



ANALISIS KUALITAS AIR PARAMETER PH, TDS, DAN KEKERUHAN PADA PAMSIMAS AKIBAT AIR LIMBAH INDUSTRI PLASTIK: SEBUAH STUDI KASUS DI DUSUN SIRAH KABUPATEN BOYOLALI

Arfitania Firly As Shifa¹, Salsabila Purnamasari²

Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta
J410220146@student.ums.ac.id¹, sp245@ums.ac.id²

Abstrak

Aktivitas industri berpotensi memengaruhi kualitas lingkungan, terutama sumber air yang dimanfaatkan masyarakat untuk kebutuhan domestik. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air PAMSIMAS dan air limbah industri plastik serta menilai hubungan antara keduanya di Dusun Sirah. Penelitian menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan potong lintang. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik air PAMSIMAS dan 25 titik air limbah berdasarkan SNI 8990:2021. Parameter yang dianalisis meliputi pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan kekeruhan sesuai metode SNI, sedangkan hubungan antarvariabel diuji menggunakan korelasi Rank Spearman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air PAMSIMAS masih memenuhi baku mutu hygiene dan sanitasi menurut Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 dengan pH 6,54–6,97. Air limbah industri memiliki pH rata-rata 5,99 (5,41–6,85) serta TDS 213–894 mg/L dengan kekeruhan relatif lebih tinggi. Uji korelasi menunjukkan hubungan negatif lemah dan tidak signifikan ($r = -0,221$; $p > 0,05$). Meskipun belum ditemukan pengaruh langsung terhadap air PAMSIMAS, nilai TDS dan kekeruhan limbah yang relatif tinggi menunjukkan potensi risiko sehingga diperlukan pengolahan limbah dan pemantauan kualitas air secara berkala.

Kata Kunci: *kualitas air, air limbah industri, PAMSIMAS, pH, kekeruhan.*

Abstract

Industrial activities have the potential to affect environmental quality, particularly water sources used by communities for domestic needs. This study aimed to analyze the quality of PAMSIMAS water and plastic industry wastewater and to examine the relationship between the two in Dusun Sirah. An analytic observational study with a cross-sectional approach was conducted. Water samples were collected from three PAMSIMAS points and 25 industrial wastewater points based on SNI 8990:2021. The parameters analyzed included pH, Total Dissolved Solids (TDS), and turbidity using SNI methods, while the relationship between variables was tested using Spearman Rank correlation. The results showed that PAMSIMAS water quality met the hygiene and sanitation standards according to the Regulation of the Minister of Health of Indonesia No. 2 of 2023, with a pH range of 6.54–6.97. Industrial wastewater had an average pH of 5.99 (5.41–6.85) and TDS of 213–894 mg/L with relatively higher turbidity. The correlation test indicated a weak and non-significant negative relationship ($r = -0.221$; $p > 0.05$). Although no direct impact on PAMSIMAS water was observed, the relatively high TDS and turbidity values indicate potential environmental risks, highlighting the need for improved wastewater treatment and periodic water quality monitoring.

Keywords: *water quality, industrial wastewater, PAMSIMAS, pH, turbidity*

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2026

* Corresponding author :

Address : Jl. A. Yani No. 157, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57169, Jawa Tengah

Email : sp245@ums.ac.id

Phone : -

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting dalam menjaga kesehatan masyarakat serta keberlanjutan lingkungan. Ketersediaan air minum yang aman dan layak menjadi salah satu indikator utama dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) tujuan ke-6, yaitu menjamin akses terhadap air bersih dan sanitasi yang berkelanjutan bagi seluruh lapisan masyarakat (Bappenas, 2025). Di Indonesia, upaya pemenuhan kebutuhan air minum di wilayah perdesaan salah satunya difasilitasi melalui Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS). Dalam implementasinya, efektivitas dan keberlanjutan program ini sangat bergantung pada kualitas serta perlindungan sumber air baku yang digunakan secara kolektif oleh masyarakat (Nabillah et al., 2024).

Kualitas air merupakan determinan fundamental dalam kesehatan masyarakat karena berkorelasi langsung dengan prevalensi penyakit berbasis lingkungan serta keberlanjutan sumber daya air. Sebagai elemen krusial dalam pemenuhan kebutuhan domestik, air harus memenuhi kriteria fisik, kimia, dan biologis guna menjamin keamanan konsumsi bagi masyarakat. Fenomena penurunan kualitas air, yang diakibatkan oleh intensitas aktivitas industri maupun degradasi lingkungan, tidak hanya mengancam stabilitas ekosistem perairan, tetapi juga memicu risiko kesehatan masyarakat yang signifikan (Faisal & Atmaja, 2019; Kementerian Kesehatan, 2023). Hal ini diperparah oleh keberadaan material berbahaya dari limbah industri yang memerlukan sistem perlindungan (*safeguarding*) yang lebih canggih guna menjamin keamanan lingkungan (Gavrila et al., 2024). Sejalan dengan kondisi tersebut, penilaian risiko kesehatan manusia terhadap kontaminan air sangat esensial untuk memitigasi dampak jangka panjang dari logam berat dan parameter kimia lainnya (Dippong & Resz, 2024). Kondisi ini diperkuat oleh fakta bahwa kegagalan dalam menjaga standar kualitas air berdampak signifikan pada penyebaran patogen yang mengancam kesehatan publik secara global

(Mbareche et al., 2022).

Dalam upaya mitigasi risiko tersebut, evaluasi mutu air domestik secara komprehensif berdasarkan parameter fisik dan kimia menjadi sangat esensial. Parameter *pH*, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan kekeruhan merupakan indikator utama dalam penilaian kualitas air karena merepresentasikan kondisi fundamental yang memengaruhi aspek kesehatan, estetika, serta kenyamanan pengguna. Perbedaan nilai parameter tersebut terhadap standar baku mutu menjadi indikator dini terjadinya degradasi lingkungan yang berpotensi menimbulkan dampak kesehatan jangka panjang (Mustika et al., 2025). Oleh karena

itu, pemantauan berkala terhadap parameter suhu, pH, TDS, dan kekeruhan merupakan langkah strategis dalam menjamin ketersediaan air yang aman dan layak guna secara berkelanjutan (Latekeng Nur'aeni et al., 2024).

Perkembangan aktivitas industri di sekitar pemukiman dapat menimbulkan tekanan terhadap kualitas lingkungan, khususnya kualitas air tanah. Limbah cair industri yang tidak dikelola secara optimal melalui sistem pengolahan yang standar berpotensi mencemari tanah dan air tanah melalui proses infiltrasi. Industri plastik menghasilkan limbah cair dengan kandungan senyawa kimia dan partikel sisa proses produksi yang berpotensi memengaruhi karakteristik kimia air, termasuk hubungan antara nilai pH dan konsentrasi padatan terlarut (Purwandari et al., 2024). Pengaruh tersebut tidak selalu bersifat langsung dan dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti kondisi hidrogeologi, jarak sumber pencemar, serta efektivitas filtrasi alami tanah dalam mereduksi tingkat kekeruhan (Mashadi et al., 2018).

Dusun Sirah di Kabupaten Boyolali merupakan salah satu wilayah yang memanfaatkan sistem PAMSIMAS dan lokasinya berdekatan dengan kawasan industri plastik. Berdasarkan survei awal, sebagian masyarakat pengguna air PAMSIMAS mengeluhkan perubahan kondisi fisik air yang tampak keruh, sehingga memunculkan dugaan adanya pengaruh dari aktivitas industri di wilayah tersebut. Namun, keterkaitan antara limbah industri plastik dengan kualitas air warga belum dapat dibuktikan secara empiris melalui analisis data yang objektif.

Pemilihan parameter pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan kekeruhan dalam penelitian ini didasarkan pada perannya sebagai indikator fisik-kimia utama yang paling representatif dalam menilai kualitas air serta memiliki sensitivitas tinggi terhadap pencemaran akibat aktivitas industri. Parameter pH digunakan untuk menggambarkan kondisi keasaman atau kebasaaan air yang berpengaruh terhadap stabilitas kimia perairan dan kelarutan zat pencemar, sehingga perubahan pH dapat menjadi indikasi awal masuknya limbah cair ke dalam sumber air. Parameter TDS mencerminkan jumlah total padatan terlarut dalam air yang berasal dari mineral maupun senyawa kimia terlarut, di mana peningkatan nilai TDS dapat mengindikasikan adanya kontaminasi akibat aktivitas industri. Sementara itu, kekeruhan merepresentasikan keberadaan partikel tersuspensi dalam air yang dapat meningkat akibat pembuangan limbah cair dan berdampak pada penurunan kualitas air secara fisik maupun estetika. Oleh karena itu, pengukuran pH, TDS, dan kekeruhan dinilai relevan dan memadai untuk menggambarkan kondisi kualitas air PAMSIMAS serta mengidentifikasi potensi pengaruh air limbah

industri plastik terhadap sumber air yang digunakan masyarakat.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kualitas air di sekitar kawasan industri berpotensi mengalami perubahan parameter fisik–kimia, seperti pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan kekeruhan, yang dapat memengaruhi kualitas sumber air yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Sejumlah penelitian melaporkan adanya penurunan kualitas air di wilayah sekitar industri, namun sebagian besar masih menggunakan pendekatan deskriptif dan berfokus pada penilaian status mutu air tanpa mengkaji hubungan statistik antarparameter kualitas air secara kuantitatif (Nurhajawarsi & Haryanti, 2023). Pendekatan tersebut belum sepenuhnya mampu menjelaskan keterkaitan antara kualitas air limbah industri dan kualitas sumber air berbasis masyarakat. Penelitian lain menunjukkan bahwa analisis statistik korelasional dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan antarparameter kualitas air pada wilayah yang terpapar aktivitas antropogenik (Navratilova et al., 2025). Namun demikian, kajian yang secara khusus menganalisis hubungan korelasi statistik antara kualitas air limbah industri dan kualitas air PAMSIMAS masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian berbasis pengukuran laboratorium yang dilengkapi dengan analisis statistik untuk memperoleh gambaran hubungan kualitas air yang lebih objektif serta mendukung upaya perlindungan kesehatan masyarakat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kualitas air limbah industri plastik dan kualitas air PAMSIMAS berdasarkan parameter pH, TDS, dan kekeruhan di Kabupaten Boyolali. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sebagai data dasar (baseline data) bagi pengelolaan air bersih serta menjadi bahan pertimbangan strategis bagi pemangku kepentingan dalam upaya perlindungan kesehatan masyarakat dan pemantauan lingkungan perdesaan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *cross-sectional* yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kualitas air limbah industri plastik sebagai variabel independen dan kualitas air PAMSIMAS sebagai variabel dependen. Pengumpulan data dilakukan satu kali pada tanggal 12 Desember 2025. Penelitian dilaksanakan di Dusun Sirah, Kabupaten Boyolali, yang merupakan wilayah dengan konsentrasi aktivitas industri plastik.

Populasi dan sampel

Populasi penelitian untuk air PAMSIMAS mencakup seluruh unit layanan PAMSIMAS yang berada di RT 13, RT 14, dan RT 21. Pengambilan

sampel air PAMSIMAS dilakukan menggunakan teknik total sampling, sehingga seluruh sumber air PAMSIMAS pada wilayah tersebut dijadikan sebagai sampel penelitian. Sementara itu, pengambilan sampel air limbah industri dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan menetapkan 25 titik sampel yang berlokasi di RT 21. Pemilihan wilayah RT 21 didasarkan pada pertimbangan bahwa wilayah tersebut memiliki jumlah dan konsentrasi industri plastik tertinggi dibandingkan wilayah lainnya, sehingga dinilai paling representatif untuk menggambarkan potensi pengaruh limbah industri plastik terhadap kualitas lingkungan sekitar. Kriteria inklusi dalam pengambilan sampel air limbah industri meliputi titik pembuangan limbah cair yang berasal dari industri plastik yang masih aktif beroperasi, memiliki saluran pembuangan limbah cair yang jelas dan dapat diakses, serta berlokasi di RT 21.

Teknik pengumpulan data

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan menggunakan teknik *grab sampling* yang mengacu pada standar SNI SNI 8990:2021 tentang metode pengambilan contoh air limbah. Pengambilan sampel dilakukan secara langsung di lokasi industri plastik dan pada unit layanan PAMSIMAS untuk menggambarkan kondisi parameter fisik–kimia air pada waktu tertentu yang bersifat fluktuatif (Nasional, B. S. 2021). Sampel air PAMSIMAS diambil dari tiga unit layanan PAMSIMAS yang dimanfaatkan masyarakat. Pada masing-masing unit PAMSIMAS dilakukan pengambilan dan pengukuran kualitas air secara berulang hingga diperoleh 25 data pengukuran untuk setiap parameter pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan kekeruhan. Pengukuran berulang ini dilakukan untuk memperoleh jumlah data yang memadai sebagai unit analisis dalam pengujian statistik hubungan antara kualitas air limbah industri dan kualitas air PAMSIMAS.

Prosedur penyiapan wadah sampel dilakukan dengan membilas botol sampel menggunakan air contoh sebanyak tiga kali sebelum pengisian volume akhir. Tahapan ini bertujuan untuk mengkondisikan wadah agar sesuai dengan karakteristik matriks sampel serta meminimalkan potensi kontaminasi yang dapat memengaruhi hasil pengujian, sehingga sampel yang diperoleh bersifat representatif. Seluruh sampel yang dikumpulkan diberi label sesuai dengan lokasi pengambilan dan selanjutnya dianalisis di Laboratorium Lingkungan Green Lab yang telah terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) dengan nomor laporan 3833.2438/LHU-GIG/XII/2025, sesuai dengan prosedur pengujian yang berlaku (Nasional, B. S. 2021).

Analisis laboratorium terhadap parameter kualitas air dilakukan menggunakan metode standar nasional. Parameter Total Dissolved Solids (TDS)

dianalisis menggunakan metode SNI 6989.27:2019, parameter kekeruhan dianalisis berdasarkan metode SNI 06-6989.25-2005, dan derajat keasaman (pH) diukur menggunakan metode elektrometri sesuai dengan SNI 6989.11:2019. Selama proses transportasi, sampel disimpan dalam wadah tertutup rapat dan bersih untuk meminimalkan risiko kontaminasi eksternal serta menjaga stabilitas karakteristik sampel sebelum dilakukan analisis laboratorium.

Analisis

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan univariat dan bivariat. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik masing-masing parameter kualitas air (pH, TDS, dan kekeruhan) hasil pemeriksaan laboratorium. Data disajikan dalam bentuk nilai statistik deskriptif yang mencakup nilai minimum, maksimum, dan nilai Tengah (*median*). Hasil pengukuran pada air PAMSIMAS dievaluasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Higien Sanitasi, sedangkan kualitas air limbah industri dirujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Sebelum dilakukan analisis hubungan antarvariabel, dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk*. Mengingat hasil uji menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman Rank (Rho). Analisis ini bertujuan untuk menentukan kekuatan serta arah hubungan antara kualitas air limbah industri dan kualitas air PAMSIMAS. Seluruh proses pengolahan data statistik dilaksanakan menggunakan perangkat lunak SPSS dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Karakteristik Kualitas Air

Parameter	Limbah		PAMSIMAS	
	Median	Inter Kuartil Range	Median	Inter Kuartil Range
pH	6, 12	1,44	6,56	0,43
TDS (mg/L)	429	681	118	131
Kekeruhan (NTU)	1578	6283,2	0,38	2

Berdasarkan distribusi data yang tidak normal (Tabel 1), air limbah industri menunjukkan nilai median pH sebesar 6,12 (IQR 1,44), TDS 429 mg/L (IQR 681), dan kekeruhan 1578 NTU (IQR 6283,2). Sebagai perbandingan, air PAMSIMAS memiliki kualitas yang lebih stabil dengan median pH 6,56 (IQR 0,43), TDS 118 mg/L (IQR 131),

dan kekeruhan yang sangat rendah sebesar 0,38 NTU (IQR 2).

Tabel 2. Pemenuhan baku mutu kualitas air berdasarkan Permenkes dan PermenLHK

Parameter	Baku mutu PERMENLHK	Pemenuhan baku mutu limbah industri
Ph	6-9	6,12 (memenuhi)
Tds (mg/l)	-	429 (-)
Kekeruhan (NTU)	-	1578 (-)

Sumber: Permen LH No. 11 Tahun 2025 (Air limbah Domestik)

Parameter	Baku mutu permenkes	Pemenuhan baku mutu air PAMSIMAS
Ph	6,5-8,5	6,56 (memenuhi)
Tds (mg/l)	<300	118 (memenuhi)
Kekeruhan (NTU)	<3	0,38 (memenuhi)

Sumber; Permenkes No. 2 Tahun 2023 (Standar Air Higien Sanitasi) Hasil pada tabel pemenuhan terhadap baku mutu (Tabel 2) menunjukkan bahwa parameter pH air limbah industri masih berada dalam batas aman, sedangkan untuk parameter TDS dan kekeruhan tidak memiliki nilai ambang batas sehingga tidak bisa dibandingkan dengan NAB. Namun hasil pengukuran menunjukkan angka yang cukup tinggi pada kekeruhan dan TDS. Sementara itu, seluruh parameter air PAMSIMAS (pH, TDS, dan kekeruhan) sepenuhnya memenuhi standar kualitas menurut Permenkes.

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi Rank Spearman Antara Air Limbah Industri Dengan Air PAMSIMAS

Parameter	Koefisien korelasi	P value	keterangan
TDS	0,73	0,727	Tidak ada hubungan yang signifikan
Ph (mg/l)	0,002	0,994	Tidak ada hubungan yang signifikan
Kekeruhan (NTU)	-0,221	0,287	Tidak ada hubungan yang signifikan

Lebih lanjut, uji korelasi *Rank Spearman* (Tabel 3) mengonfirmasi tidak adanya hubungan signifikan antara kualitas air limbah industri dan air PAMSIMAS pada ketiga parameter tersebut ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa fluktuasi kualitas pada limbah industri tidak secara langsung memengaruhi karakteristik fisik-kimia air PAMSIMAS di lokasi penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang jelas pada karakteristik fisikokimia antara air

limbah industri dan air PAMSIMAS, khususnya pada parameter pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan kekeruhan. Nilai median pH air limbah industri (6,12) lebih rendah dibandingkan air PAMSIMAS (6,56), yang mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas industri terhadap tingkat keasaman air. Kondisi ini sejalan dengan (Mustika et al., 2025) yang menyatakan bahwa aktivitas antropogenik berkontribusi terhadap perubahan pH air melalui masuknya residu bahan kimia dan limbah proses produksi ke lingkungan perairan. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa sumber air dengan tingkat paparan aktivitas manusia yang tinggi cenderung memiliki stabilitas kimia yang lebih rendah.

Perbedaan kualitas air semakin nyata pada parameter TDS dan kekeruhan. Median TDS air limbah industri sebesar 429 mg/L menunjukkan tingginya kandungan padatan terlarut yang berasal dari proses produksi industri. (Rahmatullah et al., 2025) menjelaskan bahwa peningkatan TDS mencerminkan akumulasi zat terlarut yang dapat menurunkan kualitas fisik air dan memengaruhi keseimbangan lingkungan air tanah. Sejalan dengan itu, median kekeruhan air limbah industri yang sangat tinggi sebesar 1578 NTU menunjukkan besarnya konsentrasi partikel tersuspensi. Kekeruhan yang tinggi tidak hanya berdampak pada penurunan kejernihan air, tetapi juga berpotensi menjadi media pembawa mikroorganisme patogen yang meningkatkan risiko gangguan kesehatan apabila mencemari sumber air di sekitarnya (Agustina et al., 2021).

Analisis pemenuhan baku mutu menunjukkan bahwa air PAMSIMAS memenuhi parameter fisik sesuai dengan Permenkes Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Peraturan tersebut menegaskan bahwa air untuk keperluan higiene dan sanitasi harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi agar tidak menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat. Dengan terpenuhinya parameter pH, TDS, dan kekeruhan, air PAMSIMAS pada lokasi penelitian dapat dikategorikan layak digunakan untuk kebutuhan domestik. Sebaliknya, pada air limbah industri plastik, tidak seluruh parameter fisikokimia memiliki batas baku mutu yang spesifik dan seragam dalam regulasi lingkungan terbaru, termasuk Permen Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025. Meskipun parameter pH telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan, nilai Total Dissolved Solids (TDS) dan kekeruhan yang terukur tergolong tinggi sehingga menunjukkan adanya potensi beban pencemar yang signifikan. Tingginya nilai TDS dan kekeruhan mencerminkan keberadaan padatan terlarut dan tersuspensi yang dapat menurunkan kualitas fisik air serta memberikan tekanan ekologis apabila air limbah dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai. Beberapa penelitian menyatakan bahwa parameter TDS dan kekeruhan tetap

relevan sebagai indikator kualitas air limbah karena berkaitan dengan peningkatan beban pencemar dan risiko degradasi lingkungan, meskipun belum diatur secara eksplisit dalam baku mutu lingkungan (Astuti & Rosemalia, 2022); Vijayakumar et al., 2024).

Hasil uji korelasi Rank Spearman menunjukkan koefisien korelasi sebesar $-0,221$ dengan nilai signifikansi $p > 0,05$, yang menandakan hubungan berlawanan arah yang lemah dan tidak signifikan antara kualitas air limbah industri dan air PAMSIMAS. diikuti oleh penurunan kualitas air PAMSIMAS. Nilai korelasi negatif yang lemah menunjukkan bahwa peningkatan pencemar pada air limbah industri plastik tidak langsung menurunkan kualitas air PAMSIMAS. Hal ini bisa dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, jarak antara lokasi pembuangan limbah dan sumber air PAMSIMAS yang cukup jauh (± 500 m–1 km) membuat sebagian pencemar berkurang sebelum sampai ke air yang digunakan masyarakat. Kedua, industri yang baru beroperasi kurang dari 10 tahun belum menghasilkan limbah yang cukup untuk memengaruhi kualitas air jauh dari sumbernya. Selain itu, tanah dan lapisan akuifer bertindak seperti penyaring alami, menahan partikel dan mengurangi zat terlarut sehingga kualitas air tetap aman. Konsep ini sesuai dengan penjelasan (Dippong & Resz, 2024), menunjukkan bahwa proses *natural attenuation* mampu menurunkan konsentrasi pencemar seiring jarak dan waktu (Bugai et al., 2022); (Shi et al., 2025) Gabungan jarak, usia industri, dan filtrasi alami ini menjelaskan mengapa limbah industri belum terlihat berdampak signifikan pada kualitas air PAMSIMAS.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Sholichah, Wijayanti, 2024) yang menunjukkan bahwa tingkat risiko pencemaran sarana air di tingkat rumah tangga tidak selalu berbanding lurus dengan penurunan kualitas air yang terukur. Faktor perlindungan sumber air, kondisi fisik sarana, serta jarak terhadap sumber pencemar berperan penting dalam memutus jalur paparan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat potensi pencemaran di sekitar lingkungan, kualitas air yang dimanfaatkan masyarakat masih dapat terjaga apabila sistem proteksi lingkungan berfungsi dengan baik. Berdasarkan hasil analisis, meskipun saat ini limbah industri belum menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kualitas air PAMSIMAS di Dusun Sirah, tingkat kekeruhan air limbah tetap memerlukan perhatian serius. Apabila praktik pembuangan limbah tanpa pengolahan yang memadai terus berlangsung, akumulasi polutan dalam jangka panjang berpotensi menurunkan kualitas lingkungan serta mengancam ketersediaan air bersih dan kesehatan masyarakat.

Ditinjau dari perspektif kesehatan masyarakat, kualitas air merupakan determinan lingkungan

yang berperan penting dalam menentukan derajat kesehatan populasi. Sejalan dengan hal tersebut, (Azhari et al., 2025) menegaskan bahwa keterbatasan kualitas dan keberlanjutan akses air bersih dapat meningkatkan risiko penularan penyakit, meskipun sumber air secara teknis masih memenuhi standar fisikokimia.

Meskipun kualitas air PAMSIMAS saat ini masih memenuhi ambang batas Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023, kondisi tersebut tetap memerlukan pengawasan dalam kerangka perlindungan kesehatan masyarakat yang berkelanjutan. Pemenuhan standar baku mutu saat ini bukan merupakan jaminan keamanan permanen, terutama jika limbah industri di lingkungan sekitar tidak dikelola secara optimal. Oleh karena itu, pengelolaan air limbah yang memadai dan pemantauan kualitas air secara periodik menjadi strategi preventif yang krusial. Langkah ini sangat penting untuk mengendalikan faktor risiko lingkungan agar tidak berkembang menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat di masa mendatang.

Untuk menanggulangi potensi risiko kualitas air akibat limbah industri, pengolahan melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menjadi langkah krusial sebelum air dibuang ke lingkungan. IPAL dapat menurunkan konsentrasi parameter fisikokimia seperti pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan kekeruhan secara signifikan. Proses pengolahan di IPAL meliputi filtrasi, pengendapan, dan koagulasi-flokulasi yang mampu menaikkan pH limbah yang semula asam menjadi lebih netral serta menurunkan TDS dan kekeruhan hingga mendekati standar baku mutu. Teknik pengolahan lanjutan ini membantu mengurangi tekanan pencemar di badan air penerima, sehingga dampak terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat berkurang. Pada skala industri rumahan, IPAL sederhana umumnya diterapkan dalam bentuk bak pengendap awal, bak koagulasi-flokulasi, serta unit filtrasi berlapis yang terdiri dari pasir, kerikil, dan arang aktif. Sistem IPAL sederhana ini telah digunakan pada industri batik dan industri pangan skala rumah tangga, dan terbukti mampu menurunkan kekeruhan serta padatan tersuspensi secara signifikan sebelum air limbah dibuang ke lingkungan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penerapan IPAL efektif dalam menurunkan kekeruhan dan padatan tersuspensi, sekaligus menurunkan risiko kontaminasi mikroba yang mungkin terbawa oleh partikel tersuspensi (Anggraini & Sugito, 2019; Aminah, 2024).

Sebagai inovasi tambahan, teknologi filtrasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dapat dikombinasikan dengan IPAL untuk memantau kualitas air secara real-time. Integrasi ini hadir untuk menjawab kelemahan sistem IPAL manual yang sering kali tidak responsif terhadap fluktuasi beban limbah mendadak pada industri rumahan. Sensor kekeruhan pada sistem IoT memungkinkan

proses filtrasi diaktifkan secara otomatis ketika nilai parameter melebihi ambang batas, sehingga pengolahan menjadi lebih responsif dan efisien. Implementasi teknologi IoT tersebut telah difungsikan secara nyata pada usaha skala kecil, seperti pemantauan kualitas air pada tambak rakyat, yang menunjukkan bahwa sistem IoT mampu memantau parameter kualitas air secara kontinu dan mendukung pengambilan keputusan operasional secara langsung (Haryanti et al., 2024). Pendekatan ini selaras dengan studi Universitas Muhammadiyah Surakarta yang menekankan pentingnya kekeruhan sebagai indikator utama dalam pengaktifan proses filtrasi air (Saputro & Prasetya, 2024). Dengan demikian, sinergi antara unit filtrasi fisik dan sistem kendali cerdas ini tidak hanya mengoptimalkan efisiensi teknis pengolahan limbah plastik, tetapi juga memberikan jaminan kepastian kualitas air buangan yang lebih konsisten sesuai baku mutu lingkungan.

Dengan penerapan IPAL yang tepat serta integrasi sistem IoT untuk monitoring secara *realtime*, pengelolaan limbah industri dapat dilakukan secara lebih efektif dan berkelanjutan. Namun, keberhasilan teknologi ini juga harus didukung oleh upaya peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui edukasi rutin bagi pemilik usaha dan pekerja. Sosialisasi mengenai standar kualitas air, prosedur pemeliharaan sistem, serta pemahaman akan bahaya limbah terhadap ekosistem sangat penting untuk menumbuhkan kesadaran kolektif. Melalui sinergi antara inovasi teknologi dan edukasi yang berkelanjutan, kualitas air di badan air penerima dapat terjaga dengan lebih konsisten, yang pada akhirnya mampu melindungi kesehatan masyarakat dari risiko jangka panjang akibat pencemaran fisikokimia maupun mikrobiologis.

SIMPULAN

Kualitas air PAMSIMAS di Dusun Sirah berdasarkan parameter pH, TDS, dan kekeruhan masih memenuhi baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi sesuai Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023. Sebaliknya, air limbah industri plastik menunjukkan nilai TDS dan kekeruhan yang relatif tinggi sehingga memerlukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Hasil uji korelasi Rank Spearman menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kualitas air limbah industri plastik dan kualitas air PAMSIMAS ($r = -0,221$; $p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa pada kondisi saat ini limbah industri belum memberikan dampak langsung terhadap kualitas sumber air masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, N., Chandra, C., & Aquarista, M. F. (2021). Kualitas air rawa terhadap keluhan kesehatan masyarakat desa. *Jurnal*

- Kesehatan*, 12(2), 220–227. <https://doi.org/10.26630/jk.v12i2.2522>
- Aminah, S. (2024). Efektivitas instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri berdasarkan parameter chemical oxygen demand, total suspended solids, dan derajat keasaman. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 15(1), 58–64.
- Anggraini, A. N., & Sugito, S. (2019). Peningkatan kualitas olahan air limbah kawasan industri menggunakan dual filtrasi membran keramik. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 17(2), 6–18. <https://doi.org/10.36456/waktu.v17i2.2132>
- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Penurunan BOD (biological oxygen demand) limbah cair domestik dengan fitoremediasi: A review. *Jurnal Unitek*, 15(1), 59–72. <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i1.299>
- Azhari, A. R., Irawati, S., & Sari, M. (2025). Akses terhadap air bersih dan sanitasi layak dalam pencegahan penyakit tropis terabaikan: Sebuah tinjauan sistematis. *Jurnal Ners*, 9(3), 3815–3824. <https://doi.org/10.31004/jn.v9i3.45501>
- Bappenas. (2020). *Pencapaian pelaksanaan tujuan pembangunan berkelanjutan (TPB/SDGs) Indonesia*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Bugai, D., Kireev, S., Hoque, M. A., Kubko, Y., & Smith, J. (2022). Natural attenuation processes control groundwater contamination in the Chernobyl exclusion zone: Evidence from 35 years of radiological monitoring. *Scientific Reports*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22842-5>
- Dippong, T., & Resz, M. A. (2024). Chemical assessment of drinking water quality and associated human health risk of heavy metals in Gutai Mountains, Romania. *Toxics*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/toxics12030168>
- Faisal, M., & Atmaja, D. M. (2019). Kualitas air pada sumber mata air di Pura Taman Desa Sanggalangit sebagai sumber air minum berbasis metode Storet. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 7(2), 74–84. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v7i2.20691>
- Gavrila, A. M., Diacon, A., Iordache, T. V., Rotariu, T., Ionita, M., & Toader, G. (2024). Hazardous materials from threats to safety: Molecularly imprinted polymers as versatile safeguarding platforms. *Polymers*, 16(19), 2699.
- Haryanti, I. T., Maknunah, I. J., & Karsid. (2024). Implementasi alat monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) pada usaha tambak rakyat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 6(3), 215–223.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan*.
- Latekeng Nur'aeni, T., Salmawaty, T., Raghel, Y., & Nasibu, I. Z. (2024). Monitoring kualitas air sungai (kekeruhan, suhu, TDS, pH) menggunakan mikrokontroler Atmega 328. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6.
- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan kualitas pH, Fe, dan kekeruhan dari air sumur gali dengan metode filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i2.20660>
- Mbareche, H., Veillette, M., Dion-Dupont, V., Lavoie, J., & Duchaine, C. (2022). Microbial composition of bioaerosols in indoor wastewater treatment plants. *Aerobiologia*, 38(1), 35–50.
- Mustika, A., Meilyna, A., Dini, R., Ramadan, M. N., & Sofia, N. (2025). Kajian kualitas air sumur di beberapa wilayah Kabupaten Jember berdasarkan parameter turbiditas, pH, dan TDS. *Jurnal Jernih*, 3(2), 84–95.
- Nabillah, J. A., Noorfauzi, A. R., & Della, D. A. (2024). Uji kualitas air bersih pada sarana PAMSIMAS di Desa Tambak Padi. *Jurnal Rekayasa Konstruksi*, 3(2), 59–70.
- Navratilova, F. D., Munfarida, I., & Oktorina, S. (2025). Assessment of water quality parameters and their correlations in the Kemambang River, Sidoarjo, East Java Province: A One Health framework approach. *Lingkar: Journal of Environmental Engineering*, 5(2), 18–31. <https://doi.org/10.22373/ljee.v5i2.6428>
- Purwandari, A. R., Kalipait, S., & Hubungan, A. (2024). Analisis hubungan antara pH dan TDS pada kualitas air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), 68–76.
- Shi, J., Zhang, Y., Lai, Y., Yang, R., Cai, M., Fan, S., & Gu, X. (2025). Study on natural attenuation of groundwater organic pollutants by integrating microbial community dynamics and isotope analysis. *Water*, 17(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/w17040555>
- Sholichah, & Wijayanti, A. C. (2024). Hubungan jenis dan tingkat risiko pencemaran sarana air dengan kualitas air di tingkat rumah tangga Kota Surakarta tahun 2024. *Edu Research Indonesian Institute for Corporate Learning and Studies*, 5(1), 70–80.