Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 24, No 3 (2024): Oktober, 2357-2366
DOI: 10.33087/jiubj.v24i3.5493

Efisiensi Penurunan Parameter BOD, TSS, Minyak dan Lemak pada Limbah *Greywater* dengan *Ecotech Garden* Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*)

Bambang Irawan, A. Hadian Pratama Hamzah, Subekti Nurmawati
Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Correspondence: bambangirawan.ut3@gmail.com, hadian@ecampus.ut.ac.id, nurm@ecampus.ut.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan adalah Menganalisis efisiensi penurunan parameter BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah *greywater*, menjelaskan waktu tinggal dan persentase tutupan tanaman yang optimal yang dibutuhkan pada pengolahan limbah *greywater*, merancang model desain pengolahan limbah *greywater* dengan *ecotech garden* menggunakan tanaman melati air *(echinodorus palaefolius)* skala rumah tangga. Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (*Randomized Complete* Blok Desain) dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali ulangan. Faktor 1 (perlakukan) yang diukur adalah waktu tinggal yaitu 0,5 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari dan faktor 2 (kelompok) yaitu persentase penutupan tanaman yaitu 0%, 40%, dan 80 Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa efisiensi penurunan kadar BOD berkisar 74,92% hingga 81,40%, TSS berkisar 96,02% hingga 97,59%, minyak dan lemak berkisar 94,35% hingga 97,36%. Waktu tinggal dan persentase tutupan tanaman optimum yaitu waktu tinggal selama 1 hari pada bak reaktor dengan presentase tutupan tanaman 40% dengan efisiesi penurunan kadar BOD mencapai 81,40%. Desain *Ecotech Garden* dengan waktu tinggal 1 hari diperoleh dimensi panjang 1,6 m lebar 1 m kedalaman 0,70 m dengan persentase tutupan 40% diperoleh jumlah tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* sebanyak 15 tanaman sehingga desain ini dapat diaplikasikan di pekarangan rumah.

Kata kunci: *ecotech garden*, limbah domestik, tanaman melati air

Abstract. *This study aims to analyze the efficiency of reducing BOD, TSS, oil and fat parameters in graywater waste, explaining the optimal residence time and percentage of plant cover needed in graywater waste treatment, designing a graywater waste treatment design model with Ecotech Garden using water jasmine plants (Echinodorus palaefolius) on a household scale. This research was conducted using a Randomized Complete Block Design conducted as many as 3 (three) replications. Factor 1 (treatment) measured is the residence time of 0.5 days, 1 day, 2 days, 3 days and factor 2 (group) is the percentage of plant cover which is 0%, 40%, and 80 Based on the research that has been done, the results show that the efficiency of reducing BOD levels ranges from 74.92% to 81.40%, TSS ranges from 96.02% to 97.59%, oil and fat ranges from 94.35% to 97.36%. The optimum residence time and percentage of plant cover is a residence time of 1 day in the reactor basin with a plant cover percentage of 40% with a BOD reduction efficiency of 81.40%. The Ecotech Garden design with a residence time of 1 day obtained dimensions of length 1.6 m width 1 m depth 0.70 m with a percentage of cover 40% obtained the number of water jasmine plants (Echinodorus palaefolius) as many as 15 plants so that this design can be applied in the home yard.*

Keywords: *ecotech garden, domestic waste, water jasmine plant*

PENDAHULUAN

Penggunaan air terus bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, yang berdampak pada peningkatan volume limbah cair yang dihasilkan. Air limbah yang berasal dari kegiatan domestik rumah tangga terdiri dari dua karekteristik yaitu jenis *blackwater* yang berasal dari WC yang umumnya ditampung dalam septictank dan jenis *greywater* yang berasal dari kegiatan mencuci, mandi dan memasak. Sekitar 60% - 85% dari total volume kebutuhan air bersih akan menjadi limbah cair domestik. Karakteristik umum air limbah domestik menurut yaitu *Biochemical Oxygen Demand* (BOD): 400 mg/l,*Chemical Oxygen Demand* (COD): 800 mg/l, *Total Suspended Solid* (TSS): 1000mg/l, minyak dan lemak : 100mg/l menunjukkan jauh lebih tinggi dibandingkan baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan sesuai PermenLHK Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, di mana kadar maksimum karakteristik air limbah domestik yang diperbolehkan yaitu BOD: 30 mg/l, COD: 100 mg/l, TSS: 30 mg/l, minyak dan lemak: 5 mg/l.

Secara umum jika air limbah domestik jumlahnya sedikit, tidak akan menimbulkan pengaruh yang berarti pada ekosistem perairan,

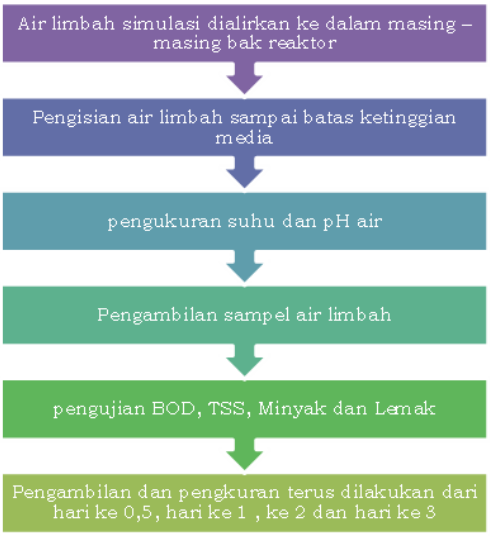
namun dalam jumlah yang banyak, limbah domestik dapat menyebabkan pencemaran. Salah satu alternatif sistem pengolahan air limbah domestik *greywater* secara individual yaitu dengan lahan basah buatan seperti teknologi Ecotech Garden. *Ecotech Garden* yaitu teknologi alternatif pengolahan limbah *greywater* melalui fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman hias sebagai filter *greywater* yang dibuat di pekarangan rumah. Tanaman yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* merupakan tanaman hias yang dapat hidup dalam berbagai musim dan sebagai pereduktor kontaminan yang sangat efektif dalam memperluas area mikroorganisme melengket dan akar membentuk zona rizosfer yang kaya oksigen (Shofa, 2017).

Tujuan Penelitian ini adalah untuk Menganalisis efisiensi penurunan parameter BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah *greywater* dengan *Ecotech Garden* menggunakan tanaman melati air (Echinodorus palaefolius), Menjelaskan waktu tinggal dan persentase tutupan tanaman yang optimal yang dibutuhkan pada pengolahan limbah *greywater* dengan *Ecotech Garden* menggunakan tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* dan merancang model desain pengolahan limbah *greywater* dengan *Ecotech Garden* menggunakan tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* skala rumah tangga.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah eksperimen dengan *Ecotech Garden* menggunakan tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* dengan sistem rawa buatan aliran bawah permukaan (Subsurface Flow System) aliran vertikal dengan sistem tuang *(batch).* Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap *(Randomized Complete Blok Desain)* dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali ulangan. Faktor 1 (perlakukan) yang diukur adalah waktu tinggal yaitu 0,5 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari dan faktor 2 (kelompok) yaitu persentase penutupan tanaman yaitu 0%; 40%; dan 80%. Parameter yang dihitung adalah efisiensi penurunan BOD, TSS, Minyak, dan Lemak. Data hasil efisiensi penurunan BOD, TSS, Minyak, dan Lemak dianalis statistik dengan Anova pada taraf kepercayaan α 5% dilanjutkan uji LSD α 5%.

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : 2 buah ember plastic, 1 buah pipa PVC, 6 buah kran air, Botol plastik ukuran 600ml, Selang air, Gelas ukur, Penggaris/mistar, Saringan pasir, 3 Bak/saluran *Ecotech Garden* terbuat dari kayu dan dilapisi plastik, dengan lebar 30 cm, panjang 100 cm dan tinggi 70 cm (ambang bebas 10 cm, tinggi air 10 cm, lapisan pasir 20 cm dan lapisan kerikil ukuran10-20 mm setebal 15 cm dan lapisan paling bawah dengan media krikil ukuran 20-40 mm setebal 10 cm, Tanaman Melati Air (*(Echinodorus palaefolius)*dengan tinggi rata-rata 25- 30 cm dengan jumlah daun sebanyak 6-9 lembar, Contoh limbah grey water domestik. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu Waktu tinggal yaitu 0,5 hari, 1 hari, 2 hari, dan 3 hari dan Persentase penutupan tanaman Melati air (*(Echinodorus palaefolius)*yaitu 0% (tanpa tanaman), 40% (3 tanaman), dan 80% (6 tanaman). Sedangkan Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu efisiensi penurunan parameter uji BOD, TSS, Minyak, dan Lemak. Prosesdur penelitian yang dilakukan sebagai berikut :



Sumber: data olahan

Gambar 1
Prosedur Penelitian

HASIL

Karakteristik limbah Greywater

Air limbah *greywater* dalam penelitian ini diperolah dari rumah Sidomulyo Kecamatan Mesuji Kabupaten Mesuji yang berasal dari kamar mandi, cucian baju dan cucian piring. Tujuan dari pengujian karakteristik ini untuk mengetahui komposisi dari *greywater* sehingga mempermudah dalam pengelolaannya.

Tabel 1 menunjukan adanya kadar parameter uji BOD, TSS, Minyak dan Lemak yang berbeda

pada setiap ulangan hal ini terjadi karena adanya perbedaan komposisi air limbah. Karakteristik limbah *greywater* untuk parameter uji BOD, TSS, Minyak dan Lemak jauh diatas baku mutu yang ditetapkan. Hal ini dikarenakan adanya kandungan bahan organik dalam limbah *greywater* (Sugiharto, 1987).

Tabel 1
Karakteristik Limbah Greywater

No	Parameter	Satuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	PerMenLHK No P.68 Tahun 2016
1.	pH		7,1	6,9	6,7	6 - 9
2.	Suhu	oC	28	26	27	-
3.	BOD	mg/l	170,92	1.200,16	1.148,08	30
4.	TSS	mg/l	2.233	11.046	9.457	30
5.	Minyak dan Lemak	mg/l	98	5.506	3.348	5

Sumber : data olahan

Hasil Pengukuran pH Limbah Greywater Setelah Perlakuan

Hasil pengukuran pH pada penelitian menunjukan nilai pH sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No P.86 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Hal ini menunjukan pH air limbah berada pada kondisi netral. Menurut Subiyantoro (2015) mikroorganisme memerlukan lingkungan dengan pH, tertentu secara umum nilai pH yang dapat ditolerir oleh mikroorganisme adalah kisaran 6,5-8,5. Tabel 2 hasil pengukuran pH yang diperoleh berada pada kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme sehingga proses pengolahan dapat berlangsung. Selain itu pH yang netral juga memungkinkan tanaman melati air dapat tumbuh dengan baik.

Tabel 2
Hasil Pengukuran pH Setelah Perlakuan

Persentase Tutupan Tanaman	Ulangan	pH tiap Waktu Tinggal (waktu sampling)			
		0,5 hari (12 jam)	1 hari(24 jam)	2 hari (48jam)	3 hari (72 jam)
Bak A0 (0 %)	1	7,10	6,90	6,90	6,80
	2	6,90	6,90	6,90	6,80
	3	6,40	6,50	6,80	6,80
	Rerata	6,80	6,77	6,87	6,80
Bak A1 (40 %)	1	6,90	7,00	7,00	6,70
	2	6,80	7,00	6,50	6,90
	3	6,50	6,70	6,80	6,80
	Rerata	6,73	6,90	6,77	6,80
Bak A2 (80 %)	1	6,80	7,00	6,70	7,10
	2	6,80	6,90	6,60	7,00
	3	6,50	6,70	6,50	6,70
	Rerata	6,70	6,87	6,60	6,93

Sumber : data olahan

Hasil Pengukuran Suhu Limbah Greywater Setelah Perlakuan

Temperatur berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme dalam mengolah air limbah dan pertumbuhan tanaman melati air. Hasil pengukuran suhu pada limbah *greywater* dapat dilihat pada Tabel 3. Menurut Wood (1990) *dalam* Kurniawan (2005) temperatur yang sesuai untuk lahan basah buatan adalah 20ºC – 30ºC, sehingga mikroorganisme dan tanaman melati air dapat tumbuh pada lahan basah buatan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur dalam bak reaktor sudah sesuai untuk lahan basah buatan, sehingga proses penguraian bahan organik dapat berlangsung. Proses penguraian yang berlangsung dapat menurunkan kadar BOD, TSS, Minyak dan Lemak pada limbah *greywater*.

Tabel 3
Hasil Pengukuran Suhu Setelah Perlakuan

Persentase Tutupan Tanaman	Ulangan	Suhu (oC) tiap Waktu Tinggal (waktu sampling)			
		0,5 hari (12 jam)	1 hari (24 jam)	2 hari (48 jam)	3 hari (72 jam)
Bak A0 (0 %)	1	26,00	26,00	27,00	27,00
	2	26,00	26,00	27,00	27,00
	3	26,00	27,00	27,00	27,00
	Rerata	26,00	26,33	27,00	27,00
Bak A1 (40 %)	1	26,00	26,00	27,00	27,00
	2	26,00	26,00	27,00	26,00
	3	26,00	27,00	27,00	27,00
	Rerata	26,00	26,33	27,00	26,67
Bak A2 (80 %)	1	26,00	26,00	27,00	27,00
	2	26,00	26,00	27,00	26,00
	3	26,00	27,00	27,00	27,00
	Rerata	26,00	26,33	27,00	26,67

Sumber : data olahan

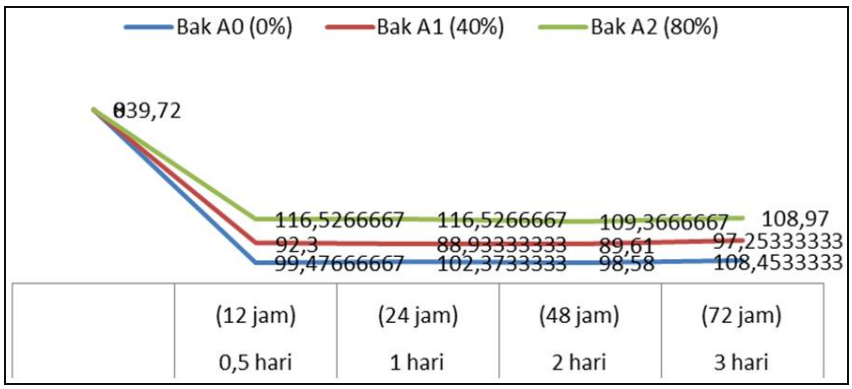
Hasil Penurunan pada Parameter

Fitoremediasi yang dilakukan tumbuhan tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* terhadap air limbah domestik memiliki nilai pada masing-masing parameter, nilai tersebut telah menunjukkan penurunan. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 untuk parameter BOD. Tabel 4 untuk parameter TSS dan Tabel 6 untuk parameter minyak dan lemak.

Tabel 4
Hasil Penurunan Parameter BOD

Persentase	Kadar Awal	Waktu Tinggal (waktu sampling)			
		0,5 hari (12 jam)	1 hari (24 jam)	2 hari (48 jam)	3 hari (72 jam)
Bak A0 (0%)	839,72	99,477	102,373	98,58	108,453
Bak A1 (40%)		92,300	88,9333	89,61	97,2533
Bak A2 (80%)		116,527	116,527	109,367	108,97

Sumber : data olahan



Sumber : data olahan

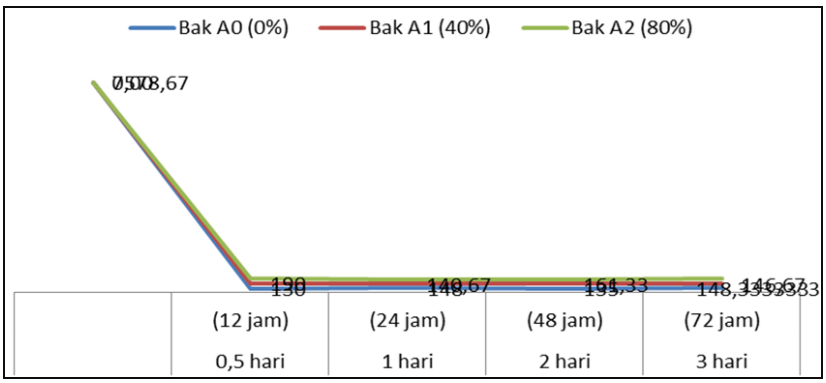
Gambar 2
Grafik Pengaruh Tanaman Melati Air Terhadap

Berdasarkan Gambar 2 mengenai hasil penurunan parameter BOD yang ada, maka dapat membuktikan bahwa melati air *(Echinodorus palaefolius)* berperan dalam menurunkan parameter BOD. Penurunan yang terlihat signifikan terdapat pada bak A1 (40%) pada waktu tinggal 1 hari (24 jam) dengan penurunan kosentrasi BOD dari 839,72 mg/l menjadi 88,93 mg/l. Namun bila dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik sesuai dengan PerMenLHK No P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, pengaruh penurunan BOD tersebut masih di atas Baku mutu tersebut yaitu 30 mg/l.

Tabel 5
Hasil Penurunan Parameter TSS

Persentase	Kadar Awal	Waktu Tinggal (waktu sampling)			
		0,5 hari (12 jam)	1 hari (24 jam)	2 hari (48 jam)	3 hari (72 jam)
Bak A0 (0%)	7578,67	130,00	148,00	135,00	148,333
Bak A1 (40%)		190,00	140,67	161,33	146,67
Bak A2 (80%)		162,67	166,00	162,33	189,67

Sumber : data diolah, 2023



Sumber : data olahan

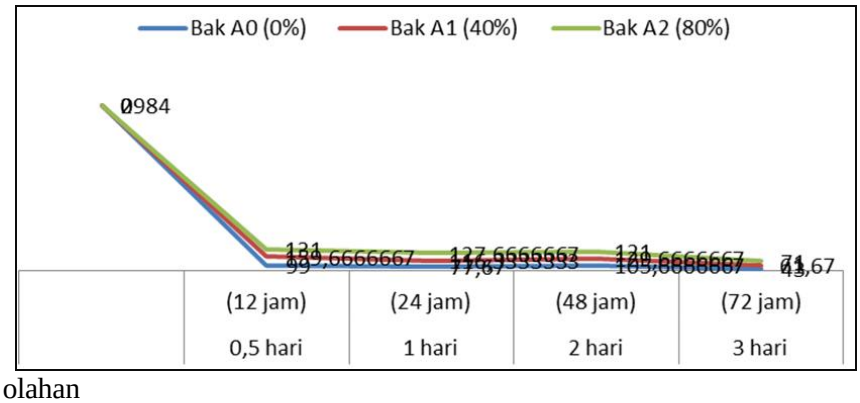
Gambar 3
Grafik Pengaruh Tanaman Melati Air Terhadap Penurunan Kadar TSS

Berdasarkan Gambar 3 mengenai hasil penurunan parameter TSS, maka dapat membuktikan bahwa tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* dapat menurunkan parameter TSS. Penurunan yang terlihat signifikan terdapat pada bak A1 (40%) pada pada waktu tinggal 1 Hari (24 jam) dengan penurunan kosentrasi TSS dari 7578,67 mg/l menjadi 140,67 mg/l. Namun bila dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik sesuai dengan PerMenLHK No P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, pengaruh penurunan TSS tersebut masih di atas Baku mutu tersebut yaitu 30 mg/l.

Tabel 6
Hasil Penurunan Parameter Minyak dan lemak

Persentase	Kadar Awal	Waktu Tinggal (waktu sampling)			
		0,5 hari (12 jam)	1 hari (24 jam)	2 hari (48 jam)	3 hari (72 jam)
Bak A0 (0%)	2984	99,000	77,670	105,667	43,00
Bak A1 (40%)		159,667	116,333	129,667	61,67
Bak A2 (80%)		131,000	127,667	121,000	71,00

Sumber : data olahan



Sumber : data olahan

Gambar 4
Grafik Pengaruh Tanaman Melati Air Terhadap Penurunan Kadar Minyak dan Lemak

Berdasarkan Gambar 4. mengenai hasil penurunan parameter minyak dan lemak, maka dapat membuktikan bahwa tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* dapat menurunkan parameter minyak dan lemak. Penurunan yang terlihat signifikan terdapat pada bak A1 (40%) pada waktu tinggal 3 hari (72 jam) dengan penurunan kosentrasi minyak dan lemak dari 2984 mg/l menjadi 61,67 mg/l. Namun bila dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik sesuai dengan PerMenLHK No P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, pengaruh penurunan 2984 tersebut masih di atas baku mutu tersebut yaitu 5 mg/l.

Waktu Tinggal dan Persentase Tanaman Optimal

Waktu tinggal dan persentase tutupan tanaman terbaik dalam penurunan parameter BOD, TSS, Minyak, dan Lemak dapat diketahui melalui analisis uji statistik Anova pada taraf nyata 5% terhadap hasil perhitungan analisis efisiensi penurunan kadar parameter BOD, TSS, minyak, dan lemak.

1. Parameter BOD

Persentase tutupan tanaman dan waktu detensi terbaik dalam penurunan kadar BOD dapat diketahui dengan perhitungan uji statistik Anova taraf nyata 5% yang dapat dilihat pada (Lampiran 3). Berikut adalah hasil perhitungan Anova taraf nyata 5% kadar BOD yang disajikan dalam Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7 perhitungan Anova BOD untuk Persentase tutupan tanaman mendapatkan hasil F-hitung (4,18) lebih besar daripada F-tabel -(3,44) yang berarti bahwa Persentase tutupan tanaman memiliki pengaruh nyata terhadap efisiensi penurunan kadar BOD. Hal ini menunjukan adanya pengaruh tanaman melati air terhadap penurunan kadar BOD.

Tabel 7
Hasil Perhitungan Anova BOD

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung α (5%)	Ftabel α (5%)
Total	35	10.513,84	300,40		
Perlakuan	11	166,84	15,15	1,68	2,26
Persentase tutupan tanaman	2	75,89	37,94	4,18*	3,44
Waktu tinggal	3	14,63	4,88	0,54	3,05
Persentase tutupan tanaman vs Waktu tinggal	6	76,09	12,68	1,40	2,55
Error	22	199,77	9,04		

Sumber : data olahan

Menurut Supradata (2005) bahwa penurunan konsentrasi bahan organik dalam sistem lahan basah terjadi karena adanya mekanisme aktivitas mikroorganisme dan tanaman melalui proses oksidasi bakteri aerob yang tumbuh di sekitar rhizozper tanaman. Hasil perhitungan analisis Anova BOD untuk waktu tinggal diperoleh hasil F-hitung (0,54) lebih kecil daripada F-tabel (3,05) yang berarti waktu tinggal tidak berpengaruh nyata terhadap efesiensi penurunan kadar BOD. Hal ini diduga karena pengambilan sampel terlalu singkat sehingga belum cukup memberikan kesempatan terhadap mikroorganisme dan tanaman dalam menyerap zat pencemar atau partikel-partikel solid yang ada pada air limbah. Untuk melihat adanya beda nyata penururan BOD terhadap waktu tinggal dibutuhkan waktu yang lebih lama. Terdapat beda nyata antar perlakuan Persentase tutupan tanaman terhadap efesinsi penurunan kadar BOD, maka selanjutnya dilakukan uji LSD. Uji LSD α 5% diperoleh hasil seperti yang tersaji dalam Tabel 8. Berdasarkan Tabel 8 menunjukan perlakuan optimum dalam penurunan kadar BOD yaitu bak reaktor dengan Persentase tutupan tanaman 40% dengan waktu tinggal selama 1 hari dengan efesiensi penurunan sebanyak 81,41%.

Tabel 8
Hasil Uji LSD α 5% BOD

No	Perlakukan	Rata-rata	LSD α 5 %
1	A0T0	76,27	De
2	A0T1	77,68	Cde
3	A0T2	78,90	Bcd
4	A0T3	74,92	E
5	A1T0	80,79	B
6	A1T1	81,41	A
7	A1T2	80,58	Bc
8	A1T3	78,60	Cd
9	A2T0	76,47	Cde
10	A2T1	74,68	E
11	A2T2	77,09	De
12	A2T3	77,32	Cde

Sumber : data olahan

2. Parameter TSS

Hasil perhitungan uji statistik Anova taraf nyata 5% terhadap efsiensi penurunan kadar

parameter TSS yang disajikan Tabel 9. Berdasarkan Tabel 9 perhitungan Anova terhadap parameter TSS untuk Persentase tutupan tanaman mendapatkan hasil F-hitung (0,34) lebih kecil daripada F-tabel (3,44) yang berarti bahwa Persentase tutupan tanaman tidak memiliki pengaruh nyata terhadap efisiensi penurunan kadar TSS. Untuk waktu tinggal menunjukan hasil hasil F-hitung (0,88) lebih kecil daripada F-tabel (3,05) yang berarti bahwa waktu tinggal limbah *greywater* di dalam bak reaktor tidak memiliki pengaruh nyata terhadap efisiensi penurunan kadar TSS. Hal ini menunjukan tidak adanya pengaruh nyata Persentase tutupan tanaman dan waktu tinggal terhadap penurunan kadar TSS.

Tabel 9
Hasil Perhitungan Anova TSS

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung α (5%)	Ftabel α (5%)
Total	35	204,86	5,85		
Perlakuan	11	7,08	0,64	0,83	2,26
Persentase tutupan Tanaman	2	0,52	0,26	0,34	3,44
Waktu tinggal	3	2,03	0,68	0,88	3,05
Persentase tutupan tanaman vs Waktu tinggal	6	4,52	0,75	0,98	2,55
Error	22	16,97	0,77		

Sumber : data olahan

3. Parameter Minyak dan Lemak

Untuk mengetahui persentase tutupan tanaman dan waktu detensi terbaik dalam penurunan kadar minyak dan lemak, maka dilakukan perhitungan uji statistik Anova taraf nyata 5% yang dapat dilihat pada Tabel 10. Berdasarkan analisis Anova terhadap parameter minyak dan lemak untuk persentase tutupan tanaman mendapatkan hasil F-hitung (2,69) lebih kecil daripada F-tabel (3,44) yang berarti bahwa persentase tutupan tanaman tidak memiliki pengaruh nyata terhadap efisiensi penurunan kadar minyak dan lemak. Hal ini menunjukkan tidak ada pengaruh nyata persentase tutupan tanaman dalam penurunan kadar minyak dan lemak. Hal ini diduga penyisihan minyak dan lemak sebagian besar terjadi pada proses filtrasi dan adsorbsi media/ substrat dan akar tanaman sehingga efisiensi penurunan pada bak reaktor tanpa tanaman dan dengan tanaman tidak jauh berbeda. Waktu tinggal menunjukkan hasil F-hitung (3,40) lebih besar daripada F-tabel (3,05) yang berarti bahwa waktu tinggal limbah *greywater* di dalam bak reaktor memiliki pengaruh nyata terhadap efisiensi penurunan kadar minyak dan lemak. Hal ini diduga adanya sebagian minyak yang teremulsi lolos masuk ke dalam bak reaktor dan ikut terambil saat pengambilan sampel, sehingga seiringnya waktu penelitian kadar minyak dan lemak di dalam bak reaktor semakin berkurang. Selain itu kadar minyak dan lemak yang semakin berkurang diduga juga terdegradasi oleh aktifitas mikroorganisme. Bakteri memiliki peran yang sangat penting dalam biodegradasi limbah minyak, sehingga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri juga berdampak pada keberhasilan proses biodegradasi seperti pH dan suhu pada bak reaktor. Terdapat beda nyata antar perlakuan waktu tinggal terhadap efesinsi penurunan kadar minyak dan lemak, maka selanjutnya dilakukan uji LSD. Dari uji LSD α 5% diperoleh hasil seperti yag tersaji dalam Tabel 11.

Tabel 10
Hasil Perhitungan Anova Minyak dan Lemak

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung α (5%)	F-tabel α (5%)
Total	35	85,03	2,43		
Perlakuan	11	34,89	3,17	1,60	2,26
Persentase tutupan Tanaman	2	10,59	5,30	2,46	3,44
Waktu tinggal	3	20,04	6,68	3,53*	3,05
Persentase tutupan tanaman vs Waktu tinggal	6	4,26	0,71	0,35	2,55
Error	22	43,24	1,97		

Sumber : data olahan

Tabel 11
Hasil Uji LSD α 5% Minyak dan Lemak

No	Perlakukan	Rata-rata	LSD
1	A0T0	96,14	cde
2	A0T1	97,17	bcd
3	A0T2	95,57	de
4	A0T3	97,36	a
5	A1T0	94,35	e
6	A1T1	95,52	de
7	A1T2	95,39	de
8	A1T3	96,89	ab
9	A2T0	95,51	de
10	A2T1	94,67	de
11	A2T2	95,60	de
12	A2T3	96,68	bc

Sumber : data olahan

Tabel 11 menunjukkan perlakuan optimum dalam penurunan kadar minyak dan lemak yaitu bak reaktor dengan persentase tutupan tanaman 0% (tanpa tanaman) dengan waktu tinggal selama 1 hari dengan efisiensi penurunan sebanyak 97,36%. Penurunan konsentrasi minyak dan lemak optimal pada bak reaktor tanpa tanaman mengindikasikan tanaman melati air tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar minyak dan lemak yang terkandung dalam air limbah. Sebagian besar kandungan minyak dan lemak tersisih pada proses filtrasi dan adsorbsi oleh media/ substrat pada bak reaktor. Selain itu kondisi bak reaktor yang memiliki debit *outlate* yang lebih kecil dibandingkan bak reaktor dengan tanaman juga diduga mempengaruhi penurunan kadar minyak dan lemak pada limbah *greywater* lebih optimal pada bak reaktor tanpa tanaman. Bak reaktor tanpa tanaman mengalami penurunan media pasir di mana sebagian besar pasir masuk ke bagian krikil dan batuan sehingga *debit outlate* menjadi lebih kecil yaitu 0,002 l/detik sedangkan *debit outlate* pada bak reaktor dengan tanaman memiliki *debit outlate* yang lebih besar yaitu 0,007 l/dtk pada bak reaktor dengan persentase tutupan tanaman sebanyak 40 % dan 0,005l/dtk pada bak reaktor dengan persentase tutupan tanaman sebanyak 80%.

Rekapitulasi Hasil Uji LSD α 5 %

Rekapitulasi hasil uji LSD α 5% terhadap waktu tinggal dan persentase tutupan tanaman melati air yang optimum dalam penurunan kadar BOD, TSS minyak dan lemak pada limbah *greywater* dapat dilihat pada Tabel 12. Waktu dan persentase tanaman yang optimum diperoleh dari hasil analisis Uji LSD(0,05) terhadap penurunan parameter BOD. Tabel hasil uji LSD(0,05) menunjukkan perlakuan optimum dalam penurunan kadar BOD yaitu bak reaktor dengan persentase tutupan tanaman 40% dengan jumlah tanaman melati sebanyak 3 tanaman dengan waktu tinggal selama 1 hari. Kadar BOD penting untuk mengetahui perkiraan jumlah oksigen yang akan diperlukan untuk menstabilkan bahan organik yang ada secara biologi, untuk mengetahui ukuran fasilitas unit pengolahan sehingga dapat menghitung rancangan desain untuk *Ecotech Garden*. Berdasarkan analisis di atas, hipotesis bahwa waktu tinggal optimum selama 1 hari dan presentase tutupan tanaman sebanyak 40% merupakan formula terbaik untuk pengolahan limbah *greywater* dengan *Ecotech Garden* menggunakan tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* terbukti.

Tabel 12
Rekapitulasi Hasil Uji LSD α 5%

Parameter	Perlakuan Terbaik Berdasarkan Uji LSD α 5%
BOD	Persentase tutupan tanaman 40% dengan jumlah tanaman melati air sebanyak 3 tanaman dengan waktu tinggal selama 1 hari dengan efisiensi penurunan Sebanyak 81,41 %.
TSS	Tidak ada beda nyata pada analisis Anova sehingga tidak dilakukan uji LSD α 5%
Minyak dan Lemak	Persentase tutupan tanaman 0% (tanpa tanaman) dengan waktu tinggal selama 3 hari dengan efesiensi Penurunan sebanyak 97,36 %

Sumber : data olahan

1. Kebutuhan Lahan

Kebutuhan lahan menyesuaikan dengan luasan *Ecotech Garden* berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sehingga lahan *Ecotech Garden* tiap rumah yaitu 3,20 m^2 dengan panjang = 2 m, lebar 1,6 m dan kedalaman 0,70 m dengan waktu tinggal selama 2 hari. Sehingga lahan *ecotesch garden* ini mampu diterapkan pada rumah dengan lahan pekarangan yang cukup luas.

Sedangkan pada penelitian sistem rawa buatan aliran bawah permukaan (*Subsurface*

Flow System) aliran vertikal dengan sistem tuang (*batch*) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan Persentase tutupan tanaman optimum sebanyak 40 % diperoleh waktu optimum dalam penurunan kadar BOD selama 1 hari (24 jam) sehingga dapat dihitung luasan *Ecotech Garden* sebagai berikut :

- Luas permukaan / waktu tinggal = 3,20 m^2 / 2 hari = 1,6 m^2
- Jika panjang dimensi *Ecotech Garden* yang dikehendaki 1,6 m maka lebar dimensi nya yaitu 1 m, dengan kedalaman 0,70 m.

Desain *Ecotech Garden* dengan waktu tinggal 1 hari diperoleh dimensi panjang 1,6 m; lebar 1 m; kedalaman 0,70 m dengan Persentase tutupan 40% dengan jarak tanam 33cm diperoleh jumlah tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* yaitu sebagai berikut:

- Panjang 1,6 m = 160cm : 33cm = 4,85 atau 5 tanaman
- Lebar 1 m = 100cm : 33cm = 3,03 atau 3 tanaman

Sehingga jumlah tanaman yang dibutuhkan yaitu 5 x 3 = 15 tanaman melati air. Kebutuhan lahan seluas 1,6 m^2 dapat diaplikasikan untuk pekarangan rumah yang sempit. Hal ini juga menunjukkan hipotesis bahwa desain *Ecotech Garden* menggunakan tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* dapat digunakan unttuk mengolah limbah *greywater* pada skala rumah tangga terbukti.

2. Nilai Ekonomi Tanaman Melati Air (*Echinororus palafolius*)

Teknologi *Ecotech Garden* menggunakan tanaman melati air (*Echinororus palafolius*) selain dimanfaatkan untuk mengolah air limbah *greywater* rumah tangga juga dapat dimanfaatkan sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang berperan dalam pengurangan konsentrasi karbon dioksida (CO_2) yang merupakan salah satu gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Selain itu tanaman melati air juga dapat bernilai ekonomi, dimana pertumbuhan tanaman melati air selama 5 bulan hingga 6 bulan dapat menghasilkan tunas anakan dari buah melati air. Tiap satu tanaman melati air bisa menghasilkan 1 hingga 3 tunas. Pembiakan tunas ini dapat dilakukan dengan pemotongan tunas dan memindahkannya ke media baru. Harga tanaman melati air berpariasi tergantung ukuran dan usia tanaman melati air.

Melati air yang belum berbunga dihargai Rp.15.000 hingga Rp. 20.000 sedangkan tanaman melati air yang telah berbunga dihargai lebih tinggi yaitu Rp.30.000 hingga Rp.50.000. Dengan adanya harga jual ini dapat dihitung nilai ekonomi tanaman melati air dari teknologi *Ecotech Garden* yang diaplikasikan dipekarangan rumah dengan estimasi tiap tanaman menghasilkan 2 tunas anakan sebagai berikut:

- Jumlah tanaman x jumlah tunas = 15 tanaman x 2 tunas = 30 tanaman
- 30 tanaman x Rp. 15.000 = Rp.450.000

Sehingga tanaman melati air pada teknologi *Ecotech Garden* dapat menghasilkan nilai ekonomi sebanyak Rp.450.000 dalam jangka waktu 4 bulan setelah tanaman melati air tumbuh tunas anakan.



Sumber : data olahan

Gambar 5
Tunas Anakan Melati Air

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan serta uji analisis statistik maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Efisiensi penurunan kadar BOD, TSS, minyak dan lemak pada masing- masing bak reaktor yaitu :
   a. bak reaktor tanpa tanaman menunjukkan rentang efisiensi penurunan kadar BOD mencapai 74,92% hingga 78,90%; efisiensi penurunan kadar TSS mencapai 96,51% hingga 97,30%; serta efisiensi penurunan kadar minyak dan lemak mencapai 95,57% hingga 97,36%.
   b. bak reaktor dengan presentase tutupan tanaman 40% dengan jumlah tanaman melati air sebanyak 3 tanaman menunjukkan rentang efisiensi penurunan kadar BOD sebanyak 78,60% hingga 81,40%; efisiensi penurunan kadar TSS sebanyak 96,02% hingga 97,59%; serta efisiensi penurunan kadar minyak dan

lemak mencapai 95,57% hingga 97,36%.

c. bak reaktor dengan persentase tutupan tanaman 80% dengan jumlah tanaman melati air sebanyak 6 tanaman menunjukkan rentang efisiensi penurunan kadar BOD sebanyak 74,68% hingga 77,32%; efisiensi penurunan kadar TSS sebanyak 96,14% hingga 97,18%; efisiensi penurunan kadar minyak dan lemak sebanyak 94,67% hingga 96,68%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa efisiensi penurunan kadar BOD berkisar 74,92% hingga 81,40%, TSS berkisar 96,02% hingga 97,59%, minyak dan lemak berkisar 94,35% hingga 97,36%.

2. Waktu tinggal dan persentase tutupan tanaman optimum yaitu waktu tinggal selama 1 hari pada bak reaktor dengan presentase tutupan tanaman 40% dengan efisiesi penurunan kadar BOD mencapai 81,40%.
3. Desain *Ecotech Garden* dengan waktu tinggal 1 hari diperoleh dimensi panjang 1,6 m; lebar 1 m; kedalaman 0,70 m dengan persentase tutupan 40% diperoleh jumlah tanaman melati air *(Echinodorus palaefolius)* sebanyak 15 tanaman sehingga desain ini dapat diaplikasikan di pekarangan rumah.

DAFTAR PUSTAKA

Kurniawan, H. 2005. Uji Kemampuan Tumbuhan Heliconia Rostrata dan Cyperus Papyrus dalam menurunkan COD dan TSS pada Air Limabah KM/WC, Kantin ITS dan Laboratorium Lingkungan Dengan Sistim Rawa Buatan. *Tugas Akhir*, Teknik Lingkungan ITS.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Shofa, Tri, J., Nurjazuli. 2017. Perbedaan Efektivitas Constructed Wetlands Recirculating Free Water Surface Dan Subsurface Flow System Echinodorus Palaefolius Untuk Menurunkan Fosfat Limbah Cair Rumah Tangga (Greywater). *Tugas Akhir*, Universitas Diponegoro.

Subiyantoro, Edi M. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Kelapa Sawit Palm Oil 2014-2016*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Supradata. 2005. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands). *Tesis*, Universitas Diponegoro.