

PENURUNAN BOD, COD DAN TSS PADA LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN KOMBINASI FLOATING WETLAND DILANJUTKAN CONSTRUCTED WETLAND

Syavira Nurlita Hadi¹⁾ dan Pungut^{2*)}

^{1,2} Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Email : pungutasromo@unipasby.ac.id

Abstrak

Seiring laju perkembangan penduduk di Indonesia yang semakin meningkat tiap tahunnya, meningkat pula jumlah kebutuhan air bersih yang digunakan mengakibatkan volume air limbah yang dihasilkan cukup melimpah terutama di perkotaan salah satunya adalah limbah domestik. Limbah domestik mengandung bahan organik dan anorganik maupun gas yang terkandung dalam limbah cair rumah tangga dapat mencemari lingkungan serta menyebabkan berbagai penyakit. Limbah cair yang dihasilkan biasanya memiliki nilai konsentrasi Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Suspended Solids (TSS) yang cukup tinggi. Dengan adanya permasalahan yang terjadi, maka salah satu solusi upaya untuk menyelesaikan permasalahan pencemaran limbah domestik adalah kombinasi floating wetland menggunakan tanaman eceng gondok dilanjutkan sistem lahan basah (Constructed Wetland) menggunakan tanaman bambu air dan melati air untuk menurunkan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS pada limbah domestik. Parameter awal pada limbah domestik kadar BOD₅ rata-rata sebesar 210,67 mg/L, COD rata-rata sebesar 399,22 mg/L dan TSS rata-rata sebesar 249,33 mg/L. Setelah diolah pada reaktor A (Floating wetland + Constructed wetland (Bambu Air)), mampu turun menjadi rata-rata kadar BOD₅ sebesar 76,33 mg/L, COD sebesar 144,11 mg/L dan TSS sebesar 67,33 mg/L. Sedangkan pada reaktor B (Floating wetland + Constructed wetland (Melati Air)), mampu turun menjadi rata-rata kadar BOD₅ sebesar 60,67 mg/L, COD sebesar 129,44 mg/L dan TSS sebesar 44,00 mg/L. Hasil yang diperoleh efisiensi penurunan kadar BOD₅, COD dan TSS tertinggi terjadi pada reaktor B (Floating wetland + Constructed wetland (Melati Air)), BOD₅ sebesar 53,76% atau 60,67 mg/L, COD sebesar 44,57 % atau 129,44 mg/L dan TSS sebesar 57,47 % atau 44,00 mg/L.

Kata Kunci: Limbah cair domestik, Floating wetland, Constructed wetland.

Abstract

Along with the population rate development in Indonesia increasing every year, the amount of clean water used increases cause the volume of wastewater produced to be relatively abundant, especially in urban areas, one of which is a domestic waste. Domestic waste containing organic and inorganic materials also gases contained in the household liquid waste can pollute the environment and cause various diseases. The resulting liquid waste usually has a high concentration of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), and Total Suspended Solids (TSS). Given the problems that occur, one solution to overcome domestic waste pollution is a floating wetlands combination using water hyacinth plants followed by a wetland system (Constructed Wetland) using water bamboo plants and water jasmine to reduce BOD₅, COD and TSS concentrations. This study aimed to reduce the concentration of BOD₅, COD and TSS in domestic waste. The initial parameters in domestic waste have an average BOD₅ content of 210.67 mg/L, an average COD of 399.22 mg/L and an average TSS of 249.33 mg/L. After being processed in A reactor (Floating wetland + Constructed wetland (Water Bamboo)), it decreased to an average BOD₅ level of 76.33 mg/L, COD of 144.11 mg/L and TSS of 67.33 mg/L. While in B reactor (Floating wetland + Constructed wetland (Water Jasmine)), it can decrease to an average BOD₅ level of 60.67 mg/L, COD of 129.44 mg/L and TSS of 44.00 mg/L. The results obtained that the highest efficiency in reducing BOD₅, COD and TSS levels occurred in B reactor (Floating wetland + Constructed wetland (Water Jasmine)), BOD₅ of 53.76% or 60.67 mg/L, COD of 44.57 % or 129.44 mg/L and TSS of 57.47% or 44.00 mg/L.

Keywords: Domestic liquid waste, Floating wetland, constructed wetland.

1. PENDAHULUAN

Bahan organik dan anorganik yang cukup tinggi beberapa tahun terakhir disebabkan oleh aktivitas masyarakat sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah domestik yang tercemar di lingkungan memiliki kandungan bahan organik yang tinggi yang dapat menyebabkan penyakit. Limbah cair yang dihasilkan biasanya memiliki nilai konsentrasi yang cukup tinggi yaitu Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS). Selain itu, timbulnya bau tidak sedap diakibatkan oleh besarnya bahan yang diurai oleh mikroorganisme menjadi suatu senyawa. Kandungan air limbah terdiri dari 99.7% air dan 0.3% bahan padat koloid dan terlarut (Suoth dan Nazir, 2016).

Salah satu solusi untuk menyelesaikan permasalahan pencemaran limbah domestik adalah floating wetland dan sistem lahan basah (Constructed Wetland). *Floating wetland* menggunakan media tanam, media apung, dan tanaman emergent sebagai media untuk mengolah air limbah domestik dan menurunkan polutan (Febriani *et al.*, 2022). Sedangkan, sistem *constructed wetlands* menggunakan tumbuh-tumbuhan untuk menurunkan kadar polutan. Tumbuh-tumbuhan tersebut menyerap polutan melalui akar-akarnya atau yang biasa disebut rhizofiltrasi. Konsep constructed wetland meliputi rhizofiltrasi, fitoekstraksi, fitostabilisasi, fitodegradasi, fitovolatilisasi, dan interaksi dengan mikroorganisme pengurai polutan (Kasman *et al.*, 2018).

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*), bambu air (*Equisetum hyemale*) dan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dapat digunakan sebagai tanaman alternatif untuk pengolahan limbah domestik. Tanaman ini relatif mudah ditemukan dan dapat beradaptasi dengan media tanam. Selain itu, eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

dan bambu air (*Equisetum hyemale*) merupakan jenis tumbuhan yang rentan terhadap polutan. Pada hasil penelitian sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suharto *et al.*, (2013) tentang penurunan polutan limbah batik menggunakan eceng gondok mampu menurunkan kadar BOD dari 350 mg/L menjadi 155 mg/L, kadar COD dari 424 mg/L menjadi 150,33 mg/L, kadar TSS dari konsentrasi 375 mg/L menjadi 122,67 mg/L.

Penelitian yang dilakukan Al Kholif *et al* (2020) untuk mengatasi permasalahan lingkungan dari limbah domestik dapat menggunakan teknologi yang memanfaatkan tanaman Bintang air (*Cyperus papyrus*) dan Bambu air (*Equisetum hyemale*) untuk mengaplikasikan lahan basah buatan. Bambu air (*Equisetum hyemale*) dapat menyisihkan kadar BOD sebesar 95,43% dan kadar COD sebesar 89,67% COD. Penelitian yang dilakukan untuk menurunkan kadar TSS dan fosfat pada air limbah puskesmas Janti Kota menggunakan tanaman melati air dan bambu air. Media tanam yang digunakan adalah kerikil dengan diameter 1 cm sampai 2 cm. Pada reaktor yang menggunakan tanaman Melati air (*Echinodorus palaefolius*) mampu menurunkan kadar TSS sebesar 34 mg/L dan kadar fosfat sebesar 2,73 mg/L. Untuk reaktor yang ditanami Bambu air (*Equisetum hyemale*) dapat menurunkan kadar TSS sebesar 33 mg/L dan kadar fosfat sebesar 2,31 mg/L (Made dan Sugito, 2013).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis tanaman terhadap pengolahan limbah domestik menggunakan *floating wetland* dan *constructed wetland* dengan menurunkan kandungan BOD, COD, dan TSS agar sesuai baku mutu yang tercantum pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72

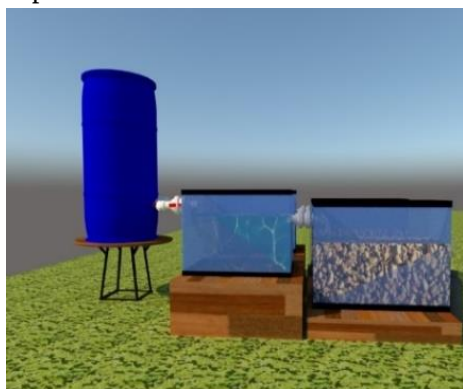
Tahun 2013 (Peraturan Gubernur Jawa Timur 72 tahun 2013, 2013).

2. METODOLOGI

2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan adalah:

1. Alat berupa reaktor *floating wetland* dan *constructed wetland* dengan reaktor yang terbuat dari kaca dan bak penampung yang terbuat dari drum plastik. Reaktor dilengkapi dengan stop kran, pipa, penyangga, dan sambungannya. Pengambilan sampel limbah domestik menggunakan jerigen. Dibawah ini merupakan reaktor *floating wetland* dan *constructed wetland*, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaktor Floating Wetland dan Constructed Wetland

2. Bahan berupa limbah domestik di Desa Asem Jaya, Tembok Dukuh, Bubutan. Pengambilan limbah menggunakan jerigen dan sebelum dilakukan *treatment* terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi. Selain itu, bahan yang diperlukan yaitu tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) untuk *floating wetland* dan *constructed wetland* menggunakan bambu air (*Equisetum hyemale*) dan Melati Air (*Echidorus palaifolius*).

2.2. Tahap Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data mengenai pengolahan limbah domestik menggunakan *floating wetland* dan *constructed wetland* untuk menurunkan konsentrasi BOD, COD, TSS, maka perlu dilakukan:

1. Analisis karakteristik awal limbah domestik. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi awal limbah domestik sebelum diolah, sehingga dapat diketahui efisiensi penyisihan beban organik menggunakan *floating wetland* dan *constructed wetland*.
2. Variabel bebas yang digunakan adalah tanaman yang digunakan seperti tanaman bambu air dan melati air pada tahap kombinasi *floating wetland* dan *constructed wetland*.
3. *Seeding* dan aklimatisasi limbah domestik selama 14 hari untuk menumbuhkan mikroba pada media filter dan melakukan adaptasi mikroba terhadap air limbah yang akan diolah.
4. Pengukuran konsentrasi BOD, COD, TSS sebanyak 3 kali dengan pengolahan 12 jam per hari.
5. Prosedur analisis konsentrasi BOD menggunakan Lovibond BOD System BD-600 Instruction Manual, analisis COD menggunakan SNI 6989.2:2019, dan analisis TSS menggunakan SNI 6989.3:2019.

2.3. Tahap Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menghitung efisiensi penurunan BOD, COD, TSS dan data yang terkumpul dari hasil penelitian ini dipilah berdasarkan kategori yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian dideskripsikan berdasarkan golongan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Awal Limbah Domestik

Karakteristik awal air limbah domestik di Desa Asem Jaya, Tembok Dukuh, Bubutan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik limbah domestik di Asem Jaya, Kec. Bubutan, Kel. Tembok Dukuh

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji			Rata-rata (mg/L)
			Uji Ke-1 (29/03/21)	Uji Ke-2 (31/03/21)	Uji Ke-3 (02/04/21)	
BOD	mg/L	30	152	284	196	210,67
COD	mg/L	50	363,67	482	352	399,22
TSS	mg/L	50	248	296	204	249,33

Sumber : Hasil Analisis Pengujian Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya (2021)

Dapat dilihat dalam Tabel 1 tentang karakteristik awal limbah domestik pada ketiga uji laboratorium parameter BOD, COD dan TSS terlihat bahwa air limbah domestik melebihi baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Nilai BOD dapat digunakan sebagai gambaran kandungan bahan organik yang terdapat pada air limbah. Berdasarkan nilai BOD dan COD pada tabel tersebut, dapat dilihat bahwa kandungan bahan organik cukup tinggi dan melebihi baku mutu. Apabila limbah tersebut dibuang ke perairan maka dapat mengganggu keberlangsungan ekosistem air penerimanya (Natsir *et al.*, 2021). Nilai BOD dan COD yang tinggi menyebabkan kandungan oksigen terlarut di perairan menjadi menurun sehingga penguraian alami dalam air menjadi terhambat. Kebutuhan oksigen sangat diperlukan untuk menguraikan bahan organik baik secara kimia maupun biologis dalam jumlah yang besar (Lusiana *et al.*, 2020). Nilai TSS yang tinggi berasal dari bahan organik berupa padatan tersuspensi sehingga dapat menyebabkan kekeruhan di lingkungan perairan. Padatan tersebut berasal dari limbah rumah tangga, industri, maupun pertanian (Rusydi *et al.*, 2015). Semakin tinggi nilai TSS pada air limbah domestik, maka air sungai yang digunakan sebagai tempat pembuangan menjadi semakin keruh. Kandungan TSS yang berupa padatan dapat mengakibatkan kekeruhan sehingga menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air yang akan mengganggu proses fotosintesis dan berkurangnya kadar oksigen terlarut (Sofiyullah dan Munawwaroh, 2021).

3.2. Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi dilakukan untuk menumbuhkan mikroorganisme dalam reaktor floating wetland maupun reaktor constructed wetland sebagai pengurai limbah cair domestik. Proses ini berfungsi untuk mendapatkan kestabilan mikroorganisme

dalam menurunkan zat pencemar limbah cair domestik sebelum dilakukan pengolahan (Fauziantoro, 2011). Tanda proses aklimatisasi dengan adanya tumbuhnya tunas baru serta perubahan yang terjadi pada daun, batang dan akar. Tanaman eceng gondok tumbuh tunas baru pada hari ke-8 dan daunnya tampak segar dan akar tampak berlandir. Tanaman melati pada hari ke- 4 berbunga, kemudian tumbuh tunas pada hari ke-7 dengan tinggi sekitar 15 cm dan daun tampak segar. Pada hari ke-10, ujung daunnya terlihat tampak kekuningan namun kembali segar pada hari ke-12. Sedangkan tanaman bambu air muncul tunas baru pada hari ke-5 dengan tinggi sekitar 6 cm dan tampak segar. Pada hari ke-9, warna daun tampak kekuningan pada ujungnya tapi kembali segar pada hari ke-13. Di bawah ini merupakan hasil aklimatisasi, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Aklimatisasi

NO	Sampel	pH	Suhu	Hasil Uji Permanganat
1	Floating 1	6,8	27,0	16,432
	Floating 2	6,8	27,0	15,484
	Wetland 1	6,7	26,1	17,38
	Wetland 2	6,6	26,0	15,168
2	Floating 1	6,7	27,0	7,584
	Floating 2	6,6	26,9	5,688
	Wetland 1	6,7	26,1	8,532
	Wetland 2	6,6	26,0	5,688
3	Floating 1	6,7	26,9	6,32
	Floating 2	6,7	26,7	5,372
	Wetland 1	6,6	26,7	7,9
	Wetland 2	6,5	26,5	5,056
4	Floating 1	6,7	26,8	6,004
	Floating 2	6,6	26,8	4,74
	Wetland 1	6,6	26,5	7,268
	Wetland 2	6,5	26,1	4,74

Aklimatisasi dilakukan dengan uji permanganat, pengecekan suhu, dan pH. Uji permanganat dilakukan untuk mengetahui kondisi *steady state* reaktor terhadap air limbah yang akan diolah (Al Kholif dan Febrianti, 2019). pH dan suhu air limbah relatif stabil dan dapat digunakan sebagai media tanaman uji. Kondisi optimum bagi tanaman uji wetland dengan kisaran suhu air 17°C –

30°C dan pH air dengan kisaran 6,5 – 7 (Kasman dan Firmanda, 2022).

3.3. Efisiensi Kadar BOD₅

Hasil penurunan kadar BOD₅ pada limbah domestik menggunakan floating wetland setiap reaktor didapatkan efisiensi penurunan kadar BOD₅ yang terdapat pada Tabel 3.

Pada reaktor A, hasil menunjukkan efisiensi penurunan sebesar 40,79 %, 40,49% dan 24,49% dengan konsentrasi masing-masing yaitu 90 mg/L, 169 mg/L dan 148 mg/L rata-rata efisiensi 35,26% atau 135,67 mg/L. Sedangkan reaktor B menunjukkan hasil efisiensi sebesar 48,68%, 46,48% dan 26,53% dengan masing – masing kadar yaitu 78 mg/L, 152 mg/L dan 144 mg/L rata-rata efisiensi 40,56% atau 124,67 mg/L. Kadar BOD₅ terjadi penurunan karena adanya aktifitas mikroorganisme. Menurut Supradata dalam (Sukmawati, 2014) konsentrasi BOD dapat berkurang dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme pada akar tanaman yang digunakan pada reaktor. Penurunan juga dikarenakan adanya zat organik pada air limbah domestik yang terserap oleh akar tanaman eceng gondok, hal tersebut dapat terjadi karena molekul-molekul air yang terdapat pada tanaman saling tarik menarik dengan zat-zat organik pada air limbah (Rahmawati, 2020).

Tabel 3. Efisiensi Penurunan Kadar BOD₅ pada Floating Wetland

Percobaan Ke-	Inlet (mg/L)	Reaktor A (Eceng Gondok)		Reaktor B (Eceng Gondok)	
		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	152	90	40,79	78	48,68
2	284	169	40,49	152	46,48
3	196	148	24,49	144	26,53
Rata-rata		135,67	35,26	124,67	40,56

Sumber : Hasil Analisis Pengujian Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya (2021)

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Suharto *et al.*, (2013) tentang penurunan polutan limbah batik menggunakan eceng gondok mampu menurunkan kadar BOD dari 350 mg/L menjadi 155 mg/L, kadar COD dari 424 mg/L menjadi 150,33 mg/L, kadar TSS

dari konsentrasi 375 mg/L menjadi 122,67 mg/L. Namun pengolahan ini belum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut dan penambahan waktu tinggal.

Tabel 4. Efisiensi Penurunan Kadar BOD₅ pada Kombinasi Floating Wetland Dilanjutkan Constructed Wetland

Percobaan Ke-	Inlet (mg/L)	Reaktor A (Bambu Air)		Inlet (mg/L)	Reaktor B (Melati Air)	
		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	90	41	54,44	78	26	66,67
2	169	106	37,28	152	81	46,71
3	148	82	44,59	144	75	47,92
Rata-rata		76,33	45,44		60,67	53,76

Sumber: Hasil Analisis Pengujian Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya (2021)

Pada reaktor A (Floating wetland + Constructed wetland (Bambu Air)) mempunyai efisiensi penurunan BOD₅ sebesar 54,44%, 37,28% dan 44,59% dengan masing – masing kadar yaitu 41 mg/L, 106 mg/L dan 82 mg/L rata-rata efisiensi 45,44% atau 76,33 mg/L. Sedangkan reaktor B (Floating wetland + Constructed wetland (Melati Air)) mempunyai efisiensi penurunan BOD₅ sebesar 66,67%, 42,71% dan 47,92% dengan masing – masing kadar yaitu 26 mg/L, 81 mg/L dan 75 mg/L rata-rata efisiensi 53,76% atau 60,67 mg/L.

Efisiensi penurunan konsentrasi BOD pada penelitian ini baik yang menggunakan bambu air dan melati air tidak memiliki hasil yang cukup jauh, keduanya memiliki hasil yang cukup baik untuk menurunkan kadar BOD pada air limbah domestik. Hal tersebut dapat terjadi karena tanaman yang digunakan bekerjasama dengan mikroorganisme sehingga dapat berperan cukup baik dalam menurunkan kandungan zat organik. Tanaman yang digunakan akan mengalami proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik dan meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam air. Penurunan kadar BOD pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya proses degradasi oleh tanaman dan bakteri (Kholisah *et al.*,

2022). Aktivitas tumbuhan dengan bantuan mikroorganisme yang hidup pada akar dapat menurunkan kadar BOD melalui mekanisme penguraian kontaminan organik dan anorganik dalam air selama proses fitoremediasi. Penurunan BOD juga akibat dari proses fitodegradasi dimana senyawa organik dalam air yang akan diuraikan oleh mikroorganisme kemudian terserap melalui akar-akar tanaman dan tersebar ke seluruh bagian tanaman (Susanto *et al.*, 2021).

Pada hasil pengolahan limbah domestik menggunakan teknologi wetland tanaman bintang air (*Cyperus papyrus*) dapat menurunkan kadar BOD sebesar 97,14% sedangkan bambu air (*Equisetum hyemale*) dapat menurunkan kadar BOD sebesar 95,43% (Al Kholif *et al.*, 2020). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sasono dan Asmara (2013) menurunkan kadar BOD air limbah di Puskesmas Janti Kota menggunakan metode wetland tanaman melati air dengan efisiensi rata-rata penurunan sebesar 92% sedangkan bambu air efisiensi rata-rata sebesar 86%.

3.4. Efisiensi Kadar COD

Proses pengolahan limbah domestik menggunakan floating wetland selama 12 jam pada masing-masing reaktor A maupun reaktor B menggunakan tanaman eceng gondok terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Efisiensi Penurunan Kadar COD pada Floating Wetland

Percobaan Ke-	Inlet (mg/L)	Reaktor A (Eceng Gondok)		Reaktor B (Eceng Gondok)	
		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	363,67	202	44,46	183,67	49,50
2	482	287,67	40,32	267	44,61
3	352	275,33	21,78	229,33	34,85
Rata-rata		255	35,52	226,67	42,98

Sumber : Hasil Analisis Pengujian
Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota
Surabaya (2021)

Pada reaktor A, hasil menunjukkan efisiensi penurunan sebesar 44,46%, 40,32%, 21,78% dengan masing-masing kadar yaitu 202 mg/L, 287,67 mg/L dan 275,33 mg/L rata-rata efisiensi 35,52% atau 255 mg/L. Sedangkan, reaktor B menunjukkan hasil

efisiensi sebesar 49,50%, 44,61% dan 34,85% dengan masing-masing kadar yaitu 183,67 mg/L, 267 mg/L dan 229,33 mg/L rata-rata efisiensi 42,98% atau 226,67 mg/L. Selanjutnya dari floating wetland menuju ke constructed wetland terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Efisiensi Penurunan Kadar COD pada Kombinasi Floating Wetland Dilanjutkan Constructed Wetland

Percobaan Ke-	Inlet (mg/L)	Reaktor A (Bambu Air)		Inlet (mg/L)	Reaktor B (Melati Air)	
		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	202	92	54,46	183,67	65,33	64,43 %
2	287,67	171	40,56	267	164,33	38,45%
3	275,33	160,33	41,77	229,33	158,67	30,81%
Rata-rata		141,11	45,59		129,44	44,57 %

Sumber : Hasil Analisis Pengujian
Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota
Surabaya (2021)

Pada reaktor A (Floating wetland + Constructed wetland (Bambu Air)) mempunyai efisiensi penurunan COD sebesar 54,46%, 40,56% dan 41,77% dengan masing-masing kadar yaitu 92 mg/L, 171 mg/L dan 160,33 mg/L rata-rata efisiensi 45,59 % atau 141,11 mg/L. Sedangkan, reaktor B (Floating wetland + Constructed wetland (Melati Air)) mempunyai efisiensi penurunan COD sebesar 64,43%, 38,45% dan 30,81% dengan masing-masing kadar yaitu 65,33 mg/L, 164,33 mg/L dan 158,67 mg/L rata-rata efisiensi 44,57 % atau 129,44 mg/L.

Terdapat penurunan pada kedua reaktor terhadap kadar COD menggunakan tanaman eceng gondok karena adanya aktifitas mikroorganisme. Menurut penelitian yang dilakukan (Djo *et al.*, 2017) bahwa tanaman bersimbiosis dengan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana agar dapat dengan mudah terserap oleh tanaman. Mikroorganisme menempel pada akar-akar tanaman dan mengonsumsi oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis tanaman. Proses fotosintesis tersebut juga dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut

pada air limbah domestik sehingga mikroorganisme dapat bekerja dengan maksimal dan zat organik yang terdegradasi lebih efektif (Sungkowo *et al.*, 2015).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh terhadap jenis tanaman yang digunakan untuk mengolah air limbah domestik. Reaktor yang menggunakan tanaman melati air menghasilkan efisiensi penurunan yang cukup baik dibandingkan dengan reaktor yang menggunakan tanaman bambu air. Hal tersebut dapat terjadi karena sistem perakaran pada melati air yang panjang, kuat, dan menjalar mampu menjadi tempat mikroorganisme melekat lebih banyak sehingga mampu mendegradasi polutan lebih banyak pula (Sasono dan Asmara, 2013).

3.5. Efisiensi Kadar TSS

Proses dimulai dengan mengalirkan limbah domestik menuju reaktor baik itu reaktor A maupun reaktor B menghasilkan penurunan yang berbeda. Efisiensi penurunan pada kadar TSS terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Efisiensi Penurunan Kadar TSS pada Floating Wetland

Percobaan Ke-	Inlet (mg/L)	Reaktor A (Eceng Gondok)		Reaktor B (Eceng Gondok)	
		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)	Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	248	100	59,68	80	67,74
2	296	168	43,24	128	56,76
3	204	116	43,14	108	47,06
Rata-rata		128	48,69	105,33	57,19

Sumber : Hasil Analisis Pengujian Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya (2021)

Pada reaktor A, hasil menunjukan efisiensi penurunan sebesar 59,68%, 43,24% dan 43,14% dengan masing - masing kadar yaitu 100 mg/L, 168 mg/L dan 116mg/L rata-rata efisiensi 48,69 % atau 128 mg/L. Sedangkan, reaktor B menunjukkan hasil efisiensi sebesar 67,74%, 56,76% dan 47,06% dengan masing - masing kadar yaitu 80 mg/L, 128 mg/L dan 108 mg/L rata-rata efisiensi 57,19% atau 105,33 mg/L. Selanjutnya dari floating wetland menuju ke constructed wetland terdapat pada Tabel 7.

Tabel 8. Efisiensi Penurunan Kadar TSS pada Kombinasi Floating Wetland Dilanjutkan Constructed Wetland

Percobaan Ke-	Inlet (mg/L)	Reaktor A (Bambu Air)		Inlet (mg/L)	Reaktor B (Melati Air)	
		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)		Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
1	100	44	56,00	80	38	52,50
2	168	90	46,43	128	48	62,50
3	116	68	41,38	108	46	57,41
Rata-rata		67,33	47,94		44,00	57,47

Sumber: Hasil Analisis Pengujian Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya (2021)

Pada reaktor A (Floating wetland + Constructed wetland (Bambu Air)) mempunyai efisiensi penurunan TSS sebesar 56,00%, 46,43% dan 41,38% dengan masing - masing kadar yaitu 44 mg/L, 90 mg/L dan 68 mg/L rata-rata efisiensi 47,94 % atau 67,33 mg/L. Sedangkan, reaktor B (Floating wetland + Constructed wetland (Melati Air)) mempunyai efisiensi penurunan TSS sebesar 52,50%, 62,50% dan 57,41% dengan masing - masing kadar yaitu 38 mg/L, 48 mg/L dan 46 mg/L rata-rata efisiensi 57,47 % atau 44,00 mg/L.

Konsentrasi TSS mengalami penurunan dikarenakan adanya proses filtrasi, adsorpsi, dan pengendapan oleh tanaman bambu air dan melati air. Akar tanaman yang berbentuk serabut dapat menjadi menyaring zat organik. Zat organik yang tidak berhasil tersaring akan mengendap pada media atau dasar reaktor. Zat organik yang berupa padatan tersuspensi akan tersaring oleh akar tanaman, sehingga padatan-padatan tersebut akan tertahan dan berakumulasi pada akar tanaman (Jaelani *et al.*, 2018).

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh (Made dan Sugito, 2013) menunjukkan bahwa tanaman melati air dan bambu air mampu menurunkan TSS dengan konsentrasi masing-masing sebesar 34 mg/L dan 33 mg/L. Sehingga hasil penelitian ini dirasa cukup sesuai dengan penelitian terdahulu tersebut dan telah sesuai dengan baku mutu. Kadar TSS terendah yang diperoleh sebesar 46 mg/L, sedangkan baku mutu kadar TSS sebesar 50

mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur 72 tahun 2013, 2013)

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Parameter awal pada limbah domestik kadar BOD₅ rata-rata sebesar 210,67 mg/L, COD rata-rata sebesar 399,22 mg/L dan TSS rata-rata sebesar 249,33 mg/L. Setelah diolah pada reaktor A (Floating wetland + Constructed wetland (Bambu Air)), mampu turun menjadi rata-rata kadar BOD₅ sebesar 76,33 mg/L, COD sebesar 144,11 mg/L dan TSS sebesar 67,33 mg/L. Sedangkan pada reaktor B (Floating wetland + Constructed wetland (Melati Air)), mampu turun menjadi rata-rata kadar BOD₅ sebesar 60,67 mg/L, COD sebesar 129,44 mg/L dan TSS sebesar 44,00 mg/L.
2. Perbedaan tanaman berpengaruh terhadap pengolahan limbah domestik. Setelah dilakukan penelitian, efisiensi penurunan kadar BOD₅, COD dan TSS tertinggi terjadi pada reaktor B (Floating wetland + Constructed wetland (Melati Air)), BOD₅ sebesar 53,76% atau 60,67 mg/L, COD sebesar 44,57 % atau 129,44 mg/L dan TSS sebesar 57,47 % atau 44,00 mg/L.
3. Dari kedua jenis tanaman yang menunjukkan hasil lebih efisien dalam penurunan kadar BOD₅, COD dan TSS menggunakan kombinasi coasting wetland dan constructed wetland yaitu tanaman melati air.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang penulis sampaikan terutama kepada kedua orang tua, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya dan Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya telah berkontribusi dalam menyusun penelitian maupun penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

Al Kholif, M., & Febrianti, E. (2019). Penerapan Teknologi Moving Bed

Biofilm Reactor (MBBR) Bermedia Kaldness dalam Menurunkan Pencemar Air Lindi. *Jurnal*, 2(1), 1–12.

Al Kholif, M., Hidayat, S., Sutrisno, J., & Suning. (2020). Pengaruh Tanaman Bintang Air (*Cyperus Papyrus*) Dan Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) Dalam Mengolah Limbah Domestik. *Serambi Engineering*, 5(1), 703–710.

Djo et al. (2017). Fitoremediasi Limbah Cair UPT Laboratorium Analitik Universitas Udayana Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Ditinjau dari Penurunan Nilai COD dan. *Jurnal Media Sains*, 1(2), 63–70.

Febriani, D. S., Darmayanti, L., & Handayani, Y. L. (2022). Pemanfaatan Floating Wetland untuk Pengolahan Air Limbah Penatu. *Techno*, 23(1), 19–28.

Jaelani, M. H., Arifin, A., & Apriani, I. (2018). Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Pengendapan dan Sub-surface Constructed Wetland Dalam Menurunkan Konsentrasi BOD dan TSS. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 4(1), 1–10. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jurli/article/view/44778%0Ahttps://jurnal.untan.ac.id/index.php/jurli/article/download/44778/75676588253>

Kasman, M., & Firmada, F. (2022). Reduksi COD dan BOD Air Limbah Domestik dengan Konsep Taman Constructed Wetland. *Jurnal Daur Lingkungan*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.33087/daurling.v5i1.104>

Kasman, M., Herawati, P., & Aryani, N. (2018). Pemanfaatan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) dengan Sistem Constructed Wetlands untuk Pengolahan Grey Water. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 10–15. <https://doi.org/10.33087/daurling.v1i1.3>

Kholisah, A. N., Pramitasari, N., & Kartini, A. M. (2022). Efisiensi Penyisihan Kadar BOD pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Tanaman Bambu Air dengan Sistem Sub Surface Flow

- Constructed Wetland. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(1), 66–73.
- Lusiana, N., Widiatmono, B. R., & Luthfiyana, H. (2020). Beban Pencemaran BOD dan Karakteristik Oksigen Terlarut di Sungai Brantas Kota Malang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 354–366. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.354-366>
- Made, D., & Sugito. (2013). Penurunan TSS dan Phospat Air Limbah Puskesmas Janti Kota Malang dengan Wetland. *Jurnal Teknik WAKTU*, 11(1), 93–101. <http://digilib.unipasby.ac.id/files/disk1/12/gdlhub--sugito-577-1-penurunand.pdf>
- Natsir, M. F., Amaludin, Liani, A. A., & Fahsa, A. D. (2021). Analisis Kualitas BOD,COD, dan TSS Limbah Cair Domestik (Grey Water) Pada Rumah Tangga di Kabupaten Maros 2021. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 4(1), 20–25.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur 72 tahun 2013. (2013). *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha lainnya*. Pemerintah Provinsi Jawa Timur.
- Rahmawati, A. & W. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>
- Rusydi, A. F., Naili, W., & Lestiana, H. (2015). Pencemaran Limbah Domestik Dan Pertanian Terhadap Airtanah Bebas Di Kabupaten Bandung. *Jurnal Riset Geologi Dan Pertambangan*, 25(2), 87–97. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2015.v25.201>
- Sasono, E., & Asmara, P. (2013). Penurunan Kadar Bod Dan Cod Air Limbah Upt Puskesmas Janti Kota Malang Dengan Metode Constructed Wetland. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 11(1), 60–70. <https://doi.org/10.36456/waktu.v11i1.869>
- Sofiyullah, A. N. H., & Munawwaroh, A. (2021). Pengembangan Booklet Pengolahan Limbah Industri Tahu Menggunakan SSF-Wetlands dengan Tanaman Eceng Gondok. *Prosiding Seminar Nasional IKIP Budi Utomo*, 471–477. <http://ejurnal.budiutomomalang.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1512%0Ahttp://ejurnal.budiutomomalang.ac.id/index.php/prosiding/article/download/1512/957>
- Suharto, B., Wirosoedarmo, R., & Sulanda, R. H. (2013). Pengolahan Limbah Batik Tulis Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(1), 14–19.
- Sukmawati, S. & A. P. (2014). MENGGUNAKAN TANAMAN MELATI AIR SEBAGAI METODE CONSTRUCTED WETLAND DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH. *Teknik Lingkungan*, 12, 24–34.
- Sungkowo, T. H., Elystia, S., Andesgur, I., Program, M., Lingkungan, S. T., Dosen,), Lingkungan, T., Pengendalian, L., Pencegahan, D., & Lingkungan, P. (2015). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Typha Latifolia Dan Eceng Gondok Dengan Metode Fitoremediasi. *Jom Fteknik*, 2(2), 1–8.
- Suoth, A. E., & Nazir, E. (2016). Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga (Grey Water) pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas yang Berada di Tangerang Selatan. *Ecolab*, 10(2), 80–88. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.860>
- Susanto, A. D., Gresiyanti, D. M., Wijaya, C. B., Mubarak, M. Z., Rachmadiarti, F., Fitrihidajati, H., & Putri, I. L. E. (2021). Kemampuan Melati Air (Echinodorus palaefolius) sebagai Agen Fitoremediasi Linear Alkybenzene Sulphonate (LAS) Deterjen. *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, 845–856.