

ANALISIS BOD PADA LIMBAH INDUSTRI: PERBANDINGAN KUALITAS AIR DI *INLET* DAN *OUTLET* IPAL

BOD Analysis of Industrial Waste: A Comparison of Water Quality at the Inlet and Outlet of the Wastewater Treatment Plant (IPAL)

Putwi Ayu Faradila & Budhi Oktavia

Universitas Negeri Padang

ayufaputwi@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jun 21, 2025	Jul 14, 2025	Jul 26, 2025	Jul 31, 2025

Abstract

This study is motivated by the issue of declining water quality due to increasing demand that is not matched by optimal waste management. The objective of the research is to determine the Biochemical Oxygen Demand (BOD) levels in industrial wastewater by comparing the BOD concentrations at the inlet and outlet points of a wastewater treatment system. A quantitative approach was employed, using two samples obtained through purposive sampling. Data were collected through field observation and analyzed descriptively and quantitatively. The results show a decrease in BOD levels from 3.99 mg/L at the inlet to 3.41 mg/L at the outlet, indicating that the treatment process effectively improves wastewater quality. The main conclusion of the study is that lower BOD levels in a body of water reflect higher oxygen availability, resulting in better water quality that poses less risk to aquatic life and human users. The implications of this research contribute to the existing literature on industrial wastewater BOD analysis and offer recommendations for industries and policymakers to enhance the effectiveness of wastewater treatment systems and implement ongoing water quality monitoring policies. The study also opens

opportunities for further research on innovative wastewater treatment technologies and analysis of other water quality parameters such as COD, TSS, and heavy metals.

Keywords: BOD; Industrial Wastewater; Inlet; Outlet; Water Quality

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan menurunnya kualitas air akibat peningkatan kebutuhan yang tidak diimbangi dengan pengelolaan limbah yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dalam air limbah dengan membandingkan kadar BOD pada titik *inlet* dan *outlet* sistem pengolahan limbah industri. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan dua sampel yang diperoleh melalui teknik *purposive sampling*. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar BOD setelah pengolahan, dari 3,99 mg/L pada *inlet* menjadi 3,41 mg/L pada *outlet*. Penurunan ini mengindikasikan bahwa proses pengolahan mampu meningkatkan kualitas air limbah. Simpulan utama dari penelitian ini adalah bahwa semakin rendah kadar BOD dalam suatu perairan, semakin baik kualitas air tersebut karena kandungan oksigen yang tersedia semakin tinggi, sehingga tidak membahayakan biota perairan maupun manusia yang menggunakan air secara langsung. Implikasi dari penelitian ini meliputi kontribusi terhadap literatur terkait analisis BOD air limbah industri dan memberikan rekomendasi bagi industri serta pemerintah untuk meningkatkan efektivitas sistem pengolahan limbah dan menetapkan kebijakan pemantauan kualitas air secara berkelanjutan. Penelitian ini juga membuka ruang untuk kajian lanjutan mengenai efektivitas teknologi pengolahan limbah yang lebih inovatif, serta analisis parameter kualitas air lainnya seperti COD, TSS, dan logam berat.

Kata Kunci: BOD; Limbah Industri; Inlet; Outlet; Kualitas Air.

PENDAHULUAN

Industri memegang peran penting dalam pembangunan wilayah, karena dianggap sebagai motor penggerak pertumbuhan ekonomi jangka panjang yang berkelanjutan dan mampu meningkatkan pendapatan per kapita setiap tahunnya. Meski memberi dampak positif secara ekonomi, pertumbuhan industri yang pesat juga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan di sekitarnya. Jenis industri pun beragam, seperti industri farmasi, pupuk, elektronika, kendaraan bermotor, kertas, dan pangan (Ruzzi et al., 2023).

Pencemaran lingkungan akibat aktivitas industri menjadi perhatian serius secara nasional maupun global. Pertumbuhan industri meningkatkan tekanan terhadap kualitas air secara signifikan. Menurut data KLHK, lebih dari 75% sungai di Indonesia telah tercemar limbah domestik dan industri. Parameter utama untuk menilai pencemaran air adalah kadar oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologis (BOD). Di wilayah industri seperti Sungai Padang, kualitas air menurun tajam karena tingginya limbah organik yang dibuang

tanpa pengolahan, sehingga mengancam ekosistem perairan dan kesehatan masyarakat (Kandpal & Jha, 2024). Tingginya level pencemaran air mengakibatkan penurunan kualitas air sehingga tidak bisa lagi dimanfaatkan sebagai sumber air minum (Hamidi et al., 2017).

Berdasarkan teori ekotoksikologi dan prinsip kualitas air, DO dan BOD adalah indikator penting untuk menilai dampak limbah pada perairan. Jika kadar DO terlalu rendah, bisa terjadi kondisi kekurangan oksigen (anoksia) yang menyebabkan kematian makhluk hidup air (Ika Irmayanti et al., 2023). Selain itu, tingginya nilai amoniak dalam perairan juga dapat menimbulkan bau busuk pada perairan (Az-Zahro et al., 2024). Karena itu, kualitas air perlu dikaji secara menyeluruh dengan melihat hubungan antara mikroorganisme, bahan organik, dan faktor lingkungan seperti suhu dan kadar garam. Proses penguraian limbah secara alami bergantung pada adanya zat organik, mikroorganisme pengurai, dan cukupnya oksigen di air (Effendi, 2025).

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah metode pengukuran yang digunakan untuk mengetahui seberapa banyak oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri aerob dalam menguraikan zat organik dalam air. Nilai BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dipakai bakteri untuk menguraikan zat organik yang larut dan sebagian yang tersuspensi di dalam air (Sulistia & Septisya, 2020). Pengukuran BOD umumnya dilakukan dengan metode pengenceran atau manometrik, yang didasarkan pada perubahan kadar DO atau penurunan tekanan akibat konsumsi oksigen dalam sampel air (Pour et al., 2014).

Parameter BOD merupakan salah satu parameter paling umum dalam pengujian air limbah dan air permukaan karena mengukur jumlah oksigen terlarut yang digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik (Mubin et al., 2016). Nilai BOD yang tinggi terjadi karena limbah organik masuk ke air, membuat mikroorganisme menghabiskan banyak oksigen, sehingga kadar oksigen turun dan membahayakan makhluk hidup di air, menandakan pencemaran yang serius (Napitupulu & Putra, 2024).

Penelitian sebelumnya telah menilai BOD sebagai indikator pencemaran organik, namun umumnya belum mengaitkannya dengan proses degradasi biologis atau perubahan DO di berbagai kondisi lingkungan. Selain itu, kelemahan lain terletak pada pengambilan dan penyimpanan sampel yang kurang optima (Pour et al., 2014, Asrin & Suprihatin, 2024). Oleh karena itu, diperlukan studi yang lebih menyeluruh dengan memperhatikan metode sampling, pengolahan sampel, serta dampak aktivitas manusia terhadap hasil pengukuran. Penurunan kadar BOD pada limbah cair industri dapat terjadi melalui proses fitoremediasi, di mana akar

tanaman menyerap dan mengendapkan zat organik dari air limbah. Zat-zat tersebut kemudian mengalami proses biologis di dalam jaringan tanaman dan terakumulasi ke seluruh bagiannya (Ahmad & Adiningsih, 2019).

Kontribusi baru ditawarkan melalui analisis hubungan antara kandungan BOD dan DO sebagai indikator kualitas air di kawasan terdampak industri dengan pendekatan laboratorium dan prinsip ekologi perairan (Santoso, 2018). Dasar teori yang digunakan mencakup prinsip oksidasi biologis, teori kebutuhan oksigen mikroorganisme, dan klasifikasi mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 tahun 1995 tentang Baku Mutu Air Limbah Cair bagi kegiatan industri, yang mengelompokkan kualitas air menjadi golongan A sampai D menurut peruntukannya. Adapun penggolongan air menurut peruntukannya A (langsung diminum), B (baku air minum), C (perikanan dan peternakan), dan D (pertanian, industri, dan pembangkit listrik) (Ika Irmayanti et al., 2023).

Pengukuran kadar oksigen terlarut (DO) pada masing-masing Oxidation Ditch bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pengaturan oksigen oleh Mammoth Rotor dalam sistem tersebut. Oksigen terlarut digunakan oleh bakteri untuk mendekomposisi bahan organik dan senyawa nutrisi dalam air limbah melalui proses biokimia dan biodegradasi. Nilai DO yang rendah umumnya mengindikasikan bahwa proses penguraian berlangsung secara optimal, sehingga mencerminkan kualitas air limbah yang baik (Pasetia et al., 2023).

Tinggi rendahnya pencemaran pada suatu perairan sangat mempengaruhi kadar oksigen pada saat pemecahan bahan organik. Jika berada di skala 5 ppm dan pada skala (0-10 ppm) maka kualitas suatu perairan baik, jika berada pada skala (0-5 ppm) dan BOD skala (10-20 ppm) maka kualitas air sedang, dan jika DO berada di kualitas 0 dan BOD berada di skala di atas 25 ppm artinya kualitas air buruk dan harus diolah terlebih dahulu (Zulkifli et al., 2011).

Biofilter anaerob adalah metode pengolahan limbah cair yang memiliki banyak keunggulan, seperti mudah dikelola, tidak membutuhkan lahan luas, menghasilkan sedikit lumpur, dapat mengurangi nitrogen dan fosfor penyebab eutrofikasi, efektif menghilangkan padatan tersuspensi, dan mampu mengolah limbah dengan BOD5 tinggi (Apriliyani et al., 2023). Efektivitas metode ini diperkuat oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pengolahan anaerob mampu menurunkan kadar BOD5, COD, dan TSS masing-masing sebesar 60%, 60%, dan 80% (Panisean Nasoetion et al., 2017).

Beberapa unsur dapat mengalami perubahan pada waktu penyimpanan sampel air, karena adsorpsi atau pertukaran ion oleh dinding wadah sampel maka sampel air perlu dipisahkan dalam botol bersih dan diasamkan dengan klorida pekat atau asam nitrat sampai pH sekitar 3,5 untuk mencegah pengendapan atau adsorpsi oleh dinding wadah sampel air (Effendi, 2025).

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air di kawasan Sungai Padang berdasarkan parameter BOD dan DO, serta mengidentifikasi tingkat pencemaran perairan akibat aktivitas industri dengan memperhatikan mekanisme degradasi organik dan faktor-faktor yang memengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam air.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui kadar BOD pada air limbah di titik inlet dan outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) melalui pengukuran kadar oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi selama 5 hari (SNI 06-6989.14-2004).

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorium dengan metode uji BOD lima hari (BOD_5), di mana sampel air diuji kandungan oksigen terlarutnya pada hari ke-0 dan hari ke-5 inkubasi. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih kadar DO (Dissolved Oxygen) pada dua titik waktu tersebut.

Sampel air limbah diambil dari titik inlet (sebelum pengolahan) dan outlet (setelah pengolahan) pada instalasi pengolahan limbah cair. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling, yakni dengan memilih titik pengambilan sampel yang merepresentasikan kondisi sebelum dan sesudah proses pengolahan limbah.

Instrumen utama yang digunakan dalam pengukuran adalah DO meter terkalibrasi, serta peralatan standar uji BOD seperti botol DO, pipet volumetrik, dan lemari inkubasi bersuhu $20 \pm 1^\circ\text{C}$ dalam kondisi gelap. Bahan-bahan kimia meliputi air pengencer jenuh oksigen, larutan buffer fosfat, magnesium sulfat, kalsium klorida, feri klorida, serta suspensi bibit mikroba.

Prosedur kerja meliputi air pengencer disiapkan dengan menggunakan air bebas mineral yang dijenuhkan oksigen menggunakan aerator, kemudian ditambahkan masing-

masing 1 mL larutan buffer fosfat, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, dan bibit mikroba untuk setiap literinya.

Langkah berikutnya yaitu pengujian sampel dilakukan dengan menyiapkan tiga botol DO yang diberi label blanko, sampel inlet, dan sampel outlet. Botol blanko diisi dengan air pengencer, sedangkan botol sampel diisi dengan larutan uji, masing-masing diisi hingga meluap tanpa gelembung. Pengukuran DO_0 (hari ke-0) dilakukan maksimal 30 menit setelah proses pengenceran. Sampel kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu $20 \pm 1^\circ C$ dalam ruang gelap, lalu dilakukan pengukuran DO_5 (hari ke-5).


Nilai BOD dihitung dari selisih DO hari ke-0 dan DO hari ke-5 menggunakan rumus:

$$BOD_5 = DO_0 - DO_5$$

Data BOD dari sampel inlet dan outlet kemudian dibandingkan untuk mengetahui efisiensi pengolahan limbah. Hasil disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif untuk menginterpretasi kualitas air berdasarkan baku mutu yang berlaku (PP No. 20 Tahun 1990 dan Kepmen LH No. 5 Tahun 1995).

HASIL

Tabel 1. Dokumentasi Penelitian

Perlakuan	Dokumentasi
1. Persiapan bahan larutan air pengencer	





Perlakuan	Dokumentasi
2. Pembuatan larutan air pengencer	
3. Penenuhan oksigen dengan aerator	
4. Pengukuran DO ₀ (0 hari)	
5. Pengukuran DO ₅ (hari ke-5)	

Table 2. Data Hasil Pengamatan

No	Kode	DO_0 (mg/L)	Pengenceran	DO_5 (mg/L)	BOD (mg/L)
1	Inlet	5,91	1	0,98	3,99
2	Outlet	5,56	1	1,21	3,41
3	Blanko	7,81	1	6,87	-

$$BOD = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right)V_C}{P}$$

Keterangan:

BOD : nilai BOD contoh uji (mg/L);

A_1 : kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L);

A_2 : kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi 5 hari (mg/L);

B_1 : kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L);

B_2 : kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L);

V_B : volume suspensi mikroba (ml) dalam botol DO blanko;

V_C : volume suspensi mikroba dalam botol contoh uji (ml);

P : perbandingan volume contoh uji (V_1) per volume total (V_2).

1. Industri Inlet

$$\begin{aligned} BOD &= \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right)V_C}{P} \\ &= \frac{(5,91 - 0,98) \text{ mg/L} - \left(\frac{(7,81 - 6,87) \text{ mg/L}}{300 \text{ ml}}\right) 300 \text{ ml}}{1} \\ &= 4,93 \text{ mg/L} - 0,94 \text{ mg/L} \\ &= 3,99 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Industri Outlet

$$\begin{aligned} BOD &= \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right)V_C}{P} \\ &= \frac{(5,56 - 1,21) \text{ mg/L} - \left(\frac{(7,81 - 6,87) \text{ mg/L}}{300 \text{ ml}}\right) 300 \text{ ml}}{1} \\ &= 4,35 \text{ mg/L} - 0,94 \text{ mg/L} \\ &= 3,41 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kebutuhan oksigen biologis (Biochemical Oxygen Demand/BOD) dari sampel air limbah industri guna mengevaluasi sejauh mana bahan organik dalam air dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam kondisi aerobik. Pengujian dilakukan berdasarkan metode standar internasional (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, edisi ke-21 tahun 2005), dengan menggunakan DO meter terkalibrasi untuk mengukur kadar oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi.

Prosedur analisis BOD dimulai dengan pengenceran sampel limbah menggunakan larutan nutrien seperti CaCl_2 , FeCl_3 , dan MgSO_4 untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme, serta penambahan buffer fosfat untuk menjaga kestabilan pH. Inokulum mikroba diperoleh dari Imhoff tank, sementara proses aerasi selama 30 menit dilakukan sebelum inkubasi lima hari pada suhu 20°C . Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa mikroorganisme aerobik memperoleh suplai oksigen yang cukup dalam proses degradasi bahan organik.

Hasil pengukuran menunjukkan adanya penurunan konsentrasi DO setelah lima hari inkubasi, yang menjadi indikasi terjadinya aktivitas mikrobiologis dalam proses dekomposisi bahan organik. Selisih nilai DO awal dan DO akhir mencerminkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh mikroorganisme, dan secara langsung menjadi dasar perhitungan nilai BOD. Dalam hal ini, semakin besar selisihnya, semakin tinggi pula beban pencemar organik dalam air limbah.

Dari hasil pengolahan data, diperoleh nilai BOD sebesar 3,99 mg/L pada inlet IPAL dan 3,41 mg/L pada outlet IPAL. Penurunan nilai ini menunjukkan bahwa proses pengolahan air limbah yang diterapkan dalam IPAL bekerja dengan baik dalam menurunkan kadar bahan organik sebelum air dialirkan ke lingkungan. Selisih nilai BOD antara inlet dan outlet juga mencerminkan efisiensi proses biologis yang berlangsung di dalam sistem pengolahan tersebut. Nilai BOD pada outlet yang jauh di bawah ambang batas baku mutu nasional, yaitu 150 mg/L, menunjukkan bahwa kualitas air hasil olahan tergolong baik dan memenuhi standar untuk dilepaskan ke badan air penerima. Dengan demikian, hasil ini memberikan bukti bahwa IPAL berfungsi secara efektif dalam menjaga kualitas lingkungan perairan dan mendukung prinsip pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

Temuan ini sejalan dengan teori oksidasi biokimia, yang menyatakan bahwa dalam lima hari inkubasi, sekitar 60–70% bahan organik dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme, dan angka ini dapat mencapai 95–99% setelah 20 hari. Proses degradasi ini menunjukkan bahwa nilai BOD mencerminkan tingkat aktivitas mikroba dalam memecah senyawa organik melalui reaksi-reaksi biokimia yang membutuhkan oksigen terlarut. Oleh karena itu, semakin tinggi aktivitas mikroba, maka semakin besar pula konsumsi oksigen, yang tercermin dalam nilai BOD. Lima hari inkubasi telah disepakati secara luas sebagai waktu standar untuk penentuan BOD₅, karena pada periode ini reaksi biologis mencapai kestabilan awal dan memberikan gambaran cukup representatif terhadap beban pencemar organik dalam air.

Standarisasi inkubasi selama lima hari pada suhu 20°C berasal dari penelitian di wilayah beriklim sedang, di mana suhu perairan relatif stabil pada kisaran tersebut. Penetapan suhu ini kemudian diadopsi secara global dalam berbagai metode pengujian BOD, termasuk dalam dokumen **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Suhu 20°C dianggap sebagai kondisi optimum bagi sebagian besar mikroorganisme air tawar dalam memecah bahan organik di lingkungan yang stabil. Dengan demikian, hasil pengukuran BOD yang dilakukan dalam kondisi ini menjadi tolak ukur yang valid dan dapat diperbandingkan secara internasional.

Sejumlah literatur menyebutkan bahwa suhu inkubasi yang lebih tinggi, yakni antara 25–30°C, cenderung lebih sesuai untuk wilayah beriklim tropis seperti Indonesia. Mikroorganisme lokal pada umumnya beradaptasi dengan suhu lingkungan yang lebih hangat, sehingga metabolisme dan laju degradasi bahan organik dapat berlangsung lebih optimal dalam kisaran suhu tersebut.

Penyesuaian suhu inkubasi terhadap kondisi iklim lokal dapat memperbaiki sensitivitas dan akurasi pengukuran BOD, serta mempercepat waktu respons dalam pemantauan kualitas air. Oleh karena itu, meskipun penelitian ini mengikuti metode standar internasional, terdapat peluang untuk mengembangkan pendekatan yang lebih kontekstual dan adaptif terhadap karakteristik lokal, termasuk suhu lingkungan, jenis mikroorganisme dominan, dan komposisi limbah yang khas pada sektor industri tertentu.

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memperkuat pemahaman tentang efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dalam menurunkan kadar bahan organik pada limbah cair industri tekstil. Penurunan nilai BOD yang signifikan dari inlet ke

outlet IPAL menunjukkan bahwa proses pengolahan yang diterapkan mampu mengeliminasi sebagian besar beban pencemar organik sebelum air limbah dialirkan ke lingkungan. Hal ini menandakan bahwa sistem IPAL tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas teknis, tetapi juga memainkan peran penting dalam upaya pelestarian lingkungan dan pencegahan pencemaran perairan.

Secara praktis, temuan ini memberikan bukti empiris bahwa air limbah hasil olahan dapat memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Dengan nilai BOD yang jauh di bawah ambang batas, air buangan dari industri berpotensi tidak membahayakan organisme akuatik maupun masyarakat sekitar yang mungkin memanfaatkan air tersebut. Efisiensi ini dapat menjadi acuan bagi industri sejenis dalam mengelola limbah secara lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan. Selain itu, keberhasilan IPAL ini dapat mendorong peningkatan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan serta menjadi dasar bagi evaluasi atau peningkatan desain teknologi pengolahan limbah di sektor industri lainnya.

Dari sisi teoretis, penelitian ini turut memperkuat peran BOD sebagai salah satu indikator kunci dalam penilaian kualitas air dan efektivitas proses pengolahan limbah. Nilai BOD secara langsung merepresentasikan seberapa besar beban organik dalam air yang dapat dikonsumsi oleh mikroorganisme, sehingga menjadi parameter yang relevan untuk menilai kondisi lingkungan perairan. Dengan demikian, pengukuran BOD tidak hanya menjadi prosedur rutin dalam pengujian kualitas air, tetapi juga mencerminkan proses ekologis yang mendasari interaksi antara limbah, mikroorganisme, dan lingkungan.

Temuan ini juga membuka ruang untuk inovasi dalam pengembangan metode BOD yang lebih responsif terhadap karakteristik wilayah tropis. Adaptasi terhadap kondisi lokal sangat penting untuk meningkatkan relevansi hasil pengukuran dan efektivitas manajemen kualitas air. Oleh karena itu, pengembangan protokol pengujian BOD yang mempertimbangkan variabel lokal, seperti suhu inkubasi dan keanekaragaman mikroorganisme, akan sangat bermanfaat untuk meningkatkan akurasi data dan mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan lingkungan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, penggunaan suhu inkubasi 20°C sebagai standar internasional mungkin kurang relevan dengan iklim tropis Indonesia, sehingga aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik bisa tidak maksimal. Kedua, waktu pengukuran BOD yang memerlukan lima hari menjadikan metode ini kurang efisien untuk pemantauan kualitas air secara cepat dan

berkala. Ketiga, meskipun upaya pengendalian telah dilakukan, variabel lingkungan lain seperti jenis mikroorganisme, variasi komposisi limbah, dan kondisi pH tetap dapat memengaruhi hasil secara tidak langsung.

Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengeksplorasi kemungkinan modifikasi metode pengukuran BOD yang lebih adaptif terhadap kondisi lokal, baik dari segi suhu, jenis mikroorganisme inokulum, maupun durasi inkubasi. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi pengukuran dan memperkaya basis data kualitas air di lingkungan tropis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis BOD, diketahui bahwa semakin rendah kadar BOD dalam suatu perairan, maka semakin baik kualitas air tersebut karena kandungan oksigen terlarutnya lebih tinggi. Kondisi ini tidak membahayakan kehidupan biota perairan maupun manusia yang menggunakan air secara langsung. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar BOD pada limbah industri inlet sebesar 3,99 mg/L dan pada outlet sebesar 3,41 mg/L, yang berarti terjadi penurunan konsentrasi bahan organik selama proses pengolahan air limbah. Penurunan ini menunjukkan bahwa sistem pengolahan limbah yang digunakan cukup efektif dalam meningkatkan kualitas air sebelum dibuang ke lingkungan. Secara ilmiah, temuan ini memberikan kontribusi penting dalam pemantauan kualitas air limbah industri, khususnya dalam penggunaan parameter BOD sebagai indikator pencemaran organik. Penelitian ini juga memperkaya literatur terkait efisiensi sistem IPAL di lingkungan tropis. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengukuran BOD dengan variasi waktu inkubasi dan suhu yang disesuaikan dengan kondisi tropis, serta analisis tambahan seperti pengukuran COD dan parameter mikrobiologi untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif tentang efektivitas pengolahan air limbah industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H., & Adiningsih, R. (2019). Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air dalam Menurunkan Kadar BOD dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Farmasetis*, 8(2), 31–38. <https://doi.org/10.32583/farmasetis.v8i2.599>
- Apriliyani, I., Ainuri, M., & Suyantohadi, A. (2023). Analisis terhadap Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Gudeg Kaleng di PT XYZ,

- Yogyakarta. *AgriTECH*, 43(1), 74. <https://doi.org/10.22146/agritech.71076>
- Asrin, M., & Suprihatin, H. (2024). Analisis Karakteristik Air Limbah Domestik. *J-Sipil*, 1(1), 13–23. <https://journal.univgresik.ac.id/index.php/j-sipil/index>
- Az-Zahro, M. F., Lukito, H., & Anasstasia, T. T. (2024). Pengaruh limbah cair industri kerupuk kulit terhadap kualitas air Sungai Pesing, Kelurahan Segoroyoso, Bantul. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 8(1), 71–86. <https://doi.org/10.36813/jplb.8.1.71-86>
- Effendi, H. (2025). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. 2025.
- Hamidi, R., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2017). Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Kualitas Air Sungai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(12), 1758–1763.
- Ika Irmayanti, N., Sigit Ardisty Sitogasa, P., Novembrianto, R., & Wisnu Prabowo, P. (2023). Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (Studi Kasus Industri Pembekuan Ikan PT. X). *Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains*, 4(1), 20–26. <https://doi.org/10.55448/ems.v4i1.75>
- Kandpal, S., & Jha, R. (2024). Evaluating BOD and DO models in context of the River Yamuna: A Critical Assessment. *Journal of Chemical Health Risks*, June. www.jchr.org
- Mubin, F., Binilang, A., Halim, F., Teknik, F., Sipil, J., Sam, U., & Manado, R. (2016). *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado*. 4(3).
- Napitupulu, R. T., & Putra, M. H. S. (2024). Pengaruh Bod, Cod Dan Do Terhadap Lingkungan Dalam Penentuan Kualitas Air Bersih Di Sungai Pesanggrahan. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(2), 79. <https://doi.org/10.30595/civeng.v5i2.17878>
- Panisean Nasoetion, S, D. A. W., Saputra, M., & Ergantara, R. I. (2017). Evaluasi dan Redesign Instalasi Pengolahan Air. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains*, 1(03), 75–86.
- Pasetia, A. T., Nurkhasanah, S. D., & Sudarminto, H. P. (2023). Proses Pengolahan Dan Analisa Air Limbah Industri Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal). *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 491–498. <https://doi.org/10.33795/distilat.v6i2.159>
- Pour, H. R., Mirghaffari, N., Marzban, M., & Marzban, A. (2014). Determination of biochemical oxygen demand (BOD) without nitrification and mineral oxidant bacteria interferences by carbonate turbidimetry. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 90–95.
- Ruzzi, F., Irawan, A., & Lisha, S. Y. (2023). Uji Efektivitas Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, Dan TSS pada Limbah Cair Tahu. *Cived*, 10(1), 311–329. <https://doi.org/10.24036/cived.v10i1.388112>
- Santoso, A. D. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batubara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 89. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2511>
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2020). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1). <https://doi.org/10.29122/jrl.v12i1.3658>
- Zulkifli, H., Husnah, Ridho, M. R., & Juanda, S. (2011). *Status Kualitas Sungai Musi Bagian Hilir Ditinjau Dari Komunitas Fitoplankton*. 43. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.15.1.20092>