

PENGOLAHAN AIR LIMBAH BATIK *HOME INDUSTRY* DI SIDOARJO SECARA FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) DALAM MENURUNKAN PARAMETER BOD, COD & TSS DENGAN METODE HIDROPONIK RAKIT APUNG

Sarah Puspita Dewi¹⁾; Taty Alfiah¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITATS, Jalan Arief Rachman Hakim 100 Surabaya
e-mail: dewisarahpuspita7@gmail.com

Abstrak

Limbah cair batik adalah limbah yang dihasilkan dari proses pemutihan, pewarnaan, percetakan, pencelupan, pengeringan, dan pencucian yang menyebabkan limbah tersebut memiliki karakteristik pH, BOD, COD dan TSS. Tujuan penelitian ini yaitu (1) untuk mengukur kualitas limbah batik; (2) menguji kemampuan tanaman; (3) menganalisis pengaruh jumlah tanaman; (4) menganalisis pengaruh lamanya waktu tinggal Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada air limbah batik menggunakan metode hidroponik rakit apung. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu, 0 tanaman, 4 tanaman dan 8 tanaman dengan waktu kontak 1 hari, 3 hari dan 7 hari. Konsentrasi awal BOD, COD dan TSS sebelum perlakuan adalah 542 mg/L, 1043 mg/L dan 664 mg/L. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah tanaman dan lama waktu tinggal berpengaruh terhadap penurunan kadar pencemar pada limbah cair batik. Penurunan kadar pencemar yang paling efektif terjadi pada hari ke 3 dengan jumlah 4 tanaman dengan persentase BOD sebesar 96,31% ; COD sebesar 96,07% ; TSS sebesar 97,74%. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa efektifitas penurunan kadar pencemar ditentukan oleh jumlah tanaman dan waktu tinggal semakin sedikit jumlah tanaman dan singkatnya waktu tinggal maka semakin efektif dalam menurunkan BOD, COD dan TSS.

Kata kunci: fitoremediasi, hidroponik rakit apung, limbah cair batik, tanaman kayu apu

Abstract

Batik liquid waste is waste containing pH, BOD, COD, and TSS due to the processes of bleaching, coloring, printing, dyeing, and drying. This study aimed to: (1) measure the quality of batik waste; (2) test the ability of plants; (3) analyze the effect of the number of plants; and (4) analyze the effect of detention time of Apu Wood (*Pistia stratiotes* L.). To reduce BOD, COD, and TSS levels in Batik wastewater, it employed the floating raft hydroponic method by varying 0 plants, 4 plants, and 8 plants with a contact time of 1 day, 3 days, and 7 days. The initial concentrations of BOD, COD, and TSS before treatment were 542 mg/L, 1043 mg/L, and 664 mg/L, respectively. The results of the analysis indicated that the number of plants and the time of detention affected the reduction of pollutant levels in Batik liquid waste. The most effective decrease in pollutant levels occurred on day 3, with a total of 4 plants obtaining 96.31% BOD; 96.07% COD; and 97.74% TSS. The measurement results also showed that the effectiveness of pollutant level reduction was determined by the number of plants and the detention time. Thus, the fewer the number of plants and the shorter the detention time, the more effectively the plants reduce BOD, COD, and TSS.

Keywords: apu wood plant, batik wastewater, floating raft hydroponics, phytoremediation

1. PENDAHULUAN

Produksi batik menjadi salah satu produksi yang potensial untuk dikembangkan. Dalam proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah cair yang jumlahnya mencapai 80% dari seluruh jumlah air yang dipergunakan dalam proses pembatikan (Setiyono & Gustaman, 2017). Semakin meningkatnya jumlah industri batik, maka limbah cair yang dihasilkan akan semakin besar (Chan, 2012). Menurut (Suprihatin, 2014), Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan atau pencelupan. Agar limbah tersebut tidak dibuang begitu saja ke badan sungai, maka diperlukan pengolahan untuk mencegah dampak negatif yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan dan kesehatan manusia (Rizkiyanti, D.S., dan Alifiah, 2018). Salah satu cara mengatasi pencemaran yang disebabkan oleh limbah cair yaitu Fitoremediasi. Salah satu teknik dalam fitoremediasi adalah menggunakan tanaman air (hidrofit).

Salah satu tanaman hidrofit yang sering digunakan untuk fitoremediasi adalah tanaman *Pistia stratiotes* L. Tanaman *Pistia stratiotes* L juga efektif sebagai filter kontaminan dan dapat menurunkan kadar nutrisi pada perairan (Herlambang & Hendriyanto, n.d.). Metode hidroponik merupakan salah satu metode dalam fitoremediasi dimana air digunakan sebagai media atau tempat tumbuh dan berkembang suatu tanaman (Rangian et al., 2017). Hidroponik bisa dikatakan salah satu metode bercocok tanam yang paling sederhana, mudah dan efisien hal ini dikarenakan metode ini tidak memerlukan tempat atau lahan yang luas dan tanaman menjadi lebih bersih. Rakit apung menempatkan tanaman terapung diatas cairan nutrisi sehingga akar tanaman dapat terus mendapatkan nutrisi. Agar kadar oksigen dalam larutan terjaga, di dalam larutan nutrisi dapat diletakkan aerator yang biasa digunakan untuk menghasilkan gelembung udara pada akuarium (Putri et al., 2017).

2. BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bak container plastik berukuran 30L, Net pot berdiameter 5 cm, Styrofoam sebagai penyangga, aerator, beker glass 1L, Botol kaca 5L, Penelitian ini menggunakan sampel limbah batik diperoleh dari *Home Industry* Batik yang berada di Kampung Batik Jetis II/64, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dan Tanaman Kayu apu yang memiliki kriteria jumlah daun 7 – 10 serta akar dengan panjang 5 – 10 cm.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode hidroponik rakit apung yang dilakukan dengan cara menanam tanaman pada lubang instalasi yang mengapung di atas permukaan larutan nutrisi dalam bak penampung. Prinsip kerja metode ini akar tanaman langsung menyentuh larutan nutrisi berupa limbah batik dan menggunakan aliran *batch*. *System batch* merupakan suatu sistem proses dimana selama proses berlangsung tidak ada masukan (input) maupun keluaran (output). Salah satu tanaman hidrofit yang biasa digunakan untuk perawatan tanaman adalah *Pistia Stratiotes L.* *Pistia Stratiotes L.* juga berfungsi sebagai penyaring kontaminan dan dapat menurunkan kadar hara dalam air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik awal limbah batik

Limbah hasil pewarnaan pada proses pembatikan akan di Uji karakteristik terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan awal limbah sesuai dengan parameter air limbah produksi. Tabel 1 merupakan hasil dari uji karakteristik limbah batik. Hasil uji menunjukkan bahwa karakteristik awal air limbah batik Jetis Sidoarjo melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

Tabel 1. Karakteristik awal air limbah batik Jetis, Sidoarjo

No.	Parameter	Hasil Pengujian	Baku Mutu	Keterangan
1.	BOD (mg/L)	542	60	Tidak memenuhi syarat
2.	COD (mg/L)	1043	150	Tidak memenuhi syarat
3.	TSS (mg/L)	664	50	Tidak memenuhi syarat
4.	pH	4,7	6,0 – 9,0	Tidak memenuhi syarat

Uji Fitoremediasi

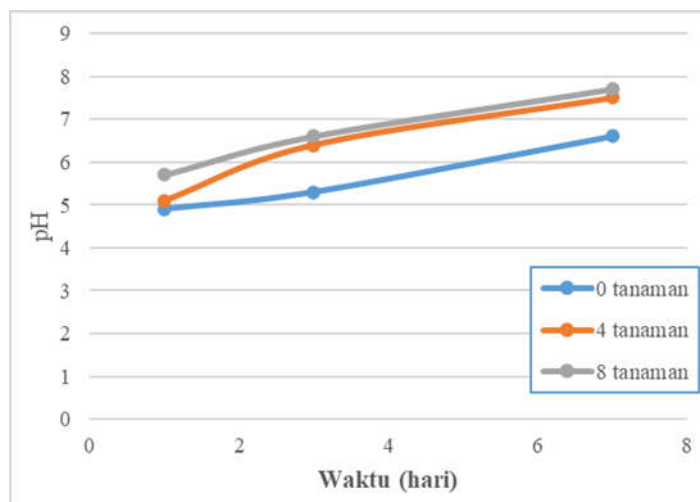
Tanaman kayu apu yang digunakan pada uji fitoremediasi dipilih dari proses aklimatisasi, tanaman yang memiliki daun yang masih hijau dan segar serta akar nya yang masih dalam kondisi baik. Variasi jumlah tanaman yang digunakan yaitu 0 tanaman (Kontrol) pada reaktor 1, 4 tanaman pada reaktor 2, dan 8 tanaman pada reaktor 3. Sistem yang digunakan pada penelitian ini yaitu sistem batch. Proses fitoremediasi berlangsung selama 7 hari dengan pengambilan sampel pada hari ke-1, 3 dan 7. Pengambilan dilakukan pada pukul 08.00 untuk mengukur kandungan BOD, COD dan TSS pada sampel air limbah.

Analisis pH

Hasil pengujian pH setelah uji fitoremediasi, dapat diketahui pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian pH

	Hari 1	Hari 3	Hari 7
0 tanaman	4.9	5.3	6.6
4 tanaman	5.1	6.4	7.5
8 tanaman	5.7	6.6	7.7



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Fitoremediasi Parameter pH

Parameter pH air selama masa uji fitoremediasi ini tercatat pada angka berkisar antara 4,9 – 7,7 tetapi pada penelitian ini kayu apu masih bisa hidup pada pH 4,7 yang artinya masih bisa ditolerir oleh tanaman. Lamanya waktu detensi berpengaruh nyata terhadap peningkatan nilai pH. Waktu detensi (waktu tinggal) merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu tahap pengolahan pada mikroorganisme melakukan proses pendegradasian agar diperoleh effluent dengan kualitas yang lebih baik. Nilai pH terbaik diperoleh dari perlakuan dengan waktu detensi 7 hari yaitu sebesar 7,7. Biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH sekitar 7 – 8,5. Dapat disimpulkan bahwa pH pada akhir proses fitoremediasi telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

Tabel 3. Uji Statistik Pengaruh Hari dengan Parameter pH Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients B	Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	49.821	3.232		15.415	.000
	Hari	3.321	.729	.865	4.557	.003

a. Dependent Variable: pH

Tabel 4. Uji Statistik Pengaruh Jumlah Tanaman dengan Parameter pH Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients B	Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	5.667	.510		11.112	.000
	Jumlah Tanaman	.133	.099	.455	1.350	.219

a. Dependent Variable: pH

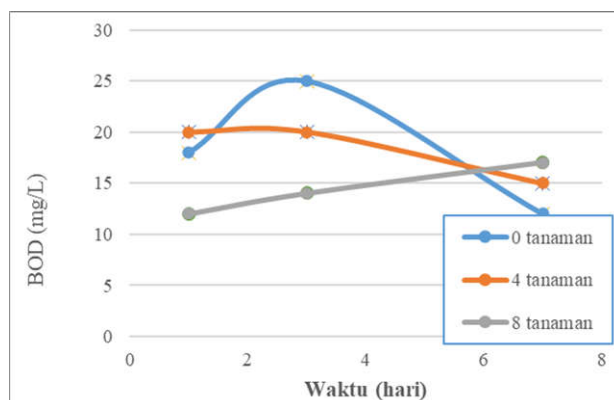
Hasil uji statistik digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara hari, jumlah tanaman dengan parameter pH. Dari hasil uji statistik regresi linier sederhana didapatkan hasil bahwa terdapat keterkaitan antara hari dengan parameter pH yang memiliki nilai sig < probabilitas 0,05 yaitu 0,003 yang berarti bahwa ada pengaruh antara hari terhadap parameter pH, sedangkan untuk keterkaitan antara jumlah tanaman dengan parameter pH didapatkan hasil bahwa nilai T hitung 1,350 > T tabel 3,182 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh antara jumlah tanaman dengan parameter pH.

Analisis BOD

BOD merupakan parameter untuk mengetahui kebutuhan oksigen biologis untuk memecah bahan buangan di dalam air oleh mikroorganisme. Hasil analisis pengujian BOD dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian BOD

	Hari 1	Hari 3	Hari 7
0 tanaman	18 mg/L	25 mg/L	12 mg/L
4 tanaman	20 mg/L	20 mg/L	15 mg/L
8 tanaman	12 mg/L	14 mg/L	17 mg/L



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Fitoremediasi Parameter BOD

Berdasarkan hasil analisis laboratorium nilai BOD pada reaktor dengan 0 tanaman (kontrol) mengalami kenaikan. Pada 4 tanaman dihari ke 7 mengalami penurunan terkait dengan sifat tanaman yang sangat efektif menurunkan nilai BOD. Menurut (Mangkoedihardjo & Fitria, 2016), terlalu lama terkontak dengan kontaminan sehingga menyebabkan beberapa tumbuhan mati dan kandungan karbon pun meningkat sehingga menyebabkan BOD yang terkandung dalam air meningkat lagi. Nilai BOD pada reaktor 8 tanaman mengalami peningkatan di hari ke 1 sampai ke 7. Hal ini disebabkan karena bahan organik yang telah dicerna oleh mikroorganisme dengan cara merombak limbah organik menjadi senyawa organik sederhana dan mengkonversikan menjadi gas karbondioksida (CO_2).

Tabel 6. Uji Statistik Pengaruh Hari dengan Parameter BOD
Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	18.702	2.592		7.215	.000
	Hari	-.464	.585	-.288	-.794	.453

a. Dependent Variable: BOD

Tabel 7. Uji Statistik Pengaruh Jumlah Tanaman dengan Parameter BOD
Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	19.000	2.200		8.635	.000
	Jumlah Tanaman	-.500	.426	-.405	-1.173	.279

a. Dependent Variable: BOD

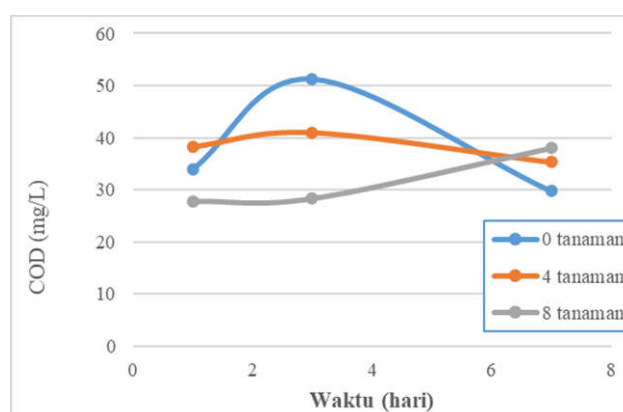
Hasil uji statistik digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara hari, jumlah tanaman dengan parameter BOD. Dari hasil uji statistik regresi linier sederhana didapatkan hasil bahwa terdapat keterkaitan antara hari dengan parameter BOD yang memiliki nilai $\text{sig} < \text{probabilitas } 0,05$ yaitu $0,453$ yang berarti bahwa tidak ada pengaruh antara hari terhadap parameter BOD, sedangkan untuk keterkaitan antara jumlah tanaman dengan parameter BOD didapatkan hasil bahwa nilai $T \text{ hitung } -1,173 < T \text{ tabel } 3,182$ sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat pengaruh antara jumlah tanaman dengan parameter BOD.

Analisis COD

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah total kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menugurai kandungan organik pada air, apabila nilai COD lebih tinggi daripada BOD, hal ini dikarenakan dalam proses tersebut senyawa organik juga ikut teroksidasi (Andika et al., 2020).

Tabel 8. Hasil Pengujian COD

	Hari 1	Hari 3	Hari 7
0 tanaman	34 mg/L	51.3 mg/L	29.8 mg/L
4 tanaman	38.3 mg/L	41 mg/L	35.3 mg/L
8 tanaman	27.8 mg/L	28.3 mg/L	38 mg/L



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Fitoremediasi Parameter COD

Berdasarkan hasil analisis laboratorium nilai COD pada hari ke 3 mengalami peningkatan di semua reaktor yang disebabkan karena kandungan bahan organik yang tinggi dan menyebabkan mikroorganisme mengalami kejenuhan dan kematian sehingga materi organik tidak terurai yang ditunjukkan dengan meningkatkan nilai COD. Nilai COD pada

reaktor 8 tanaman mengalami penurunan di hari ke 7. Perubahan persentase ditunjukkan melalui grafik 4.5. Menurut (Sasono & Asmara, 2013) penurunan kandungan COD pada tanaman *Pistia stratiotes L.* salah satunya dipengaruhi fungsi perakaran dalam menyerap dan mengurai polutan dan penurunan kandungan COD. Proses fitoremediasi, tumbuhan memanfaatkan bahan kimia dalam limbah sebagai nutrisi untuk kehidupannya, hal ini juga salah satu yang menyebabkan penurunan kandungan COD pada limbah cair batik (Padmaningrum, 2010).

Tabel 9. Uji Statistik Pengaruh Hari dengan Parameter COD
Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	36.218	4.686		7.730	.000
Hari	-.065	1.057	-.023	-.062	.952

a. Dependent Variable: COD

Tabel 10. Uji Statistik Pengaruh Jumlah Tanaman dengan Parameter BOD
Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	39.250	3.932		9.981	.000
Jumlah Tanaman	-.888	.761	-.403	5.149	.282

a. Dependent Variable: COD

Hasil uji statistik digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara hari, jumlah tanaman dengan parameter COD. Dari hasil uji statistik regresi linier sederhana didapatkan hasil bahwa terdapat keterkaitan antara hari dengan parameter COD yang memiliki nilai sig > probabilitas 0,05 yaitu 0,952 yang berarti bahwa tidak ada pengaruh antara hari terhadap parameter COD, sedangkan untuk hasil keterkaitan antara jumlah tanaman dengan parameter COD yaitu nilai T hitung 1,165 < T tabel 3,182 sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat pengaruh antara jumlah tanaman dengan parameter COD.

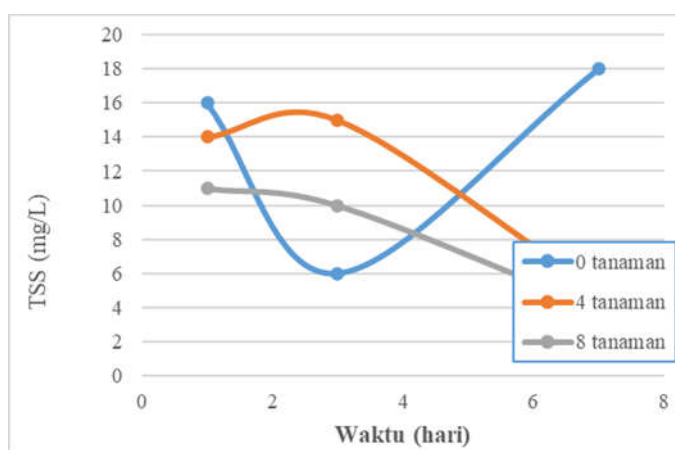
Analisis TSS

TSS atau *Total Suspended Solid* adalah padatan yang terdapat pada air tetapi berbeda dengan TDS yang dapat larut, TSS sendiri tidak dapat larut dalam air karena TSS adalah hasil

penyaringan dari padatan terlarut. Hasil analisis tanaman kayu ditunjukkan pada tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Pengujian TSS

	Hari 1	Hari 3	Hari 7
0 tanaman	16 mg/L	6 mg/L	18 mg/L
4 tanaman	14 mg/L	15 mg/L	5 mg/L
8 tanaman	11 mg/L	10 mg/L	4 mg/L



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Fitoremediasi Parameter TSS

Berdasarkan hasil analisis laboratorium parameter TSS mengalami kenaikan dan penurunan yang disebabkan karena partikel dengan massa cukup berat terdapat dalam limbah akan mengendap pada bagian reaktor, sedangkan yang cukup ringan dan melayang akan menempel pada bagian akar, karena tanaan kayu apu memiliki akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air. Semakin banyak akar serabut yang dimiliki, maka semakin banyak koloid yang menempel pada akar – akar tersebut. Pada penelitian ini beberapa akar kayu apu mulai ada yang terlepas sehingga dapat mempengaruhi penurunan kadar TSS yang tidak signifikan.

Tabel 12. Uji Statistik Pengaruh Hari dengan Parameter TSS
Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients B Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	13.619	3.017	4.514	.003
	Hari	-.714	.680	-.369	.329

a. Dependent Variable: TSS

Tabel 13. Uji Statistik Pengaruh Jumlah Tanaman dengan Parameter TSS
Coefficients^a

	Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	13.500	2.616		5.160	.001
	Jumlah Tanaman	-.625	.507	-.423	3.931	.257

a. Dependent Variable: TSS

Hasil uji statistik digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara hari, jumlah tanaman dengan parameter TSS. Dari hasil uji statistik regresi linier sederhana didapatkan hasil bahwa terdapat keterkaitan antara hari dengan parameter TSS yang memiliki nilai sig > probabilitas 0,05 yaitu 0,329 yang berarti bahwa tidak ada pengaruh antara hari terhadap parameter TSS, sedangkan untuk keterkaitan antara jumlah tanaman dengan parameter TSS mendapatkan hasil nilai T hitung $-1,234 < T \text{ tabel } 3,182$ sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat pengaruh antara jumlah tanaman dengan parameter TSS.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah karakteristik awal limbah batik memiliki nilai pH 4,7; BOD 542 mg/L; COD 1043 mg/L; TSS 664 mg/L. Efisiensi removal pada tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes L*) dalam menurunkan kadar BOD sebesar 96,31% dengan nilai 20 mg/L; COD sebesar 96,07% dengan nilai 41 mg/L; TSS sebesar 97,74% dengan nilai 15 mg/L. Hasil uji statistik menggunakan regresi linier menunjukkan bahwa semua nilai signifikan lebih besar dari probabilitas yang artinya tidak terdapat perbedaan yang nyata pada penggunaan variasi jumlah tanaman dan variasi waktu kontak terhadap penyisihan konsentrasi BOD, COD dan TSS tetapi hasil dari uji removal telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 serta efisiensi removal menunjukkan bahwa tanaman kayu apu mampu menurunkan parameter BOD, COD dan TSS.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan Nilai Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22.
<https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Chan, N. W. (2012). Managing Urban Rivers and Water Quality in Malaysia for Sustainable Water Resources. *International Journal of Water Resources Development*, 28(2), 343–354.
<https://doi.org/10.1080/07900627.2012.668643>
- Herlambang, P., & Hendriyanto, O. (n.d.). Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) Dan Genjer (*Limnocharis Flava* L.). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 100–114.
- Mangkoedihardjo, S., & Fitria, F. L. (2016). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Tanaman Kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L.) Untuk Menurunkan Kadar Amonium Dan BOD Pada Bed Evapotranspirasi. *Jurnal Purifikasi*, 16(2).
<https://doi.org/10.12962/j25983806.v16.i2.39>
- Padmaningrum, R. T. (2010). Pengelolaan Bahan Dan Limbah Kimia. *Ppm*, 1–9.
<http://staffnew.uny.ac.id/upload/131930137/pengabdian/c14pengelolaan-bahan-danlimbah-kimiaregina-tutikuny.pdf>
- Putri, A. E., Sugiharta, I., & Anggoro, B. S. (2017). Pengaruh Metode Elektrolisis Logam Besi