

## Analisis Lingkungan Air Limbah Produksi Kerupuk Ikan pada Parameter Fisika, Kimia, Mikrobiologi

### *Environmental Assessment of Fish Cracker Production Wastewater on Physical, Chemical, and Microbiological Parameters*

Luluk Mudzakaroh<sup>1\*)</sup>, Ahmad Syauqi<sup>2\*\*)</sup>, Hamdani Dwi Prasetyo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

#### ABSTRAK

Sektor industri makanan, khususnya produksi kerupuk ikan, berkontribusi signifikan terhadap perekonomian, namun berpotensi mencemari lingkungan melalui limbah cair dengan kandungan bahan organik tinggi. Limbah dapat menurunkan kualitas perairan apabila dibuang tanpa pengolahan, penurunan oksigen terlarut (DO), timbulnya bau, serta kematian biota akuatik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat pencemaran air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) pada sungai irigasi di sekitar unit produksi kerupuk ikan UD. X. Metode yang digunakan adalah survei deskriptif kuantitatif komparatif dengan pengambilan sampel secara *grab sampling* pada tiga stasiun, yaitu hulu, *outlet* limbah, dan hilir. Parameter yang dianalisis meliputi fisika; suhu, TDS, bau, warna, kimia; pH, DO, BOD, dan mikrobiologi dengan metode lempeng. Hasil penelitian menunjukkan, nilai indeks pencemaran pada bagian hulu berkisar 4,1–5,1 yang termasuk dalam kategori tercemar ringan hingga sedang. Pada *outlet* limbah, nilai indeks pencemaran berkisar 2,5–4,4, pada bagian hilir berkisar 2,5–3,7, keduanya termasuk dalam kategori tercemar ringan. Status mutu air menunjukkan bahwa bagian hulu berada pada kategori tercemar ringan hingga sedang, sedangkan *outlet* limbah dan hilir termasuk dalam kategori tercemar ringan. Terdapat korelasi positif antara beban organik (BOD) dengan kelimpahan mikroorganisme, di mana nilai kelimpahan tertinggi mencapai  $1,78 \times 10^7$  CFU/mL ditemukan pada lokasi dengan BOD yang lebih tinggi. *Self-purification* terjadi pada lokasi sebelum *outlet* limbah dengan adanya dam kecil yang memperlambat aliran, masuknya oksigen, dan meningkatkan degradasi bahan organik.

**Kata kunci:** air sungai, air limbah, indeks pencemaran, kerupuk ikan

#### ABSTRACT

The food industry sector, particularly fish cracker production, contributes significantly to the economy; however, it also has the potential to pollute the environment through wastewater containing high levels of organic matter. If discharged without proper treatment, this waste can degrade water quality, reduce dissolved oxygen (DO) levels, generate unpleasant odors, and cause the death of aquatic biota. This study aimed to determine the level of water pollution using the Pollution Index method in irrigation rivers surrounding the fish cracker production unit UD. X. The method used was a comparative quantitative descriptive survey with grab sampling conducted at three stations: upstream, wastewater outlet, and downstream. The analyzed parameters included physical parameters (temperature, TDS, odor, and color), chemical parameters (pH, DO, and BOD), and microbiological parameters using the plate count method. The results showed that the pollution index values in the upstream section ranged from 4.1–5.1, which falls into the lightly to moderately polluted category. At the wastewater outlet, the pollution index values ranged from 2.5–4.4, while the downstream section ranged from 2.5–3.7; both were classified as lightly polluted. The water quality status indicated that the upstream section was categorized as lightly to moderately polluted, whereas the wastewater outlet and downstream sections were categorized as lightly polluted. A positive correlation was found between organic load (BOD) and microorganism abundance, where the highest abundance value of  $1.78 \times 10^7$  CFU/mL was identified at locations with higher BOD levels. Self-purification occurred in the area before the wastewater outlet due to the presence of a small dam that slowed water flow, increased oxygen input, and enhanced the degradation of organic matter.

**Keywords:** river water, wastewater, pollution index, fish crackers

Doi :10.33474/j.sa.v9i1.18841.

#### Riwayat Naskah:

Diterima Tanggal 23 Mei 2026, Disetujui 06 Juli 2026, Diterbitkan 09 Juli 2026

\*) Luluk Mudzakaroh, Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl Mayjen Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Telp. 0895339026491 e-mail: [lulukmudza17@gmail.com](mailto:lulukmudza17@gmail.com)

\*\*) Ahmad Syauqi, Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl Mayjen Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Telp. 08986307836 e-mail: [syauqi.fmipa@unisma.ac.id](mailto:syauqi.fmipa@unisma.ac.id)

## Pendahuluan

Sektor Industri Makanan dan Minuman (Mamin) merupakan salah satu pilar utama pertumbuhan ekonomi nasional Indonesia. Salah satu industri yang berkembang pesat adalah industri kerupuk ikan skala rumah tangga yang banyak ditemukan di wilayah pesisir dan pedesaan. Namun, peningkatan aktivitas produksi juga diikuti oleh meningkatnya volume limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Menurut [1], industri rumah tangga umumnya menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik tinggi yang berasal dari sisa bahan baku produksi. Limbah cair industri kerupuk ikan mengandung sisa protein ikan, pati, dan bahan tambahan lainnya yang apabila dibuang tanpa pengolahan yang memadai dapat menurunkan kualitas lingkungan perairan [2].

Limbah cair dari produksi kerupuk ikan dapat mengalami dekomposisi di perairan sehingga memengaruhi parameter kualitas air, terutama *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Dissolved Oxygen* (DO) [3]. Kandungan bahan organik yang tinggi juga dapat menyebabkan kekeruhan, perubahan warna, serta timbulnya bau tidak sedap [4]. Dampak lain yang dapat terjadi meliputi penurunan kualitas air, kerusakan ekosistem, dan kematian biota akuatik akibat rendahnya kadar oksigen terlarut [5]. Selain itu, tingginya kandungan bahan organik dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme yang dapat diukur menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran akibat aktivitas industri.

Pentingnya analisis kualitas air limbah secara berkala untuk mengetahui pengaruh pembuangan limbah terhadap badan air penerima [6]. Upaya pengendalian pencemaran air di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup [7]. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam penentuan status mutu air adalah metode Indeks Pencemaran (IP) sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat pencemaran berdasarkan parameter kualitas air secara komprehensif. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas air sungai di kawasan industri dan perkotaan berada pada kategori tercemar ringan hingga berat berdasarkan nilai Indeks Pencemaran [8], [9]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa limbah industri perikanan memiliki kandungan bahan organik tinggi yang menyebabkan peningkatan nilai BOD dan penurunan DO di perairan [10].

Sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada parameter fisika dan kimia, sedangkan kajian mengenai parameter mikrobiologi, seperti *Total Plate Count* (TPC), masih terbatas. Selain itu, penelitian mengenai limbah cair industri kerupuk ikan dan pengaruh lokasi pembuangan limbah terhadap kualitas air sungai juga belum banyak dilakukan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* berupa kurangnya penelitian yang mengintegrasikan parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi secara simultan dalam analisis kualitas air sungai irigasi pembuangan air limbah industri kerupuk ikan menggunakan metode Indeks Pencemaran.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menganalisis kualitas air limbah industri kerupuk ikan dan mempelajari tingkat pencemaran air sungai irigasi pada bagian hulu, outlet limbah, dan hilir menggunakan metode Indeks Pencemaran. Penelitian mengerjakan analisis kualitas air limbah produksi kerupuk ikan dan menentukan tingkat pencemaran air sungai irigasi di kawasan Jabon, Sidoarjo sebagai dasar pengelolaan limbah yang lebih efektif dan berkelanjutan.

## Material dan Metode

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah sampel air sungai, media *Nutrient Agar* (NA) untuk pengujian TPC, dan akuades. Alat yang digunakan meliputi DO meter, pH meter, TDS meter, termometer, botol sampel steril, inkubator, *colony counter*, *laminar air flow*, bunsen, hot plate, neraca analitik, mikropipet 1 mL, erlenmeyer, autoklaf, cawan petri, dan tabung reaksi.

### Metode

Penelitian ini menggunakan metode survei deskriptif kuantitatif komparatif. Pengambilan sampel dilakukan secara grab sampling pada tiga stasiun pengamatan. Penentuan stasiun sample menggunakan metode purposive sampling, Pemilihan stasiun meliputi tiga lokasi utama dengan jarak setiap stasiun

100 meter. Stasiun 1, merupakan hulu sungai sebelum outlet pembuangan air limbah. Stasiun 2 merupakan sungai outlet pembuangan air limbah. Stasiun 3 merupakan sungai outlet setelah pembuangan air limbah. Skema pengambilan sampel dilakukan secara berkala setiap tujuh hari sekali selama 3 minggu.

### Cara Kerja

Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan metode pengambilan sampel uji gabungan tempat (*integrated place sampling*) pada tiga stasiun horizontal, yaitu kiri, tengah, dan kanan aliran sungai. Pada setiap stasiun diambil sampel sebanyak 1 liter, kemudian dikompositkan dan dibagi (*split*) untuk analisis parameter suhu, *dissolved oxygen* (DO), *total dissolved solids* (TDS), dan pH. Untuk pengujian mikrobiologi, botol sampel dibuka dan ditutup langsung di dalam air secara aseptis untuk menghindari kontaminasi.

Pengukuran parameter in situ meliputi suhu, TDS, pH, dan DO. Suhu diukur menggunakan termometer air dengan cara mencelupkannya ke dalam sampel dan mencatat hasil pengukuran. TDS diukur menggunakan TDS meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu, kemudian sensor dicelupkan ke dalam sampel hingga nilai pada layar stabil. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital, dengan sensor dibilas menggunakan akuades dan dikalibrasi menggunakan larutan buffer sebelum dicelupkan ke dalam sampel hingga diperoleh nilai yang stabil. DO diukur secara langsung menggunakan DO meter dengan cara memasukkan sensor ke dalam sampel air dan membaca nilai oksigen terlarut pada layar. Parameter *biochemical oxygen demand* (BOD) diukur menggunakan metode selisih kadar oksigen, yaitu dengan mengukur DO awal (DO<sub>0</sub>), kemudian sampel diinkubasi selama lima hari, dan dilakukan pengukuran kembali DO akhir (DO<sub>5</sub>), sehingga nilai BOD diperoleh dari selisih DO<sub>0</sub> dan DO<sub>5</sub>. Parameter warna dan bau diamati secara organoleptik melalui observasi visual dan penciuman, kemudian dicatat secara deskriptif.

Analisis *total plate count* (TPC) diawali dengan pembuatan media *Plate Count Agar* (PCA) sebanyak 9,635 g yang dilarutkan dalam 480 mL akuades menggunakan *hot plate stirrer* hingga homogen, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Sampel selanjutnya diencerkan secara bertingkat dari 10<sup>-1</sup> hingga 10<sup>-6</sup> menggunakan akuades steril. Sebanyak 1 mL sampel dari setiap pengenceran diinokulasikan ke dalam cawan petri, kemudian dituangkan media *Nutrient Agar* (NA) steril. Inkubasi dilakukan secara terbalik pada suhu 30–35°C selama 24–48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh kemudian dihitung menggunakan *colony counter*, dan hasilnya dinyatakan dalam satuan CFU/mL.

### Analisis data

Data hasil fisik, kimia, dan mikrobiologi ditabulasi dan dibandingkan dengan baku mutu air kelas II berdasarkan peraturan pemerintah No. 22 tahun 2021. Analisa status mutu air dilakukan dengan menghitung nilai indeks pencemaran (IP) sesuai keputusan menteri lingkungan hidup nomor 115 tahun 2003 melalui persamaan:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_q)_{M}^2 + (C_i/L_q)_{R}^2}{2}}$$

Hasil perhitungan kemudian diklasifikasikan ke dalam empat kriteria mutu air yaitu  $0 \leq IP \leq 1$ ; memenuhi baku mutu,  $1 \leq IP \leq 5$ ; tercemar ringan,  $5 \leq IP \leq 10$ ; tercemar sedang dan  $IP > 10$ ; tercemar berat.

### Hasil dan Diskusi

Hasil perbandingan kualitas air sungai dengan baku mutu air kelas II pada setiap stasiun pengamatan disajikan dalam Tabel 2. Pengukuran parameter kualitas air menunjukkan bahwa nilai suhu 28,1-28,7°C, pH (6-6,2) dan TDS (338,3-3557 mg/L) di seluruh stasiun masih memenuhi kriteria baku mutu air kelas II menurut PP No. 22 tahun 2021. Namun, terjadi deviasi signifikan pada parameter oksigen terlarut (DO) dan BOD dimana stasiun 1 memiliki kadar BOD melebihi ambang batas, sementara stasiun 2 dan stasiun 3 menunjukkan penurunan oksigen dengan nilai DO di bawah standar,

yakni masing-masing sebesar 4,5 mg/L dan 5 mg/L. Rendahnya kadar DO pada kedua stasiun tersebut menunjukkan adanya beban pencemaran organik yang cukup tinggi, di mana oksigen terlarut banyak dikonsumsi oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar di dalam air [11]. Tingginya nilai BOD yang melampaui ambang batas 3 mg/L (TM) menunjukkan bahwa proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme memerlukan konsumsi oksigen yang besar, sehingga menurunkan konsentrasi DO dalam air [12]. Ketidak sesuaian pada parameter DO dan BOD ini mengindikasikan adanya kontaminasi beban organik berasal dari limbah domestik atau limpasan kegiatan warga sekitar yang cukup tinggi di lokasi penelitian, yang memicu peningkatan konsumsi oksigen oleh mikroorganisme dan berpotensi menurunkan daya dukung ekosistem perairan tersebut.

**Tabel 2.** Hasil Perbandingan Kualitas Air Sungai

| Lokasi Sampling | Parameter | Satuan | Baku Mutu | Rerata | Keterangan |
|-----------------|-----------|--------|-----------|--------|------------|
| 1               | pH        | -      | 6-9       | 6,2    | M          |
|                 | Suhu      | °C     | 31        | 28     | M          |
|                 | DO        | mg/L   | >6        | 6,2    | TM         |
|                 | BOD       | mg/L   | 3         | 29,6   | TM         |
|                 | TDS       | mg/L   | 1000      | 368,7  | M          |
| 2               | pH        | -      | 6-9       | 6      | M          |
|                 | Suhu      | °C     | 31        | 28,5   | M          |
|                 | DO        | mg/L   | >6        | 4,5    | TM         |
|                 | BOD       | mg/L   | 3         | 21     | TM         |
|                 | TDS       | mg/L   | 1000      | 355,7  | M          |
| 3               | pH        | -      | 6- 9      | 6,2    | M          |
|                 | Suhu      | °C     | 31        | 28,5   | M          |
|                 | DO        | mg/L   | >6        | 5      | TM         |
|                 | BOD       | mg/L   | 3         | 14,2   | TM         |
|                 | TDS       | mg/L   | 1000      | 339,7  | M          |

Untuk mengetahui karakteristik dan tingkat pencemaran air pada lokasi penelitian, dilakukan karakterisasi terhadap air limbah yang dihasilkan dari produksi kerupuk ikan. Data hasil pengukuran nilai rerata dari seluruh parameter tersebut disajikan secara rinci pada Tabel 3.

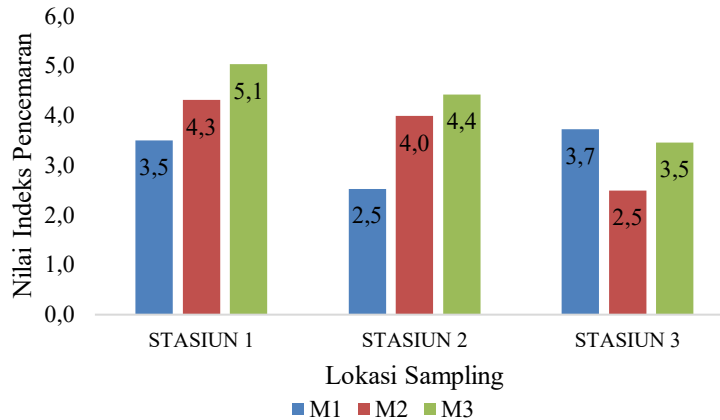
**Tabel 3.** Kondisi Air Limbah

| Nama Sampling | Parameter | Satuan | Hasil       |
|---------------|-----------|--------|-------------|
| Air Limbah    | pH        | -      | 5,75        |
|               | Suhu      | °C     | 27,7        |
|               | DO        | mg/L   | 2,8         |
|               | BOD       | mg/L   | 14          |
|               | TDS       | mg/L   | 1925        |
|               | Warna     | -      | Putih Keruh |
|               | Bau       | -      | Fishy       |

Air limbah produksi kerupuk ikan memiliki rata-rata pH sebesar 5,75 (asam lemah) dan suhu 27,7°C. kondisi asam ini sejalan dengan penelitian [13], yang dipicu oleh fermentasi cepat karbohidrat tepung oleh bakteri asam laktat. Sementara itu, suhu limbah yang berada pada kisaran suhu ruang wilayah tropis sangat mendukung aktivitas mikroba mesofilik dalam mendekomposisi bahan organik [14]. Nilai BOD pada penelitian ini tergolong rendah dibandingkan limbah pengolahan ikan oleh [15] yang mencapai 354,5 mg/L, hal ini diduga karena pengenceran selama proses produksi atau besarnya volume pencucian. Meskipun demikian, beban BOD tersebut mampu menurunkan nilai DO hingga 2,8 mg/L. Penurunan DO ini sejalan dengan penelitian [16] yang menyatakan bahwa tingginya zat organik

memicu pemanfaatan oksigen terlarut oleh mikroba pembusuk untuk biodegradasi [16]. Nilai TDS tercatat cukup tinggi yaitu 1925 mg/L, mendekati karakteristik limbah industri tapioka sebesar 2000 mg/L [17]. Tingginya padatan terlarut ini menjadi karakteristik unik limbah kerupuk ikan akibat perpaduan protein terlarut dan partikel pati mikro dari tepung saat pengadonan dan perebusan. Karakteristik fisik berupa warna putih keruh dan bau amis (*fishy*) juga serupa dengan temuan pada limbah kerupuk ikan payus akibat kesamaan komposisi bahan baku [18].

Nilai nilai IP pada setiap stasiun pengamatan selama tiga minggu (M1, M2, dan M3) sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Untuk melihat perubahan kualitas air secara lebih jelas serta memudahkan perbandingan pola fluktuasi antar lokasi pengamatan, nilai Indeks Pencemaran (IP) dari ketiga stasiun tersebut divisualisasikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Hasil Indeks Pencemaran

**Tabel 4.** Hasil nilai IP pada setiap Stasiun

| Stasiun Pengamatan | Nilai Indeks |          |          | Status Mutu Air                        |
|--------------------|--------------|----------|----------|----------------------------------------|
|                    | Minggu 1     | Minggu 2 | Minggu 3 |                                        |
| Stasiun 1          | 3,5          | 4,3      | 5,1      | Tercemar ringan hingga Tercemar sedang |
| Stasiun 2          | 2,5          | 4        | 4,4      | Tercemar ringan                        |
| Stasiun 3          | 3,7          | 2,5      | 3,5      | Tercemar ringan                        |

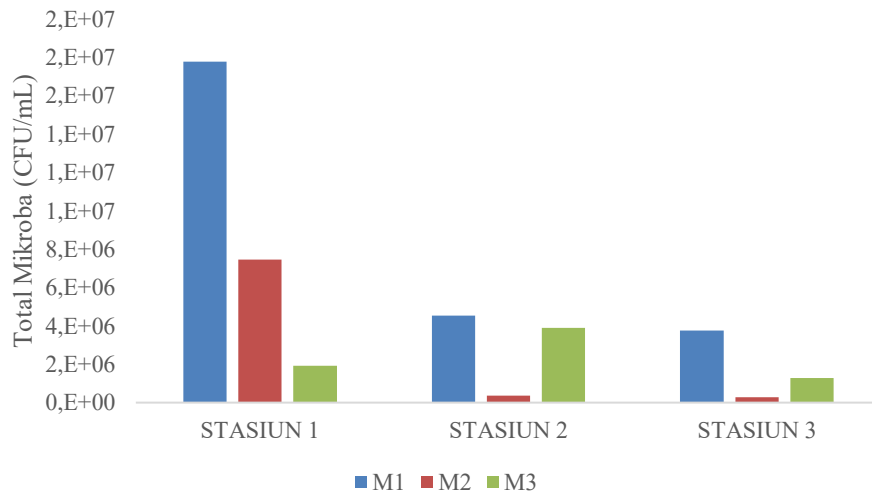
Keterangan: M1: Minggu ke-1, M2: Minggu ke-2, M3: Minggu ke-3.

Pada minggu ke-1 dan ke-2 (M1&M2), stasiun 1 berada pada status tercemar ringan dengan nilai IP 3,3 dan 4,3. Pada M3 M3 kondisi status air sungai tercemar sedang dengan nilai IP 5,1. Stasiun 2 yang merupakan *outlet* limbah secara konsisten berada pada kategori tercemar ringan pada M1 (IP 2,5), M2 (IP 4), M3 (IP 4,4). Begitu juga pada stasiun 3 secara konsisten berada pada kategori tercemar ringan pada M1 (IP 3,7), M2 (IP 2,5), M3 (IP 3,5). Stasiun 1 memiliki nilai indeks yang cenderung lebih tinggi dibanding dengan stasiun *outlet* (stasiun 2) dan hilir (stasiun 3) menegaskan bahwa beban polutan organik maupun anorganik telah terakumulasi dari aktivitas di bagian hulu sungai lainnya, seperti limbah domestik dari pemukiman warga atau aktivitas industri di atas area pengamatan. Meskipun merupakan saluran pembuangan, stasiun 2 teramati memiliki kemampuan *self purification* yang lebih baik dibandingkan dengan stasiun 1. Hal ini didukung oleh keberadaan vegetasi air dan struktur dam kecil di sepanjang aliran yang berfungsi sebagai aerator alami dan filter biologis, berbeda dengan stasiun 1 yang kondisi sempadannya telah dibeton sehingga membatasi proses alami pembersihan diri perairan. Kondisi ini sejalan dengan penelitian [19] di sungai Kapuas, yang menemukan bahwa kawasan pemukiman dengan sempadan berturap beton kehilangan kemampuan ekologisnya dalam mengencerkan limbah, yang dibuktikan dengan tingginya nilai COD dan rendahnya kadar oksigen terlarut (DO) dibandingkan dengan kawasan sempadan alami tanpa turap. Fenomena *self-purification* ini didukung oleh penelitian [20] yang menyatakan bahwa vegetasi air seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kapasitas tinggi sebagai absorben biologis yang mampu menyisihkan senyawa ortofosfat sisa pupuk pertanian hingga mencapai 37,7%. Sementara di stasiun 3, status



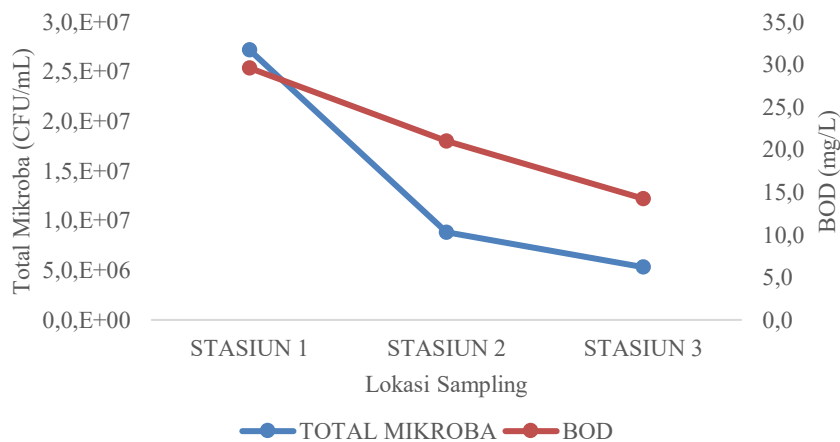
pencemaran di stasiun ini dipengaruhi oleh akumulasi limbah industri dan limpasan nutrient dari lahan sawah yang ada disepanjang aliran sungai. Masifnya pasokan hara dan material organik tersebut memicu peningkatan beban polutan yang tinggi di badan air [21]. Dengan demikian, masuknya air limbah pada outlet hanya menambah beban pencemaran pada badan air yang pada dasarnya memang sudah berada dalam kondisi tidak sehat atau telah melampaui ambang batas baku mutu yang ditetapkan. Adanya beban pencemar organik yang berkelanjutan, akan sejalan dengan tingginya total mikroba, dimana aktivitas metaboliknya menyebabkan penurunan kelarutan oksigen di perairan [22].

Hasil total kelimpahan mikroba disajikan dalam grafik berikut ini:



**Gambar 2.** Hasil kelimpahan mikroba (TPC)

Hasil analisis menunjukkan fluktuasi signifikan pada total populasi mikroorganisme di seluruh stasiun pengamatan selama tiga minggu, dengan puncak tertinggi tercatat di stasiun 1 pada minggu ke 1 sebesar  $1,78 \times 10^7$  CFU/mL. Terjadi penurunan populasi secara drastis di semua stasiun pada minggu ke 2, di mana titik 3 mencapai nilai terendah sebesar  $2,8 \times 10^5$  CFU/mL, sebelum kembali mengalami fluktuasi pada minggu ke 3. Hal ini sejalan dengan teori *self purification* pada badan air, dimana ekosistem perairan mampu memulihkan kualitasnya secara mandiri melalui proses fisik, kimia, dan biologis seiring dengan bertambahnya waktu tinggal air [23]. Secara ekologis, dominasi jumlah mikroba yang fluktuatif ini mencerminkan ketidakstabilan kualitas air yang dipengaruhi oleh debit limbah domestik yang tidak teratur setiap minggunya. Rendahnya populasi mikroba pada stasiun 3 di hampir seluruh periode pengamatan dibandingkan stasiun lainnya memperkuat asumsi bahwa beban pencemar biologis mengalami reduksi yang bertahap.

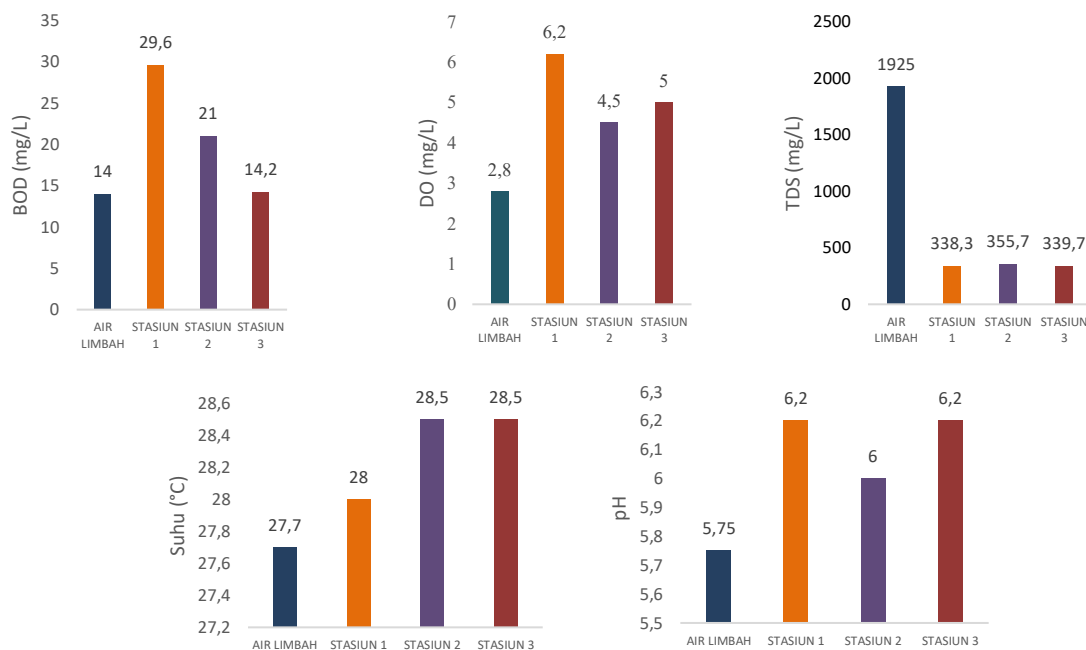


**Gambar 3.** Kurva Pola kelimpahan Total Mikroba dan BOD

Hasil pola Kelimpahan mikroba dan BOD disajikan dalam kurva berikut; pada Gambar 6. Kurva tersebut menunjukkan pola positif di mana tingginya nilai BOD selaras dengan kelimpahan total mikroba, terutama pada Stasiun 1 yang memiliki jumlah mikroba tertinggi  $178 \times 10^7$  CFU/mL. Tingginya populasi mikroba yang berbanding lurus dengan beban organik merupakan indikator biologis terhadap penurunan kualitas air, dimana peningkatan konsentrasi bahan organik akan diikuti oleh peningkatan populasi mikroba dekomposer. Degradasi bahan organik oleh mikroorganisme secara biokimia akan mengonsumsi oksigen terlarut dalam jumlah besar, yang akan memicu peningkatan nilai BOD [24].

Tingginya mikroba pada stasiun 1 di awal pengamatan menunjukkan adanya suplai nutrient organik yang melimpah, yang memicu pertumbuhan mikroorganisme secara masif. Hal ini mengindikasikan bahwa stasiun 1 bukan merupakan area control yang bersih, melainkan telah menerima beban pencemaran organik yang signifikan dari aktivitas limbah domestik yang berasal dari limbah rumah tangga sebelum mencapai stasiun 2.

Analisis perbandingan antara karakteristik sumber air limbah dengan kondisi badan air di setiap stasiun pengamatan sangat krusial untuk mengidentifikasi sejauh mana beban pencemaran memengaruhi ekosistem sungai. Hasil analisis perbandingan karakteristik sumber air limbah dengan kondisi badan air di setiap stasiun pengamatan disajikan dalam diagram berikut:



**Gambar 4.** Diagram korelasi air limbah dan kondisi perairan

Berdasarkan data yang disajikan pada grafik perbandingan parameter fisik dan kimia, terlihat adanya perbedaan signifikan antara nilai pada sumber air limbah dengan nilai yang terukur di setiap stasiun pengamatan sungai. Pada parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), air limbah memiliki nilai 14 mg/L, namun angka ini meningkat secara drastis saat mencapai Stasiun 1 yang mencatatkan nilai tertinggi mendekati 30 mg/L. Peningkatan konsentrasi BOD di Stasiun 1 dibandingkan sumber limbahnya menunjukkan bahwa stasiun tersebut tidak hanya menerima beban dari saluran *outlet* limbah yang diamati, tetapi juga akumulasi beban organik dari aktivitas sekitar, seperti pemukiman atau limbah domestik lainnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [25] & [26] yang menemukan bahwa kawasan padat penduduk menghasilkan limbah domestik dengan kandungan bahan organik tinggi sehingga meningkatkan laju deoksigenasi dan konsentrasi BOD di badan air.

Tingginya BOD di Stasiun 1, berhubungan langsung dengan rendahnya kadar *Dissolved Oxygen* (DO) di lokasi yang sama, yang mengonfirmasi adanya konsumsi oksigen secara masif oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik. Sebaliknya, pada parameter *Total Dissolved Solids* (TDS), nilai TDS air limbah menunjukkan nilai yang sangat ekstrem mendekati 2000 mg/L jika dibandingkan dengan nilai di ketiga stasiun sungai yang hanya berkisar di bawah 500 mg/L. Tingginya nilai TDS ini disebabkan oleh adanya padatan berupa sisa tepung yang terlarut dalam limbah organik

produksi kerupuk ikan. Hal ini mengindikasikan bahwa volume air sungai di Stasiun 2, dan 3 mampu melakukan pengenceran yang efektif terhadap padatan terlarut dari air limbah. Temuan ini sejalan dengan dengan penelitian [27] yang menyatakan bahwa perairan sungai dengan debit yang lebih besar dari debit air limbah mampu menurunkan konsentrasi TDS limbah domestik melalui proses pengenceran, sehingga menurunkan dampak negatif terhadap kualitas air.

Hasil pengukuran parameter pH, menunjukkan nilai yang cenderung konsisten dan tidak tidak terpaut jauh antara sumber air limbah dengan lokasi pengamatan. Kondisi ini mengindikasikan telah terjadi proses netralisasi alami terhadap beban termal maupun tingkat kasaman limbah saat menyatu dengan aliran sungai. Nilai parameter suhu yang konsisten naik dari air limbah hingga hilir sungai dipicu karena kondisi yang berbeda, nilai suhu hilir yang tinggi disebabkan karena adanya paparan sinar matahari secara langsung ke badan air. Sedangkan pada bagian *outlet* dan hulu sungai tidak terpapar sinar matahari secara langsung. Suhu air limbah lebih rendah dibandingkan dengan ketiga stasiun karena air limbah kemungkinan besar berasal dari proses produksi spesifik yang tidak melibatkan proses pemanasan tinggi pada tahap pembuangan akhir. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa suhu perairan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama intensitas radiasi matahari, kondisi tutupan lahan, dan karakteristik aliran sungai, sedangkan pH cenderung lebih stabil dibandingkan parameter kualitas air lainnya [28]. Kondisi penurunan kualitas air ditunjukkan oleh nilai parameter diatas selaras dengan kondisi fisik perairan yang terpantau di lapangan, dimana indikator warna dan bau menjadi bukti awal terjadinya degradasi kualitas air sungai.

**Tabel 4.** Hasil Pengamatan Warna Dan Bau

| Lokasi Pengamatan | Hasil Pengamatan Parameter Fisika |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                   | Warna                             | Bau                               |
| Air limbah        | Putih keruh                       | Amis ( <i>fishy</i> )             |
| Stasiun 1         | Keruh kehitaman                   | Telur Busuk ( <i>Rotten Egg</i> ) |
| Stasiun 2         | Keruh                             | Bau amis ( <i>fishy</i> )         |
| Stasiun 3         | Coklat sedikit keruh              | Bau Tanah ( <i>Musty</i> )        |

Pengamatan warna dan bau dilakukan menggunakan indra penciuman, deskripsi bau yang digunakan merujuk pada regulasi SNI 06-6860-2002 tentang Angka Bau. Pada Tabel 4 air limbah produksi kerupuk ikan menunjukkan karakteristik fisik yang paling kontras dengan warna putih keruh dan bau amis yang menyengat. Bau amis tersebut berasal dari sisa protein ikan dan bahan baku yang mengalami proses degradasi awal oleh mikroorganisme [29]. Hal ini sejalan dengan tingginya nilai TDS yang mencapai 1925 mg/L. Dampak nyata terlihat pada stasiun 2, dimana terjadi perubahan visual pada sungai menjadi keruh sedikit keputihan akibat masuknya limbah secara langsung. Sementara itu, pada stasiun 1 yang sudah terlihat keruh memperkuat analisa sebelumnya bahwa sungai memang telah mengalami tekanan ekologis dari limbah domestik atau limpasan kegiatan warga sebelum mencapai stasiun outlet limbah kerupuk. Memasuki stasiun 3, warna air mulai terlihat sedikit keruh dan bau amis berganti menjadi bau tanah. Hal ini menunjukkan terjadinya *self purification* secara fisik melalui proses sedimentasi material tersuspensi dan pengenceran alami seiring dengan aliran air sungai menjauhi stasiun sumber pencemar. Hasil ini diharapkan menjadi dasar ilmiah dalam merancang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang lebih efektif.

## Kesimpulan

Air limbah hasil produksi kerupuk ikan UD. X berwarna putih keruh dengan bau amis menyengat dan memiliki nilai TDS 1925 mg/L. Secara kimiawi mengandung bahan organik yang tinggi dengan nilai BOD 14 mg/L, kadar DO rendah dengan nilai 2,8 mg/L, serta nilai pH 5,7 yang tergolong sebagai asam lemah. Jumlah total kelimpahan mikroorganisme mencapai  $1,35 \times 10^7$  CFU/mL. Sungai irigasi masuk dalam kategori Tercemar Ringan hingga Tercemar Sedang akibat beban polutan dari hulu dan aktivitas produksi. Tingkat pencemaran tertinggi berada sebelum *outlet* pembuangan air limbah. Seiring aliran air, kategori pencemaran turun menjadi tercemar ringan pada *outlet* dan sesudah *outlet* air limbah yang dipengaruhi oleh adanya proses pemurnian alami melalui keberadaan dam kecil sebelum stasiun pengamatan kedua.



## Daftar Pustaka

- [1] Akram, H., Tinaprilla, N. (2020). Analisis Kelayakan Pengembangan Usaha Pengolahan Kerupuk Ikan Lele *Clippss Catfish Chips* di Kota Bogor. *Forum Agribisnis*. 10(2):95–105. <https://doi.org/10.29244/fagb.10.2.95-105>
- [2] Anggraini, A. F. (2025). Analisis Kualitas Air dan Sumber Pencemaran Sungai di Kota Surabaya. *Jejak digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. 1(4):1456–1464. <https://doi.org/10.63822/v8wedc16>
- [3] 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>
- [4] Widiyanti, A., Hamidah, L. N. (2021). Pengolahan Limbah Cair Bekas Pencucian Ikan Menggunakan *Scirpus grossus*. *Journal of Research and Technology*. 7(1):61–70. <https://doi.org/10.55732/jrt.v7i1.424>
- [5] Sugianti, Y., Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(2):203. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2488>
- [6] Syauqi, A. (2017). *Mikrobiologi Lingkungan Peranan Mikroorganisme dan Kehidupan*. ANDI-UNISMA. Yogyakarta.
- [7] Kementerian lingkungan hidup dan kehutanan. (2003). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. KLHK. Jakarta. Diakses 20 November 2025.
- [8] Yuliasuti, E. (2011). Kajian kualitas air sungai ngringo karanganyar dalam upaya pengendalian pencemaran air. Tesis, Program Magister Ilmu Lingkungan, Program pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang. Diterima 6 Juli 2026. [https://eprints.undip.ac.id/31570/1/ETIK\\_YULIASTUTI\\_TESIS.pdf](https://eprints.undip.ac.id/31570/1/ETIK_YULIASTUTI_TESIS.pdf)
- [9] Karami, A. A., Aji, A. A., Auvaria, S. W., Nengse, S., Auliansyah, Y. D. (2025). *The Pollutant Index (IP) Method for Determining Water Quality Status in the Tambak Oso River Gunung Anyar*. *Enviroous*. 5(2):1-7. <https://doi.org/10.33005/enviroous.v5i2.339>
- [10] Faradila, P. A., Oktavia, B. (2025). Analisis BOD pada Limbah Industri: Perbandingan Kualitas Air di Inlet dan Outlet IPAL. *MASALIQ*. 5(5):2197-2209. <https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i5.6938>
- [11] Hasibuan, E. S. F., Supriyantini, E., & Sunaryo, S. (2021). Pengukuran Parameter Bahan Organik Di Perairan Sungai Silugonggo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati. *Buletin Oseanografi Marina*. 10(3): 299–306. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.32345>
- [12] 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):79-82. <https://doi.org/10.30595/civeng.v5i2.17878>
- [13] Azkiyah, M. (2020). Pengaruh Penggunaan Ikan dan Udang Serta Variasi Beras Aromatik terhadap Sifat Kimiawi, Mikrobiologis dan Organoleptik *Chao*. Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [14] Hazra, F., Rosita, R., Rahmadani, G. R. (2024). Pemanfaatan Isolat Bakteri Dekomposer Sebagai Bioaktivator Kompos Sampah Dedaunan Dan Baglog Jamur. *Journal of Soil Science & Environment/Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 26(2):85-90 <https://doi.org/10.29244/jitl.26.2.85-90>
- [15] Munawarah, S., Harahap, J., Rohendi, A. (2023). *Removal of COD, BOD, Ammonia and TSS using Electrocoagulation Method with a Combination of Aluminum (Al) and Iron (Fe) Electrodes in Fish Processing Wastewater*. *Indonesian Journal of Environmental Sustainability*. 1(2):84-93. DOI: 10.22373/ijes.v1i2.4147

- [16] Ariadi, H., Linayati, L., Mardiana, T. Y. (2022). Pengaruh Bakteri Indigenous dalam Degradasi Senyawa Fisika Kimia Limbah Batik dan Tekstil. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*. 20(2):176-184. <https://doi.org/10.54911/litbang.v20i2.218>
- [17] Marthayesha, L. P. N. (2025). Efektivitas Karbon Aktif Dalam Filtrasi Limbah Cair Tapioka. Skripsi. Universitas Lampung. Repository Universitas Lampung. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/92498>
- [18] Fatina, A. A. (2023). Pengaruh Penambahan Konsentrasi *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) Pada Pembuatan Kerupuk Ikan Payus. *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*. 3(4):1-10. <https://doi.org/10.30587/justicb.v3i4.6110>
- [19] Fibrianto, J. Z., Ikram, M. S. (2020). Pengaruh Pembangunan Turap Beton Terhadap Ekologi Kawasan Permukiman Di Tepian Sungai Kapuas Pontianak. *LANGKAU BETANG: JURNAL ARSITEKTUR*. 7(2):109-120. <https://doi.org/10.26418/lantang.v7i2.40730>
- [20] Ardiansyah, M.G., Silmi, A, Dewi, YS. 2023. Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Pada Variasi Parameter Fosfat Pada Limbah Laundry. *Jurnal Techlink*. 7(1): 22-30. <https://doi.org/10.59134/jtnk.v7i01.318>
- [21] Mustika, A. (2024). Estimasi Beban Pencemaran dari Kegiatan Pertanian terhadap Sungai Citarum Segmen Kota Karawang. *BIO-CONS: Jurnal Biologi dan Konservasi*. 6(2):547-555. <https://doi.org/10.31537/biocons.v6i2.2117>
- [22] Ziliwu, Y. M., Lase, N. K. (2025). Peran Mikroorganisme dalam Proses Degradasi Bahan Organik. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*. 2(1):132-141. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.235>
- [23] Zubaidah, T., Hamzani, S., Arifin. (2021). Pencemaran Air dan Penentuan Stasiun *Self-Purification* Sungai di Kabupaten Banjar. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*. 7(1):18-24. <https://doi.org/10.29080/alard.v7i1.1335>
- [24] Pramita, A., Puspita, E. D. (2019). Penurunan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) Dan *Total Suspended Solids* (TSS) Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Proses Anaerobik Biofilter. *Journal of Research and Technology*. 5(1):21-29. <https://doi.org/10.55732/jrt.v5i1.443>
- [25] Pangestu, R., Riani, E., Effendi, H. (2017). Estimasi Beban Pencemaran *Point Source* Dan Limbah Domestik Di Sungai Kalibaru Timur Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 7(3):223-293. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2017.7.3.%p>
- [26] Yustiani, Y. M., Wahyuni, S., Kadir, A. A. A. (2019). Identifikasi Nilai Laju Deoksigenasi di Daerah Padat Penduduk (Studi Kasus Sungai Cicadas, Bandung). *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*. 3(1):9-14. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/temali/article/view/1496/780>
- [27] Ramadani, R., Samsunar, S., Utami, M. (2021). Analisis Suhu, Derajat Keasaman (pH), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) Dalam Air Limbah Domestik Di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 12-22. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss1.art2>
- [28] Yolanda, Y. (2023). Analisa Pengaruh Suhu, Salinitas dan pH Terhadap Kualitas Air Di Muara Perairan Belawan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 11(2):329-337. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i2.64874>
- [29] Li, B., Liu, S., Chen, X., Su, Y., Pan, N., Liao, D., Qiao, K., Chen, Y., Liu, Z. (2023). *Dynamic Changes in the Microbial Composition and Spoilage Characteristics of Refrigerated Large Yellow Croaker (Larimichthys crocea) during Storage*. *Foods*. 12(21):3994. <https://doi.org/10.3390/foods12213994>