

Penyisihan BOD Dan TSS Pada Limbah Cair Kafetaria Menggunakan *Emergent Macrophyte Wetlands* dengan Tanaman Melati Air

Wahyu Salsa Fajar Apria, Firra Rosariawari, Praditya Sigit Ardistry Sitogasa*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: praditya.s.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 26 Juni 2025

Disetujui: 02 Juni 2025

Abstract

The rising trend of working from anywhere has increased activity in cafeterias, which produce wastewater with high levels of organic matter and suspended solids. If discharged without treatment, this wastewater can pollute the environment and disrupt ecosystem balance. This study aims to evaluate the effectiveness of plant quantity and retention time in a constructed wetland system of the sub-surface flow type, using the emergent macrophyte wetland method with amazon sword plant (*Echinodorus palaefolius*) plants to reduce Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Total Suspended Solids (TSS) in cafeteria wastewater. Variations in plant quantity (12, 14, and 16 stems) were tested over a 16-day retention period. The results showed BOD removal efficiency ranging from 94.62% to 97.85%, while TSS reduction ranged from 73.3% to 97.8%, depending on the sampling time. In the best-case scenario (on day 4), the system reduced BOD from 185.9 mg/L to 6 mg/L and TSS from 150 mg/L to 3 mg/L, meeting the effluent quality standards for restaurant wastewater. This high efficiency is attributed to physical filtration through roots and substrate, as well as rhizospheric microbial activity supported by the roots of the Amazon sword plant (*Echinodorus palaefolius*).

Keywords: *bod, tss, cafeteria wastewater, emergent macrophyte wetlands, amazon sword*

Abstrak

Peningkatan tren bekerja dari mana saja mendorong meningkatnya aktivitas di kafetaria yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik dan padatan tersuspensi cukup tinggi. Limbah ini, jika dibuang tanpa pengolahan, dapat mencemari lingkungan dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas jumlah tanaman dan waktu tinggal dalam sistem *constructed wetland* tipe *sub-surface flow* menggunakan metode *emergent macrophyte wetland* dengan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam menurunkan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Total Suspended Solids* (TSS) pada limbah cair kafetaria. Variasi jumlah tanaman (12, 14, dan 16 batang) diuji selama waktu tinggal 16 hari. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penurunan BOD mencapai 94.62%–97.85%, sedangkan TSS turun sekitar 73.3–97.8%, tergantung waktu sampling. Dalam skenario terbaik (4 hari), sistem ini berhasil menurunkan BOD dari 185.9 mg/L menjadi 6 mg/L dan TSS dari 150 mg/L menjadi 3 mg/L, memenuhi standar baku mutu limbah cair rumah makan. Mekanisme efisiensi tinggi ini antara lain disebabkan oleh filtrasi fisik melalui akar dan substrat, serta aktivitas mikroba rhizosfer yang didukung oleh akar melati air (*Echinodorus palaefolius*).

Kata Kunci: *bod, tss, limbah cair kafetaria, emergent macrophyte wetlands, melati air*

1. Pendahuluan

Trend bekerja dari mana saja atau (*work from anywhere*) menyebabkan banyak orang banyak menghabiskan waktu di luar rumah, salah satu tempat yang menjadi sasaran adalah kafetaria. Kafetaria merupakan salah satu fasilitas pendukung di lingkungan pendidikan, perkantoran, dan area publik lainnya yang menyediakan makanan dan minuman. Aktivitas yang berlangsung di dalamnya yaitu proses memasak, mencuci peralatan, dan pengolahan bahan makanan yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik dan padatan tersuspensi yang cukup tinggi [1]. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya pengaduan terkait air limbah kafetaria mencapai 41%. Jika air limbah dibuang secara terus-menerus ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan, akan menyebabkan pencemaran perairan, memicu eutrofikasi, serta mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik [2]. Permasalahan tersebut berlawanan dengan keterbatasan lahan yang tersedia untuk mengolah limbah agar memenuhi standar baku mutu dan

tidak mencemari lingkungan. Dari permasalahan tersebut, diperlukan sistem pengolahan limbah yang efektif, efisien, dan hemat lahan guna mencegah terjadinya pencemaran lingkungan [3].

Limbah cair kafetaria memiliki karakteristik air limbah berwarna keruh, berbau, dan mengandung bahan organik yang tinggi [4]. Salah satu pengolahan sederhana yang hemat lahan serta biaya dan bisa digunakan untuk mengelola limbah tersebut adalah dengan fitoremediasi, fitoremediasi merupakan metode yang memanfaatkan tumbuhan, seperti pohon, rumput, dan tanaman air, untuk menyerap polutan yang terdapat dalam air atau limbah. [5]. Fitoremediasi sendiri terbagi menjadi beberapa jenis diantaranya *free floating*, *floating leaved*, *emergent macrophyte wetland*, dan *submerged macrophyte*. Pada pengolahan kali ini menggunakan *emergent macrophyte wetland* menggunakan tanaman melati air karena pada sistem ini membentuk ekosistem yang berasal dari media tanam tanah dan kerikil serta tumbuhan *emergent*, sehingga efektif untuk mendegradasi kandungan BOD dan TSS pada air limbah secara biologis [1].

Tanaman melati air yang digunakan minimal memiliki daun sebanyak 4-5 helai daun [6]. Tanaman melati air memiliki akar serabut, tipe perakaran ini efektif untuk memperluas area tempat mikroorganisme melekat dikarenakan pada sistem *emergent macrophyte wetland* ini efektif untuk tempat tumbuh mikroorganisme pengurai yang berada pada tanaman terlebih akar tanaman [7]. Pada penelitian sebelumnya mendapati bahwa tanaman melati air dapat mendegradasi BOD dan TSS pada limbah cair domestik. Tanaman melati air efektif menurunkan nilai BOD mencapai efisiensi 96,92% dan TSS 96,97% [8], pada penelitian lain didapati bahwa melati air mempunyai pengaruh terhadap efisiensi penurunan kadar BOD dan TSS pada limbah cair domestik sebesar 94% dan 85% [9]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian kali ini bertujuan mengetahui jumlah tanaman serta waktu tinggal terbaik dalam meremoval BOD dan TSS limbah cair kafetaria menggunakan *constructed wetland* tipe *sub-surface flow* jenis *emergent macrophyte wetlands*.

2. Metode Penelitian

2.1 Reaktor Penelitian

Reaktor dirancang menggunakan rak baja serta bak yang terbuat dari material yang mampu menampung air limbah serta memiliki ketahanan terhadap kebocoran. Perakitan dilakukan berdasarkan desain yang telah disusun sebelumnya. Media yang digunakan terdiri dari lapisan kerikil berukuran 1–2 cm dengan ketebalan 10 cm di pipa inlet dan outlet, dan lapisan tanah setebal 10 cm diantara kerikil.



Gambar 1. Reaktor Penelitian
Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.2 Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi tanaman dilakukan sebelum pelaksanaan proses pengolahan dengan sistem lahan basah makrofit emergen. Tanaman Melati Air di aklimatisasikan dengan penyiraman menggunakan air bersih selama 7 hari dalam reaktor yang telah berisi substrat [9]. Selama proses ini, dilakukan pengamatan

terhadap kondisi fisik tanaman. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini dipilih dengan jumlah helai daun yang seragam dan berasal dari kelompok dengan umur yang sama.

2.3 Range Finding Test

Uji pendahuluan (*Range Finding Test*/RFT) merupakan tahap awal dalam rangkaian proses pengolahan limbah cair menggunakan metode fitoremediasi. Tujuan dari uji ini adalah untuk menentukan tingkat konsentrasi limbah cair dari aktivitas kafetaria yang masih dapat ditoleransi oleh tanaman melati air tanpa menyebabkan gangguan pertumbuhan. Batas maksimum konsentrasi yang masih dapat ditoleransi ditandai dengan tidak adanya perubahan fisik pada tanaman, khususnya perubahan warna daun. RFT dilaksanakan selama 4 hari atau 96 jam, dengan variasi konsentrasi limbah sebesar 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%.



Gambar 2. Reaktor Penelitian
 Sumber : Dokumentasi Pribadi

Penelitian ini menggunakan 4 reaktor, yang terdiri atas 3 reaktor perlakuan dan 1 reaktor kontrol. Ketiga reaktor perlakuan masing-masing ditanami dengan jumlah tanaman yang berbeda, yaitu 12, 14, dan 16 tanaman, sedangkan reaktor kontrol tidak diberi tanaman. Sebelum proses pengolahan, seluruh reaktor menjalani tahap aklimatisasi selama satu minggu untuk menyesuaikan tanaman dan mikroorganisme dengan kondisi lingkungan sistem. Setelah masa aklimatisasi, reaktor kemudian diisi dengan air limbah kafetaria sebanyak 20 liter tiap reaktor. Pengambilan sampel dilakukan pada hari ke-4, ke-8, ke-12, dan ke-16. Parameter kualitas air yang dianalisis dalam penelitian ini adalah BOD dan TSS, yang merupakan indikator utama pencemaran organik dan padatan tersuspensi dalam air limbah.

2.4 Analisis Data

Data yang di dapat pada saat *running* akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel yang bertujuan untuk memudahkan dalam proses analisis secara deskriptif serta dilakukan analisis *ANOVA One Way*. Grafik dibuat grafik dengan sumbu x merupakan waktu pengambilan sampel dan sumbu y yaitu removal BOD, dan TSS. Tujuan dari analisis data dalam penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas tanaman dalam menurunkan kadar BOD dan TSS dari air limbah kafetaria. Melalui analisis ini, dapat diketahui seberapa besar kontribusi sistem *emergent macrophyte wetland* dalam memperbaiki kualitas air, serta membandingkan hasil antar perlakuan atau variasi waktu dan jumlah tanaman yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Limbah Cair Kafetaria

Berikut merupakan hasil uji awal karakteristik limbah cair kafetaria:

Tabel 1. Hasil uji awal air limbah

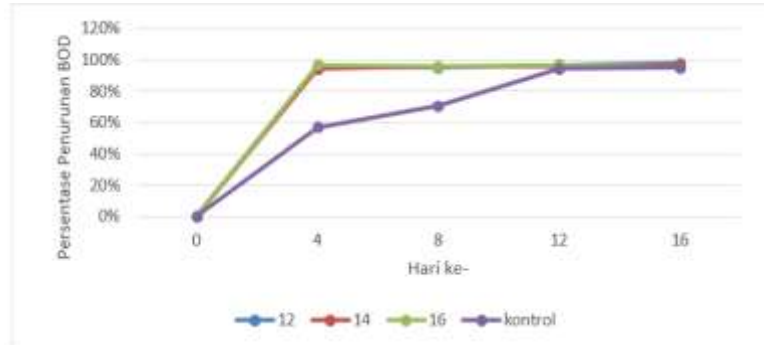
No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu
1	pH	#	6,8	6-9
2	BOD ₅	Mg/L	185.9 mg/L	30 mg/l
4	TSS	Mg/L	150 mg/l	50 mg/l

Sumber : Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa nilai BOD, dan TSS pada air limbah cair kafetaria melebihi baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 [10]. Hasil uji awal parameter pencemar BOD yaitu 185.9 mg/L dan TSS 150 mg/L untuk itu dilakukan pengolahan biologis menggunakan *emergent macrophyte wetland*. Pada reaktor *emergent macrophyte wetland* menggunakan 3 bak yang berisi 12, 14, dan 16 tanaman serta 1 bak kontrol yang berisi media tanam tanpa vegetasi. Waktu sampling yang digunakan yaitu 4, 8, 12, dan 16 hari dan parameter yang akan di teliti yaitu BOD, dan TSS.

3.2 Penurunan BOD Pada *Emergent Macrophyte Wetland*

Penurunan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan indikator penting dalam menilai efektivitas pengolahan air limbah, terutama pada sistem *emergent macrophyte wetland*. Tanaman berperan dalam mendukung aktivitas mikroorganisme, meningkatkan oksigenasi, serta membantu dekomposisi bahan organik. Penelitian ini mengamati penurunan BOD selama 16 hari pada perlakuan dengan 12, 14, dan 16 tanaman, serta kontrol tanpa tanaman. Persentase penurunan BOD tersaji dalam **Gambar 3**



Gambar 3. Hubungan jumlah tanaman dan waktu tinggal terhadap persentase penyisihan BOD pada *emergent macrophyte wetland*
 Sumber : Hasil Analisis, 2025

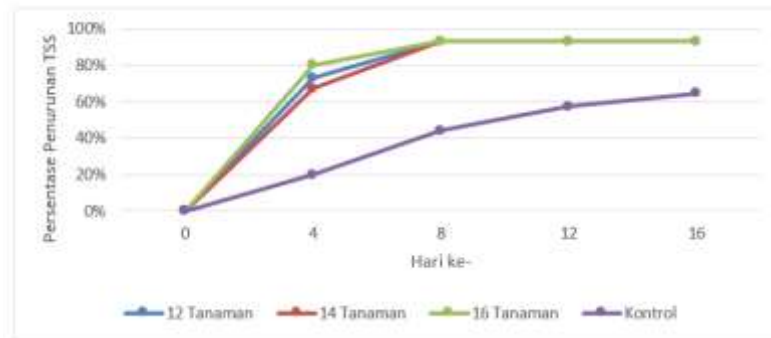
Gambar 3 menunjukkan persentase penurunan BOD. Pada hari ke-0, seluruh perlakuan memiliki nilai BOD awal yang sama, yaitu 185,9 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum perlakuan dimulai, kualitas air pada semua variasi berada pada titik awal yang seragam. Namun, perbedaan mulai tampak jelas pada hari ke-4, di mana sistem dengan tanaman mengalami penurunan BOD 95.7% pada bak dengan 12 tanaman menjadi 8 mg/l, 94.62% pada bak dengan 14 tanaman menjadi 10 mg/l, dan 96.77% pada bak dengan 16 tanaman menjadi 6 mg/l, pada hari ke-4 semua variasi tanaman telah mencapai baku mutu limbah restoran berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 dimana ambang batas BOD untuk restoran adalah 30 mg/l. Sebaliknya, kontrol hanya menurun 56.97% menjadi 80 mg/l. Penurunan konsentrasi BOD pada kontrol dapat terjadi karena pada air limbah mengandung mikroorganisme alami indigenous yang menyebabkan terbentuknya biofilm pada permukaan reaktor[11].

Paparan sinar matahari juga dapat mengakibatkan fotooksidasi senyawa organik yang memicu peningkatan oksigen terlarut di permukaan air[12]. Tanaman pada *emergent macrophyte wetland* memiliki berfungsi tidak hanya sebagai tempat tumbuhnya biofilm dan mikroorganisme yang bertanggung jawab atas dekomposisi bahan organik, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan difusi oksigen ke zona perakaran (*rhizosphere*), sehingga mempercepat proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganisme aerobik[13]. Efektivitas penurunan BOD terus meningkat hingga hari ke-16. Perlakuan dengan jumlah 12 tanaman menunjukkan persentase penurunan tertinggi, yakni sebesar 97,85%, dengan konsentrasi akhir BOD sebesar 4 mg/L. Perlakuan dengan 14 tanaman mengalami penurunan sebesar 96,77% menjadi 6 mg/L, sedangkan pada 16 tanaman tercatat penurunan sebesar 95% dengan nilai akhir 9 mg/L. Sementara itu, kelompok kontrol yang tidak ditanami tetap menunjukkan penurunan yang cukup tinggi, yaitu sebesar 95,15% dengan konsentrasi akhir BOD sebesar 9 mg/L. Penurunan nilai BOD terjadi karena Terlalu banyak tanaman dalam ruang terbatas juga dapat menyebabkan kompetisi antar tanaman untuk oksigen, cahaya, dan nutrisi. Kondisi ini bisa menurunkan kesehatan tanaman dan menghambat proses fisiologis seperti fotosintesis dan transfer oksigen ke akar [14].

Meskipun pada hari ke-16 nilai BOD pada kontrol hampir menyamai hasil perlakuan dengan vegetasi, kecepatan penurunannya jauh lebih lambat, yang menunjukkan bahwa sistem tanpa tanaman memiliki efisiensi yang lebih rendah dalam meningkatkan kualitas air. Efektifitas maksimum penyerapan polutan terjadi pada fase awal *emergent macrophyte wetland* hal ini terjadi karena kondisi media dan tanaman yang masih memiliki daya serap optimal [14].

3.3 Penurunan TSS Pada *Emergent Macrophyte Wetland*

Penurunan Total Suspended Solids (TSS) merupakan indikator penting dalam menilai efektivitas pengolahan air limbah, khususnya dengan metode *emergent macrophyte wetland*. Tanaman berperan dalam menyerap, mengendapkan, atau memecah zat padat tersuspensi. Penelitian ini mengamati penurunan TSS selama 16 hari pada perlakuan dengan 12, 14, dan 16 tanaman, serta kontrol tanpa tanaman. Persentase penurunan TSS tersaji dalam **Gambar 4**.



Gambar 4. Hubungan jumlah tanaman dan waktu tinggal terhadap persentase penyisihan TSS pada *emergent macrophyte wetland*
Sumber : Hasil Analisis, 2025

Gambar 4 memperlihatkan adanya persentase penurunan TSS. Pada hari pertama, seluruh perlakuan dan kontrol memiliki konsentrasi awal TSS sebesar 150 mg/L. Pada hari ke-4, seluruh perlakuan dengan tanaman telah memenuhi baku mutu, di mana perlakuan dengan 12 tanaman mengalami penurunan sebesar 73,33% menjadi 40 mg/L, sementara perlakuan dengan 14 dan 16 tanaman menurun sebesar 80% menjadi 30 mg/L. Sebaliknya, reaktor kontrol hanya menunjukkan penurunan hingga 80 mg/L. Penurunan konsentrasi Total Suspended Solids (TSS) pada perlakuan kontrol dapat terjadi secara alami akibat pengaruh gaya gravitasi. Partikel-partikel tersuspensi yang memiliki massa jenis lebih besar dari air cenderung mengalami proses sedimentasi, yaitu bergerak ke bawah dan mengendap di dasar wadah seiring berjalannya waktu [15].

Penurunan paling tinggi terjadi pada hari ke-16 pada perlakuan dengan 16 tanaman, yaitu sebesar 97,8% menjadi 3,3 mg/L. Adapun perlakuan dengan 12 dan 14 tanaman menunjukkan penurunan yang sama, yakni sebesar 95,6% menjadi 6,6 mg/L. Efektivitas penurunan TSS dalam sistem vegetatif ini terjadi karena peran tumbuhan, dimana struktur akar tumbuhan yang padat akan menyediakan tempat untuk koloni mikroorganisme [16]. Penurunan TSS yang cepat pada tahap awal serta stabilisasi pada tahap akhir terjadi karena pada fase awal kondisi media dan tanaman masih memiliki daya serap optimal [14].

3.4 Analisis Data

Analisis data statistika yang dilakukan untuk memperkuat data penelitian ini adalah menggunakan uji *ANOVA One Way* dengan aplikasi minitab 19. Analisis data statistika ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari 2 variabel. Hasil running *Anova One Way* tersaji dalam **Gambar 5**.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-value	P-Value
Hari Ke	4	94449	23612.2	64.52	0.000
Error	15	5490	366.0		
Total	19	99938			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
19,1307	94,51%	93,04%	90,23%

Gambar 5. Hasil Uji *Anova One Way*
Sumber : Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan uji *Anova One Way* Pengaruh waktu sampling (hari) terhadap penurunan BOD dan TSS. Diperoleh hasil dari analisis statistika bahwa data waktu tinggal (hari) terhadap persen penyisihan TSS pada *Emergent macrophyte wetland* memperoleh nilai P-value = 0,000 yang menyatakan kurang dari 0,05 maka H_0 ditolak. Dari data tersebut menyatakan bahwa waktu sampling (hari) sangat memengaruhi terhadap persen penyisihan BOD dan TSS pada *Emergent macrophyte wetland*. Hasil tersebut mendukung pendapat bahwa penggunaan tanaman dalam sistem ini memberikan manfaat tambahan berupa biaya rendah, kemudahan pemeliharaan, dan keberlanjutan ekologis dan mampu memperbaiki parameter kualitas air tanpa penggunaan bahan kimia tambahan [17].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penyisihan BOD dan TSS limbah cair kafetaria menggunakan *emergent macrophyte wetlands* dengan tanaman melati air dapat disimpulkan bahwa *emergent macrophyte wetland* sangat efektif untuk mengurangi beban pencemar BOD dan TSS. Persentase penurunan BOD tertinggi mencapai 97.85% dan TSS mencapai 97.85% pada variasi 16 tanaman. Pada hari ke-4 nilai BOD dan TSS pada limbah cair kafetaria telah memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan bahwa *emergent macrophyte wetland* efektif menghilangkan polutan pencemar limbah cair kafetaria pada variasi jumlah tanaman 16 dan waktu tinggal terbaik 4 hari. Pendekatan ini dinilai layak untuk diterapkan sebagai solusi pengolahan limbah yang efisien, hemat lahan, dan ramah lingkungan

6. Refrensi

- [1] P. F. Nurani, L. Nirawati, A. Kriswibowo, and D. Hikmah, "Evaluasi Capaian Implementasi Permenkes No. 1096/ Menkes/ PER/ VI/ 2011 Tentang Jasa Boga Di Kantin Kampus X PROVINSI Jawa Timur," *Экономика Региона*, vol. 53, no. 9, pp. 167–169, 2019.
- [2] Al Kholif M, "Removal of BOD₅ and COD from Domestic Wastewater by Using a Multi-Media-Layering (MML) System Muhammad," vol. 66, no. 6, 2023.
- [3] N. Hendrasarie, *Mengolah Limbah Cair Domestik di Lahan Sempit*, vol. 5, no. 3. 2021.
- [4] T. A. Zaharah, N. Nurlina, and R. R. Moelyani, "Reduksi minyak, lemak, dan bahan organik limbah rumah makan menggunakan grease trap termodifikasi karbon aktif," *J. Pengelolaan Lingkung. Berkelanjutan (Journal Environ. Sustain. Manag.*, vol. 1, no. 3, pp. 25–33, 2018, doi: 10.36813/jplb.1.3.25-33.
- [5] N. Lukman, *Fitoremediasi Tanaman Kayu Apu dan Arang Kayu untuk mendegredasi limbah cair industri tahu*. 2023.
- [6] Thineza Ardea Pramesti and Mohammad Mirwan, "Penurunan TSS, COD, dan Total Nitrogen Air Lindi dengan Constructed Wetland Menggunakan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*)," *J. Pengendali. Pencemaran Lingkung.*, vol. 5, no. 2, pp. 189–195, 2023, doi: 10.35970/jppl.v5i2.2010.
- [7] M. Bagus, S. Putra, and A. Amalia, "Pengolahan Air Lindi TPA Jabon Griya Mulyo Sidoarjo dengan Metode Constructed Wetland untuk Menyisihkan Parameter COD," vol. X, no. 1, pp. 11813–11818, 2025.
- [8] M. F. Sumarta and R. Muntu, "Kombinasi Fitoremediasi Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Dan Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Bod Dan Tss Air Limbah Domestik," *Sulolipu Media Komun. Sivitas Akad. dan Masy.*, vol. 23, no. 1, p. 39, 2023, doi: 10.32382/sulolipu.v23i1.3186.
- [9] E. Ayuningtyas *et al.*, "Pengolahan Limbah Domestik Secara Fitoremediasisistem Constructed Wetlands Dengan Tanaman Hias Iris (*Iris pseudacorus*) Dan Melati Air (*Echinodorus palifolius*)," *J. Rekayasa Lingkung.*, vol. 23, no. 2, pp. 80–87, 2023.
- [10] Gubernur Jawa Timur, *Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*, vol. 9, no. August. Surabaya: Gubernur Jawa Timur, 2013.
- [11] R. Putri *et al.*, "Aplikasi Probiotik Ikan (FIYSH PRO): Isolat Bakteri Indigenus Air Limbah Cucian Garam (Bittern) Dalam Kegiatan Budidaya Ikan Lele Mutiara (*Clarias gariepinus*)," vol. 6, no. 2, pp. 92–100, 2025.
- [12] N. T. Waizh, "Pengaruh Densitas Alga dan Kedalaman Reaktor Terhadap Penurunan BOD & COD Limbah Cair Domestik.," vol. 5, pp. 69–83, 2018.
- [13] I. Melati, "Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan Dan Prospek Riset," *Pros. Semin. Biot.*, no. Rahayu 2005, pp. 272–286, 2020.
- [14] Nikho, Muhammad Arif. *Perbandingan Efektivitas Tanaman Cattail (*Thypha Angustifolia*) Dan Tanaman Iris (*Iris Pseudacorus*) Pada Constructed Wetland Terhadap Limbah Cair Industri Tahu*. Diss. Uin Ar-Raniry Banda Aceh, 2020.
- [15] H. S, "Kajian Pengendapan Partikel Flokulen dengan Hydrocyclone Terbuka," (*Doctoral Diss. Inst. Teknol. Sepuluh Nopember*)., pp. 35–55, 2019.
- [16] M. Mashudi and N. R. Mubarik, "Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen Indigenus Potensial Sebagai Pupuk Hayati Dalam Remediasi Lahan Bekas Tambang Batu Kapur," *J. Purifikasi*, vol. 22, no. 1, pp. 32–39, 2023, doi: 10.12962/j25983806.v22.i1.452.
- [17] R. Adolph, "Analisis Kualitas Air Limpasan Permukaan Untuk Artificial Groundwater Recharge Di Wilayah Perkotaan (Studi Kasus: Perumahan Puri,)" 2024.