



**PENGARUH MEDIA TANAM PADA PENURUNAN BOD LIMBAH CAIR AGROINDUSTRI TAPIOKA
PADA PROSES FITOREMEDIASI SISTEM LAHAN BASAH BUATAN (*Constructed Wetland*)
MENGUNAKAN TANAMAN IRIS
(*Tectorum maxim*)**

Silvi Yolanda¹, Natalina², Hardoyo³

^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati, Bandar Lampung

*E-mail: silviyolanda23@gmail.com

ABSTRACT

*One source of wastewater comes from the tapioca agroindustry sector, which, if not managed properly, can cause pollution. Tapioca agroindustry wastewater is generated from production processes such as washing raw materials and separating starch from water (sedimentation). The purpose of this study was to determine the effect of planting media on the reduction of BOD of tapioca agroindustry wastewater using a constructed wetland system with iris plants (*Tectorum maxim*). Several tapioca wastewater treatment methods have been widely used, one of which is phytoremediation. Iris plants (*Tectorum maxim*) were grown in three media (sand, soil, and zeolite) with five treatments: 1) without plants and media, 2) without media, 3) soil, 4) soil and sand, and 5) soil and zeolite. Wastewater quality was analyzed by measuring BOD on days 0, 4, 8, and 12. Based on the analysis, the planting media reduced BOD levels with effectiveness of 7.69%, 84.62%, 88.46%, 96.15%, and 98.72%. Therefore, it can be concluded that zeolite and soil were the most effective planting media in reducing BOD in tapioca agro-industry wastewater.*

Keywords: *tapioca agro-industry wastewater, BOD, constructed wetland, iris plants (*Tectorum maxim*)*

ABSTRAK

Sumber air limbah salah satunya berasal dari sektor agroindustri tapioka yang apabila tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran. Limbah cair agroindustri tapioka dihasilkan dari proses produksi seperti halnya dari pencucian bahan baku sampai pada proses pemisahan pati dari airnya atau (pengendapan). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media tanam pada penurunan BOD limbah cair agroindustri tapioka menggunakan sistim constructed wetand dengan media tanaman iris (*tectorum wetland*). Beberapa metode pengolahan limbah cair tapioka telah banyak dilakukan, salah satu metode yang dikembangkan adalah metode fitoremediasi.

Article History

Received: November 2025

Reviewed: November 2025

Published: November 2025

Plagiarism Checker No 235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Tanaman iris (*Tectorum maxim*) ditanam pada tiga media (pasir, tanah, dan zeolit) dengan lima perlakuan yaitu 1) tanpa tanaman dan media, 2) tanpa media, 3) tanah, 4) tanah dan pasir, 5) tanah dan zeolit. Kualitas air limbah dianalisis dengan mengukur BOD hari ke-0, 4, 8 dan 12. Berdasarkan hasil analisis, media tanam berpengaruh menurunkan kadar BOD dengan efektivitas sebesar 7,69%, 84,62%, 88,46%, 96,15% dan 98,72%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media tanam zeolit dan tanah paling efektif dalam menurunkan BOD pada limbah cair agroindustri tapioka.

Kata Kunci: *limbah cair agroindustri tapioka, BOD, constructed wetland, tanaman iris, (tectorum maxim)*

1. PENDAHULUAN

Industri tapioka merupakan salah satu subsektor agroindustri yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia. Pertumbuhan industri ini didukung oleh ketersediaan sumber daya alam dan kebijakan otonomi daerah yang mendorong pemanfaatan potensi lokal, salah satunya melalui pengolahan hasil pertanian sebagai bahan baku utama (Fajarudin, 2002). Namun, di balik kontribusinya terhadap ekonomi, industri tapioka juga menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Limbah tersebut berasal dari tahapan produksi seperti pencucian singkong, ekstraksi pati, pengendapan, hingga pembuangan air sisa proses. Tanpa pengolahan yang memadai, air limbah ini dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, terutama pada badan air, karena kandungan BOD, COD, padatan tersuspensi, serta keberadaan senyawa toksik seperti sianida (Barana & Cereda, 2000).

Limbah cair tapioka umumnya bersifat asam, keruh, berbau menyengat, dan memiliki kadar BOD yang jauh melebihi ambang batas baku mutu yang ditetapkan pemerintah, yaitu maksimal 150 mg/L menurut Peraturan Menteri LHK (2014). Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas air, degradasi ekosistem perairan, dan gangguan kesehatan makhluk hidup. Sayangnya, sebagian besar industri tapioka skala kecil dan menengah belum memiliki sistem pengolahan limbah yang memadai karena keterbatasan biaya dan kompleksitas teknologi pengolahan.

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair yang dinilai lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan efisien adalah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan pemanfaatan tanaman untuk menyerap, mentransformasi, atau menurunkan kadar polutan dalam air maupun tanah (Salt et al., 1998). Metode ini bekerja melalui mekanisme penyerapan akar, aktivitas mikroorganisme di sekitar rhizosfer, serta proses filtrasi alami (Irawanto, 2012). Dalam praktiknya, fitoremediasi sering diterapkan melalui sistem constructed wetland, yaitu kolam



buatan yang dirancang menyerupai lahan basah dengan aliran air tertentu dan ditanami vegetasi air (Kurniade, 2011). Sistem ini terbukti efektif menurunkan parameter pencemar seperti BOD, COD, TSS, dan senyawa toksik lainnya.

Salah satu tanaman yang memiliki potensi untuk fitoremediasi adalah tanaman iris (*Tectorum maxim*). Tanaman ini memiliki akar serabut yang mampu memperluas area kontak dengan air limbah sehingga memperkuat proses penyerapan dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme pengurai di sekitar akar (Hidayah & Wahyu, 2010). Selain itu, akar tanaman iris berperan dalam menyediakan oksigen pada zona akar, yang sangat penting bagi mikroba aerob dalam menguraikan senyawa organik penyebab tingginya BOD.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan tanaman air pada sistem constructed wetland dapat menurunkan BOD secara signifikan. Maisya (2020) melaporkan bahwa penggunaan tanaman iris pada limbah tahu mampu menurunkan BOD hingga lebih dari 80%, sedangkan penelitian lain menggunakan media bambu air dan kombinasi lumpur sawah, pasir, serta zeolit juga menunjukkan efektivitas tinggi dalam penurunan parameter organik (Siswoyo et al., 2018).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas tanaman iris (*Tectorum maxim*) dalam menurunkan BOD pada limbah cair agroindustri tapioka menggunakan sistem constructed wetland dengan variasi media tanam berupa lumpur sawah, pasir silika, dan zeolit. Penelitian ini berfokus pada pengaruh perbedaan media tanam terhadap efektivitas penurunan BOD selama periode pengamatan tertentu.

Dengan demikian, tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penggunaan media tanam berbeda terhadap penurunan BOD limbah cair tapioka menggunakan tanaman iris dalam sistem constructed wetland. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi pengolahan limbah cair yang lebih murah, efektif, dan ramah lingkungan bagi industri tapioka skala kecil hingga menengah.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorik yang berfokus pada penerapan *constructed wetland* skala kecil untuk menurunkan kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) pada limbah cair industri tapioka. Sistem *constructed wetland* yang digunakan terdiri atas tiga variasi media tanam, yaitu lumpur sawah, pasir silika, dan zeolit, yang kemudian ditanami tanaman iris (*Tectorum maxim*). Setiap variasi media mendapatkan



perlakuan yang sama, sehingga perbedaan efektivitas dapat diamati dengan jelas melalui perbandingan hasil penurunan BOD selama masa pengamatan.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan (dapat disesuaikan dengan nama laboratorium pada laporan asli), yang digunakan untuk proses persiapan sampel, instalasi sistem constructed wetland, serta pengukuran nilai BOD. Waktu pelaksanaan penelitian menyesuaikan jadwal praktikum dan masa inkubasi tanaman, sehingga seluruh tahapan mulai dari pengambilan sampel limbah hingga analisis akhir dapat diselesaikan secara sistematis.

2.3 Sampel Limbah

Sampel limbah cair diperoleh langsung dari salah satu industri pengolahan tapioka pada bagian saluran pembuangan limbah. Limbah yang dikumpulkan memiliki karakteristik keruh dan berbau khas sisa proses ekstraksi pati. Sebelum dimasukkan ke dalam reaktor, limbah disaring secara sederhana untuk menghilangkan partikel besar agar tidak mengganggu aliran pada sistem constructed wetland. Setelah itu, limbah digunakan sebagai air baku yang akan diproses oleh masing-masing reaktor dengan media tanam yang berbeda.

2.4 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi reaktor constructed wetland berukuran kecil, gelas ukur, pipa PVC, DO meter atau perangkat titrasi metode Winkler, serta alat lain yang mendukung proses pengukuran BOD. Bahan utama penelitian terdiri atas limbah cair tapioka, tanaman iris (*Tectorum maxim*), serta tiga jenis media tanam yaitu lumpur sawah, pasir silika, dan zeolit. Selain itu, digunakan pula akuades dan reagen kimia untuk analisis BOD sesuai prosedur standar.

2.5 Persiapan Sistem Constructed Wetland

Persiapan sistem dilakukan dengan menyiapkan tiga reaktor yang memiliki ukuran dan desain yang sama, namun menggunakan media tanam berbeda. Reaktor pertama diisi lumpur sawah, reaktor kedua menggunakan pasir silika, dan reaktor ketiga berisi zeolit. Setiap reaktor ditanami tanaman iris dengan ukuran dan usia tanaman yang seragam untuk menjaga konsistensi perlakuan. Limbah cair tapioka kemudian dituangkan ke masing-masing reaktor hingga mencapai tinggi air yang telah ditentukan. Sistem dibiarkan beroperasi selama masa pengamatan untuk memberi waktu bagi tanaman dan media dalam menurunkan kadar pencemar.

2.6 Prosedur Pengukuran BOD

Pengukuran Biochemical Oxygen Demand (BOD) dilakukan menggunakan metode Winkler modifikasi. Analisis dimulai dengan mengukur kadar oksigen terlarut (DO) pada sampel limbah



sebelum masuk ke reaktor sebagai nilai DO awal. Sampel kemudian diinkubasi selama lima hari pada suhu 20°C dalam botol BOD tertutup agar proses dekomposisi biologis berlangsung tanpa adanya suplai oksigen dari luar. Setelah masa inkubasi berakhir, DO akhir diukur kembali menggunakan DO meter atau metode titrasi Winkler. Nilai BOD lima hari (BOD₅) dihitung berdasarkan selisih antara DO awal dan DO akhir, menggunakan rumus:

$$BOD_5 = (DO_0 - DO_5) \quad (1)$$

Rumus tersebut memberikan gambaran tentang seberapa besar oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik selama lima hari. Nilai BOD yang semakin rendah setelah perlakuan menunjukkan bahwa media dan tanaman pada sistem *constructed wetland* berhasil menurunkan konsentrasi bahan organik dalam limbah.

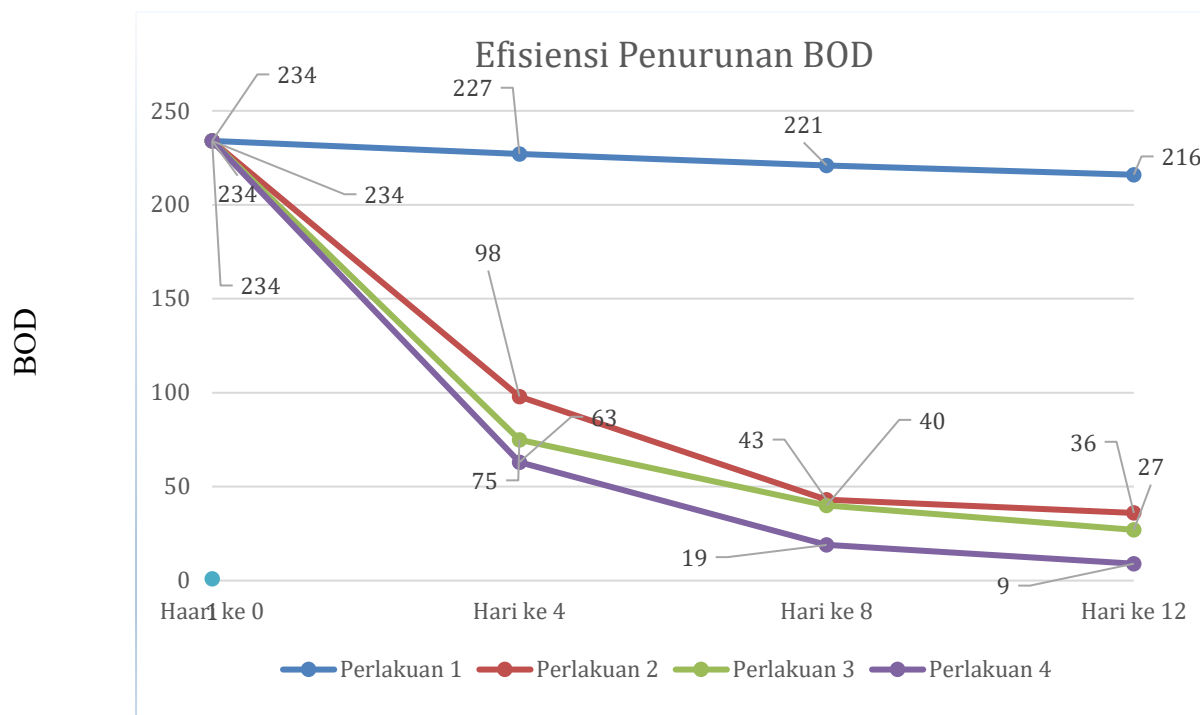
2.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai BOD sebelum dan sesudah perlakuan pada setiap reaktor. Persentase penurunan BOD dihitung untuk mengetahui efektivitas masing-masing media tanam. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik agar memudahkan pembaca dalam memahami perbedaan kinerja setiap reaktor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Dari hasil yang telah dilakukan dengan tiga media yaitu tanah, pasir, dan zeolit, ketiga media mampu menurunkan konsentrasi dari BOD. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Hubungan waktu proses bioremediasi terhadap penurunan BOD untuk kelima perlakuan

Sumber : Data Primer, 2025

Tabel 1. Hasil Perbandingan Efektivitas Media Terhadap Penurunan BOD

Perlakuan	Hari ke-0	Hari ke-4	Hari ke-8	Hari ke-12	Efektivitas Penurunan BOD (%)
1	234	227	221	216	7,69
2	234	98	43	36	84,62
3	234	75	40	27	88,46
4	234	63	19	9	96,15
5	234	40	9	3	98,72

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 1. terlihat bahwa dari ketiga media tersebut, Perlakuan ke-5 (lima) menggunakan media tanah dan zeolit paling efektif digunakan untuk menurunkan konsentrasi BOD dari 234 mg/L menjadi 3 mg/L dengan efektivitas sebesar 98,72% dibandingkan dengan perlakuan lainnya

Perbandingan kecepatan penurunan BOD menggunakan media air limbah, tanaman iris (*Tectorum maxim*), tanah, pasir dan zeolit dapat dilihat pada Tabel 2. yaitu sebagai berikut.

Tabel 2. Kecepatan Penurunan BOD Menggunakan Media Tanah, Pasir, dan Zeolit.

No	Media	Kecepatan penurunan BOD (mg/L/hari)		
		Hari ke 0-4	Hari ke 4-8	Hari ke 8-12
1	Perlakuan Kontrol	1,75	1,5	1,25
2	Air limbah dan Iris	34	13,75	1,75
3	Iris dan Tanah	39,75	8,75	3,25
4	Iris, Tanah dan Pasir	42,75	11	2,5
5	Iris, Tanah dan zeolit	48,5	7,25	1,5

Sumber : *Data Primer, 2025*

Dapat dilihat dari Tabel 2. di atas bahwasanya kecepatan penurunan BOD (mg/L/hari) dari penggunaan ketiga bahan sebagai media proses pada pertumbuhan mikroba yang paling tinggi terjadi pada hari ke 0 - 4 yaitu perlakuan kontrol 1,75 mg/l/hari, air limbah dan iris 34 mg/l/hari pada media iris dan tanah 39,75 mg/L/hari, iris,tanah dan pasir 42,75 mg/L/hari, dan pada iris, tanah, dan zeolit 48,5 mg/L/hari. Dengan demikian pada hari 0 - 4 menunjukan bahwa penurunan paling efektif terjadi pada saat waktu tersebut hal ini dikarenakan kandungan zat organik di air limbah masi tinggi sehingga, mikroorganisme, tanaman dan media filter bekerja maksimal. Pada awal proses aktivitas mikroba dan akar tanaman sangat efektif menguraikan senyawa organik, sementara pasir dan zeolit mempercepat filtrasi serta memperbesar area tumbuh mikroba seiring waktu, nutrisi organik makin menipis sehinga laju penurunan BOD menurun di hari-hari berikutnya karena makanan mikroba dan tanaman berkurang serta sudah memasuki fase jenuh.

3.2 Pembahasan

Pada Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *constructed wetland* yang memanfaatkan tanaman iris (*Tectorum maxim*) mampu menurunkan nilai BOD limbah cair tapioka secara signifikan. Nilai BOD awal pada limbah 25% berada pada kisaran 234 mg/L, yang menunjukkan bahwa limbah masih berada jauh di atas baku mutu limbah cair industri berbasis pangan dan membutuhkan proses pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan.



Penurunan BOD pada penelitian ini terlihat berbeda pada setiap perlakuan sesuai media tanam yang digunakan, sehingga memberikan gambaran mengenai mekanisme filtrasi, adsorpsi, serta peran tanaman dan mikroorganisme yang bekerja secara sinergis.

Pada perlakuan kontrol tanpa media dan tanpa tanaman, penurunan BOD berlangsung sangat lambat, dengan efisiensi hanya sekitar 7-10%. Hal ini menunjukkan bahwa degradasi organik oleh mikroorganisme endogen tidak cukup efektif untuk limbah dengan kandungan pati tinggi seperti limbah tapioka. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Boyd (1990) yang menjelaskan bahwa bahan organik kompleks memerlukan bantuan proses biologis tambahan seperti keberadaan akar tanaman dan media berpori untuk mempercepat degradasi. Minimnya perubahan BOD pada kontrol membuktikan bahwa sistem pasif tanpa intervensi media tidak memadai untuk menangani beban organik pada limbah agroindustri.

Ketika tanaman iris digunakan sebagai satu-satunya komponen fitoremediasi, penurunan BOD meningkat secara drastis. Penurunan mencapai lebih dari 80% pada hari ke-12, menunjukkan kemampuan akar iris dalam menyediakan permukaan penempelan bagi mikroorganisme serta menyuplai oksigen melalui zona rhizosfer (Jacobs & Mongod, 2010). Iris memang dikenal sebagai tanaman yang toleran terhadap limbah organik dan mampu mendorong pertumbuhan mikroorganisme pengurai, sebagaimana dijelaskan juga oleh Nikho (2020), yang menemukan efektivitas tanaman iris dalam menurunkan BOD pada limbah tahu melalui mekanisme penyerapan dan peningkatan aktivitas biologi di media sekitar akar. Respons cepat pada periode pengamatan awal menunjukkan bahwa biofilm mikroba terbentuk lebih cepat ketika akar tanaman tersedia sebagai struktur pendukung.

Pada perlakuan yang menggunakan lumpur sawah sebagai media tambahan bersama tanaman iris, efektivitasnya menjadi lebih tinggi dibandingkan tanaman saja. Lumpur sawah berfungsi sebagai sumber mikroorganisme alami yang lebih beragam serta menyediakan struktur berpori untuk meningkatkan filtrasi partikel organik (Widajani, 2007; Yuliana et al., 2022). Peningkatan efisiensi yang mencapai lebih dari 85% menunjukkan bahwa lumpur sawah membantu proses biodegradasi dengan memperkaya komunitas mikroba yang secara efektif memetabolisme pati dan senyawa organik lain dalam limbah tapioka. Peran lumpur sawah sebagai agen bioremediasi sebelumnya juga dilaporkan oleh Wang et al. (2014), yang menyatakan bahwa lumpur mengandung komunitas bakteri pengurai pati yang cukup aktif pada lingkungan limbah berkarbohidrat tinggi.

Penggunaan kombinasi tanah dan pasir silika menunjukkan peningkatan efektivitas yang lebih tinggi lagi, dengan penurunan BOD hingga lebih dari 95%. Pasir silika memiliki peran sebagai media filtrasi fisik yang menyaring bahan tersuspensi dan memperluas permukaan

kontak bagi mikroorganisme, sehingga proses degradasi menjadi lebih optimal. Oktavia et al. (2021) menemukan bahwa kombinasi media tanah dan pasir mampu meningkatkan laju penurunan BOD dan COD karena meningkatnya retensi partikel dan bertambahnya area untuk kolonisasi mikroba. Dalam penelitian ini, pasir tidak hanya berfungsi sebagai penyaring partikel, tetapi juga menciptakan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) yang stabil sehingga mencegah pembentukan kondisi anaerob berlebih yang dapat menghambat proses penguraian.

Perlakuan terbaik diperoleh dari kombinasi lumpur sawah dan zeolit dengan tanaman iris, yang mampu menurunkan BOD hingga mendekati 99%. Zeolit yang digunakan sebagai media tambahan memiliki kemampuan adsorpsi dan pertukaran ion yang tinggi, sehingga efektif menangkap senyawa organik terlarut dan membran aktif yang sulit terdegradasi (Sulistiyani et al., 2018; Setiawan et al., 2018). Penelitian oleh Raissa dan Tangahu (2007) juga mendukung bahwa zeolit dapat mempercepat pemurnian air limbah melalui penurunan beban organik dan peningkatan kualitas fisik-kimia air. Tingginya efektivitas perlakuan lumpur + zeolit menunjukkan adanya interaksi saling melengkapi antara media biologis (lumpur) dan media kimia-fisik (zeolit), sehingga proses adsorpsi, fitoremediasi, dan biodegradasi dapat bekerja secara simultan.

Tren penurunan BOD pada seluruh perlakuan menunjukkan pola umum: laju penurunan tercepat terjadi pada hari ke-0 hingga ke-4, kemudian melambat pada hari ke-8 hingga hari ke-12. Pola ini sejalan dengan model kinetika fitoremediasi yang dijelaskan oleh Salt et al. (1998), yang menyatakan bahwa pada awal proses, ketersediaan substrat dan energi tinggi memungkinkan mikroorganisme bekerja dengan efisiensi maksimum. Namun, ketika konsentrasi organik menurun, laju degradasi melambat karena terbatasnya substrat yang tersedia. Hal ini juga terlihat dalam hasil kecepatan penurunan mg/L/hari pada setiap perlakuan yang menunjukkan penurunan bertahap seiring berjalannya waktu.

Secara keseluruhan, perbedaan efektivitas antar media menunjukkan bahwa kombinasi media tanam sangat memengaruhi kinerja sistem *constructed wetland*. Zeolit muncul sebagai media terbaik, disusul kombinasi tanah-pasir, kemudian tanah saja, dan perlakuan tanaman tanpa media. Penemuan ini konsisten dengan penelitian berbagai literatur yang menyebutkan bahwa sistem lahan basah buatan dengan kombinasi media berpori dan tanaman mampu memberikan hasil optimal dalam pengolahan limbah cair industri (Tian, 2011; Vymazal, 2005; UN-HABITAT, 2008).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *constructed wetland* dengan media lumpur sawah dan zeolit serta tanaman iris merupakan kombinasi paling efektif untuk menurunkan kadar BOD limbah cair tapioka. Selain murah dan mudah diterapkan, sistem ini



juga ramah lingkungan dan dapat dikembangkan sebagai alternatif pengolahan limbah skala rumah tangga maupun industri kecil.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman iris (*Tectorum maxim*) efektif digunakan dalam sistem *constructed wetland* untuk menurunkan kadar BOD limbah cair tapioka. Media tanam yang digunakan memberikan pengaruh berbeda, di mana lumpur sawah dan zeolit terbukti paling efektif dengan efektivitas penurunan mencapai 98,72% dalam 12 hari. Penurunan ini terjadi melalui proses biodegradasi oleh mikroorganisme, penyerapan oleh tanaman, serta kemampuan zeolit dalam adsorpsi dan pertukaran ion. Kecepatan penurunan BOD tertinggi terjadi pada hari ke-0 hingga ke-4 saat kandungan organik masih tinggi, kemudian melambat pada hari ke-8 hingga ke-12 karena berkurangnya nutrisi dan aktivitas mikroba yang mulai jenuh. Secara keseluruhan, kombinasi tanaman iris dengan media lumpur sawah dan zeolit menjadi pilihan paling efektif untuk meningkatkan kualitas limbah cair tapioka.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyd, C, E. (1990). Water Quality in Ponds for Aquaculture. Auburn: Auburn University Agricultural Experiment Station.
- Fajarudin, A. (2002). Laporan Teknologi Pegolahan Air Buangan Industri Tapioka. BPPI Semarang
- Hidayah & Wahyu (2010), Nikho, M. A. (2020). Perbandingan Efektivitas Tanaman Cattail (*Thypha Angustifolia*) dan Tanaman Iris (*Iris Pseudacorus*) Pada Constructed Wetland Terhadap Limbah Cair Industri Tahu (Doctoral dissertation, Uin Ar-Raniry Banda Aceh).
- Irawanto, R. 2012. Pemanfaatan Tumbuhan DalamPengendalian Lingkungan. Prosiding SeminarPemetaan Potensi dan Inovasi IPTEK Seni dan Budaya. ITS. Surabaya
- Jacobs, J.M., & Mongod, J. (2010). Plant Guide for Paleyellow Iris (*Iris Pseudacorus*). USDA Naural Resources.
- Kurniade, Fibrian, N., Sunoko, H. R., & Izzati, M. (2014). Aplikasi Sistem Vertical dan Horizontal Sub Surface Flow Wetland dalam Pengolahan Kembali Effluent IPAL Perusahaan Obat dan Obat Tradisional. Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, 5(1), 29-36.
- Kurniade, I. (2011). Pengolahan Limbah Cair Buatan dengan System Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland).



- Kristanto, B. (2002). Pengaruh Limbah Cair Terhadap Kualitas Air. *Jurnal Lingkungan*, 4(1), Semarang 12-18.
- Nikho, M.A. (2020). Perbandingan Efektivitas Tanaman Cattail (*Thypha Angustifolia*) dan Tanaman Iris (*Iris Pseudacorus*) pada Constructed Wetland Terhadap Limbah Cair Industri (Doctoral dissertation, Uin Ar-Raniry Banda Aceh).
- Oktavia, Lily, dkk 2021 : *Jurnal Penelitian Biologi*, Vol. 8(1), Mei 2021 Pengaruh Kombinasi Media Tanah dan Pasir Terhadap Penurunan Kadar BOD dan COD pada Limbah Domestik Rumah Makan Menggunakan Tumbuhan *Cyprus* *Jurnal Penelitian Biologi*, Vol. 8(1), Mei 2021 Universitas Halu Oleo, Kendari
- Raissa, A., & Tangahu, B. V. (2007). Pemanfaatan zeolit dalam penjernihan air limbah.
- Salt, D. E., Smith, R. D., & Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review Of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49, 634-668.
- Setiawan, et.al. (2018) ; Munfah, 2017; Musseng 2021. Zeolit sebagai media filtrasi air limbah yang efektif.
- Sulistiyani dkk., (2018). Pemanfaatan Zeolit sebagai Adsorben dan Media Pertukaran Ion dan Pengolahan air limbah.
- Tian, M. (2011) Application of Constructed Wetland Technology in Urban Landscape Designs, *Advanced Materials Research Vols. 211-212*, pp. 939-943.
- UN-HABITAT. (2008). *Constructed Wetlands Manual*. (Vol. 978-92-1-13963-7) UN-HABITAT Water for Asian Cities Programme.
- Vymazal, J. (2005). Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetland systems for wastewater treatment. In *Ecological Engineering*, (25), pp. 478-490.
- Wang, et al. (2014). Potensi Lumpur Sawah Sebagai Sumber Agen Bioremediasi untuk Pengolahan Limbah Cair Tapioka.
- Widajani, S. (2007). Peran tanah lumpur sebagai filter alami dalam penyaringan partikel padat dari limbah.
- Yuliana, et al. (2022). Pemanfaatan lumpur sawah sebagai agen bioremediasi limbah cair tapioka.