandung dalam air limbah laundry digunakan menjadi sumber nutrisi bagi mikroba yang selanjutnya diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selain itu padatan tak larut dalam air juga diserap oleh tumbuhan sebagai unsur hara yang menunjang proses fotosintesis tumbuhan.

Semakin tinggi proses fotosintesis pada tumbuhan akan meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air yang digunakan mikroorganisme untuk mendegradasi kontaminan dalam air limbah. Berdasarkan hal tersebut penurunan nilai BOD dalam fitoremediasi tanaman eceng gondok ini cukup signifikan. Sejalan dengan yang diungkapkan Rukmi (2013) bahwa Terjadinya penurunan nilai BOD terkait dengan sifat eceng gondok yang sangat efektif menurunkan nilai BOD. Terjadinya penurunan yang sangat nyata ini dikarenakan eceng gondok memiliki kemampuan ganda yakni menyerap berbagai bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme dan juga membebaskan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi mikroorganisme pengurai.



Gambar 9 Grafik Penurunan Kadar COD

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa penurunan kadar fosfat (PO_4) dalam proses pengolahan air limbah sudah cukup signifikan pada hari ke 3 dan terus stabil sampai hari pengujian terakhir atau hari ke 7. Di awal penelitian atau hari ke 0 kadar fosfat (PO_4) dalam air limbah sebesar 0,12mg/L dan pada hari ke 3 turun menjadi <0,05 mg/L. Nilai removal kadar fosfat dalam fitoremediasi tanaman eceng gondok ini berkisar 66,6%. Kadar fosfat dalam air limbah digunakan oleh tanaman eceng gondok sebagai nutrient yang menunjang pertumbuhan eceng gondok itu sendiri. Terlihat selama proses pengolahan muncul tunas baru dan daun yang mengembang diikuti pertumbuhan perakaran baru. Hal tersebut juga terjadi penelitian yang telah dilakukan oleh Raissa (2017) yang menyebutkan bahwa banyaknya tunas-tunas baru yang muncul pada masing-masing reaktor, membuat kandungan fosfat dapat berkurang. Penyerapan fosfat melalui akar

kemudian ke bagian-bagian tumbuhan dan terakumulasikan lagi hingga mengalami peningkatan removal pada kandungan fosfat

Tabel 2. Hasil Perhitungan Efektifitas Penurunan Kadar Kontaminan dalam Pengolahan Air Limbah Laundry Menggunakan kombinasi Teknologi Aerasi dan Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok

Parameter	Efektivitas Pengolahan Menggunakan Fitoremediasi (%)
TSS	79,57
COD	67,87
BOD	68,00
Fosfat (PO ₄)	66,67

Apabila melihat data pada hasil pengujian di reaktor aerasi dan dibandingkan dengan hasil pengujian di reaktor kombinasi aerasi dan fitoremediasi untuk efektivitas removal parameter TSS, COD dan BOD pada reaktor aerasi lebih besar dibandingkan pada reaktor fitoremediasi. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh aktifitas mikroorganisme dalam perakaran eceng gondok. Proses aerasi berlangsung 24jam non-stop yang artinya proses berkontakannya udara dengan air limbah dan mikroorganisme dalam reaktor berlangsung secara maksimal. Beda halnya dengan proses fitoremediasi, udara yang dihasilkan dari proses fotosintesis untuk mikroorganisme perakaran hanya berlangsung secara maksimal pada kondisi terang atau siang hari, sedangkan pada malam hari tidak berlangsung secara maksimal. Sampel air limbah untuk perlakuan aerasi diambil pada outlet reaktor aerasi yang masuk ke reaktor fitoremediasi, sedangkan pengambilan sample untuk air limbah dengan perlakuan kombinasi teknologi aerasi dan fitoremediasi diambil di outlet reaktor fitoremediasi.

Selain itu unsur padatan tersuspensi dalam air limbah menjadi unsur hara dan diserap oleh tumbuhan semakin lama akan semakin berkurang karena jumlah yang hanya sebatas kapasitas reaktor dan sudah diserap oleh tumbuhan pada hari sebelumnya. Hal tersebut menyebabkan ketersediaan unsur hara bagi tumbuhan semakin lama akan semakin berkurang sehingga pertumbuhan dan proses pada tumbuhan menjadi tidak maksimal yang menyebabkan oksigen yang dihasilkan oleh tumbuhan juga berkurang. Hal tersebut diduga yang menyebabkan nilai BOD dan COD mengalami kenaikan setelah melewati reaktor fitoremediasi dibandingkan hasil di reaktor aerasi. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Umayu (2013) menyebutkan hasil yang serupa bahwa kandungan BOD dan COD dapat diturunkan pada unit aerasi namun justru mengalami kenaikan pada unit fitoremediasi setelah sebelumnya pada proses aerasi mampu diturunkan, namun kenaikan ini tidak melebihi konsentrasi BOD awal pada bak penampung. Selain itu Umayu (2013) dalam penelitiannya mengutarakan bahwa akar tumbuhan yang rapuh dan tua serta adanya pembusukan pada batang diduga menambah konsentrasi BOD dan COD. Dalam penelitian ini pada hari ke 5 penelitian terlihat akar tumbuhan eceng gondok yang sudah berwarna hitam dan tua terpisah dari zona perakaran dan mengendap di dasar reaktor yang diduga menyebabkan kenaikan nilai COD dan BOD serta TSS pada reaktor fitoremediasi

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa Besar nilai penurunan dan efektivitas penurunan kadar kontaminan pada air limbah laundry hasil pengolahan menggunakan kombinasi teknologi aerasi dan fitoremediasi tanaman eceng gondok dibandingkan dengan air limbah sebelum dilakukan pengolahan adalah 18,3mg/L untuk parameter TSS dan efektivitas sebesar 79,56% sedangkan parameter COD turun 169mg/L den efektivitas 67,87%, parameter BOD turun sebesar 51mg/L atau efektivitas 68% dan parameter fosfat turun sebesar 0,08mg/L dengan efektivitas 66,67%.

Daftar Rujukan

- [1] Adiastuti, F. E. A., Ratih, Y. W., Alfany, M. R., (2018). 'Kajian Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Metode Adsorpsi Karbon Aktif Serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Azolla'. Jurnal Tanah dan Air. Fakultas Pertanian. *Univ UPN Yogyakarta*. Vol. 15, No. 1, 2018: 38-46.
- [2] Fadhl, M. F. A., (2020). 'Reaktor Portabel Untuk Mengolah Air Limbah Laundry Dengan Metode Fitoremediasi Dan Filtrasi'. Tugas Akhir. *Yogyakarta : Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta* 2020.

- [3] Lutfihani A. (2015). 'Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Menggunakan Tray Aerator Dan Diffuser Aerator'. Tugas Akhir. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2015.
- [4] Mubin F., Binilang A., Halim F., (2016). 'Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado'. *Jurnal Sipil Statik. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado*. Vol.4 No.3 Maret 2016 (211-223) ISSN: 2337- 6732.
- [5] Muhsinin., N., (2019). 'Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem Constructed Wetland Dengan Tanaman Pandanus Amaryllifolius Dan Azolla Microphilla'. *Tesis. Yogyakarta : Program Pascasarjana Departemen Teknik Sipil Dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta* 2019.
- [6] Pangesti A. W. M. (2020). 'Analisis Karakteristik Limbah Cair Laundry Di Kecamatan Medan Selayang Kota Medan Tahun 2020'. Tugas Akhir. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara 2020.
- [7] Pradana., T. D., Suharno, Apriansyah, (2018). 'Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD'. *Jurnal Vokasi Kesehatan. Kesehatan Lingkungan. Poltekkes Kemenkes Pontianak. JVK 4 (2) Tahun 2018*. Hal. 56-62.
- [8] Pramyani I. A. P. C., Marwati N. M. (2020). 'Efektivitas Metode Aerasi Dalam Menurunkan Kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) Air Limbah Laundry'. *Jurnal Kesehatan Lingkungan. Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Denpasar*. Vol.10 No.2 Oktober 2020: 88-99.
- [9] Purnama I Gede. H., Purnama Sang G. (2015). 'Pengolahan Air Limbah Binatu (Laundry) Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands)'. *Thesis Dosen Muda. Program Studi Ilmu Kesehatan Lingkungan Fakultas Kedokteran. Universitas Udayana*.
- [10] Putri M.H., Jazuli N., Dangiran H.L. (2016). 'Perbedaan Efektivitas Constructed Wetlandssubsurface Flow System Dan Free Water Surface Padatanaman Cattail Untuk Menurunkan BOD, COD Dan Fosfat Limbah Laundry Di Kelurahan Tembalang, Kota Semarang'. *Jurnal Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kesehatan Masyarakat Univ. Diponegoro*. Volume 4, Nomor 5, Oktober 2016 (ISSN: 2356-3346).
- [11] Rahadian R., Sutrisno E., Sumiyati S., (2017). 'Efisiensi Penurunan COD Dan TSS Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu (Pistia stratiotes l) Studi Kasus: Limbah Laundry'. *Jurnal Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Univ. Diponegoro Semarang*. Vol. 6, No. 3.
- [12] Supriyanto, S., Ardiatma, D., & Suwarno, S. (2020). Pemanfaatan Limbah Cair Stp (Sewage Treatment Plant) Sebagai Media Tanam Hidroponik Tanaman Sawi (Brassica Juncea L) PT. X Di Cikarang. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 7(02), 1-11.
- [13] Sari, P. A., Ardiatma, D., & Kunjari, O. (2020, February). Stabilisasi Polutan TSS dan Logam Fe-Mn Pada Limbah Cair B3 Kegiatan Penambangan Batu Bara Sebagai Bahan Campuran Beton. In *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Unjani Expo (Unex)* (Vol. 1, No. 1, pp. 74-77).
- [14] Ilyas, N. I., & Risam, R. (2020). Efektifitas Penggunaan Reaktor Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Uasb) Terhadap Penurunan Cod, Bod & Surfaktan Dalam Pengolahan Air Limbah Laundry. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 7(01), 14-19.
- [15] ARDIATMA, D. (2020). Pengaruh Diameter Media Filtrasi Zeolit Terhadap Turbidity, Total Disolved Solids Dan Total Suspended Solids Pada Reaktor Filter. *Pelita Teknologi*, 15(2), 95-105.
- [16] Ardiatma, D., Sari, P. A., & Ismariani, M. (2021). Identifikasi Parameter Limbah Cair Hasil Pembakaran Sampah Domestik Perumahan Puri Cendana. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 8(02), 1-14.
- [17] Rahmawati A., Warsito. (2020). 'Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang'. *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan. Fakultas Teknik Univ. Islam Malang*. Vol. 4.
- [18] Raissa D. G. (2017). 'Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dan Kayu Apu (Pistia stratiotes)'. *Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Pecencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya,
- [19] Rukmi D. P., Ellyke, Pujiati R. S., (2013). 'Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry (Studi di Laundry X di Kelurahan Jember Lor Kecamatan Patrang Kabupaten Jember)'. *Jurnal Artikel Ilmiah Penelitian Mahasiswa. Jember : Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember*.
- [20] Sandil A.K.S., Dermawan D., Afuiddin A.E., (2018). 'Pengaruh F/M Rasio dan Waktu Detensi Aerasi terhadap Efisiensi Removal TSS pada Pengolahan Limbah Cair Domestik Metode Conventional Activated Sludge'. *Jurnal Teknik Pengolahan Limbah. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*. ISSN No. 2623 – 1727.