

## Analisis Deskriptif Performa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berdasarkan Parameter BOD, COD dan TSS pada Industri Pengalengan Bekicot

Della Lusiana Fitri<sup>1</sup>, Firra Rosariawari<sup>2\*</sup>, Aprilia Permata Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

<sup>3</sup>PT Alam Lestari Konsultan, Indonesia

Email: [dellalusianafitri@gmail.com](mailto:dellalusianafitri@gmail.com)<sup>1</sup>, [firra.tl@upnjatim.ac.id](mailto:firra.tl@upnjatim.ac.id)<sup>2</sup>

Alamat: Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi penulis: [firra.tl@upnjatim.ac.id](mailto:firra.tl@upnjatim.ac.id)\*

**Abstract.** *The Snail Canning Industry has the potential to impact the environment if wastewater with high organic compound content is not treated first. This study aims to analyze the performance of the Snail Canning Industry Wastewater Treatment Plant (WWTP) based on BOD, COD, and TSS parameters. The method used is descriptive, with primary data obtained through interviews and secondary data from laboratory test results. Measurements were taken at the inlet and outlet points of the WWTP, then compared with the quality standards based on the Regulation of the Minister of Environment No. 5 of 2014. The results showed that the WWTP succeeded in reducing the concentration of BOD from 201 mg/L to 6 mg/L, COD from 315 mg/L to 24 mg/L, and TSS from 25 mg/L to 6 mg/L. The reduction efficiency of each parameter was 97.01% for BOD, 92.38% for COD, and 76% for TSS. All outlet results met the established quality standards. This indicates that the wastewater treatment process at the IPAL functions effectively in reducing the levels of pollutant parameters in wastewater.*

**Keywords:** BOD, COD, Snail canning industry, TSS, Wastewater.

**Abstrak.** Industri Pengalengan Bekicot berpotensi memberikan dampak terhadap lingkungan jika air limbah dengan kandungan senyawa organik tinggi tidak diolah terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Pengalengan Bekicot berdasarkan parameter BOD, COD, dan TSS. Metode yang digunakan adalah deskriptif, dengan data primer diperoleh melalui wawancara dan data sekunder dari hasil uji laboratorium. Pengukuran dilakukan pada titik *inlet* dan *outlet* IPAL, kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa IPAL berhasil menurunkan konsentrasi BOD dari 201 mg/L menjadi 6 mg/L, COD dari 315 mg/L menjadi 24 mg/L, dan TSS dari 25 mg/L menjadi 6 mg/L. Efisiensi penurunan masing-masing parameter adalah 97,01% untuk BOD, 92,38% untuk COD, dan 76% untuk TSS. Semua hasil outlet memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pengolahan air limbah pada IPAL berfungsi secara efektif dalam menurunkan kadar parameter pencemar dalam air limbah.

**Kata kunci:** BOD, COD, Industri pengalengan bekicot, TSS, Air limbah.

### 1. LATAR BELAKANG

Industri adalah sektor yang memiliki kontribusi penting dalam kemajuan perekonomian, namun juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, terutama jika limbah yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Setiap aktivitas industri menghasilkan berbagai jenis limbah, baik dalam bentuk limbah cair, limbah padat, maupun emisi gas (Wulandari and Pramono 2020).

Pada proses produksinya, Industri Pengalengan Bekicot dapat menghasilkan air limbah dengan kadar senyawa organik tinggi, yang berasal dari dari sisa lendir bekicot, protein terlarut, lemak, air sisa pencucian, air sisa perendaman, perebusan daging bekicot dan sterilisasi. Selain

itu kegiatan non produksi juga menghasilkan air limbah domestik yang berasal dari kegiatan di musholla, kantin, toilet serta kegiatan pembersihan peralatan dan gedung (Setiadji et al. 2023).

Sebelum dibuang ke lingkungan air limbah akan di olah terlebih dahulu pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Industri Pengalengan Bekicot memiliki 5 unit oprasi dalam mengolah air limbah yaitu, *Grease Trap*, Bak ekualisasi, Aerasi, Bak sedimentasi dan Bak klorinasi. Air limbah yang diolah harus sesuai dengan baku yang sudah ditetapkan untuk industri pengalengan bekicot yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 Lampiran XIV. Pengolahan air limbah yang tepat dapat mengurangi bahaya pencemaran dan memastikan air limbah aman sebelum dibuang ke lingkungan. Oleh karena itu dilakukan pemantauan jumlah kadar air limbah berdasarkan indikator di titik inlet serta outlet IPAL, agar bisa diidentifikasi apakah IPAL telah berjalan secara optimal (Latifah 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa IPAL dalam mengolah air limbah industri pengalengan bekicot dengan memantau parameter COD, BOD, dan TSS. Parameter-parameter ini merupakan indikator penting untuk menilai kualitas pengolahan limbah yang dilakukan oleh IPAL serta memastikan bahwa limbah yang dibuang telah memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan (Fachria, Ramdan, and Aryantha 2020).

## **2. KAJIAN TEORITIS**

Dalam mendukung kajian pengolahan air limbah, terdapat beberapa teori terdahulu yang dijadikan acuan atau landasan. Menurut penelitian dari Wulandari dan Pramono pada tahun 2018 untuk menghindari dampak negatif terhadap lingkungan, limbah yang dihasilkan oleh industri pengalengan harus ditangani dan diolah terlebih dahulu. Pengelolaan limbah yang baik dapat memberikan keuntungan bagi kelestarian lingkungan.

Air limbah yang dihasilkan oleh industri pengalengan bekicot memiliki beragam zat pencemar yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Adapun parameter yang terkandung dalam air limbah industri pengalengan bekicot adalah:

### **1) pH**

pH adalah standar yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu zat, larutan, atau material dalam bentuk nilai numerik. Nilai pH netral adalah 7, menunjukkan sifat netral, sedangkan pH di bawah 7 mengindikasikan sifat asam, dan pH di atas 7 menunjukkan sifat basa. (Harvyandha, Kusumawardani, and Abdul 2019).

## 2) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD merupakan parameter yang mengindikasikan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik dalam kondisi aerobik. Nilai BOD merefleksikan tingkat konsumsi oksigen oleh komunitas mikroba akibat adanya senyawa organik terurai dalam lingkungan perairan. (Astuti and Rosemalia 2022).

## 3) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah ukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi limbah organik dalam air melalui reaksi kimia. COD mencerminkan total kebutuhan oksigen untuk menguraikan senyawa organik secara kimiawi, tingginya nilai COD dapat berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan perairan. (Harahap, Amanda, and Matondang 2020).

## 4) TSS (*Total Suspended Solid*)

*Total Suspended Solid* (TSS) merupakan jumlah seluruh partikel padat yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0  $\mu\text{m}$  dan bersifat dapat mengendap. Peningkatan nilai TSS menunjukkan bahwa kandungan bahan organik yang memerlukan oksigen untuk proses dekomposisi juga semakin tinggi. (Hermansyah et al. 2024).

## 5) Klor Bebas

Klor bebas adalah jumlah klorin aktif yang masih tersisa setelah proses desinfeksi berlangsung. Kadar klor bebas yang optimal menunjukkan bahwa klorin masih tersedia untuk menjaga kualitas mikrobiologis air, namun tidak berlebihan hingga menimbulkan efek samping seperti bau menyengat atau pembentukan senyawa berbahaya (Fatimah et al. 2024).

## 6) Minyak dan lemak

Parameter ini merupakan jenis polutan organik yang bersifat *non-biodegradable* atau sulit diuraikan oleh aktivitas mikroorganisme. Dengan berat jenis yang lebih ringan dari air, minyak membentuk lapisan tipis di permukaan, yang pada akhirnya menghambat proses fiksasi oksigen bebas dan menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air. (Ulvi and Harmawan 2022)

## 7) Ammonia Total ( $\text{NH}_3\text{-N}$ )

Nitrogen amonia merupakan komponen pencemar utama dalam air limbah domestik, yang terbentuk melalui proses dekomposisi bahan organik yang mengandung nitrogen. Parameter ini berpotensi menyebabkan polusi dan merusak ekosistem perairan jika konsentrasinya terlalu tinggi (Faza, Purnama, and Syifa 2021).

Parameter yang terkandung dalam air limbah harus senantiasa diperhatikan agar ketika dibuang ke lingkungan tidak menimbulkan dampak negatif. Pengolahan air limbah yang efektif tidak hanya bergantung pada teknologi yang digunakan, tetapi juga pada pengawasan dan evaluasi kualitas air yang dihasilkan secara konsisten. Dalam upaya

memenuhi baku mutu air limbah sesuai dengan peraturan yang berlaku, industri pengalengan bekicot menggunakan teknologi pengolahan yang disesuaikan agar dapat menurunkan parameter pencemar yang ada dalam air limbah. Adapun teknologi pengolahan air limbah yang digunakan dalam industri pengalengan bekicot sebagai berikut:

1) *Grease Trap*

*Grease trap* adalah pengolahan fisik yang berfungsi untuk mengurangi kandungan minyak dan lemak dalam air limbah, dengan cara memisahkan zat tersebut melalui proses fisik berdasarkan perbedaan densitas. Penggunaan *grease trap* penting untuk mencegah dampak negatif terhadap sistem pengolahan air limbah dan kualitas lingkungan perairan. (Ibrahim et al. 2023)

2) Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi merupakan unit yang dirancang untuk menampung dan menstabilkan aliran air limbah yang dihasilkan dari berbagai aktivitas domestik dan produksi. Penyamaan debit ini penting untuk menjaga konsistensi aliran, sehingga dapat mencegah gangguan dan meningkatkan efisiensi pada tahap-tahap pengolahan air limbah berikutnya (Ibrahim et al. 2023).

3) Aerasi

Aerasi adalah proses pengolahan air yang melibatkan penambahan oksigen ke dalam air. Teknik ini bekerja dengan memanfaatkan bakteri aerobik dan molekul gas (methane dan amoniak) yang ada dalam air limbah untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar, atau bahkan dapat menghilangkan sama sekali. (Yuniarti, Komala, and Aziz 2019).

4) Bak Sedimentasi

Bak sedimentasi berfungsi untuk memisahkan partikel diskrit dan padatan tersuspensi dalam air limbah melalui mekanisme pengendapan gravitasi tanpa bantuan zat kimia. Sistem ini dirancang untuk menciptakan kondisi aliran yang sangat tenang, sehingga memungkinkan material tersuspensi mengendap dengan efektif (Muhaimin Fathoni, Retno Pudjowati, and Sutikno 2023).

5) Bak Klorinasi

Bak klorinasi adalah fasilitas yang digunakan untuk menambahkan klorin ke dalam air atau limbah dengan tujuan desinfeksi, untuk membunuh atau mengurangi mikroorganisme patogen dan memastikan kualitas air yang aman. (Mulyati et al. 2022)

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari melakukan wawancara dengan operator IPAL, sedangkan data sekunder berasal dari hasil uji laboratorium air limbah. Parameter yang digunakan pada analisis ini ialah BOD, COD, TSS pada limbah cair industri pengalengan bekicot. Kajian pada data dilaksanakan secara deskriptif naratif.

Performa IPAL dianalisis melalui pengukuran efisiensi penyisihan parameter pencemar, yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan tingkat kemampuan IPAL dalam menurunkan konsentrasi parameter pencemar dalam air limbah. Efisiensi diukur berdasarkan besarnya beban pencemar yang berhasil diolah, yang kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase. Perhitungan efisiensi dihitung melalui rumus menurut Metcalf & Eddy (1991), yaitu :

$$E = \frac{S_0 - S \times 100\%}{S_0}$$

Keterangan :

E = Efisiensi pengolahan air limbah (%)

$S_0$  = Konsentrasi *Inlet* (mg/L)

S = Konsentrasi *Outlet* (mg/L)

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam studi ini, dilakukan analisis terhadap parameter utama air limbah dari industri pengalengan bekicot, meliputi BOD, COD, dan TSS. Ketiga parameter tersebut dipilih karena berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan apabila tidak diolah secara optimal. Titik Sampling yang digunakan pada bagian IPAL Industri Pengalengan Bekicot adalah *inlet* dan *outlet*. Data pengujian ini dibandingkan dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 terkait Baku Mutu Air Limbah Industri Pengalengan. Adapun hasil uji laboratorium dari air limbah industri pengalengan bekicot dapat dilihat dari tabel berikut:

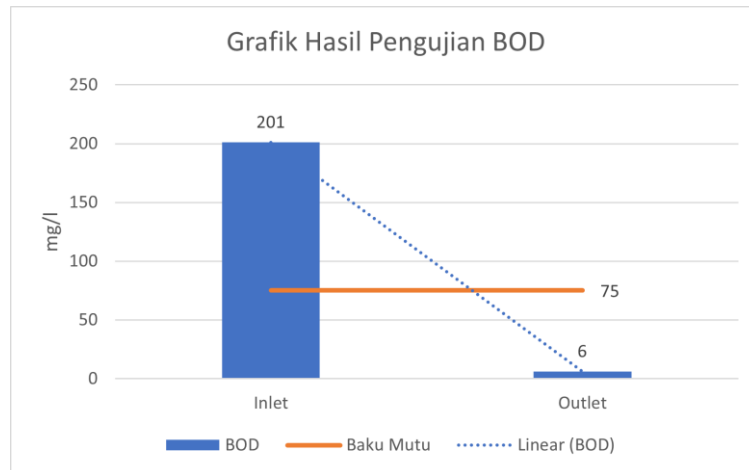
**Tabel 1.** Hasil Uji Limbah Cair Pada *Inlet* dan *Outlet* IPAL Industri Pengalengan Bekicot

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku Mutu	Metode
1.	BOD	mg/L	201	6	75	SM 3rd Ed.5210 B.2017
2.	COD	mg/L	315	24	150	SNI 6898.73:2019
3.	TSS	mg/L	25	6	100	SNI 6898.3:2019

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Lampiran XIV

Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi BOD dan COD pada air limbah di *inlet* IPAL masih melampaui baku mutu yang berlaku, sementara parameter TSS telah memenuhi standar yang ditetapkan.. Hasil pengujian pada *outlet* menunjukkan penurunan konsentrasi pada seluruh parameter dibandingkan dengan sebelum proses pengolahan, mengindikasikan bahwa proses pengolahan yang dilakukan efektif dalam menurunkan tingkat pencemar dalam air limbah

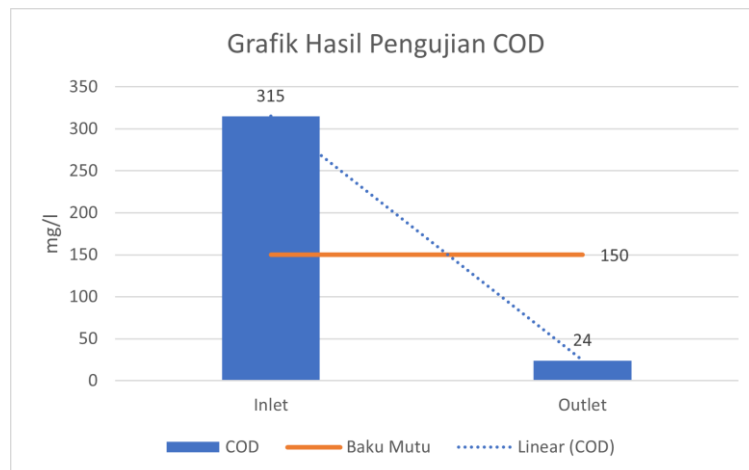
#### Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)



**Gambar 1.** Kadar BOD pada *inlet* dan *outlet* IPAL

Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem pengolahan air limbah yang diuji berhasil menurunkan nilai BOD dari *inlet* (201 mg/L) ke *outlet* (6 mg/L). Nilai BOD pada *inlet* IPAL sebesar 201 mg/L menunjukkan adanya kandungan bahan organik yang cukup tinggi dalam air limbah dari industri pengalengan bekicot. Angka tersebut mencerminkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Kandungan BOD yang tinggi ini umumnya disebabkan oleh limbah hasil pencucian bahan baku, sisa jaringan tubuh bekicot, lendir, darah, serta air hasil proses pengalengan seperti perebusan dan pendinginan. Proses-proses tersebut menghasilkan air limbah yang kaya akan protein, lemak, dan senyawa organik lainnya. Namun air limbah yang masuk dalam proses pengolahan IPAL mengalami penurunan konsentrasi signifikan sebesar 6 mg/L sehingga telah memenuhi standar baku mutu air limbah industri pengalengan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, yaitu kadar maksimal 75 mg/L. Unit Aerasi dan Klorinasi berperan penting dalam penurunan kadar BOD. Kehadiran oksigen ini mendukung aktivitas mikroorganisme aerobik, yang kemudian memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Dengan meningkatnya laju degradasi bahan organik oleh mikroorganisme tersebut, konsentrasi BOD dalam air limbah pun menurun secara signifikan.

### Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)

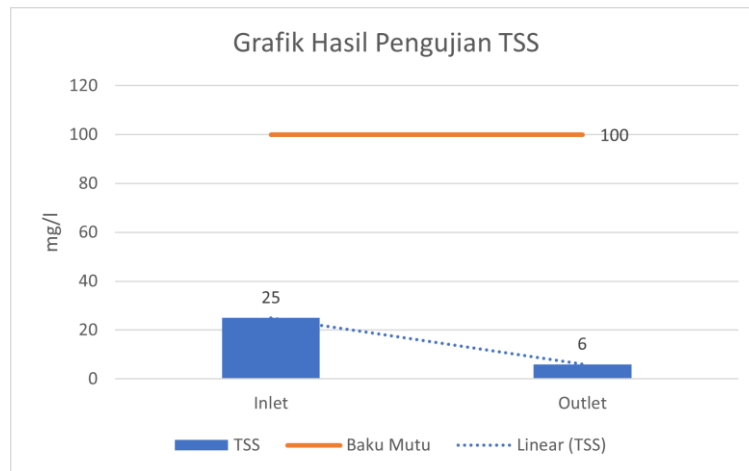


**Gambar 2.** Kadar COD pada *inlet* dan *outlet* IPAL

Pada titik inlet IPAL, nilai COD tercatat sebesar 315 mg/L, yang mengindikasikan bahwa air limbah yang masuk ke dalam sistem pengolahan memiliki kandungan senyawa organik yang cukup tinggi. Tingginya konsentrasi bahan organik dalam air limbah mengindikasikan kebutuhan oksigen yang besar untuk mendukung proses penguraian senyawa-senyawa tersebut. Setelah melalui proses pengolahan pada unit Aerasi dan Klorinasi, kadar COD mengalami penurunan signifikan menjadi 24 mg/L. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem pengolahan air limbah telah bekerja dengan efektif dan efisien dalam menurunkan beban pencemar organik. Selain itu, hasil ini juga telah memenuhi standar baku mutu air limbah industri pengalengan, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, yang menetapkan ambang batas maksimum COD sebesar 150 mg/L.

### Kadar TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solids (TSS) merupakan parameter yang menunjukkan jumlah partikel padat tersuspensi dalam air limbah yang tidak dapat larut dan dapat dipisahkan melalui proses penyaringan atau sedimentasi. Pada titik *inlet* IPAL tercatat nilai TSS sebesar 25 mg/L, yang menunjukkan bahwa air limbah industri pengalengan bekicot sudah memiliki kandungan padatan tersuspensi yang relatif rendah sebelum melalui proses pengolahan. Nilai ini bahkan telah memenuhi standar baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, yang menetapkan ambang batas maksimum TSS sebesar 100 mg/L. Hal ini dapat terjadi karena kemungkinan sistem produksi pada industri tersebut telah menerapkan praktik pengelolaan limbah yang baik, seperti pemisahan limbah padat sejak awal atau proses penyaringan awal sebelum air limbah masuk ke dalam sistem IPAL.



**Gambar 3.** Kadar TSS pada *inlet* dan *outlet* IPAL

Meskipun demikian, sistem pengolahan tetap dijalankan untuk memastikan kualitas air limbah lebih optimal sebelum dibuang ke lingkungan. Setelah melalui unit pengolahan, nilai TSS pada titik *outlet* IPAL tercatat sebesar 6 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa proses fisik dan biologi dalam IPAL, dapat menurunkan kadar TSS dalam air limbah.

#### Efektivitas Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS

Efektivitas penurunan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair dihitung untuk mengetahui sejauh mana IPAL mampu mengurangi pencemaran air. Kalkulasi ini dilakukan dengan membandingkan konsentrasi zat pencemar di *inlet* dan *outlet*. Perhitungan efektivitas BOD, COD dan TSS dapat dilihat dibawah ini. Kadar total BOD yang terkandung pada titik *inlet* diperoleh hasil 201 mg/L dan titik *outlet* diperoleh hasil 6 mg/L. Berikut perhitungan efektivitas kadar BOD :

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\%$$

$$E = \frac{201 - 6}{201} \times 100\% = 97,01\%$$

Kadar total COD yang terkandung pada titik *inlet* diperoleh hasil 315 mg/L dan titik *outlet* diperoleh hasil 24 mg/L. Berikut perhitungan efektivitas kadar COD :

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\%$$

$$E = \frac{315 - 24}{315} \times 100\% = 92,38\%$$

Kadar total TSS yang terkandung pada titik *inlet* diperoleh hasil 25 mg/L dan titik *outlet* diperoleh hasil 6 mg/L. Berikut perhitungan efektivitas kadar TSS:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\%$$

$$E = \frac{25 - 6}{25} \times 100\% = 76\%$$

Hasil kalkulasi terkait dibentuk dalam wujud tabel guna mengidentifikasi seberapa efektif penurunan kadar BOD, COD dan TSS.

**Tabel 2.** Perhitungan Efektivitas Kadar BOD, COD dan TSS pada Air Limbah Industri Pengalengan Bekicot

No	Kadar	Efisiensi %
1.	BOD	97,01%
2.	COD	92,38%
3.	TSS	76%

Berdasarkan hasil kalkulasi efektivitas yang ditampilkan di tabel 3. Hasil kalkulasi unit proses tersebut menunjukkan efektivitas yang sangat tinggi dalam menurunkan kadar BOD sebesar 97,01% dan COD sebesar 92,38%. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan yang digunakan sangat efektif dalam mengurangi beban pencemar organik pada air limbah. Sedangkan penurunan kadar TSS sebesar 76% menunjukkan bahwa unit pengolahan telah mampu menghilangkan sebagian besar partikel tersuspensi dalam air limbah.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa performa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada industri pengalengan bekicot terbukti efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS air limbah hingga memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Efektivitas penurunan masing-masing parameter tercatat sangat tinggi, yaitu 97,01% untuk BOD, 92,38% untuk COD, dan 76% untuk TSS. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengolahan, mampu mengoptimalkan proses biodegradasi dan fisikokimia dalam mengolah limbah cair. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu data hasil uji yang hanya berasal dari satu kali pengambilan sampel, sehingga tidak memungkinkan dilakukan analisis statistik yang lebih mendalam. Untuk itu, pada penelitian selanjutnya disarankan dilakukan pengambilan sampel secara berkala dan berulang agar hasil yang diperoleh lebih representatif dan memungkinkan analisis statistik yang lebih akurat.

## DAFTAR REFERENSI

- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) limbah cair domestik dengan fitoremediasi. *Jurnal Unitek*, 15(1), 59–72. <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i1.299>
- Fachria, R., Ramdan, H., & Aryantha, I. N. P. (2020). Efektivitas pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit Sukaregang Garut dengan adsorben karbon aktif dan ijuk. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 3(3), 379–388. <https://doi.org/10.36813/jplb.3.3.379-388>
- Fathoni, M., Pudjowati, U. R., & Sutikno. (2023). Perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik komunal di Dusun Sidomulyo Babakbawo Kabupaten Gresik. *Maret*, 4(1), 84–91.
- Fatimah, N., Paramita, D. R. A., Rashati, D., & Siddiq, H. B. H. F. (2024). Analisa kadar sisa klor bebas menggunakan metode Mohr pada kolam renang di wilayah Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Farmasi Akademisi Farmasi*, 7(1), 29–35.
- Faza, J., Purnama, S. I., & Syifa, F. T. (2021). Sistem monitoring tingkat pH, kekeruhan dan suhu air limbah batik pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL) berbasis LoRa. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 3(1), 10–15. <https://doi.org/10.20895/jtece.v3i1.146>
- Harahap, M. R., Amanda, L. D., & Matondang, A. H. (2020). Analisis kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid) pada limbah cair dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Amina*, 2(2), 79–83.
- Harvyandha, A., Kusumawardani, M., & Abdul, R. (2019). Telemetry pengukuran derajat keasaman secara real-time menggunakan Raspberry Pi. *Jurnal Jartel*, 9(4), 519–524.
- Hermansyah, M. H., Putri, Y. P., Setiawan, A. A., Eddy, S., Jumingin, J., & Saputra, W. (2024). Uji padatan tersuspensi total (TSS) pada sampel air limbah sawit secara gravimetri. *Environmental Science Journal (ESJO): Jurnal Ilmu Lingkungan*, 2(2), 27–33. <https://doi.org/10.31851/esjo.v2i2.15828>
- Ibrahim, R., Selintung, M., Zubair, A., Mangarengi, N. A. P., Abdullah, N. O., & Syarifuddin. (2023). Peningkatan kemampuan masyarakat dalam mengolah air limbah domestik melalui pelatihan pembuatan alat perangkap lemak (grease trap) sederhana. *Jurnal TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 86–94.
- Latifah, A. (2022). Pemeriksaan kualitas limbah cair dengan parameter amonia bebas (NH<sub>3</sub>-N) dan fosfat (PO<sub>4</sub>): Studi kasus Rumah Sakit Islam Ahmad Yani Surabaya. *Human Care Journal*, 7(3), 615–620.
- Mulyati, S. A., Azizah, M., Srikandi, S., Maidaswar, M., & Atikah, N. (2022). The effectiveness of chlorine tablets to reducing coliform in wastewater treatment plant. *Jurnal Sains Natural*, 12(1), 10. <https://doi.org/10.31938/jsn.v12i1.340>

- Setiadji, W., Effendi, N. R., Sutrisno, W., Mashadi, A., & Galuh, D. L. C. (2023). Efektivitas instalasi pengolahan air limbah berdasarkan parameter COD, BOD, TSS, pH (Studi kasus industri tahu di Dusun Janten Ngestiharjo Kasihan Bantul). *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 6, 28–36. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v6i.848>
- Ulvi, S. I., & Harmawan, T. (2022). Analisis kandungan minyak dan lemak pada limbah outlet pabrik kelapa sawit di Aceh Tamiang. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 4(April), 15–19.
- Wulandari, S., & Pramono, H. (2020). Processing of waste of canning and swimming crab (*Portunus pelagicus*) in PT. Sumber Mina Bahari Rembang, Central Java. *Journal of Marine and Coastal Science*, 7(2), 78. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v7i2.20716>
- Yuniarti, D. P., Komala, R., & Aziz, S. (2019). Pengaruh proses aerasi terhadap pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit di PTPN VII secara aerobik. *Universitas PGRI Palembang*, 4(2), 7–16.