

Efektivitas Penyisihan Kadar BOD Limbah Cair Pengolahan Ikan Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Dengan Sistem SSFCWS

Desanty Prihastya Ningrum¹, Noven Pramitasari¹, Yeny Dhokhikah¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember, Indonesia
novenpramitasari@unej.ac.id

ABSTRACT

Fish processing liquid waste is waste that contains organic material from fish processing activities that have the potential to pollute the environment if the resulting waste is not treated properly and correctly. This research was conducted to determine the efficiency of removal of BOD levels by Phytotreatment using water jasmine (*Echinodorus palaefolius*), and the effect of the number of plants on BOD levels of fish processing wastewater. Sampling was carried out in the fish processing industry in Pasuruan, East Java. The research stages started from preliminary research, the phyto-treatment process, and data analysis using Two-Way ANOVA. Plant acclimatization with concentrations of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% fish processing wastewater with water jasmine (*Echinodorus palaefolius*) gradually for 18 days. Phytotreatment was carried out using a waste concentration of 75% for 20 days to determine the decrease in BOD levels. Based on the results of the analysis, it can be concluded that water jasmine (*Echinodorus palaefolius*) can absorb organic matter in wastewater treatment with BOD removal efficiency of 77% respectively. The results of statistical tests carried out showed that the weight of water jasmine (*Echinodorus palaefolius*) had a significant effect on BOD levels.

Keywords:

Fish processing,
Phytotreatment,
Two-way ANOVA,
Wastewater
Water jasmine

Submitted: January 2022
Reviewed: February 2022
Published: February 2022

INTISARI

Limbah cair pengolahan ikan merupakan limbah yang mengandung bahan organik dari kegiatan pengolahan ikan yang berpotensi mencemari lingkungan apabila limbah yang dihasilkan tidak diolah secara baik dan benar. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi penyisihan kadar BOD dengan fitotreatment menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*), dan pengaruh jumlah tanaman terhadap kadar BOD limbah cair pengolahan ikan. Pengambilan sampel dilakukan di industri pengolahan ikan yang terdapat di Pasuruan, Jawa Timur. Tahapan penelitian dimulai dari penelitian pendahuluan, proses fitotreatment, dan analisis data menggunakan Anova Dua Arah. Aklimatisasi tanaman dengan konsentrasi limbah cair pengolahan ikan 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) bertahap selama 18 hari. Fitotreatment dilakukan menggunakan konsentrasi limbah 75% selama 20 hari untuk mengetahui penurunan kadar BOD. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) mampu menyerap bahan organik dalam limbah cair pengolahan dengan efisiensi penyisihan BOD sebesar 77%. Adapun hasil uji statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa berat tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) berpengaruh signifikan terhadap kadar BOD.

Kata Kunci:

ANOVA dua arah,
Fitotreatment,
Limbah cair,
pengolahan ikan,
Melati air

Diterima: Januari 2022
Direview: Februari 2022
Dipublikasi: Februari 2022



PENDAHULUAN

Saat ini berbagai industri telah berkembang pesat mengikuti perkembangan manusia, hal tersebut memiliki dampak positif serta menimbulkan dampak negatif yaitu berupa limbah hasil pengolahan ikan. Salah satu industri pengolahan ikan ini terletak di Pasuruan, Jawa Timur. Industri pengolahan ikan merupakan industri hasil perikanan yang kegiatannya dapat menghasilkan limbah cair salah satunya yaitu limbah dari proses pembekuan ikan. Limbah yang dihasilkan dari proses pembekuan ikan dapat berpotensi mencemari lingkungan apabila limbah yang dihasilkan tidak diolah secara baik dan benar. *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan parameter dalam limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan ikan, khususnya pada proses pembekuan ikan [1]. Limbah yang akan dibuang menuju badan air harus memiliki nilai BOD di bawah batas baku mutu. Nilai BOD yang tinggi dapat mengakibatkan kematian pada organisme yang ada di perairan karena kandungan oksigen terlarut yang rendah.

Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) adalah tanaman hias yang hidup menggunakan media air dan tanaman tersebut dapat hidup dalam berbagai macam musim. Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) tergolong sebagai tanaman yang mampu beradaptasi dengan mudah, memiliki kemampuan menyerap polutan dalam air, serta tidak membutuhkan perawatan khusus. Tanaman tersebut dipilih dalam proses fitotreatment pada limbah industri pengolahan ikan karena dapat menyerap kadar BOD [2].

Constructed wetlands merupakan sistem pengolahan limbah cair yang dapat menurunkan kandungan kontaminan berbahaya dalam air [4]. *Constructed Wetland* (CW) adalah proses pengolahan limbah yang merupakan pengaplikasian dari proses penjernihan air di lahan basah (*wetland*). *Constructed Wetland* (CW) memiliki dua tipe aliran yaitu *Surface Flow* dan *Subsurface Flow*. *Subsurface Flow Wetland* memiliki beberapa keunggulan yaitu konstruksi yang sederhana, dapat diletakkan di dalam ruangan dan di luar ruangan, sistem operasi yang leluasa, biaya murah, dan penampilan

yang menyerupai kebun sehingga memiliki nilai estetika [8].

Melati air dapat mereduksi kandungan BOD sebesar 52-95% [1]. Berdasarkan uraian penelitian terdahulu tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai fitotreatment dengan melati air (*Echinodorus palaefolius*) untuk mengetahui pengaruh penurunan kadar BOD terhadap berat tanaman.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 9 buah reaktor yang terbuat dari wadah plastik berbentuk tabung dengan dimensi tinggi 28 cm dan diameter 23 cm
- 1 buah bak untuk pengolahan pendahuluan yang terbuat dari wadah plastik berbentuk balok dengan dimensi 34 cm x 30 cm x 41 cm
- 68 botol sampel,
- Timbangan,
- Jerigen bervolume 30L.

Reaktor yang digunakan dalam proses fitotreatment dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Rancangan percobaan reaktor fitotreatment

Variabel	Kombinasi Perlakuan	
Berat Tanaman Melati Air (<i>Echinodorus palaefolius</i>) (A)	100 g (A1) 200 g (A2)	A1 B1 A1 B2

Tabel 2. Rancangan percobaan bak kontrol

Variabel	Perlakuan
Kontrol (C)	Tanpa perlakuan Tanaman melati air (<i>Echinodorus palaefolius</i>) 100 g

Variabel	Perlakuan
Tanaman melati air (<i>Echinodorus palaefolius</i>) 200 g	A2

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

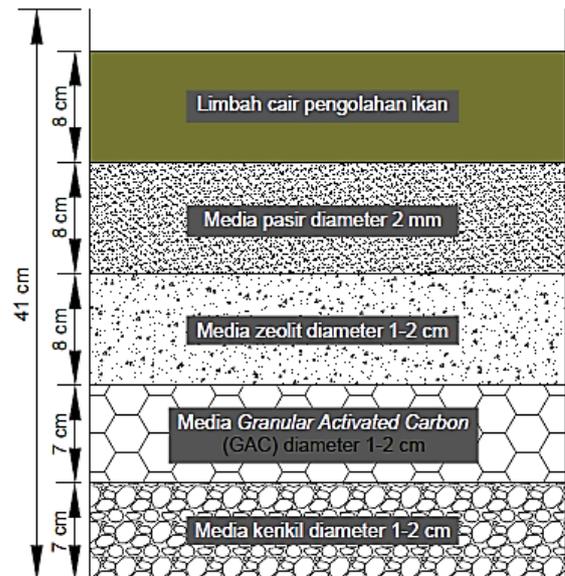
- Limbah cair pengolahan ikan
- Air bersih
- Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*)
- Pasir berukuran 2 mm
- Kerikil berukuran 1-2 cm
- Zeolite berukuran 1-2 cm
- Granular Activated Carbon (GAC) berukuran 1-2 cm.

Prosedur Penelitian

Penelitian Pendahuluan

Limbah cair pengolahan ikan dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui karakteristik awal limbah cair yang berupa parameter ammonia (NH_3), BOD, COD, minyak dan lemak. Kemudian dapat ditentukan parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu BOD.

Limbah cair pengolahan ikan dilakukan pengolahan pendahuluan terlebih dahulu untuk mereduksi sebagian kadar BOD yang terkandung di dalamnya. Pengolahan pendahuluan dilakukan dengan metode *Rapid Sand Filter* menggunakan media *Granular Activated Carbon (GAC)*, *zeolite*, pasir, dan kerikil.



Gambar 1. Desain *Rapid Sand Filter*

Aklimatisasi Tanaman

Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dibersihkan akarnya untuk memisahkan tanah yang melekat pada akar tersebut dan ditimbang seberat 100 gram yang berjumlah 12 tanaman dan seberat 200 gram yang berjumlah 12 tanaman. Kemudian dilakukan aklimatisasi selama 18 hari dengan rincian 2 hari menggunakan konsentrasi limbah 0%, 4 hari menggunakan konsentrasi limbah 25%, 4 hari menggunakan konsentrasi limbah 50%, 4 hari menggunakan konsentrasi limbah 75%, dan 4 hari menggunakan konsentrasi 100%. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mengetahui kemampuan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dapat bertahan hidup.

Fitotreatment

Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) digunakan untuk fitotreatment dengan limbah cair pengolahan ikan berkonsentrasi 75% yang digunakan sebagai batas maksimal tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) untuk bertahan hidup sesuai dengan uji pendahuluan. Masing-masing reaktor diberikan limbah cair dengan volume 10 L dengan rancangan percobaan menggunakan faktor berat tanaman melati air 100 gram dan 200 gram. Perlakuan yang dilakukan sebanyak 4 kali dan terdapat 3 pengulangan. Fitotreatment dilakukan dengan waktu tinggal 20 hari dengan pengambilan

sampel setiap 5 hari. Pengujian dilakukan di laboratorium untuk mengetahui kadar BOD.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan Uji *Two-Way ANOVA* karena pada penelitian ini ditujukan untuk mencari pengaruh BOD terhadap berat tanaman dan waktu tinggal. *Two-way ANOVA* digunakan untuk menguji hipotesis yang didasarkan pada dua kriteria yang memiliki level. Uji *two-way ANOVA* dilakukan apabila data yang digunakan telah memenuhi syarat normalitas dan homogenitas [9].

Uji normalitas pada *two-way ANOVA* memiliki hipotesis H_0 yaitu residual data berdistribusi normal, sedangkan H_1 yaitu residual data berdistribusi tidak normal.

Hipotesis awal (H_0) ditolak apabila nilai signifikansi yang dihasilkan $< 0,05$. Uji homogenitas pada *two-way ANOVA* memiliki hipotesis H_0 yaitu data yang digunakan homogen, sedangkan H_1 yaitu data yang digunakan tidak homogen. Hipotesis awal (H_0) ditolak apabila nilai signifikansi yang dihasilkan $< 0,05$ [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal air limbah yang mengacu pada PerMenLH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Berikut merupakan hasil penelitian pendahuluan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penelitian pendahuluan

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa
1	Ammonia (NH ₃)	ug/Nm ³	779,2	10	APHA 4500-NH ₃ F-2017
2	BOD	mg/L	963,4	100	APHA 5210 B-2017
3	COD	mg/L	2.020	200	SNI 6989.2.2009
4	Minyak dan Lemak	mg/L	12,5	15	APHA 5220 B-2017

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan PerMenLH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Hasil penelitian pendahuluan menjelaskan bahwa parameter yang tidak memenuhi baku mutu yaitu ammonia, BOD, dan COD. Penelitian ini menggunakan parameter BOD karena pada limbah cair pengolahan ikan memiliki kandungan bahan organik yang cukup besar.

Pengolahan awal menggunakan *Rapid sand filter* dilakukan untuk mengurangi kadar BOD yang terkandung pada limbah cair pengolahan ikan. Efisiensi penyisihan yang dihasilkan oleh *rapid sand filter* yaitu BOD 22%. Berikut merupakan hasil pengolahan pendahuluan yang dapat dilihat pada

Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengolahan pendahuluan

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Efisiensi Penyisihan
1	BOD	mg/L	755,4	100	APHA 5210 B-2017	22%

*) Standard Baku Mutu sesuai dengan PerMenLH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) menggunakan tanaman yang memiliki berat 100 g dan 200 g selama 18 hari menggunakan air bersih dan air limbah. Aklimatisasi tanaman menggunakan air bersih dilakukan selama 2 hari, menggunakan air limbah dengan konsentrasi 25% selama 4 hari, air limbah dengan konsentrasi 50% selama 4 hari, air limbah dengan konsentrasi 75% selama 4 hari, dan air limbah dengan konsentrasi 100% selama 4 hari. Aklimatisasi digunakan untuk adaptasi tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) menuju lingkungan barunya serta untuk mengetahui daya tahan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) terhadap limbah cair pengolahan ikan.



Gambar 2. Aklimatisasi tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*)

Hasil dari aklimatisasi tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) yaitu tanaman dapat bertahan hidup pada limbah cair pengolahan ikan dengan konsentrasi 75%.

Fitotreatment

Fitotreatment dilakukan dengan metode batch, dimana limbah cair pengolahan ikan didiamkan selama 20 hari dengan konsentrasi limbah cair 75% dengan volume 10 L, karena tanaman melati air dapat bertahan pada konsentrasi tersebut. Variabel bebas yang digunakan yaitu berat tanaman 200 gram dan 200 gram. Parameter yang diamati yaitu BOD, diambil sampel pada hari ke 5, 10, 15, dan 20 untuk mengetahui efektifitas penurunannya.

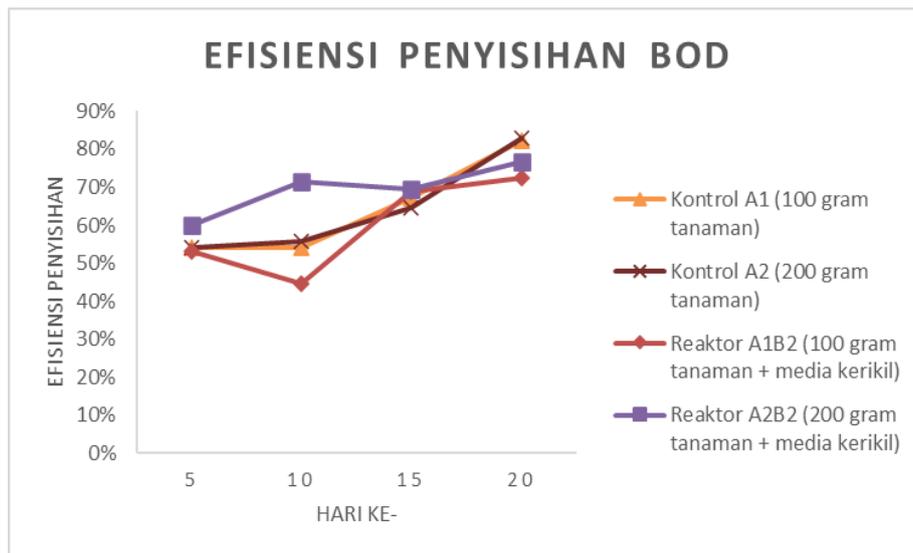
Tanaman melati air selama 20 hari mengalami perubahan meliputi pertumbuhan daun yang ditandai dengan munculnya daun kecil-kecil pada bagian tanaman dan perubahan warna daun yang mulanya berwarna hijau segar, berubah menjadi coklat serta tepiannya mengering. Limbah cair pengolahan ikan yang digunakan dalam proses fitotreatment juga mengalami perubahan warna menjadi coklat kemerahan yang diakibatkan oleh faktor debu yang terdapat pada sekitar reaktor serta partikel dari limbah cair pengolahan ikan yang mengendap, seperti darah ikan.

Pengukuran pH dan suhu dilakukan pada saat proses fitotreatment berlangsung untuk mengetahui pH dan suhu yang terkandung dalam limbah cair pengolahan ikan selama 20 hari. Nilai pH yang terdapat dalam tiap reaktor uji fitotreatment selama 20 hari memiliki nilai yang berada pada rentang 6-9. Nilai suhu yang terdapat dalam tiap reaktor uji fitotreatment selama 20 hari memiliki nilai yang berada pada rentang 27-30°C. Bakteri dapat hidup dan berkembang biak dengan baik pada suhu 25-35°C, sehingga suhu dalam reaktor yang digunakan

pada proses fitotreatment dapat mendukung pertumbuhan bakteri untuk menurunkan kadar BOD [5]. Kenaikan dan penurunan suhu pada tiap reaktor disebabkan oleh kondisi cuaca pada saat uji suhu dilakukan. Suhu juga berpengaruh pada kemampuan penyerapan yang dilakukan oleh tanaman, karena suhu berkaitan dengan proses metabolisme dan proses fotosintesis [6].

Analisis Kadar BOD terhadap Berat Tanaman

Kadar BOD dalam limbah cair pengolahan ikan yang telah direduksi dengan fitotreatment menggunakan tanaman melati air menghasilkan penurunan kadar BOD yang berbeda pada setiap reaktor. Efisiensi penyisihan BOD terhadap berat tanaman dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Efisiensi penyisihan BOD

Gambar 3 menjelaskan bahwa efisiensi penyisihan BOD terhadap variabel berat tanaman mengalami kenaikan pada setiap pengambilan sampel. Reaktor A1B2 yang merupakan variabel berat tanaman 100 gram menunjukkan adanya kenaikan efisiensi penyisihan, hal tersebut didukung dengan kontrol A1 yang berisi 100 gram tanaman melati air juga mengalami kenaikan efisiensi penyisihan. Reaktor A2B2 yang merupakan variabel berat tanaman 200 gram juga menunjukkan adanya kenaikan efisiensi penyisihan, hal tersebut didukung dengan kontrol A2 yang berisi 200 gram tanaman melati air yang juga mengalami kenaikan efisiensi penyisihan.

Kenaikan efisiensi penyisihan disebabkan oleh adanya penyerapan bahan organik oleh akar tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*). Bahan organik pada limbah cair pengolahan ikan digunakan sebagai proses metabolisme atau biasa disebut dengan fitodegradasi. Fitodegradasi merupakan metabolisme yang ada pada

jaringan tumbuhan oleh bahan organik [7]. Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan berat 200 gram memiliki daya serap akar yang lebih tinggi sehingga dapat menyerap bahan organik dalam air yang digunakan sebagai unsur hara [3].

Efisiensi penyisihan kadar BOD terhadap berat tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) paling efisien yaitu hari ke 20 pada variasi berat tanaman 200 gram. Hal tersebut disebabkan oleh pada berat tanaman 200 gram memiliki akar yang lebat dan rimbun sehingga daya serap yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan berat tanaman 100 gram. Pada tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan berat 200 gram juga memiliki daun yang lebih lebar sehingga membutuhkan unsur hara yang lebih banyak dari bahan organik dalam limbah cair pengolahan ikan.

Baku mutu yang telah diatur pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan

Hasil Perikanan untuk parameter BOD yaitu 100 mg/L. Nilai kadar BOD yang terdapat dalam reaktor uji tersebut berada di bawah baku mutu. Kadar BOD di reaktor A1B2 pada hari ke-20 sebesar 83,01 mg/L, sedangkan

di reaktor A2B2 pada hari ke-20 sebesar 70,20 mg/L.

Tabel 5. Analisis data BOD dengan two-way ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: BOD						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Corrected Model	17490.637 ^a	7	2498.662	6.366	0.003	
Intercept	217824.027	1	217824.027	555.006	0.000	
BT	4075.171	1	4075.171	10.383	0.007	
Waktu	9751.037	3	3250.346	8.282	0.003	
BT * Waktu	4097.716	3	1365.905	3.480	0.050	
Error	4709.658	12	392.472			
Total	245552.862	20				
Corrected Total	22200.295	19				

a. R Squared = 0.788 (Adjusted R Squared = 0.664)

Uji two-way ANOVA dilakukan untuk menganalisis pengaruh dari massa tanaman dan waktu terhadap nilai BOD pada limbah cair pengolahan ikan yang menghasilkan bahwa terdapat interaksi yang signifikan secara statistik antara efek massa tanaman dan waktu ($F = 3,480$ dan $Sig. = 0,050$). *Simple main effect* dari waktu tinggal menunjukkan bahwa waktu tinggal memiliki pengaruh signifikan secara statistik terhadap nilai BOD ($F = 8,282$ dan $Sig. 0,003$). *Simple main effect* dari massa tanaman menunjukkan bahwa massa tanaman memiliki pengaruh signifikan secara statistik terhadap nilai BOD ($F = 10,383$ dan $Sig. 0,007$). Berdasarkan uji ANOVA yang telah dilakukan maka H_0 ditolak karena nilai $Sig.$ dari massa tanaman terhadap nilai BOD memiliki nilai $< 0,05$.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan kadar BOD limbah cair pengolahan ikan terbesar terjadi pada reaktor A2B2 pada hari ke-20 yaitu sebesar 77% dengan kadar BOD sebesar 70,20

mg/L. Kadar BOD tersebut berada di bawah baku mutu sehingga pengolahan ini efektif dalam menurunkan kadar BOD di limbah cair pengolahan ikan. Adapun berdasarkan uji statistik, berat tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar BOD karena berat tanaman 100 gram dan 200 gram memiliki perbedaan ukuran akar sehingga daya serap terhadap bahan organik di limbah cair pengolahan ikan juga berbeda.

SARAN

Saran yang dapat diberikan kepada peneliti selanjutnya yaitu menggunakan reaktor dengan sistem kontinu, dikarenakan pada penelitian ini menggunakan reaktor dengan sistem *batch*. Selain itu, pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk menambah waktu tinggal pada proses fitotreatment untuk mengetahui waktu tinggal yang efektif fitotreatment tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam limbah cair pengolahan ikan.

REFERENSI

- [1] M. B. Marta, Y. and H. Nursyam, "Pengolahan Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri *Acinobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus* sp. dan *Pseudomonas putida* Secara Aerob," *Journal of Tropical Agrifood*, vol. 3, no. 1, pp. 49-62, 2021. <http://dx.doi.org/10.35941/jtaf.3.1.2021.6119.49-62>.
- [2] M. Kasman, A. Riyanti, S. Sy and M. Ridwan, "Reduksi pencemar limbah cair industri tahu dengan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam sistem kombinasi constructed wetland dan filtrasi," *Jurnal Litbang Industri*, pp. 39-46, 2018. <http://dx.doi.org/10.24960/jli.v8i1.3832.39-46>.
- [3] A. Arimbi, "Efektivitas Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Dalam Menurunkan Kadar BOD (Biological Oxygen Demand) Dan COD (Chemical Oxygen Demand) Serta TSS (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Tempat Pemotongan Ayam Di Kecamatan Delitua Kabupaten Deli," Universitas Sumatera Utara, Sumatera, 2017.
- [4] E. Siswoyo, Faisal, N. Kumalasari and Kasam, "Constructed Wetlands Dengan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka," *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, pp. 59-67, 2019. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol12.iss1.art5>.
- [5] A. Khairani, "Studi Pengolahan Air Limbah Tahu Secara Anaerob Dengan Media Bioball Dan Fitoremediasi Oleh Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) Dalam Penurunan COD dan TSS," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019.
- [6] Z. Oktavia, Budiyo and N. A. Y. Dewanti, "Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik "X" Magelang," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 4, no. 5, pp. 238-246, 2016. <https://doi.org/10.14710/jkm.v4i5.14534>.
- [7] Y. Pratiwi, S. Sunarsih and K. P. Dewi, "Pengolahan Limbah Cair Industri Elektroplating dengan Fitoremediasi Menggunakan *Azolla Microphylla*," *Jurnal Teknologi*, vol. 12, no. 1, pp. 54-62, 2019. <https://doi.org/10.3415/jurtek.v12i1.215>.
- [8] A. D. Warisaura, I. Fadlilah, A. Prasetya and M. Fahrurrozi, "Studi Stabilitas Sistem Sub Surface Flow Constructed Wetland (SSF-CW) Menggunakan Tanaman Melati Air dan Media Tanam Zeolit untuk Menurunkan Logam Hg," *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, pp. 17-27, 2019. <https://doi.org/10.35970/jppl.v1i01.41>.
- [9] A. S. Rahmawati and R. Erina, "Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Uji Anova Dua Jalur," *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 4, no. 1, pp. 54-62, 2020. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.33>.
- [10] I. Ghozali, "Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25," Semarang, Universitas Diponegoro, 2018.