

FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT AIR LIMBAH SEKTOR PERIKANAN DI PASAR TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN *Salvinia molesta* DAN *Pistia stratiotes*

FITOTREATMENT AS POLISHING TREATMENT OF FISHING SECTOR WASTEWATER IN TRADISIONAL MARKETS BY USING *Salvinia molesta* AND *Pistia stratiotes*

Muhammad Zidane Ardiansyah Putra¹⁾ dan Bieby Voijant Tangahu^{1*)}

¹⁾Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111, Indonesia

^{*)}E-mail: voijant@its.ac.id

Abstrak

Kegiatan perikanan menghasilkan air limbah dengan kadar BOD, COD, dan TSS yang cukup tinggi sehingga berbahaya apabila dibuang secara langsung ke sungai. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan *fitotreatment* atau pengolahan dengan menggunakan tumbuhan. Tumbuhan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*. Tahapan penelitian ini yaitu propagasi, aklimatisasi, *range finding test*, dan tahap uji *fitotreatment*. Air limbah sektor perikanan yang digunakan pada penelitian ini berasal dari UPT Pasar Gresik dengan pH sebesar 6,54, BOD 310 mg/L, COD 853,3 mg/L, TSS 590 mg/L dan air limbah UPT Pasar Giri dengan pH 6,48, BOD 292 mg/L, COD 746,6 mg/L, TSS 440 mg/L. Berdasarkan uji RFT, *Pistia stratiotes* mampu bertahan pada konsentrasi 20% untuk air limbah Pasar Gresik dan 40% untuk air limbah Pasar Giri sedangkan tumbuhan *Salvinia molesta* mampu bertahan pada konsentrasi 10% untuk air limbah Pasar Gresik dan 10% untuk air limbah Pasar Giri. Dari uji *fitotreatment* didapatkan hasil penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah Pasar Giri tumbuhan *Pistia stratiotes* lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD sebesar 84,6 % dan COD 80,6% sedangkan untuk kadar TSS tumbuhan *Salvinia molesta* lebih efektif dengan penyisihan sebesar 89,8%. Lalu untuk penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah Pasar Gresik tumbuhan *Pistia stratiotes* lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD sebesar 92,4 % dan COD 84,4% sedangkan untuk kadar TSS tumbuhan *Salvinia molesta* lebih efektif dengan penyisihan sebesar 90,9%.

Kata kunci: BOD, COD, *fitotreatment*, perikanan, TSS.

Abstract

*Fisheries activities produce wastewater with high levels of BOD, COD, and TSS that are dangerous if discharged directly into the river. One of the treatments that can be done is by using phytotreatment or processing using plants. The plants used in this study are *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes*. This research employed methodology which include propagation, acclimatization, range finding test, and phytotreatment test. The fisheries wastewater used in this study came from UPT Pasar Gresik with a pH of 6.54, BOD 310 mg/L, COD 853.3 mg/L, TSS 590 mg/L and UPT Pasar Giri wastewater with a pH of 6.48, BOD 292 mg/L, COD 746.6 mg/L, TSS 440 mg/L. Based on the RFT test, *Pistia stratiotes* survived at a concentration of 20% for Gresik Market wastewater and 40% for Giri Market wastewater while *Salvinia molesta* survived at a concentration of 10% for Gresik Market wastewater and 10% for Giri Market wastewater. From the phytotreatment test, the results obtained for the removal of BOD, COD, and TSS parameters in Giri Market wastewater, *Pistia stratiotes* plant was more effective in reducing BOD levels by 84.6% and COD 80.6% while for TSS levels *Salvinia molesta* plant performed a better result with removal of 89.8%. Then for the removal of BOD, COD, and TSS parameters in Gresik Market wastewater, *Pistia stratiotes* plants was found more effective in reducing BOD levels by 92.4% and COD 84.4% while for TSS levels *Salvinia molesta* plants was more effective with a removal of 90.9%.*

Keywords: BOD, COD, fisheries, fitotreatment, TSS

1. PENDAHULUAN

Kota Gresik merupakan salah satu penghasil produk perikanan terbesar yang ada di Jawa Timur. Hal ini disebabkan karena lokasi Kota Gresik yang dekat dengan laut. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan produk perikanan semakin meningkat. Peningkatan ini mengakibatkan air limbah dari sektor perikanan juga mengalami peningkatan. Air limbah ini berisi darah, potongan kecil ikan, dan isi perut (River et al., 1998). Air limbah ini mengandung BOD, COD, dan TSS yang cukup tinggi. Sehingga apabila air limbah ini dibuang langsung, maka akan menimbulkan dampak yang berbahaya bagi lingkungan (Subhan, 2018). Oleh sebab itu diperlukan pengolahan agar nantinya air limbah sektor perikanan ini tidak menimbulkan dampak yang berbahaya ketika dibuang langsung ke badan air. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan yaitu *fitotreatment*. *Fitotreatment* merupakan sebuah pengolahan dengan menggunakan bantuan tumbuhan sehingga zat pencemar pada air limbah berkurang dan menjadi tidak berbahaya (Damanik & Purwanti, 2018). Pada penelitian ini tumbuhan yang digunakan yaitu *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*. *Salvinia molesta* dipilih karena mampu tumbuh pada media dengan kadar nutrisi yang rendah (Astuti & Indriatmoko, 2018). Kemudian *Pistia stratiotes* dipilih karena memiliki jejaring bulu yang banyak sehingga dapat mereduksi zat pencemar lebih banyak.

2. METODA

2.1 Penelitian Pendahuluan

Pada tahap pendahuluan ini terdiri dari tahap propagasi, tahap aklimatisasi dan uji *range finding test*. Tahap ini dilakukan sebelum melakukan pengujian utama yaitu uji *fitotreatment*.

Tahap propagasi bertujuan untuk memperbanyak jumlah tumbuhan sehingga dapat memenuhi stok tumbuhan yang akan digunakan selama penelitian (Rofifah & Titah, 2018). Tahap ini dilakukan selama 1 bulan agar tumbuhan memiliki ukuran yang optimum (Suelee, 2015). Tumbuhan diamati

pertumbuhan panjang akar, lebar daun dan jumlah daun hingga muncul tunas sebagai generasi kedua yang akan digunakan untuk penelitian selanjutnya. Tumbuhan yang memiliki kesamaan morfologi dan umur sehingga dapat dikatakan kondisi awal dari tumbuhan uji sama (Karenlampi et al., 2000). Selanjutnya dilakukan tahap aklimatisasi.

Tahap aklimatisasi bertujuan untuk agar tumbuhan dapat beradaptasi terhadap kondisi selama masa penelitian. Tahap ini dilakukan selama 7 hari (Raissa & Tangahu, 2017). Tumbuhan diletakkan pada reaktor yang telah berisi air PDAM yang telah disimpan dalam tandon. Tumbuhan yang digunakan adalah tumbuhan yang berwarna hijau dan memiliki umur yang sama. Kemudian dilanjutkan dengan tahap uji *range finding test*.

Uji *range finding test* dilakukan untuk menentukan besarnya konsentrasi yang mampu diterima oleh tumbuhan sehingga tumbuhan tetap bertahan hidup (Damanik & Purwanti, 2018). Pengujian ini dilakukan selama 7 hari. Konsentrasi air limbah yang digunakan pada uji ini adalah 0% (sebagai kontrol), 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% sesuai dengan deret geometri dengan rentang 1,5-2 (USEPA, 1987).

2.2 Penelitian Utama

Pada penelitian utama ini yaitu uji *fitotreatment* yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan dalam menurunkan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah sektor perikanan. Pada pengujian ini menggunakan reaktor 30 L yang diisi dengan air limbah sebanyak 15 L. Kemudian tiap reaktor diberi label untuk memudahkan selama proses pengamatan dan pengambilan data. Pengujian dilakukan selama 14 hari dan data diambil pada hari ke-0, hari ke-7, dan hari ke-14.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Awal Air Limbah

Air limbah sektor perikanan berasal dari UPT Pasar Giri dan UPT Pasar Gresik. Air limbah dihasilkan setiap hari pada pukul 05.00 – 14.00 dimana pasar beroperasi. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap air limbah tersebut untuk

mengetahui parameter pencemar yang terkandung didalamnya.

Tabel 1. Karakteristik awal air limbah sektor perikanan

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Nilai	Metode
UPT Pasar Giri				
pH			6,48	pH meter
BOD	mg/L	200 ¹⁾	746,6	Refluks
COD	mg/L	100 ¹⁾	292	Winkler
TSS	mg/L	100 ¹⁾	440	Gravimetri
UPT Pasar Gresik				
pH			6,54	pH meter
BOD	mg/L	200 ¹⁾	853,3	Refluks
COD	mg/L	100 ¹⁾	310	Winkler
TSS	mg/L	100 ¹⁾	590	Gravimetri

Berdasarkan analisa pada Tabel 1. Diketahui bahwa nilai BOD, COD, dan TSS pada air limbah sektor perikanan masih melebihi baku mutu yang berlaku. Kemudian berdasarkan analisa didapatkan nilai rasio BOD/COD dari air limbah UPT Pasar giri sebesar 0,39 dan UPT Pasar Gresik sebesar 0,36. Ini menandakan bahwa air limbah bersifat *biodegradable* karena nilainya diatas 0,1. *Biodegradable* artinya zat organik pada air limbah mampu diuraikan oleh mikroba dalam pengolahan alami maupun buatan (Mangkoedihardjo & Samudro, 2010).

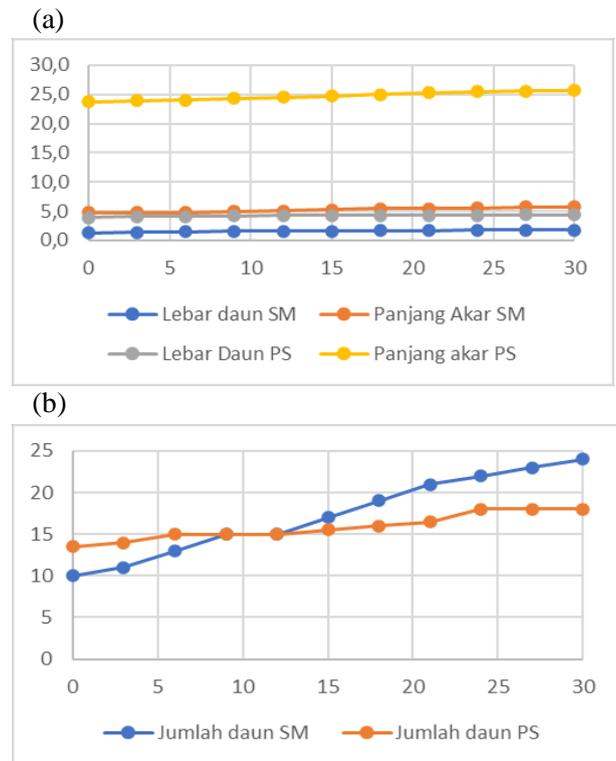
3.2 Tahap Propagasi

Pada tahap ini tumbuhan diletakkan pada reaktor propagasi dan diamati pertumbuhan panjang akar, lebar daun dan jumlah daunnya selama 30 hari. Untuk data pertumbuhan diambil setiap 3 hari sekali.

Berdasarkan Gambar 1a, tumbuhan *Salvinia molesta* mengalami pertumbuhan panjang akar sebesar 4,8 cm hingga 5,7 cm sedangkan pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 1,3 cm hingga 1,8 cm. sedangkan tumbuhan *Pistia stratiotes* pertumbuhan panjang akar mulai 23,7 cm hingga 25,7 cm. sedangkan untuk pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 3,9 hingga 4,4 cm.

Berdasarkan Gambar 1b, tumbuhan *Salvinia molesta* mengalami pertumbuhan jumlah daun dari 10 buah hingga 24 buah. Sedangkan tumbuhan *Pistia stratiotes* mengalami pertumbuhan jumlah daun dari 14 buah hingga

18 buah.



Gambar 1. (a) Laju pertumbuhan panjang akar dan lebar daun tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* dan (b) Laju pertumbuhan Jumlah daun tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*

3.3 Tahap Aklimatisasi

Tahap ini dilakukan dengan mengambil tumbuhan yang memiliki ukuran serta umur yang sama kemudian diletakkan pada reaktor aklimatisasi selama 7 hari.



Gambar 2. Tahap aklimatisasi selama 7 hari

Berdasarkan Gambar 2, kedua jenis tumbuhan mampu bertahan hidup setelah diaklimatisasi selama 7 hari.

3.4 Tahap Range Finding Test

Pada pengujian ini menggunakan reaktor dengan kapasitas 4 L dan diisi air limbah hingga volume 3 L untuk tumbuhan *Pistia stratiotes* dan 1,5 L untuk tumbuhan *Salvinia*

molesta. Densitas *Pistia stratiotes* yang efektif digunakan untuk pengolahan yaitu $0,04 \text{ g/cm}^3$ (Raissa & Tangahu, 2017). Sedangkan untuk tumbuhan *Salvinia molesta* densitas yang efektif yaitu $0,015 \text{ g/cm}^3$ (Saputra & Tangahu, 2020). Massa kebutuhan tumbuhan dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan densitas terhadap volume air. Perhitungan massa yang digunakan yaitu:

Massa *Pistia stratiotes* = densitas *Pistia stratiotes* x V = $0,04 \times 3000 = 120 \text{ g}$

Massa *Salvinia molesta* = densitas *Salvinia molesta* x V = $0,015 \times 1500 = 22,5 \text{ g}$

Berdasarkan hasil pengamatan, kedua jenis tumbuhan mengalami pertumbuhan tunas baru. Namun untuk tumbuhan *Pistia stratiotes* dengan air limbah UPT Pasar Gresik konsentrasi 20% dan air limbah UPT Pasar Giri konsentrasi 40% terdapat kematian pada tumbuhan. Sedangkan untuk tumbuhan *Salvinia molesta* dengan kedua air limbah tersebut mengalami kematian pada konsentrasi 20%.

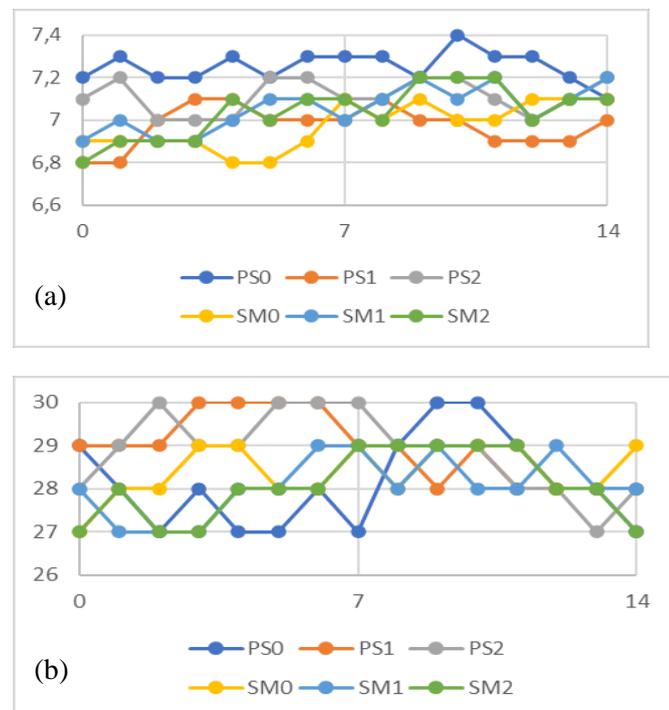
Berdasarkan analisis respon kematian tumbuhan, didapatkan data bahwa pada konsentrasi air limbah 20% sudah menyebabkan kematian tumbuhan sebesar 100%. Sehingga konsentrasi yang digunakan yaitu 10% atau setara BOD $29,2 \text{ mg/L}$, COD $74,6 \text{ mg/L}$, dan TSS 44 mg/L . Kemudian konsentrasi yang didapatkan dari uji *range finding test* digunakan untuk penelitian utama.

3.5 Fitotreatment (Analisis pH dan Suhu)

Pada uji *fitotreatment* terdiri dari beberapa reaktor dengan variasi tumbuhan dan air limbah. Reaktor yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

- Kontrol limbah Pasar Giri (PGI)
- Kontrol limbah Pasar Gresik (PGR)
- Kontrol *Pistia stratiotes* (PS0)
- *Pistia stratiotes* limbah Pasar Giri (PS1)
- *Pistia stratiotes* limbah Pasar Gresik (PS2)
- Kontrol *Salvinia molesta* (SM0)
- *Salvinia molesta* limbah Pasar Giri (SM1)
- *Salvinia molesta* limbah Pasar Gresik (SM2)

Analisis pH dan suhu dilakukan setiap hari selama 14 hari atau selama uji *fitotreatment* berlangsung dimana pH dan suhu merupakan parameter pendukung dari penelitian ini. Hal ini untuk mengetahui apakah reaktor berada kondisi yang optimum untuk tumbuhan.



Gambar 3. (a) Nilai pH pada reaktor dan (b) Nilai suhu pada reaktor

Berdasarkan Gambar 3a, diketahui nilai pH pada reaktor *fitotreatment* berfluktuasi pada rentang 6,8 - 7,7. Semakin lama waktu pengamatan, maka pH dari masing masing reaktor akan semakin dekat dengan nilai netral atau 7. Peningkatan pada nilai pH disebabkan oleh proses fotosintesis yang mengeluarkan CO_2 akibat hasil dari respirasi yang menyebabkan ion H^+ berkurang sehingga pH menuju ke arah basa atau naik (Sartika et al., 2021).

Selanjutnya menurut Gambar 3b, suhu pada reaktor *fitotreatment* fluktuatif dan berada pada rentang $27^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan karena reaktor diletakkan pada satu lokasi yang sama. Setiap peningkatan maupun penurunan pada suhu yang terjadi dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan di sekitar tempat dimana reaktor disimpan. Kemudian radiasi matahari juga mampu menyebabkan perubahan pada suhu yang ada. Suhu dapat mempengaruhi fotosintesis pada tumbuhan karena suhu dapat menyebabkan tekanan yang

sensitif terhadap proses fotosintesis (Lupitasari & Kusumaningtyas, 2020). Suhu optimum untuk proses *fitotreatment* berada pada rentang 25⁰C hingga 30⁰C (Raissa & Tangahu, 2017).

3.6 *Fitotreatment* (Analisis BOD, COD, dan TSS)

Pada penelitian ini, dilakukan analisis BOD, COD, dan TSS sebagai parameter utama penelitian. Seelah diketahui nilai BOD, COD, dan TSS selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi penyisihannya dengan menggunakan rumus (Muljadi, 2009):

$$E = C_0 - C_1 / C_0 \times 100\%$$

dimana: E = efisiensi

C₀ = Konsentrasi awal

C₁ = Konsentrasi akhir

Tabel 2. Efisiensi Removal BOD, COD, dan TSS pada Reaktor *Fitotreatment*

Reaktor	Hari ke-0 (%)	Hari ke-7 (%)	Hari ke-14 (%)
BOD			
PG1	0	13,4	20,5
PGR	0	9,4	30,6
PS0	0	23,0	29,5
PS1	0	73,5	84,6
PS2	0	90,2	92,4
SM0	0	3,3	9,8
SM1	0	72,6	83,2
SM2	0	70,3	81,6
COD			
PG1	0	7,2	14,3
PGR	0	6,2	12,5
PS0	0	24,9	37,6
PS1	0	71,5	80,6
PS2	0	81,2	84,4
SM0	0	24,9	24,9
SM1	0	71,4	78,6
SM2	0	68,8	75,0
TSS			
PG1	0	38,2	74,5
PGR	0	46,1	50,8
PS0	0	60,0	93,4
PS1	0	43,2	69,5
PS2	0	47,7	56,8
SM0	0	46,0	76,0
SM1	0	41,0	89,8
SM2	0	27,3	90,9

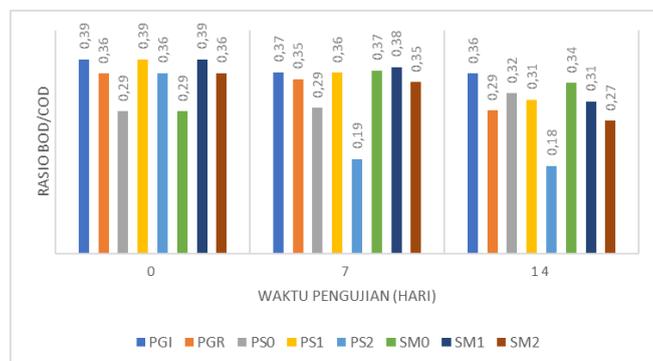
Berdasarkan Tabel 2, terjadi penurunan pada nilai BOD. Penurunan nilai BOD disebabkan karena Senyawa organik yang terkandung di dalam limbah Pasar ikan dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi mikroba yang selanjutnya diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Melalui proses *fitotreatment*, yaitu terjadinya penurunan pencemar dalam limbah dengan menggunakan tumbuhan merupakan kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berada pada tumbuhan tersebut (Hayati, 1992).

Berdasarkan Tabel 2, kenaikan nilai removal dari COD mengalami peningkatan tiap harinya. Hal ini disebabkan oleh proses degradasi mulai efektif ketika mikroorganisme pada zona akar mulai tumbuh dalam jumlah yang banyak. Kenaikan removal pada reaktor uji terjadi karena penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada akar tumbuhan kemudian dimanfaatkan tumbuhan untuk proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses perubahan bahan-bahan anorganik oleh klorofil diubah menjadi karbohidrat melalui bantuan sinar matahari. Pada reaktor kontrol mengalami kenaikan removal meskipun nilainya masih dibawah nilai removal reaktor *fitotreatment*, hal ini dikarenakan kandungan organik pada reaktor kontrol hanya sedikit, sehingga mikroorganisme yang terdapat di reaktor tidak terlalu efektif jika dibandingkan dengan reaktor *fitotreatment*. Prinsip kerjanya yaitu dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran tumbuhan tersebut. Tumbuhan memiliki peranan dalam proses penghilangan limbah karena akar tumbuhan merupakan tempat melekatnya bakteri (Khiatuddin, 2003). Proses ini dinamakan dengan Rhizodegradasi yaitu proses penguraian zat pencemar oleh mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan (Irawanto, 2017).

Berdasarkan Tabel 2, penurunan kadar TSS pada reaktor *fitotreatment* mengalami peningkatan dari hari ke hari. Penurunan nilai TSS disebabkan oleh partikel dengan massa lebih berat pada air limbah akan mengendap pada bagian bawah reaktor, sedangkan partikel dengan massa ringan dan melayang pada reaktor akan menempel pada bagian akar (Fachrurozi et al., 2010)

3.7 Fitotreatment (Rasio BOD/COD)

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat biodegradabilitas zat organik pada air limbah yang selanjutnya dapat ditentukan jenis pengolahan yang sesuai dengan karakteristik air limbah tersebut.



Gambar 4. Rasio BOD/COD dari reaktor *fitotreatment*

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa nilai rasio BOD/COD pada tiap reaktor mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan penurunan kadar BOD dan COD pada reaktor uji *fitotreatment*. pada pengamatan hari ke- 7 dan ke-14 semua reaktor mengalami penurunan rasio BOD/COD namun masih berada pada rentang sifat yang dikatakan *biodegradable*. Turunnya rasio BOD/COD ini disebabkan removal BOD lebih besar dibandingkan dengan removal COD. Hal ini membuktikan bahwa tumbuhan cenderung mengoksidasi senyawa organik *biodegradable* dibandingkan dengan senyawa *non-biodegradable*.

3.8 Uji Statistik (Anova Two Way)

Uji ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel berat tumbuhan dan hari pengujian terhadap efisiensi penyisihan pencemar. Pengaruh signifikan dalam uji Anova ditunjukkan dengan P-value yang lebih kecil dari 0,05 (P-value < 0,05). Nilai P-value < 0,05 menunjukkan bahwa variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap efisiensi penyisihan pencemar. Uji ini menggunakan metode Anova: *Two-Factor Without Replication* yang dimana bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel terhadap hasil penelitian ini (Furqon, 2009).

Berdasarkan analisis Anova, terdapat dua variabel yang diuji yaitu jenis tumbuhan dan lama pengujian. Hasil menunjukkan bahwa jenis tumbuhan tidak memberikan efek yang signifikan sedang lama pengujian memberikan hasil yang signifikan. Kecuali pada Uji Anova COD Air limbah pasar giri dimana kedua variabel tidak memberikan efek yang signifikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uji fitotreatment didapatkan hasil penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah Pasar Giri tumbuhan *Pistia stratiotes* lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD sebesar 84,6 % dan COD 80,6% sedangkan untuk kadar TSS tumbuhan *Salvinia molesta* lebih efektif dengan penyisihan sebesar 89,8%. Lalu untuk penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah Pasar Gresik tumbuhan *Pistia stratiotes* lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD sebesar 92,4 % dan COD 84,4% sedangkan untuk kadar TSS tumbuhan *Salvinia molesta* lebih efektif dengan penyisihan sebesar 90,9%. Kemudian untuk penelitian selanjutnya akan lebih baik untuk menganalisis kemampuan dari kombinasi kedua jenis tumbuhan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pedagang di sektor perikanan yang ada di UPT Pasar Gresik dan UPT Pasar Giri yang telah mengizinkan air limbahnya untuk dijadikan sampel dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, L. P., & Indriatmoko. (2018). Kemampuan Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol.19 (2): 183-190.
- Damanik, M.O., & Purwanti, I.F. (2018). Range Finding Test (RFT) *Cyperus rotundus* L. dan *Scirpus grossus* sebagai Penelitian Pendahuluan dalam Pengolahan Air Limbah Tempe. *Jurnal Teknik ITS*. Vol.7, No.1.
- Fachrurozi, et al. 2010. Pengaruh Variasi

- Biomassa *Pistiastratiotes*L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal KES MAS UAD* Vol. 4 No. 1 Januari 2010. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Furqon. 2009. *Statistika Terapan untuk Penelitian Cetakan Ketujuh*. ALFABETA: Bandung.
- Hayati, N. 1992. Kemampuan eceng gondok dalam mengubah sifat fisik kimia limbah cair pabrik pupuk urea dan asam formiat. Bandung: Pasca sarjana biologi Institut Teknologi Bandung. sarjana biologi Institut Teknologi Bandung.
- Irawanto, R. (2017). FITOREMIDIASI LINGKUNGAN DALAM TAMAN BALI. *Local Wisdom: Jurnal Ilmiah Kajian Kearifan Lokal*. Vol.2, No.4. Hal.29 - 35.
- Kärenlampi, S., Schat, H., Vangronsveld, J., Verkleij, J. A., van der Lelie, D., Mergeay, M., & Tervahauta, A. I. (2000). Genetic engineering in the improvement of plants for phytoremediation of metal polluted soils. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, 107(2), 225–231.
- Khiatuddin, M. 2003. *Pelestarian Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa*. Bandar Lampung
- Lupitasari, Diana & Kusumaningtyas, Valentina. (2020). Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Kartika Kimia*. 3. 10.26874/jkk.v3i1.53.
- Mangkoedihardjo, S.dan Samudro, G. 2010. Review on BOD, COD, and BOD/COD Ratio: A Triangle Zone for Toxic, Biodegradable, and Stable Levels. *International Journal of Academic Research*, 2(4): 235 – 239.
- Muljadi. (2009). Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Batik Cetak dengan Metode Fisika-Kimia dan Biologi Terhadap Penurunan Parameter Tercemar (BOD, COD, dan Logam Berat Krom (Cr) Studi Kasus di Desa Butulan Makam Haji Sukoharjo). *Jurnal Ekuilibrium*, 8(1); 7-16.
- Raissa, D.G., & Tangahu, B. V. (2017). Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry Dengan Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 6, No.2.
- River, L., E, Aspe., M, Rockel., & M, Marti. (1998). Evaluation of Clean Technology Processes in The Marine Products Processing Industry. *Journal Chemical Technology Biotechnology*. 73, 217-226.
- Rofifah, K. & Titah, H.S. (2018). Pengolahan Air Limbah Tekstil Menggunakan Tanaman Air dan Bioaugmentasi Bakteri. *Jurnal Purifikasi*, Vol. 18, No.1. Hal 29-38
- Saputra, R. A., & Tangahu, B. V. (2020). Studi Literatur Kemampuan Tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Salvinia natans* terhadap penyerapan Fe dan Mn pada Pengolahan Air Asam Tambang. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 9, No.2.
- Sartika, S., Apriani, I., & Pramadita, S. (2021). EFEKTIVITAS TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) DAN TANAMAN COONTAIL (*Ceratophyllum demersum*) DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH PENCUCIAN IKAN. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*. Vol. 5, No. 1.
- Subhan, Mohammad. (2018). Analisis Penanganan dan Strategi Pengelolaan Limbah Ikan di Tempat Pelelangan Ikan Tanjung Luar Kecamatan Keruak Kabupaten Lombok Timur. *Journal Ilmiah Rinjani Universitas Gunung Rinjani* Vol. 6 no. 1.
- Suelee, A.L. (2015). Phytoremediation Potential of Vetiver Grass (*Vetiveria Zizanioides*) For Water Contaminated with Selected Heavy Metal. Project Report for the Degree of Bachelor of Environmental Science and Technology. Universiti Putra Malaysia.
- USEPA. (1987). *Guidelines for The Culture of Fathead Minnows *Pimephales Promelas* for Use in Toxicity Tests*, EPA/600/3-87/001. Duluth, Minnesota: USEPA.