

**ANALISIS KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK PERKANTORAN
BERDASARKAN PARAMETER COD, AMONIA, DAN TSS****Khodijah Agustiani¹⁾ *; Mohammad Mirwan¹⁾**¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik,
UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya*E-mail: ani.khodijah@gmail.com**Abstract (English)**

Domestic wastewater is the discharge of water from daily activities in households and offices, such as the use of toilets, sinks, and kitchens. The issue of domestic wastewater in densely populated urban areas has become crucial to address, as it can lead to water pollution and pose a threat to human health. This study analyses the quality of domestic wastewater from the offices of Balai X, focusing on the parameters of Chemical Oxygen Demand (COD), ammonia (NH₃-N), and Total Suspended Solids (TSS). The research method includes sampling wastewater from the inlet and outlet of the Balai X wastewater treatment plant (WWTP) and laboratory analysis to measure the concentrations of COD, NH₃-N, and TSS. The results showed that the average COD concentration at the inlet was 86.55 mg/L and at the outlet was 66.74 mg/L, a decrease of 22.88%. The ammonia concentration at the inlet was 153.42 mg/L, and at the outlet it was 97.95 mg/L, a decrease of 36.13%. The TSS concentration at the inlet was 219 mg/L and at the outlet was 49.5 mg/L, a decrease of 77.4%. Despite the decrease in concentration after treatment, the values obtained still exceed the established quality standards. Environmental implications include the reduction of dissolved oxygen levels in receiving water bodies, the risk of toxicity to aquatic organisms, and disruption of photosynthesis in aquatic plants. The conclusion of this study emphasises the importance of optimising the treatment system through improved reactor design, the implementation of nitrification-denitrification processes, and the addition of filtration and sedimentation stages.

Article History

Submitted: 25 May 2024

Accepted: 4 June 2024

Published: 5 June 2024

Key WordsAmmonia, COD,
Domestic Wastewater,
TSS, Wastewater Quality**Abstrak (Indonesia)**

Air limbah domestik adalah air buangan dari aktivitas sehari-hari di rumah tangga dan perkantoran, seperti penggunaan toilet, wastafel, dan dapur. Permasalahan limbah domestik di daerah urban dengan kepadatan penduduk yang tinggi menjadi penting untuk ditangani karena dapat menyebabkan pencemaran lingkungan perairan dan membahayakan kesehatan manusia. Penelitian ini menganalisis kualitas air limbah domestik dari perkantoran Balai X dengan fokus pada parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH₃-N), dan *Total Suspended Solids* (TSS). Metode penelitian meliputi pengambilan sampel air limbah dari inlet dan outlet instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Balai X dan analisis laboratorium untuk mengukur konsentrasi COD, NH₃-N, dan TSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi COD pada inlet adalah 86,55 mg/L dan pada outlet adalah 66,74 mg/L, menurun sebesar 22,88%. Konsentrasi amonia pada inlet adalah 153,42 mg/L dan pada outlet 97,95 mg/L, menurun sebesar 36,13%. Konsentrasi TSS pada inlet adalah 219 mg/L dan pada outlet 49,5 mg/L, menurun sebesar 77,4%. Meskipun terjadi penurunan konsentrasi setelah pengolahan, nilai-nilai yang dihasilkan masih melebihi standar baku mutu. Implikasi lingkungan termasuk penurunan kadar oksigen terlarut di badan air penerima, risiko toksisitas bagi organisme akuatik, dan gangguan fotosintesis tanaman air. Kesimpulan penelitian ini menekankan pentingnya optimasi sistem pengolahan melalui peningkatan desain reaktor biologis, penerapan proses nitrifikasi-denitrifikasi, dan penambahan tahap filtrasi dan sedimentasi.

Sejarah Artikel

Submitted: 25 May 2024

Accepted: 4 June 2024

Published: 5 June 2024

Kata KunciAir limbah domestik,
Amonia, COD, Kualitas
Air Limbah, TSS.

1. PENDAHULUAN

Air adalah komponen vital bagi kehidupan di Bumi. Tidak hanya berperan sebagai elemen utama dalam tubuh manusia, air juga esensial untuk berbagai aktivitas sehari-hari yang mendukung kesehatan dan kesejahteraan. Penggunaan air meliputi minum, memasak, mandi, mencuci, serta kebutuhan kebersihan dan sanitasi. Selain itu, air juga digunakan dalam sektor pertanian untuk irigasi, industri untuk proses produksi, dan di perkantoran untuk berbagai aktivitas sehari-hari. Dengan demikian, ketersediaan air bersih dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan sangat penting untuk menjaga kualitas hidup dan kelestarian lingkungan (Yulianto, et al., 2018).

Seiring dengan tingginya tingkat urbanisasi dan perkembangan infrastruktur perkantoran, kebutuhan akan air semakin meningkat. Aktivitas domestik sehari-hari seperti mencuci, memasak, mandi, dan penggunaan toilet menghasilkan air buangan yang disebut limbah cair domestik. Limbah cair domestik mengandung berbagai kontaminan yang bisa berupa bahan organik, nutrisi, bahan kimia, dan mikroorganisme patogen. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari sumber air dan menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia serta kerusakan ekosistem (Handayani, et al., 2020).

Di lingkungan perkantoran, limbah cair domestik berasal dari aktivitas yang dilakukan oleh karyawan seperti penggunaan toilet, wastafel, dapur, dan fasilitas kebersihan lainnya. Meskipun volume air limbah yang dihasilkan di perkantoran mungkin lebih rendah dibandingkan dengan sektor industri, komposisi limbah tersebut tetap berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan benar. Air limbah domestik dari perkantoran biasanya mengandung bahan organik, nutrisi, bahan kimia dari produk pembersih, serta mikroorganisme patogen (Suparno, et al., 2021).

Untuk menilai kualitas air limbah domestik dari perkantoran, berbagai parameter harus dianalisis. Tiga parameter utama yang sering digunakan dalam analisis kualitas air limbah adalah Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand* atau COD), amonia, dan *Total Suspended Solids* (TSS). COD mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air limbah, menunjukkan tingkat pencemaran bahan organik. Amonia adalah senyawa nitrogen yang dapat beracun bagi kehidupan akuatik pada konsentrasi tinggi dan menunjukkan tingkat pencemaran nitrogen. TSS mengukur jumlah partikel padat tersuspensi dalam air, yang dapat menyebabkan kekeruhan dan sedimentasi di badan air penerima (Tjahjono, 2020).

Air limbah dengan nilai COD yang tinggi menunjukkan adanya banyak bahan organik yang dapat mencemari lingkungan perairan. Tingginya kadar amonia dalam air limbah dapat menyebabkan keracunan pada ikan dan organisme air lainnya serta mempengaruhi proses nitrifikasi di lingkungan perairan. Selain itu, TSS yang tinggi dapat menyebabkan kekeruhan, menghambat penetrasi cahaya, dan mengganggu fotosintesis tanaman air, yang pada gilirannya dapat mengurangi biodiversitas perairan. Pengelolaan air limbah domestik perkantoran yang tidak memadai dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan yang serius. Air limbah yang mengandung bahan organik tinggi dapat menurunkan kadar oksigen terlarut di badan air penerima, mengakibatkan kondisi anaerobik yang berbahaya bagi organisme akuatik. Keberadaan amonia dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan keracunan pada ikan dan organisme air lainnya, serta mempengaruhi proses nitrifikasi di lingkungan perairan. Selain itu, TSS yang tinggi dapat menyebabkan kekeruhan, menghambat penetrasi cahaya, dan mengganggu fotosintesis tanaman air, yang pada gilirannya dapat mengurangi biodiversitas perairan (Purwanto, 2019).

Dalam konteks ini, evaluasi kualitas air limbah domestik dari perkantoran menjadi sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air limbah domestik yang

dihasilkan dari perkantoran, mengevaluasi parameter-parameter yang relevan seperti COD, amonia, dan TSS, serta menilai dampak lingkungan yang ditimbulkannya. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang kualitas dan dampak air limbah domestik perkantoran, diharapkan dapat dikembangkan strategi pengelolaan yang lebih efektif dan berkelanjutan untuk melindungi lingkungan dan kesehatan masyarakat (Setiawan & Kurniawan, 2019). Lebih lanjut, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kebijakan lingkungan yang lebih baik dan implementasi teknologi pengolahan air limbah yang lebih tepat guna. Hasil dari penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat ilmiah, tetapi juga praktis dalam upaya pengelolaan sumber daya air yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memaparkan kondisi eksisting tetapi juga memberikan solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan limbah cair domestik di perkantoran (Suprano, et al., 2021).

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi kualitas air limbah domestik dari perkantoran di Balai X dan implikasinya terhadap lingkungan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengumpulan dan analisis data numerik yang objektif dan terukur, sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kualitas air limbah yang dihasilkan. Metodologi penelitian ini terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data. Berikut ini adalah penjelasan rinci mengenai setiap tahapan tersebut:

1. Studi Literatur

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yang mendalam tentang parameter-parameter utama yang terdapat dalam air limbah domestik, terutama *Chemical Oxygen Demand* (COD), Amonia (NH₃-N), dan *Total Suspended Solids* (TSS). Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang kuat tentang dampak lingkungan dari parameter-parameter tersebut serta untuk mengetahui pentingnya pengelolaan yang efektif dalam mengendalikan kualitas air limbah.

2. Pengumpulan Data

Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada tanggal 18, 22, dan 26 Januari 2024 di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) milik Balai X. Titik Sampling dilakukan di titik masuk (inlet) dan titik keluar (outlet) IPAL tersebut untuk memperoleh representasi yang akurat tentang kualitas air limbah sebelum dan sesudah proses pengolahan. Setelah pengambilan sampel, analisis dilakukan di laboratorium Balai X. Parameter yang diuji, yaitu *Chemical Oxygen Demand* (COD), Amonia (NH₃-N), dan *Total Suspended Solids* (TSS), diukur sesuai dengan standar yang ditetapkan. Parameter COD dianalisis menggunakan standar SNI 6989.72:2009, parameter Amonia menggunakan standar SNI 6898.3:2019, dan parameter TSS menggunakan standar SNI 6989.2:2019.

3. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari analisis sampel di laboratorium IPAL Balai X kemudian diproses menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Pengolahan data meliputi perhitungan rata-rata konsentrasi untuk setiap parameter di masing-masing titik Sampling, serta perhitungan efisiensi penyisihan dari inlet ke outlet. Selain itu, data juga dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016.

4. Analisis Data

Data yang telah diproses kemudian dianalisis menggunakan pendekatan *cross-sectional*. Pendekatan ini memungkinkan untuk membandingkan hasil pengujian dari tiga periode pengambilan sampel yang berbeda, baik dari titik masuk maupun titik keluar IPAL.

Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pengolahan air limbah, mengidentifikasi potensi perbaikan yang diperlukan, serta memahami dampak lingkungan dari air limbah yang dihasilkan oleh IPAL Balai X.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap beberapa parameter utama dalam air limbah domestik dari sebuah perkantoran, yaitu COD, Amonia, dan TSS. Parameter-parameter ini dipilih karena masing-masing memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan jika tidak diolah dengan baik. COD merupakan indikator jumlah bahan organik yang terdapat dalam air limbah yang dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam badan air penerima. Amonia adalah bentuk nitrogen yang dapat beracun bagi kehidupan akuatik pada konsentrasi tertentu. TSS mengukur jumlah padatan tersuspensi dalam air yang dapat menyebabkan kekeruhan dan menurunkan kualitas air.

Pengujian dilakukan selama tiga periode pengambilan, yakni pada tanggal 18, 22, dan 26 Januari 2024. Pemilihan tanggal ini dimaksudkan untuk menangkap variasi kualitas air limbah selama periode waktu tertentu sehingga mampu mencerminkan fluktuasi yang terjadi akibat perubahan aktivitas kantor, kondisi cuaca, serta berbagai faktor operasional lainnya. Dengan mengambil sampel pada beberapa hari yang berbeda, dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif dan representatif mengenai kualitas air limbah yang dihasilkan (Tchobanoglous & Burton, 2003). Titik *Sampling* yang digunakan pada bagian Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dimiliki oleh Balai X yakni inlet dan outlet. Inlet merupakan titik masuk air limbah ke dalam sistem pengolahan, sementara outlet adalah titik keluaran setelah proses pengolahan. Data pengujian ini dibandingkan dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 terkait Limbah Domestik untuk memberikan evaluasi yang komprehensif terhadap kinerja sistem pengolahan.

3.1 Hasil Pengujian COD

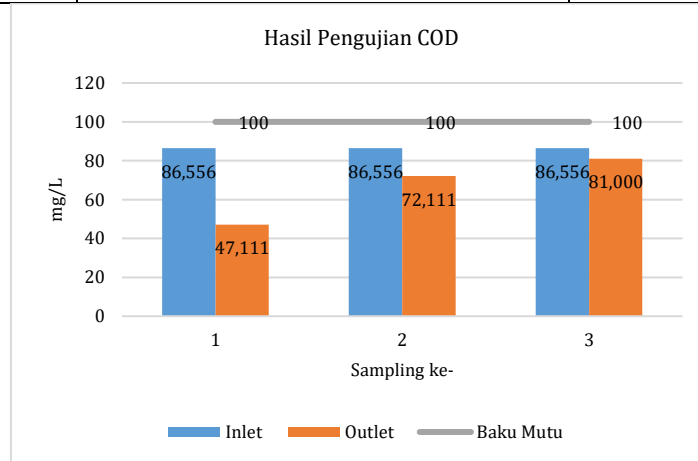
Berikut ini adalah hasil pengujian COD yang didapatkan:

Tabel 1. Hasil Pengujian COD

	Sampel ID	Konsentrasi COD (mg/L)	%Rpd	Mean
<i>Sampling 1</i>	<i>Inlet 1</i>	89,333	1,605	86,556
	<i>Inlet 2</i>	83,778		
	<i>Outlet 1</i>	44,333	2,948	47,111
	<i>Outlet 2</i>	49,889		
<i>Sampling 2</i>	<i>Inlet 1</i>	89,333	1,605	86,556
	<i>Inlet 2</i>	83,778		
	<i>Outlet 1</i>	73,222	0,770	72,111
	<i>Outlet 2</i>	71,000		
<i>Sampling 3</i>	<i>Inlet 1</i>	89,333	1,605	86,556
	<i>Inlet 2</i>	83,778		
	<i>Outlet 1</i>	80,444	0,343	81,000
	<i>Outlet 2</i>	81,556		

Tabel 2. Rekapitulasi Rata-rata Konsentrasi COD

Nama Sampel	Rata-Rata Konsentrasi COD (mg/L)	Efisiensi Penyisihan
<i>Inlet</i>	86,555	22,8%
<i>Outlet</i>	66,74	



Gambar 1. Grafik Perbandingan Inlet dan Outlet Pengujian COD

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan ukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air limbah. Tingginya nilai COD mengindikasikan tingginya kandungan bahan organik yang membutuhkan oksigen untuk penguraian, yang pada akhirnya dapat mengurangi kadar oksigen terlarut di badan air penerima, menyebabkan kondisi anaerobik yang berbahaya bagi organisme akuatik (Metcalf & Eddy, 2014). Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem pengolahan air limbah yang diuji berhasil menurunkan nilai COD dari *inlet* (86,55 mg/L) ke *outlet* (66,74 mg/L), dengan rata-rata pengurangan sebesar 19,81 mg/L atau sekitar 22,88%. Nilai COD pada *inlet* yang sebesar 86,55 mg/L menunjukkan adanya jumlah bahan organik yang cukup tinggi dalam air limbah domestik yang masuk ke sistem pengolahan. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai sumber limbah dari aktivitas kantor seperti sisa makanan, kertas, bahan organik lainnya, serta bahan kimia pembersih yang digunakan dalam operasional kantor sehari-hari (Tchobanoglous et al., 2003). Menurut teori pengujian COD, tingginya kadar bahan organik ini merupakan indikasi bahwa air limbah mengandung zat-zat yang membutuhkan banyak oksigen untuk proses penguraiannya, yang jika tidak ditangani dengan baik, dapat mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut di lingkungan perairan penerima, sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik dan mengancam kehidupan organisme air (Ardiatma & Riyadi, 2022).

Sistem pengolahan air limbah yang diuji menunjukkan efektivitas dalam mengurangi beban organik, namun penurunan COD dari 86,55 mg/L di *inlet* menjadi 66,74 mg/L di *outlet* menunjukkan bahwa proses pengolahan masih memiliki potensi untuk peningkatan. Hasil ini menunjukkan penurunan COD sekitar 22,88%, yang meskipun signifikan, masih mengindikasikan adanya ruang untuk peningkatan efisiensi sistem pengolahan. Efektivitas sistem pengolahan dalam menurunkan COD sangat tergantung pada beberapa faktor, termasuk desain dan operasi dari reaktor biologis, tingkat aerasi, waktu tinggal hidraulik, dan kemampuan mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik (Metcalf & Eddy, 2014). Jika nilai COD pada *outlet* masih tinggi, hal ini dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di badan air penerima, yang dapat mengganggu kehidupan akuatik dengan

menyebabkan kondisi stres atau kematian bagi ikan dan organisme lain yang bergantung pada oksigen terlarut (Spellman, 2008). Namun, rata-rata nilai COD *outlet* sebesar 66,74 mg/L masih di bawah baku mutu yang ditetapkan sebesar 100 mg/L menurut Peraturan Menteri LHK No. 68 tahun 2016, sehingga dampaknya terhadap lingkungan relatif dapat diterima.

Pendekatan *cross-sectional* dalam analisis ini digunakan untuk mengevaluasi kondisi air limbah pada tiga titik waktu yang berbeda, yaitu pada tanggal 18, 22, dan 26 Januari 2024. Dengan mengambil sampel pada berbagai waktu tersebut, analisis ini dapat mengidentifikasi fluktuasi dalam nilai COD yang disebabkan oleh variasi aktivitas harian di perkantoran serta faktor eksternal lainnya seperti perubahan cuaca atau penggunaan bahan kimia tertentu. Pendekatan ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas sistem pengolahan air limbah dalam berbagai kondisi operasional. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa meskipun terdapat penurunan COD yang signifikan pada setiap periode pengujian, masih ada ruang untuk peningkatan lebih lanjut dalam sistem pengolahan, seperti dengan peningkatan aerasi atau penambahan tahap pengolahan tambahan untuk mengoptimalkan pengurangan bahan organik (Judd, 2011).

3.2 Hasil Pengujian Amonia

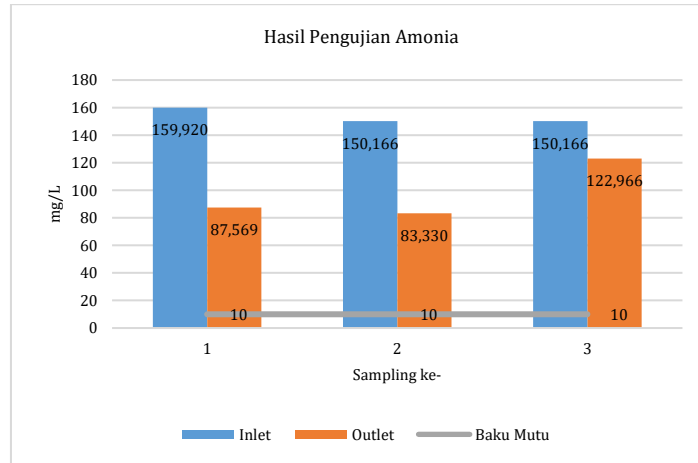
Berikut ini adalah hasil pengujian Amonia yang didapatkan:

Tabel 3. Hasil Pengujian Amonia

Periode	Sampel ID	Konsentrasi COD (mg/L)	%Rpd	Mean
<i>Sampling 1</i>	<i>inlet 1</i>	157,925	0,624	159,920
	<i>inlet 2</i>	161,915		
	<i>outlet 1</i>	90,978	1,946	87,569
	<i>outlet 2</i>	84,161		
<i>Sampling 2</i>	<i>inlet 1</i>	161,029	3,617	150,166
	<i>inlet 2</i>	139,304		
	<i>outlet 1</i>	83,330	0,000	83,330
	<i>outlet 2</i>	83,330		
<i>Sampling 3</i>	<i>inlet 1</i>	161,029	3,617	150,166
	<i>inlet 2</i>	139,304		
	<i>outlet 1</i>	123,742	0,315	122,966
	<i>outlet 2</i>	122,190		

Tabel 4. Rekapitulasi Rata-rata Konsentrasi Amonia

Nama Sampel	Rata-Rata Konsentrasi Amonia (mg/L)	Efisiensi Penyisihan
<i>Inlet</i>	153,42	36,15%
<i>Outlet</i>	97,956	

**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Inlet dan Outlet Pengujian Amonia

Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) adalah bentuk nitrogen yang sering dijumpai dalam air limbah domestik dan dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik pada konsentrasi tinggi. Amonia juga berpotensi menyebabkan eutrofikasi, yang mengarah pada pertumbuhan alga berlebihan dan penurunan kualitas air. Pengujian menunjukkan bahwa sistem pengolahan air limbah yang diuji berhasil mengurangi konsentrasi amonia dari *inlet* ke *outlet* dengan rata-rata penurunan sebesar 55,46 mg/L atau sekitar 36,13%. Meskipun terjadi penurunan yang signifikan, nilai amonia pada *outlet* masih cukup tinggi. Tingginya nilai amonia pada *inlet* sebesar 153,41 mg/L dapat disebabkan oleh ekskresi manusia (urin), pembersih rumah tangga, dan bahan kimia lainnya yang mengandung nitrogen (Tchobanoglous & Burton, 2003). Menurut teori pengujian amonia pada limbah domestik, tingginya konsentrasi amonia pada *inlet* disebabkan oleh komposisi limbah domestik yang kaya akan senyawa nitrogen dari sumber-sumber seperti urin, deterjen, dan produk pembersih. Penguraian bahan organik yang mengandung nitrogen dalam sistem pengolahan air limbah menghasilkan amonia sebagai produk antara, yang kemudian perlu diolah lebih lanjut untuk mengurangi konsentrasinya (Metcalf & Eddy, 2014). Nilai amonia yang tinggi pada *outlet* (97,95 mg/L) melebihi baku mutu yang ditetapkan sebesar 10 mg/L menurut Peraturan Menteri LHK No. 68 tahun 2016.

Pendekatan *cross-sectional* dalam analisis ini menunjukkan snapshot kondisi air limbah pada beberapa titik waktu yang berbeda, yang memberikan gambaran tentang variabilitas konsentrasi amonia dan efektivitas pengolahan dari waktu ke waktu. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa meskipun ada penurunan yang signifikan, sistem pengolahan belum mampu menurunkan konsentrasi amonia hingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Tingginya nilai amonia pada *outlet* dapat menyebabkan toksisitas bagi organisme akuatik, mengganggu proses nitrifikasi di lingkungan perairan, dan memicu eutrofikasi yang dapat merusak kualitas air serta menurunkan kadar oksigen terlarut (Spellman, 2008).

Proses nitrifikasi yang mengubah amonia menjadi nitrit dan kemudian nitrat, sangat penting dalam pengolahan air limbah untuk mengurangi konsentrasi amonia. Efektivitas proses

ini dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk pH, suhu, konsentrasi oksigen terlarut, dan populasi mikroorganisme nitrifikasi (Tchobanoglous & Burton, 2003). Ketidakmampuan sistem pengolahan untuk menurunkan konsentrasi amonia hingga di bawah baku mutu menunjukkan bahwa proses nitrifikasi mungkin tidak berfungsi optimal. Ini bisa disebabkan oleh kurangnya aerasi yang memadai, waktu tinggal hidraulik yang terlalu singkat, atau kondisi operasi yang tidak mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme nitrifikasi. Untuk meningkatkan efektivitas pengolahan amonia, sistem pengolahan perlu dioptimalkan dengan peningkatan aerasi, penambahan waktu tinggal hidraulik, atau penggunaan teknologi pengolahan lanjutan seperti biofilter atau reaktor membran yang dapat meningkatkan efisiensi proses nitrifikasi (Putra, et al., 2018). Selain itu, pengontrolan pH dan suhu dalam sistem pengolahan juga dapat membantu meningkatkan kinerja mikroorganisme nitrifikasi.

3.3 Hasil Pengujian TSS

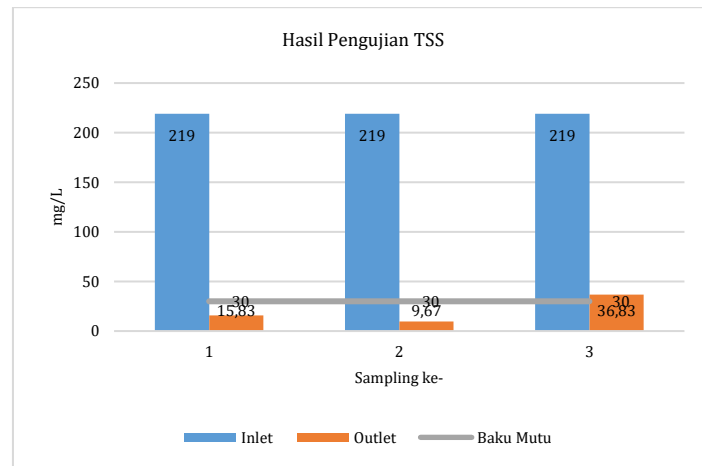
Berikut ini adalah hasil pengujian TSS yang didapatkan:

Tabel 5. Hasil Pengujian TSS

Periode	Sampel ID	volume sampel (mL)	Berat kertas saring awal (g)		Berat kertas saring akhir (g)		Residu (mg) (W1-W0)	TSS (mg/L)	%RPD	Mean
			1	W0	1	W1				
Sampling 1	<i>inlet 1</i>	50	0,089	0,089	0,103	0,103	14,000	280,000	13,927	219
	<i>inlet 2</i>	50	0,092	0,092	0,100	0,100	7,900	158,000		
	<i>outlet 1</i>	300	0,093	0,093	0,099	0,099	5,800	19,333	11,053	15,833
	<i>outlet 2</i>	300	0,092	0,092	0,096	0,096	3,700	12,333		
Sampling 2	<i>inlet 1</i>	50	0,089	0,089	0,103	0,103	14,000	280,000	13,927	219
	<i>inlet 2</i>	50	0,092	0,092	0,100	0,100	7,900	158,000		
	<i>outlet 1</i>	300	0,093	0,093	0,096	0,096	2,600	8,667	5,172	9,667
	<i>outlet 2</i>	300	0,092	0,092	0,095	0,095	3,200	10,667		
Sampling 3	<i>inlet 1</i>	50	0,089	0,089	0,103	0,103	14,000	280,000	13,927	219
	<i>inlet 2</i>	50	0,092	0,092	0,100	0,100	7,900	158,000		
	<i>outlet 1</i>	300	0,095	0,095	0,108	0,108	12,800	42,667	7,919	36,833
	<i>outlet 2</i>	300	0,092	0,092	0,101	0,101	9,300	31,000		

Tabel 6. Rekapitulasi Rata-rata Konsentrasi TSS

Nama Sampel	Rata-Rata Konsentrasi TSS (mg/L)	Efisiensi Penyisihan
<i>Inlet</i>	219	77,4%
<i>Outlet</i>	49,5	



Gambar 3. Grafik Perbandingan Inlet dan Outlet Pengujian TSS

Total Suspended Solids (TSS) mengukur jumlah padatan tersuspensi dalam air limbah, yang dapat menyebabkan kekeruhan air dan menurunkan kualitas air penerima jika tidak diolah dengan baik. Penurunan signifikan dalam konsentrasi TSS dari *inlet* ke *outlet* menunjukkan bahwa sistem pengolahan sangat efektif dalam mengurangi jumlah padatan tersuspensi, dengan rata-rata pengurangan sebesar 161,5 mg/L atau sekitar 77,4%. Nilai TSS yang tinggi pada *inlet* sebesar 219 mg/L bisa disebabkan oleh berbagai aktivitas domestik yang menghasilkan partikel padat, seperti limbah makanan, kertas, dan partikel anorganik. Menurut teori pengujian TSS pada limbah domestik, tingginya konsentrasi TSS pada *inlet* seringkali diakibatkan oleh sisa-sisa aktivitas manusia, termasuk partikel makanan yang tidak terurai, serpihan kertas, dan debu yang tersuspensi dalam air limbah. Padatan tersuspensi ini menyebabkan kekeruhan yang dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air, mengurangi fotosintesis tanaman air, dan mengganggu ekosistem akuatik (Metcalf & Eddy, 2014).

Pendekatan *cross-sectional* dalam analisis ini memungkinkan kita untuk melihat kondisi air limbah pada berbagai waktu pengujian, memberikan pemahaman mengenai variasi konsentrasi TSS dan efektivitas pengolahan sepanjang waktu. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem pengolahan mampu secara konsisten menurunkan TSS hingga di bawah baku mutu yang ditetapkan sebesar 30 mg/L menurut Peraturan Menteri LHK No. 68 tahun 2016. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi pengolahan fisik seperti sedimentasi dan filtrasi bekerja dengan efektif dalam mengurangi jumlah padatan tersuspensi (Sattuang & Mustari, 2020). Tingginya nilai TSS pada *inlet* mencerminkan beban polutan yang cukup besar dari aktivitas domestik sehari-hari. Padatan ini, jika tidak diolah dengan baik, dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan seperti kekeruhan air yang mengurangi kualitas visual dan penetrasi cahaya, menghambat proses fotosintesis di dalam air, serta menciptakan kondisi yang tidak sehat bagi organisme akuatik (Tchobanoglous & Burton, 2003). Namun, penurunan signifikan TSS pada *outlet* menunjukkan bahwa sistem pengolahan yang ada mampu menangani beban ini dengan baik, mengurangi potensi dampak negatif terhadap lingkungan penerima. Efektivitas pengolahan TSS ini menunjukkan bahwa proses fisik seperti sedimentasi, yang memungkinkan partikel padat mengendap sebelum air limbah dialirkan ke proses selanjutnya, serta filtrasi, yang menyaring partikel tersisa, sangat efektif dalam sistem yang diuji. Penggunaan teknologi ini penting dalam memastikan bahwa padatan tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan dapat diminimalisasi sebelum air limbah dilepas ke lingkungan (Judd, 2011).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis terhadap air limbah domestik di Balai X, ditemukan bahwa rata-rata konsentrasi COD menurun dari 86,55 mg/L di inlet menjadi 66,74 mg/L di outlet (penurunan 22,88%), dan konsentrasi TSS menurun dari 219 mg/L menjadi 49,5 mg/L (penurunan 77,4%), di mana kedua parameter ini telah berada di bawah ambang baku mutu yang ditetapkan oleh Permenlhk No. 68 Tahun 2016. Meskipun demikian, peningkatan pengolahan masih diperlukan untuk memastikan kualitas air yang lebih baik. Sebaliknya, konsentrasi amonia menurun dari 153,42 mg/L menjadi 97,95 mg/L (penurunan 36,13%), namun masih jauh di atas ambang batas baku mutu yang ditetapkan, sehingga memerlukan upaya pengolahan yang lebih intensif. Rekomendasi untuk peningkatan mencakup optimasi desain reaktor biologis, penerapan proses nitrifikasi-denitrifikasi, dan penambahan tahap filtrasi dan sedimentasi guna meningkatkan efektivitas pengolahan air limbah secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiatma, D., & Riyadi, A. (2022). Efektivitas Penurunan Kadar Tss, Cod, Bod, Dan Fosfat Menggunakan Metode Kombinasi Fitoremediasi Tanaman Kayu Apu Dengan Filtrasi Karbon Aktif Dan Silika Pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 9(1), 1-10.
- Handayani, S., Nugroho, A., & Wijaya, D. (2020). Pengaruh Kualitas Air Limbah Terhadap Lingkungan Sekitar. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 101-110.
- Judd, S. (2011). *The MBR Book: Principles and Applications of Membrane Bioreactors for Water and Wastewater Treatment* (2th ed.). Oxford: Elsevier.
- Metcalf, & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery* (5th ed., Vol. 1). Boston: McGraw-Hill International Edition.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Purwanto, A. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 45-55.
- Putra, T., Sulistiyani, Raharjo, M., & Suhartono. (2018). Efektivitas Penurunan Kadar Amoniak Dan Kadar Fosfat Di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rsud Sunan Kalijaga Demak. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1), 680-684.
- Sattuang, H., & Mustari, K. (2020). Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Studi Kasus Batikite Resort Jeneponto. *Jurnal Ecosolum*, 9(1), 56-68. doi:10.20956/ecosolum.v9i1.10247
- Setiawan, R., & Kurniawan, T. (2019). Strategi Pengelolaan Air Limbah Domestik di Perkotaan. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 10(1), 45-55.
- Spellman, F. R. (2008). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. Boca Raton: CRC Press. doi:10.1201/9781420075311
- Suparno, N., Pangesti, F., & Ariesmayana, A. (2021). Pengolahan Limbah Domestik Kegiatan Karyawan Di Pt X Tangerang dengan Sistem Biofilter. *Jurnal*, 4(1), 89-103.
- Tchobanoglous, G., & Burton, F. L. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Boston: McGraw-Hill Education.
- Tjahjono, A. (2020). Evaluasi Kualitas Air Limbah Domestik dan Alternatif Pengolahannya. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 14(4), 233-245.
- Yulianto, R., Wicaksono, A., & Hartono, B. (2018). Analisis Dampak Limbah Domestik Terhadap Lingkungan Perkotaan. *Jurnal Ekologi dan Pembangunan*, 7(3), 189-198.