Siwah: Multidisciplinary Scientific Journal
Volume 2, Nomor 5, 2026, 694-699
E-ISSN: 3090-7756
https://journal.independentresearchcenter.com/smsj

Penurunan Kadar BOD pada Limbah Cair Tapioka melalui Metode Filtrasi Dilanjutkan dengan Biofiltrasi

M. Gilang Ramadhan[1*], **Hardoyo Marsad**[2], **Sulastri**[3]
[123]Universitas Malahayati, Indonesia
[*]*mgilangr635@gmail.com*

Abstract

Liquid waste from the tapioca industry contains a high organic pollution load, indicated by Biochemical Oxygen Demand (BOD) values exceeding environmental quality standards. This study aims to evaluate the effectiveness of a combined physical and biological treatment system, specifically filtration using silica sand and biofiltration using plastic media, in reducing BOD levels of tapioca liquid waste. The research was conducted experimentally using a batch system, applying variations in filtration contact time of 5, 10, and 15 minutes, and biofiltration retention time of 7, 14, and 21 days. The analysis results showed that the initial waste BOD of 425 mg/L decreased throughout the treatment stages. In the filtration stage with silica sand, optimal reduction occurred at a contact time of 15 minutes, reaching 419 mg/L with an effectiveness of 1.41%, serving as a pretreatment stage to remove solids. The treatment continued with plastic media biofiltration, which proved significant in reducing BOD levels to 15 mg/L on the 21st day with a reduction effectiveness of 96.42%. The final result of this treatment met the quality standards of the Minister of Environment Regulation of the Republic of Indonesia Number 5 of 2014, which is below 150 mg/L.

Keywords: *Tapioca Liquid Waste, BOD, Filtration, Biofiltration, Silica Sand, Plastic.*

Abstrak

Limbah cair dari industri tapioka memiliki beban pencemar organik yang tinggi, ditandai dengan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) yang melebihi ambang batas baku mutu lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem pengolahan kombinasi fisik dan biologis, yaitu filtrasi menggunakan pasir silika dan biofiltrasi menggunakan media plastik, dalam menurunkan kadar BOD limbah cair tapioka. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan sistem *batch*, menerapkan variasi waktu kontak filtrasi selama 5, 10, dan 15 menit, serta waktu tinggal biofiltrasi selama 7, 14, dan 21 hari. Hasil analisis menunjukkan bahwa BOD awal limbah sebesar 425 mg/L mengalami penurunan melalui tahapan pengolahan. Pada tahap filtrasi dengan pasir silika, penurunan optimal terjadi pada waktu kontak 15 menit menjadi 419 mg/L dengan efektivitas 1,41%, yang berfungsi sebagai tahap prapengolahan untuk menyisihkan padatan. Pengolahan dilanjutkan dengan biofiltrasi media plastik, yang terbukti sangat signifikan menurunkan kadar BOD hingga mencapai 15 mg/L pada hari ke-21 dengan efektivitas penurunan sebesar 96,42%. Hasil akhir pengolahan ini telah memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014, yaitu di bawah 150 mg/L.

Kata Kunci: Limbah Cair Tapioka, BOD, Filtrasi, Biofiltrasi, Pasir Silika, Plastik.

Pendahuluan

Industri tapioka merupakan salah satu kegiatan agroindustri yang berkembang di Provinsi Lampung seiring besarnya produksi singkong sebagai bahan baku. Proses pencucian, pemarutan, ekstraksi, dan pengendapan pati menghasilkan limbah cair yang mengandung sisa pati, protein, serat halus, serta senyawa organik lainnya (Andareswari et al., 2019; Juliasih & Amha, 2019). Kandungan organik tersebut dapat meningkatkan kebutuhan oksigen biologis atau *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem perairan apabila limbah dibuang tanpa pengolahan yang memadai.

BOD merupakan parameter yang menggambarkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik secara biologis (Baird et al., 2017; Metcalf & Eddy, 2014). Nilai BOD yang tinggi menunjukkan besarnya beban pencemar organik dalam air limbah. Dalam penelitian yang menjadi dasar artikel ini, baku mutu BOD limbah cair industri tapioka mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yaitu 150 mg/L (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014). Sampel awal yang diuji memiliki BOD sebesar 425 mg/L sehingga memerlukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Filtrasi merupakan proses fisik untuk memisahkan partikel tersuspensi dengan melewatkan air limbah melalui media penyaring. Pasir silika banyak digunakan karena relatif stabil, tidak mudah larut, dan mampu menahan partikel pada celah antarbutir (Anggraini, 2021). Namun, filtrasi fisik umumnya lebih efektif menyisihkan padatan daripada menguraikan bahan organik terlarut (Metcalf & Eddy, 2014). Oleh sebab itu, proses ini dapat ditempatkan sebagai tahap pra-pengolahan sebelum proses biologis.

Biofiltrasi merupakan pengolahan biologis yang memanfaatkan mikroorganisme yang tumbuh dan melekat pada permukaan media sebagai *biofilm* (Metcalf & Eddy, 2014). Mikroorganisme tersebut menguraikan bahan organik dalam air limbah. Media plastik dapat digunakan sebagai tempat tumbuh *biofilm* karena ringan, relatif tahan lama, dan menyediakan permukaan bagi perlekatan mikroorganisme (Mahmudi, 2023). Kombinasi filtrasi dan biofiltrasi diharapkan dapat mengurangi beban padatan pada tahap awal sekaligus menurunkan bahan organik terlarut pada tahap berikutnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan pasir silika dalam proses filtrasi, mengevaluasi penurunan BOD melalui biofiltrasi dengan media plastik, serta menilai efektivitas rangkaian filtrasi yang dilanjutkan dengan biofiltrasi pada pengolahan limbah cair tapioka.

Metode Penelitian

A. Jenis, Lokasi, dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental pada skala laboratorium dengan sistem *batch*. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Universitas Malahayati, sedangkan pengujian sampel dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Lampung. Penelitian berlangsung kurang lebih lima

bulan, mulai 26 Juni 2025 sampai 25 November 2025 (Abdullah et al., 2022; Agustianti et al., 2022; Darmawan, 2013).

B. Sampel, Bahan, dan Peralatan

Sampel berupa limbah cair tapioka yang berasal dari PT Semangat Jaya PD, Jalan Bangun Sari, Kecamatan Negerikaton, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Bahan yang digunakan meliputi 2 liter limbah cair tapioka, pasir silika, dan media plastik. Peralatan yang digunakan antara lain gelas ukur, jerigen, wadah penampung limbah, pompa air, selang penyalur, dua kolom akrilik, kertas saring, dan corong.

C. Variabel dan Tahapan Penelitian

Variabel bebas adalah rangkaian proses filtrasi yang dilanjutkan dengan biofiltrasi. Variabel terikat adalah kadar BOD (mg/L), sedangkan sistem *batch* menjadi variabel kendali. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel, pengujian BOD awal, persiapan alat dan bahan, pengaliran sampel melalui kolom filtrasi pasir silika, dan pengaliran lanjutan melalui media biofiltrasi plastik. Waktu kontak filtrasi divariasikan selama 5, 10, dan 15 menit. Setelah filtrasi, sampel menjalani biofiltrasi dan diamati pada hari ke-7, ke-14, dan ke-21. Sampel diambil untuk pengujian BOD pada setiap tahap pengamatan.

D. Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan konsentrasi BOD sebelum dan sesudah setiap tahap pengolahan. Persentase penurunan dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Efektivitas penurunan (\%)} = [(BOD_{awal} - BOD_{akhir}) / BOD_{awal}] \times 100$$

Perhitungan tahap biofiltrasi menggunakan konsentrasi BOD setelah filtrasi (419 mg/L) sebagai nilai awal tahap tersebut. Dengan demikian, persentase penurunan biofiltrasi tidak dicampur dengan persentase penurunan pada tahap filtrasi.

Hasil dan Pembahasan

A. Karakteristik Awal Limbah Cair Tapioka

Hasil pengujian awal menunjukkan kadar BOD limbah cair tapioka sebesar 425 mg/L. Nilai tersebut lebih tinggi daripada batas maksimum 150 mg/L yang dijadikan acuan dalam penelitian. Kondisi ini memperlihatkan bahwa sampel memiliki beban pencemar organik yang perlu diturunkan melalui proses pengolahan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Awal Limbah Cair Tapioka

Parameter	Hasil Pengujian	Batas Maksimum	Satuan
BOD	425	150	mg/L

Sumber: Data primer hasil pengujian UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Lampung.

B. Penurunan BOD melalui Filtrasi Pasir Silika

Filtrasi dilakukan dengan variasi waktu kontak 5, 10, dan 15 menit. Konsentrasi BOD turun dari 425 mg/L menjadi 422 mg/L pada menit ke-5, 420 mg/L pada menit ke-10, dan 419 mg/L pada menit ke-15. Penurunan kumulatif setelah 15 menit sebesar 6 mg/L atau 1,41%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pasir silika menurunkan BOD, tetapi kontribusinya relatif kecil.

Tabel 2. Hasil Pengukuran BOD pada Tahap Filtrasi

Waktu Kontak	BOD (mg/L)	Penurunan Kumulatif (mg/L)	Penurunan Kumulatif (%)
0 menit	425	0	0,00
5 menit	422	3	0,71
10 menit	420	5	1,17
15 menit	419	6	1,41

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Rendahnya penurunan BOD pada tahap ini berkaitan dengan mekanisme filtrasi yang terutama menahan partikel tersuspensi dan sebagian bahan organik berukuran relatif besar. Bahan organik terlarut yang berkontribusi terhadap BOD tidak seluruhnya dapat dipisahkan hanya melalui penyaringan fisik (Metcalf & Eddy, 2014). Oleh karena itu, pasir silika lebih tepat ditempatkan sebagai tahap pra-pengolahan untuk mengurangi beban padatan sebelum limbah memasuki proses biologis.

C. Penurunan BOD melalui Biofiltrasi Media Plastik

Setelah filtrasi, konsentrasi BOD sebesar 419 mg/L digunakan sebagai nilai awal proses biofiltrasi. Hasil pengujian menunjukkan penurunan menjadi 44 mg/L pada hari ke-7, 22 mg/L pada hari ke-14, dan 15 mg/L pada hari ke-21. Persentase penurunan kumulatif terhadap nilai awal biofiltrasi masing-masing sebesar 89,49%, 94,75%, dan 96,42%.

Tabel 3. Hasil pengukuran BOD pada tahap biofiltrasi

Waktu Biofiltrasi	BOD (mg/L)	Penurunan Kumulatif (mg/L)	Penurunan Kumulatif (%)
Hari ke-0	419	0	0,00
Hari ke-7	44	375	89,49
Hari ke-14	22	397	94,75
Hari ke-21	15	404	96,42

Sumber: Data primer hasil penelitian.

Penurunan paling besar terjadi selama tujuh hari pertama. Media plastik menyediakan permukaan tempat mikroorganisme melekat dan membentuk *biofilm*. Mikroorganisme dalam *biofilm* memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi sehingga konsentrasi bahan organik yang terukur melalui BOD menurun

(Metcalf & Eddy, 2014). Penurunan lanjutan setelah hari ke-7 masih terjadi, tetapi besarnya tambahan penurunan relatif lebih kecil dibandingkan periode awal.

Perlu dibedakan antara persentase penurunan kumulatif dan efektivitas tambahan pada setiap interval waktu. Angka 89,49%, 94,75%, dan 96,42% pada Tabel 3 merupakan penurunan kumulatif terhadap BOD awal biofiltrasi sebesar 419 mg/L. Secara keseluruhan, konsentrasi BOD akhir 15 mg/L menunjukkan bahwa proses biofiltrasi memberikan kontribusi utama terhadap penurunan BOD dalam rangkaian pengolahan.

D. Kinerja Kombinasi Filtrasi dan Biofiltrasi

Rangkaian pengolahan menurunkan BOD dari 425 mg/L pada kondisi awal menjadi 419 mg/L setelah filtrasi, kemudian menjadi 15 mg/L setelah biofiltrasi selama 21 hari. Jika dihitung terhadap konsentrasi awal sebelum seluruh rangkaian pengolahan, penurunan total adalah 410 mg/L atau sekitar 96,47%. Sementara itu, efektivitas biofiltrasi secara tersendiri adalah 96,42% karena dihitung dari nilai 419 mg/L setelah filtrasi.

Hasil akhir sebesar 15 mg/L berada di bawah nilai acuan baku mutu 150 mg/L yang digunakan dalam penelitian. Hasil ini mendukung penggunaan filtrasi sebagai tahap awal untuk menyisihkan padatan, diikuti biofiltrasi sebagai proses utama untuk mendegradasi bahan organik terlarut. Dengan demikian, kombinasi kedua proses menunjukkan potensi sebagai alternatif pengolahan limbah cair tapioka pada skala yang lebih luas, dengan tetap memerlukan pengujian dan penyesuaian desain sebelum diterapkan secara operasional.

Kesimpulan

Kombinasi filtrasi pasir silika dan biofiltrasi media plastik efektif menurunkan kadar BOD limbah cair tapioka. Filtrasi selama 15 menit menurunkan BOD dari 425 mg/L menjadi 419 mg/L dengan efektivitas 1,41%, sehingga berperan terutama sebagai pra-pengolahan. Biofiltrasi menurunkan BOD dari 419 mg/L menjadi 44 mg/L pada hari ke-7, 22 mg/L pada hari ke-14, dan 15 mg/L pada hari ke-21. Penurunan pada tahap biofiltrasi mencapai 96,42%. Konsentrasi akhir 15 mg/L berada di bawah baku mutu 150 mg/L yang dijadikan acuan penelitian. Dengan demikian, biofiltrasi media plastik merupakan tahap yang paling berperan dalam penurunan BOD, sedangkan filtrasi pasir silika mendukung proses lanjutan dengan mengurangi beban padatan.

Daftar Pustaka

Abdullah, K., Jannah, M., Aiman, U., Hasda, S., Fadilla, Z., Taqwin, M., . . . Sari, M. E. (2022). *Metodologi penelitian kuantitatif*. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.

Agustianti, R., Nussifera, L., Angelianawati, L., Meliana, I., Sidik, E. A., Nurlaila, Q., . . . Ikhram, F. (2022). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif*. Makassar: Tohar Media.

Andareswari, N., Hariyadi, S., & Yulianto, G. (2019). Karakteristik dan strategi pengelolaan limbah cair sentra usaha tapioka di Bogor Utara. *Jurnal Ecolab, 13*(2), 84–95. https://doi.org/10.20886/jklh.2019.13.2.84-95

Anggraini, A. A. L. (2021). *Pengolahan limbah cair industri batik kayu dengan metode filtrasi menggunakan media arang aktif, zeolit dan pasir* (Skripsi, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta). Retrieved from http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/6660/

Baird, R. B., Eaton, A. D., & Rice, E. W. (Eds.). (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation.

Darmawan, D. (2013). *Metode penelitian kuantitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Juliasih, N. L. G. R., & Amha, R. F. (2019). Analisis COD, DO, kandungan posfat dan nitrogen limbah cair tapioka. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry, 4*(1), 65–72. https://doi.org/10.23960/aec.v4.i1.2019.p65-72

Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah*. Jakarta: Author.

Mahmudi, N. A. (2023). *Uji biodegradasi polyethylene terephthalate (PET) oleh Bacillus subtilis dan Aspergillus niger* (Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang). Retrieved from http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/59531

Metcalf & Eddy, Inc. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed., G. Tchobanoglous, H. D. Stensel, R. Tsuchihashi, & F. L. Burton, Rev.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Ronny, & Syam, D. M. (2018). Aplikasi teknologi saringan pasir silika dan karbon aktif dalam menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair Rumah Sakit Mitra Husada Makassar. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan, 4*(2), 62–66. https://doi.org/10.24252/higiene.v4i2.5851