

# Pengaruh Buangan Limbah Industri Pabrik Gula Camming Terhadap Air Sungai Walannae Kecamatan Libureng Kabupaten Bone

Misdar<sup>1</sup>, Ilham Idrus<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Makassar, <sup>2</sup>Universitas Islam Makassar

<sup>1</sup>[misdar2003@gmail.com](mailto:misdar2003@gmail.com), <sup>2</sup>[ilhamidruss.dty@uim-makassar.ac.id](mailto:ilhamidruss.dty@uim-makassar.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini menganalisis pengaruh buangan limbah industri Pabrik Gula Camming terhadap kualitas air dan dampak lingkungan di Sungai Walannae, Kecamatan Libureng, Kabupaten Bone. Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan PLS-SEM di SmartPLS 4, semua indikator terbukti valid (loading > 0,7; AVE > 0,5) dan reliabel (Cronbach's alpha & Composite Reliability > 0,7). Model struktural menunjukkan limbah industri berpengaruh signifikan terhadap kualitas air dan dampak lingkungan, dengan R<sup>2</sup> 0,98 untuk kualitas air dan 0,96 untuk dampak lingkungan, mengindikasikan kontribusi dominan limbah pabrik dalam penurunan mutu air serta terjadinya dampak lingkungan serius. Uji laboratorium memperlihatkan perbedaan karakteristik fisika dan kimia antara hulu dan hilir; khususnya TSS meningkat di hilir, menunjukkan tambahan padatan tersuspensi akibat aktivitas pabrik. Temuan ini direkomendasikan sebagai dasar kebijakan untuk menerapkan pengelolaan limbah industri lebih ketat, termasuk pemantauan rutin dan teknologi pengolahan efisien, demi menjaga keberlanjutan ekosistem Sungai Walannae.

**Kata Kunci** : Limbah Industri, Kualitas Air, Dampak Lingkungan, Sungai Walannae, PLS-SEM

### Abstract

*This study analyzes the impact of industrial waste disposal from the Camming Sugar Factory on water quality and environmental effects in the Walannae River, Libureng District, Bone Regency. Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan PLS-SEM di SmartPLS 4, semua indikator terbukti valid (loading > 0.7; AVE > 0.5) dan reliabel (Cronbach's alpha & Composite Reliability > 0.7). The structural model shows that industrial waste significantly affects water quality and environmental impact, with R<sup>2</sup> values of 0.98 for water quality and 0.96 for environmental impact, indicating the dominant contribution of factory waste to the decline in water quality and the occurrence of serious environmental impacts. Laboratory tests showed differences in physical and chemical characteristics between upstream and downstream; specifically, TSS increased downstream, indicating additional suspended solids due to factory activities. These findings are*

*recommended as a policy basis for implementing stricter industrial waste management, including regular monitoring and efficient processing technologies, in order to maintain the sustainability of the Walannae River ecosystem.*

**Keywords:** Industrial Waste, Water Quality, Environmental Impact, Walannae River, PLS-SEM

## I. PENDAHULUAN

Limbah adalah sisa kegiatan atau usaha. Jadi, limbah industri adalah sisa dari proses produksi pabrik yang lagi digunakan. Baik industri kecil di rumah hingga industri besar di luar negeri, semua menghasilkan limbah. Jika tidak diolah terlebih dahulu, limbahnya, terlepas dari konsentrasinya, jumlah, dan sifatnya, dapat berdampak buruk pada lingkungan sekitar, Pemerintah, melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, oleh karena itu terus mendorong para pelaku industri untuk memahami pentingnya pengolahan limbah, terus menganjurkan para pelaku industri untuk mendapatkan pengetahuan tentang pengolahan limbah. Limbah ini tidak hanya akan membunuh tumbuhan dan hewan, tetapi orang-orang yang tinggal di dekatnya juga akan merasakan dampaknya. Hasilnya pada manusia bervariasi. Mulai dari ketidaknyamanan kecil akibat bau yang menyengat atau iritasi mata ringan, hingga konsekuensi serius seperti penyakit paru-paru dan bahkan kematian, semua karena pemilik bisnis ingin mengurangi anggaran untuk meningkatkan keuntungan. Sebelum membahas metode pengolahan limbah yang dapat mengurangi polusi di lingkungan sekitar, penting untuk terlebih dahulu mengetahui jenis limbah yang di hasilkan dari kegiatan penerapan industri (Team, G. 2023).

Sungai adalah saluran air yang mengalir dari hulu ke hilir dan menjadi sumber bagi berbagai kebutuhan manusia, mulai dari air rumah tangga, sanitasi, dan pertanian, hingga keperluan industri, pariwisata, olahraga, pertahanan, perikanan, pembangkit listrik, dan transportasi, sehingga sungai perlu dijaga agar tetap berfungsi dengan baik dan berkelanjutan [2]. Sungai adalah salah satu jenis

ekosistem perairan yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari manusia dan sebagai tempat tinggal bagi berbagai makhluk hidup di perairan. Industri yang tumbuh pesat di Indonesia membawa berbagai dampak terhadap lingkungan, baik secara langsung dalam waktu singkat maupun bertahap dalam jangka panjang. PT Sinerga Gula Nusantara atau pabrik gula Camming adalah salah satu industri yang dimiliki oleh Indonesia. Jika ditinjau lebih jauh, industri tersebut menghasilkan limbah cair yang perlu diolah terlebih dahulu agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Tanpa pengolahan, limbah industri ini dapat menimbulkan bau tidak sedap, merusak ekosistem di sekitarnya, serta memicu berkembangnya nyamuk, lalat, dan penyebaran bakteri maupun virus berbahaya melalui air. Maka dari itu dilakukan pengujian Laboratorium, agar dapat mengetahui tingkat bahaya pada air yang ditimbulkan dari limbah industri pabrik [3].

Analisis dilakukan dengan mengukur parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*) guna mengetahui tingkat pengaruh limbah terhadap kualitas air sungai. Penelitian ini memiliki beberapa manfaat baik secara teori maupun praktis; secara teoritis, Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori lingkungan dengan memperluas pemahaman mengenai dampak limbah industri terhadap ekosistem sungai. Data yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan untuk memperkuat maupun memperbaiki teori-teori yang telah ada terkait pencemaran air dan pengelolaan limbah. Dari sisi praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi pengelolaan limbah yang lebih efektif di Pabrik Gula Camming. Selain itu, temuan penelitian ini juga dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan lingkungan yang lebih ketat guna melindungi sumber daya air serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat di sekitar wilayah tersebut. Penelitian ini juga diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan limbah yang baik dan dampaknya terhadap kelestarian lingkungan.

#### Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh buangan limbah industri pabrik gula camming terhadap kualitas air sungai Walannae di kabupaten Bone, kecamatan Libureng?
2. Apa saja pengaruh dari keberadaan pabrik gula Camming terhadap kondisi lingkungan di sekitar sungai Walannae?

#### Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh buangan limbah industri pabrik gula camming terhadap kualitas air sungai

Walannae.

2. Menganalisis dampak keberadaan limbah industri terhadap kondisi lingkungan sekitar sungai.
3. Mengetahui hasil pengujian respon masyarakat dan uji laboratorium terhadap sampel air hulu ke hilir.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Pengelolaan Limbah

Teori ini menjelaskan bahwa pengelolaan limbah yang efektif melalui teknologi untuk mengolah limbah dapat mengurangi dampak buruk limbah terhadap lingkungan. Penggunaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dan metode anaerobik dapat menjadi contoh teknologi yang digunakan [4]. Menurut teori ini, implementasi kebijakan pengendalian pencemaran limbah industri memerlukan faktor-faktor seperti insentif dan sanksi, pengawasan, sumber daya, otonomi, informasi, serta sikap perilaku dan nilai untuk berjalan efektif [5].

### Pengaruh Limbah Industri Pabrik Gula Terhadap Kualitas Air Sungai

Limbah cair dari industri pabrik gula umumnya mengandung bahan organik yang tinggi, seperti BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*) yang dapat menurunkan kualitas air sungai penerima limbah. Pada Sungai Walannae di Kabupaten Bone menunjukkan bahwa limbah cair pabrik gula menyebabkan peningkatan kadar BOD, COD, dan TSS yang melebihi baku mutu, sehingga sungai mengalami pencemaran ringan hingga sedang [6]. Misalnya, penelitian di Sungai Pakis menunjukkan bahwa limbah cair dari pabrik gula menyebabkan penurunan kualitas air, yang ditunjukkan oleh bau yang tidak menyenangkan, warna hitam, dan tingkat polutan yang lebih tinggi daripada standar kualitas air kelas III. Teori parameter BOD, COD dan TSS;

- BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)  
BOD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik secara biologis dalam lima hari pada suhu 20°C. Uji BOD yang tinggi menunjukkan pencemaran organik yang parah, yang mengurangi jumlah oksigen yang tersedia bagi kehidupan akuatik. Parameter ini penting untuk memantau beban biologis di sungai atau fasilitas pengolahan limbah.
- COD (*Chemical Oxygen Demand*)  
Jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimia semua molekul organik dan beberapa molekul anorganik dalam air, termasuk yang sulit terurai secara hayati, ditunjukkan oleh COD. Pengujian COD sering kali memiliki nilai yang lebih tinggi daripada BOD karena lebih cepat dan mencakup berbagai kontaminan. Karena itu, ini berfungsi sebagai ukuran untuk tingkat keseluruhan kontaminasi kimia dalam limbah industri.
- TSS (*Total Suspended Solids*)  
Kekeruhan dan partikel padat yang mengendap tercermin dalam TSS, yang merupakan pengukuran total padatan tersuspensi yang tertahan pada filter 2 µm. Selain menghambat fotosintesis dan menyebabkan kekeruhan di dalam air, TSS yang tinggi juga mengangkut kontaminan tambahan termasuk

logam berat. Untuk memenuhi peraturan kualitas lingkungan Indonesia, parameter ini perlu dipantau.

### **Aplikasi SEM (*Structural Equation Modeling*)**

SEM merupakan metode statistik multivariat yang menggabungkan analisis faktor dan analisis jalur untuk menguji hubungan antar variabel laten secara simultan. SEM memungkinkan peneliti membangun model teoretis yang kompleks dan menguji hipotesis tentang pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dengan mempertimbangkan variabel laten yang tidak dapat diukur secara langsung. Dalam konteks penelitian pencemaran air, SEM dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor, seperti limbah industri dan partisipasi masyarakat, terhadap kualitas air sungai. Penggunaan kuisioner sebagai instrumen pengumpulan data primer kemudian dianalisis menggunakan SEM untuk menguji hubungan sebab-akibat dan kekuatan pengaruh antar variabel.

Model SEM terdiri dari dua bagian utama, yaitu model pengukuran yang menghubungkan variabel laten dengan indikator terukur, dan model struktural yang menjelaskan hubungan antar variabel laten. Dengan menggunakan SEM, peneliti dapat mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi kualitas air sungai akibat limbah pabrik gula serta menguji signifikansi hubungan tersebut secara statistik.

## **III. METODOLOGI PENELITIAN**

### **Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dan pengujian laboratorium di mana penelitian tersebut kuantitatif menjelaskan serta mencari hubungan antara jenis variabel yang satu dengan jenis variabel yang lainnya melalui suatu hipotesis atau jawaban sementara, sedangkan pengujian laboratorium untuk memperkuat data hipotesis yang ada di lapangan.

### **Lokasi, Waktu serta Obyek Penelitian**

#### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan sejak diterbitkannya izin penelitian, selama kurang lebih dua bulan, meliputi pengumpulan dan pengolahan data. Selama periode tersebut, data diperoleh melalui observasi dan pengambilan sampel kemudian disajikan dalam bentuk hasil uji sesuai dengan tahapan penelitian, begitupun dengan pengujian laboratorium.

#### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian di laksanakan di pabrik gula Camming Kecamatan Libureng Kabupaten Bone yang di pilih oleh peneliti sebagai objek yang di teliti

### **Pengumpulan Data**

#### **1. Observasi**

Dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung terhadap limbah pabrik dan pengisian kuisioner yang di

berikan kepada responden (pekerja pabrik) di mana berupa daftar pertanyaan.

#### **2. Kuisioner**

Kuisioner seperti ini bertujuan mengumpulkan data kuantitatif yang dapat dianalisis menggunakan SEM untuk menguji hubungan pengaruh limbah terhadap kualitas air dan dampak terhadap Masyarakat. Dalam metode kuisioner ini memiliki sekitar 10-15 pertanyaan.

#### **3. Data Karakteristik Limbah**

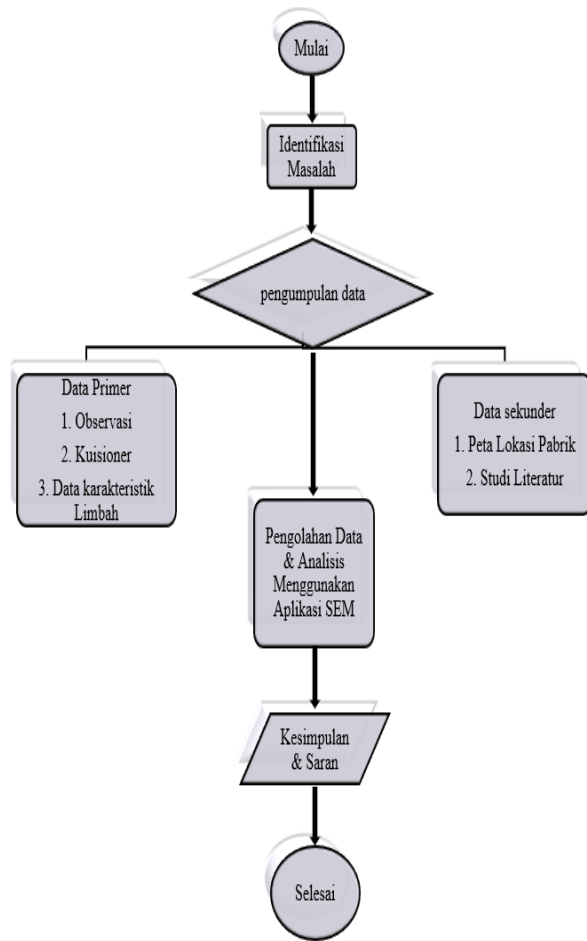
Pengambilan sampel langsung pada pembuangan pabrik yang mengalir ke sungai, pengambilan dari hulu ke hilir sepanjang 1000 meter.

### **Analisis Data**

Teknik analisis statistik multivariat yang dikenal sebagai pemodelan persamaan struktural (SEM) menguji hubungan rumit antara variabel laten yang tidak dapat diukur secara langsung dan variabel manifest yang merupakan indikator yang dapat diukur secara langsung dalam sebuah model konseptual dengan menggabungkan analisis faktor dan analisis regresi. SEM sangat cocok untuk menganalisis data kuisioner karena dapat menguji secara bersamaan validitas dan reliabilitas instrumen, serta hubungan kausal antara variabel dalam satu model terintegrasi.

- Pengumpulan Data Dengan Kuisioner: Kuisioner terstruktur yang mengukur variabel penelitian menggunakan skala Likert atau skala lainnya digunakan untuk mengumpulkan data. Untuk menjamin akurasi dan kelengkapan indikator, kuisioner harus terlebih dahulu dievaluasi.
- Persiapan Data: Perangkat lunak SEM (seperti AMOS dan SmartPLS) menerima data kuisioner yang dikumpulkan dalam bentuk tabel. Baik data *unvariat* maupun *multivariat* harus bebas dari data yang hilang secara substansial dan mematuhi standar normalitas.
- Interpretasi Hasil: Koefisien jalur dianalisis untuk menilai kekuatan dan arah pengaruh antar variabel.
- Keunggulan SEM Dibanding Metode Lain: SEM dapat menangani multiple relationship antar variabel secara bersamaan, memperhitungkan variabel bebas yang berkorelasi, mengoreksi pengukuran, dan menguji model kualitas yang kompleks sehingga lebih kuat daripada regresi berganda atau analisis jalur konvensional.

## Alur Bagan Penelitian



Gambar 1 Bagan Alur Penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

### Hasil Penelitian

Berdasarkan klasifikasi data jenis kelamin, dari total 50 responden yang mengisi kuesioner, sebanyak 27 orang atau 54% berjenis kelamin laki-laki, sedangkan 23 orang atau 46% berjenis kelamin perempuan. Dengan demikian, mayoritas responden dalam penelitian ini adalah laki-laki.

Berdasarkan klasifikasi data usia, dari total 50 responden yang berpartisipasi, sebanyak 9 orang (18%) berusia di bawah 25 tahun. Responden yang berusia 25–30 tahun berjumlah 12 orang (24%). Kelompok usia 31–40 tahun merupakan jumlah terbanyak, yaitu 22 orang (44%). Sementara itu, responden yang berusia di atas 40 tahun berjumlah 7 orang (14%).

Berdasarkan grafik di atas, dari total 50 responden yang diteliti, mayoritas berprofesi sebagai petani sebanyak 20 orang (40%). Selanjutnya, wiraswasta berjumlah 18 orang (36%), pegawai sebanyak 7 orang (14%), pelajar 4 orang (8%), dan buruh 1 orang (2%). Sementara itu, tidak terdapat

responden yang berprofesi sebagai nelayan (0%).

Tabel 1. 1 Hasil Kuesioner

Variabel	Deskripsi	Jawaban Responden					Total Skor
		STS	TS	N	S	SS	
Limbah Industri	Limbah pabrik dibuang ke sungai di sekitar wilayah ini	0	0	10	21	19	50
	Limbah pabrik menyebabkan perubahan warna air sungai	0	0	5	25	20	50
	Limbah pabrik menimbulkan bau tidak sedap	0	0	8	24	18	50
	Pengelolaan limbah pabrik belum dilakukan dengan baik	0	0	7	34	9	50
	Limbah pabrik mengandung zat berbahaya bagi lingkungan	0	0	9	12	29	50
Kualitas Air	Air sungai terlihat keruh	0	0	9	22	19	50
	Air sungai berbau tidak sedap	0	0	6	25	19	50
	Air sungai tidak layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari	0	0	8	17	25	50
Dampak Lingkungan	Kualitas air sungai semakin menurun dari waktu ke waktu	0	0	6	27	17	50
	Air sungai tidak aman untuk kesehatan	0	0	10	21	19	50
	Limbah menyebabkan berkurangnya jumlah ikan di sungai	0	0	9	13	28	50
	Limbah menyebabkan pencemaran lingkungan sekitar	0	0	5	20	25	50
	Lingkungan sekitar menjadi berbau akibat limbah	0	0	10	30	10	50
	Limbah berdampak pada kesehatan masyarakat	0	0	5	17	28	50
Kesimpulan & Saran	Lingkungan sekitar menjadi tidak nyaman untuk ditinggali	0	0	9	12	29	50

Sumber: Hasil Olah Penelitian

Dari hasil kuesioner di atas sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), netral (N), setuju (S), dan sangat setuju (SS).

Tabel 1. 2 Hasil Uji Lab

Parameter	Hulu	Hilir	Keterangan Umum
BOD (mg/L)	29,5	18,1	Kebutuhan oksigen biologis
COD (mg/L)	70,0	31,0	Kebutuhan oksigen kimia
TSS (mg/L)	20	34	Padatan tersuspensi
pH	6,91	6,41	Tingkat keasaman

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2026

BOD menunjukkan jumlah nilai oksigen yang di butuhkan mikroorganisme untuk menjelaskan bahan organik dalam air.

COD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan secara kimiawi untuk mengoksidasi seluruh bahan organik, baik yang mudah maupun yang sukar terdegradasi secara biologis.

Peningkatan TSS pada bagian hilir menunjukkan adanya tambahan material padatan tersuspensi sepanjang aliran air.

Nilai pH kedua sampel masih berada pada kondisi mendekati netral, namun terjadi penurunan pH dari hulu ke hilir.

## Pembahasan

**Tabel 1. 3 Outer Loading**

Indikator	Limbah Industri (LI)	Kualitas Air (KA)	Dampak Lingkungan (DL)	Ket.
LI1	0.973	-	-	Valid
LI2	0.920	-	-	Valid
LI3	0.849	-	-	Valid
LI4	0.955	-	-	Valid
LI5	0.972	-	-	Valid
KA1	-	0.910	-	Valid
KA2	-	0.809	-	Valid
KA3	-	0.919	-	Valid
KA4	-	0.817	-	Valid
KA5	-	0.868	-	Valid
DL1	-	-	0.928	Valid
DL2	-	-	0.788	Valid
DL3	-	-	0.883	Valid
DL4	-	-	0.821	Valid
DL5	-	-	0.935	Valid

Sumber : Hasil Olah Data SmartPLS 4, 2026

Seluruh indikator pada tabel menunjukkan nilai outer loading di atas 0,7, yang menandakan masing-masing indikator mampu merepresentasikan variabel laten dengan baik. Dapat disimpulkan bahwa seluruh indikator yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi kriteria validitas dan dinyatakan valid.

**Tabel 1. 4 Uji AVE**

Variabel	Average variance extracted (AVE)
Dampak Lingkungan	0.874
Kualitas Air	0.750
Limbah Industri	0.762

Sumber : Hasil Olah Data SmartPLS 4, 2026

Berdasarkan tabel di atas, semua nilai AVE > 0,5 sehingga variabel memenuhi validitas diskriminan.

**Tabel 1. 5 Uji R-Square (R<sup>2</sup>)**

Variabel	R <sup>2</sup>
Dampak Lingkungan	
Kualitas Air	

Sumber : Hasil Olah Data SmartPLS 4, 2026

Berdasarkan tabel di atas, 96% dampak lingkungan dipengaruhi oleh limbah industri, dan 98% kualitas air dipengaruhi oleh limbah industri dan dampak lingkungan, maka semua termasuk kategori kuat.

## Hasil Uji Lab

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perubahan kualitas air antara titik hulu dan hilir. Parameter TSS mengalami peningkatan pada bagian hilir, sedangkan parameter BOD dan COD mengalami penurunan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa selama aliran berlangsung terjadi proses pengendapan dan penguraian bahan organik secara alami. Penurunan pH pada hilir juga menunjukkan adanya pengaruh aktivitas lingkungan sekitar terhadap kualitas air. Secara keseluruhan, kualitas air dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik serta proses alami badan air dalam mereduksi bahan pencemar.

## V. KESIMPULAN

1. Pembuangan limbah industri dari Pabrik Gula Camming terbukti memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap penurunan kualitas air dan kerusakan ekosistem di sungai walannae.
2. Hasil evaluasi model structural (SmartPLS) menunjukkan nilai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) yang sangat tinggi, yaitu **0,98 (98%)** untuk kualitas air dan **0,96 (96%)** untuk dampak lingkungan, yang berarti hampir seluruh perubahan kondisi sungai disebabkan oleh limbah industri tersebut.
3. Mayoritas responden (penduduk sekitar) setuju bahwa pengelolaan limbah pabrik belum dilakukan dengan optimal dan telah menyebabkan berkurangnya jumlah ikan serta timbulnya bau tidak sedap di lingkungan sekitar.

## REFERENSI

- [1] G. Team, "Limbah Industri: Jenis, Dampak, dan Cara Mengelolannya," Geosinindo. Accessed: Apr. 04, 2025. [Online]. Available: <https://www.geosinindo.co.id/post/limbah-industri-jenis-dampak-dan-cara-mengolannya>
- [2] Tanwir, M. S. Marbath Assagaf, Arsyad, and C. Suwahyo, "Problem Sosial dalam Perencanaan AMDAL Terkait Rencana Pembangunan Tanggul Sungai Tallo," *J. Bangunan Konstr.*, vol. 2, no. 2, pp. 116–121, 2024, doi: 10.63877/jbk.v2i2.103.
- [3] S. S. Dyah Pratiwi, "Analisis Dampak Sumber Air Sungai Akibat Pencemaran Pabrik Gula Dan Pabrik Pembuatan Sosis," *J. Res. Educ. Chem.*, vol. 3, no. 2, p. 122, 2021, doi: 10.25299/jrec.2021.vol3(2).7774.
- [4] Museum, "Limbah Industri: Jenis, Bahaya Dan Pengelolaan Limbah," DutamuseumDIY. Accessed: Apr. 14, 2025. [Online]. Available: <https://budaya.jogjaprovo.go.id/berita/detail/1632-limbah-industri-jenis-bahaya-dan-pengelolaan-limbah>
- [5] H. Rachman, M. I. Ali, and M. A. S. Mandra, "Analisis Perilaku Pengelolaan Air Limbah Industri Pada Kawasan Industri Kota Makassar," *UNM Environ. Journals*, vol. 4, no. 3, p. 114, 2021, doi: 10.26858/uej.v4i3.22971.
- [6] A. Zulfikar Efendy, "Analisis Dampak Buangan Air Limbah Pabrik Gula Bone Terhadap Kualitas Air Sungai Teko," *Nucl. Phys.*, vol. 13, no. 1, pp. 104–116, 2023.
- [7] I. Idrus and B. Umar, "Mitigasi Bencana Banjir Akibat Longsor pada Daerah Aliran Sungai Terhadap Ketersediaan Air Bersih di Kecamatan Dondo," *J. Bangunan Konstr.*, vol. 2, no. 1, pp. 46–52, 2024, doi: 10.63877/jbk.v2i1.47.
- [8] Z. A. Halim and S. Fatmawati, "Pengaturan Giliran Penggunaan Air Per Saluran Sekunder Pada Jaringan Irigasi Baliase Kiri," vol. 1, no. 1, pp. 28–32, 2023.