

Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Berdasarkan Parameter pH, Amonia, dan Chemical Oxygen Demand (COD) untuk Evaluasi Lingkungan

Nurul Hafifah^{1*}, Jon Efendi²

¹⁻² Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang

Jln Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

Korespondensi penulis: nurrlhffh@gmail.com^{1*}

Abstract. *This study aims to analyze the quality of domestic wastewater based on three main parameters: pH, ammonia, and Chemical Oxygen Demand (COD). The wastewater samples were collected from an industrial area, chosen for its role as a primary source of domestic waste that can impact environmental quality. The pH was tested using potentiometry, while ammonia and COD concentrations were measured using UV-Vis spectrophotometry, a precise method for analyzing these substances. The results showed that the pH values of the wastewater ranged from 6.68 to 10.28. This variation in pH reflects the acidity or alkalinity of the wastewater, with some samples being neutral to slightly alkaline. The ammonia levels detected ranged from 0.0654 to 0.3849 mg/L. While these levels are within the limits set by regulations, they indicate a significant presence of ammonia in the wastewater, which requires continued monitoring. However, the most striking finding was the COD levels, which ranged from 21.60 to 245.71 mg/L, with some samples showing very high values. High COD levels indicate a large presence of organic matter, which can lead to a decline in water quality. Some samples with COD values exceeding the threshold of domestic wastewater quality standards, as stated in Ministerial Regulation No. 68 of 2016, require additional treatment to reduce organic contamination. Overall, while the pH and ammonia values remain within safe limits, the high COD levels in some samples indicate that further treatment is necessary to reduce organic pollution. This study emphasizes the importance of routine monitoring of domestic wastewater to protect environmental quality and prevent broader negative impacts on aquatic ecosystems and human health.*

Keywords: Ammonia, COD, Domestic wastewater, pH, Spectrophotometry.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air limbah domestik berdasarkan tiga parameter utama, yaitu pH, amonia, dan Chemical Oxygen Demand (COD). Sampel air limbah diambil dari lingkungan industri, yang dipilih karena perannya sebagai sumber utama limbah domestik yang dapat berdampak pada kualitas lingkungan. Metode yang digunakan untuk pengujian pH adalah potensiometri, sementara pengukuran kadar amonia dan COD dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis, yang merupakan teknik yang akurat dalam menganalisis konsentrasi zat-zat tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH air limbah berada dalam rentang 6,68 hingga 10,28. Nilai pH yang bervariasi ini mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan air limbah yang dihasilkan, dengan sebagian sampel berada pada pH netral hingga sedikit basa. Adapun nilai amonia yang terdeteksi berkisar antara 0,0654 hingga 0,3849 mg/L. Meskipun kadar amonia ini masih berada dalam ambang batas yang ditetapkan oleh peraturan, hal ini menunjukkan bahwa kandungan amonia dalam air limbah cukup signifikan dan perlu diawasi lebih lanjut. Namun, yang paling mencolok adalah kadar COD yang terukur antara 21,60 hingga 245,71 mg/L, dengan beberapa sampel menunjukkan nilai yang sangat tinggi. COD yang tinggi mengindikasikan tingginya konsentrasi bahan organik yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Beberapa sampel yang menunjukkan kadar COD lebih tinggi dari ambang batas baku mutu air limbah domestik, sesuai dengan Permen LHK No. 68 Tahun 2016, membutuhkan pengolahan lebih lanjut untuk menurunkan kandungan bahan organik. Secara keseluruhan, meskipun nilai pH dan amonia masih berada dalam batas aman, tingginya kadar COD pada beberapa sampel menandakan bahwa pengolahan tambahan sangat diperlukan untuk mengurangi pencemaran organik. Penelitian ini menunjukkan pentingnya pemantauan rutin terhadap air limbah domestik guna menjaga kualitas lingkungan dan mencegah dampak negatif yang lebih luas terhadap ekosistem perairan dan kesehatan manusia.

Kata kunci: Amonia, COD, Limbah domestik, pH, Spektrofotometri.

1. LATAR BELAKANG

Pembangunan berkelanjutan menjadi landasan utama dalam upaya global mengatasi tantangan lingkungan, sosial, dan ekonomi. Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2015 telah menetapkan Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan, yang mencakup 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB/SDGs). Salah satu tujuan utama dalam agenda tersebut adalah TPB ke-6 yang berbunyi “*Menjamin ketersediaan serta pengelolaan air dan sanitasi yang berkelanjutan untuk semua*”. Tujuan ini menekankan bahwa akses terhadap air bersih dan sanitasi merupakan hak dasar yang esensial bagi kesehatan, kesejahteraan, serta keberlanjutan lingkungan (Moretti et al., 2024). Namun hingga tahun 2020, sebanyak dua miliar orang atau sekitar 26% populasi dunia masih belum memiliki akses terhadap air minum yang aman. Kondisi ini menyebabkan tingginya risiko penularan penyakit yang berasal dari air serta menurunnya kualitas hidup masyarakat (UN-Water Publications, 2021).

Dalam skala nasional maupun lokal, tantangan pengelolaan air tidak hanya terbatas pada ketersediaan air bersih, tetapi juga mencakup kualitas air limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Air limbah domestik, yang berasal dari kegiatan mencuci, mandi, dan penggunaan fasilitas sanitasi, sering kali dianggap tidak seberbahaya limbah industri (Butler et al., 1999). Padahal, dalam skala besar seperti di kawasan permukiman padat, asrama pekerja, maupun institusi pendidikan limbah domestik dapat mengandung senyawa pencemar dalam jumlah signifikan, seperti amonia dan bahan organik. Limbah tersebut memiliki potensi untuk mencemari badan air, menurunkan kadar oksigen terlarut, serta menyebabkan eutrofikasi jika tidak ditangani secara tepat (Li et al., 2011).

Kualitas air limbah domestik di Indonesia juga mengalami perubahan seiring dengan peningkatan standar hidup masyarakat. Di tahun 1990-an, kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah domestik umumnya berada di bawah 600 mg/L dan kandungan amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) kurang dari 50 mg/L. Namun saat ini, konsentrasi amonia dari sumber-sumber domestik menunjukkan peningkatan yang signifikan, bahkan dalam beberapa kasus melebihi 100 mg/L (Li et al., 2011). Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengolahan air limbah yang ada perlu dievaluasi ulang, terutama dalam kaitannya dengan efektivitas pengurangan kandungan amonia dan bahan organik.

Pemerintah Indonesia telah menetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 sebagai standar baku mutu air limbah domestik. Parameter utama yang digunakan dalam regulasi tersebut meliputi pH (6–9), amonia maksimal 10 mg/L, dan COD maksimal 100 mg/L. Ketiga parameter ini penting untuk dipantau karena mewakili karakteristik dasar limbah cair dan menjadi indikator awal dari potensi pencemaran. Nilai pH menunjukkan derajat keasaman air limbah yang dapat mempengaruhi toksisitas senyawa lain

dan proses biologis, amonia merupakan indikator beban nitrogen yang bersifat toksik bagi organisme akuatik sementara COD mencerminkan jumlah total bahan organik yang dapat teroksidasi secara kimia (Damayanti et al., 2024).

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan dan pengendalian pencemaran air, data lapangan mengenai kualitas air limbah domestik sangat dibutuhkan (Aniriani et al., 2022). Namun hingga kini, studi yang mengevaluasi secara langsung parameter-parameter kimia dasar limbah domestik dari lingkungan nyata, khususnya di kawasan non-produksi seperti perumahan pekerja, masih relatif terbatas. Padahal, data tersebut penting untuk dijadikan dasar dalam merancang sistem pengolahan limbah yang efektif dan sesuai dengan karakteristik aktual limbah yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi kualitas air limbah domestik berdasarkan tiga parameter utama, yaitu pH, amonia, dan COD. Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan hasil pengujian dengan baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah, serta memberikan gambaran awal terhadap potensi pencemaran yang dapat timbul dari limbah domestik di lingkungan industri. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi awal dalam pemantauan kualitas limbah dan pengembangan sistem pengelolaan limbah domestik yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dan bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air limbah domestik melalui pengujian tiga parameter utama, yaitu pH, amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), dan Chemical Oxygen Demand (COD). Seluruh pengujian dilakukan pada tanggal 5 Agustus 2024 di Laboratorium Lingkungan PT Inovasi Teknologi Servis, yang berlokasi di Perumahan Taman Duta Mas Blok B.08, Batam Center.

Sampel Pengujian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan air limbah dari salah satu fasilitas domestik milik PT X. Sampel diterima oleh laboratorium dengan kode identifikasi sebagai berikut: ITS 0824-160.1, ITS 0824-160.2, ITS 0824-160.3, ITS 0824-160.4, ITS 0824-160.5, dan ITS 0824-160.6.

Alat

Adapun alat yang digunakan dalam pengujian meliputi pH meter digital beserta perlengkapannya, timbangan analitik, pengaduk gelas atau magnetic stirrer, termometer, gelas kimia, labu ukur, gelas ukur, pipet volumetrik, pipet ukur, botol semprot dan kertas tisu laboratorium digunakan untuk membantu pembersihan serta pembilasan alat selama proses pengujian berlangsung.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi aquades, larutan penyangga pH 4, 7, dan 10, amonium klorida (NH_4Cl), larutan fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), natrium nitroprusida 0,5% ($\text{C}_5\text{FeN}_6\text{Na}_2\text{O}$), larutan pengoksidasi, kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), dan asam sulfat (H_2SO_4).

Prosedur Kerja

a pH

Pengujian pH dilakukan berdasarkan metode SNI 6989.11:2019. Sebelum digunakan, pH meter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan penyangga dengan pH 7, pH 4, dan pH 10. Setelah proses kalibrasi menunjukkan hasil yang sesuai, alat siap digunakan untuk pengukuran. Selanjutnya, elektroda pH meter dibilas sebanyak tiga kali menggunakan aquades (air suling), kemudian dikeringkan dengan tisu laboratorium. Setelah itu, elektroda dicelupkan ke dalam sampel uji hingga nilai yang ditampilkan stabil (Badan Standarisasi Nasional, 2019b).

b Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)

Pengujian amonia dilakukan berdasarkan metode SNI 06-6989.30-2005. Sebanyak 25 mL sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya, ditambahkan 1 mL larutan fenol, 1 mL larutan natrium nitroprusida, dan 2,5 mL larutan pengoksidasi, lalu dihomogenkan. Campuran tersebut kemudian didiamkan selama 1 jam untuk memungkinkan terbentuknya warna kompleks. Setelah itu, larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 640 nm (Badan Standarisasi Nasional, 2005).

c Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengujian COD dilakukan berdasarkan metode SNI 06-6989.2:2009. Sebanyak 2,5 mL sampel ditambahkan dengan 1,5 mL larutan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) dan 3,5 mL asam sulfat pekat (H_2SO_4), kemudian dilakukan proses refluks tertutup selama 2 jam pada suhu 150°C .

Setelah proses digesti selesai, larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Pengukuran ini dilakukan untuk sampel dengan kadar COD di bawah atau sama dengan 90 mg/L (Badan Standarisasi Nasional, 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

pH

Potential Hydrogen (pH) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut (Sulistia et al., 2019). Nilai pH merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi kualitas air limbah, karena berperan sebagai indikator kesesuaian lingkungan bagi aktivitas mikroorganisme dalam sistem pengolahan biologis. Stabilitas pH sangat memengaruhi efisiensi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Hasil pengukuran pH pada sampel air limbah domestik dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pH dengan pH Meter

Nomor ID Sampel	Hasil
ITS 0824-160.1	7,14
ITS 0824-160.2	8,32
ITS 0824-160.3	7,09
ITS 0824-160.4	7,29
ITS 0824-160.5	6,68
ITS 0824-160.6	10,28

Hasil pengukuran pH terhadap air limbah domestik pada tabel 1 menunjukkan bahwa nilai pH dari keenam sampel air limbah domestik berada pada kisaran 6,68 hingga 10,28. Lima dari enam sampel memiliki nilai pH yang masih berada dalam rentang baku mutu limbah domestik sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016. Sampel dengan ID ITS 0824-160.1 hingga ITS 0824-160.5 menunjukkan pH yang relatif netral hingga sedikit basa, yang bisa disebabkan oleh adanya senyawa alkali ringan seperti bikarbonat yang mencerminkan kondisi limbah yang cenderung stabil dan tidak bersifat korosif terhadap lingkungan.

Namun, sampel yaitu ITS 0824-160.6 menunjukkan nilai pH sebesar 10,28, yang berarti melebihi ambang batas yang diperbolehkan. pH yang terlalu tinggi dapat mengindikasikan adanya kontaminasi senyawa bersifat basa kuat, seperti deterjen, desinfektan, atau bahan kimia rumah tangga lainnya. Nilai pH yang ekstrem, baik terlalu rendah maupun terlalu tinggi, dapat mengganggu aktivitas mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah secara biologis serta

berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan apabila dibuang tanpa pengolahan lanjut.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemantauan pH secara rutin perlu dilakukan untuk memastikan konsistensi kualitas limbah domestik, serta mendeteksi kemungkinan fluktuasi pH akibat perubahan komposisi limbah.

Amonia

Amonia (NH_3) merupakan salah satu senyawa nitrogen anorganik yang umum ditemukan dalam air limbah domestik. Senyawa ini berasal dari dekomposisi bahan organik yang mengandung nitrogen, seperti limbah makanan, urin, dan produk pembersih rumah tangga (Azizah et al., 2015). Dalam sistem pengolahan air limbah, amonia menjadi parameter penting karena konsentrasinya mencerminkan tingkat pencemaran organik dan efektivitas proses dekomposisi biologis. Selain itu, amonia dalam bentuk bebas (NH_3) bersifat toksik bagi organisme akuatik, terutama pada kondisi pH tinggi, sehingga pemantauan parameter ini perlu dilakukan secara berkala (Sulistia et al., 2019).

Keberadaan amonia bebas di lingkungan perairan sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu. Pada pH tinggi dan suhu hangat, kesetimbangan spesiasi amonia bergeser ke bentuk NH_3 , yang bersifat lebih toksik dibanding bentuk amonium (NH_4^+). Konsentrasi NH_3 bebas yang melebihi 0,02 mg/L telah dilaporkan dapat menyebabkan gangguan fisiologis pada biota akuatik, termasuk kerusakan sistem pernapasan ikan. Selain toksisitas langsung, amonia juga menyebabkan penurunan oksigen terlarut (DO) melalui proses nitrifikasi, yaitu oksidasi amonia menjadi nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-) oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Proses ini sangat bergantung pada oksigen, sehingga berpotensi menciptakan kondisi hipoksia di lingkungan akuatik (U.S. Environmental Protection Agency, 2013).

akumulasi amonia di badan air dapat memicu eutrofikasi, yaitu peningkatan produktivitas primer akibat tingginya konsentrasi nitrogen anorganik. Eutrofikasi menyebabkan ledakan pertumbuhan alga, penurunan kualitas air, dan pada akhirnya dapat menimbulkan kematian massal organisme akibat kekurangan oksigen saat alga mengalami dekomposisi. Oleh karena itu, amonia tidak hanya menjadi parameter penting dalam evaluasi kualitas limbah, tetapi juga berperan sebagai penentu risiko ekologis yang harus dimonitor secara berkelanjutan, terutama ketika nilai pH air limbah tinggi (Camargo & Alonso, 2006).

Pengujian amonia pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan reaksi fenat. Metode ini melibatkan penambahan larutan fenol dan natrium nitroprusida sebagai pereaksi pembentuk warna, serta larutan pengoksidasi yang terdiri atas campuran hipoklorit dan sitrat alkalin. Dalam kondisi basa, hipoklorit (OCl^-) mengoksidasi

amonía menjadi nitrit (NO_2^-), kemudian bereaksi dengan fenol dan natrium nitroprusida membentuk kompleks berwarna biru yang stabil. Intensitas warna yang terbentuk kemudian diukur pada panjang gelombang 640 nm, dan secara kuantitatif mencerminkan konsentrasi amonia dalam sampel.

Tabel 2. Hasil Pengujian Konsentrasi Amonia dalam Sampel Air Limbah Domestik

Sample ID	Deskripsi	Analyte	Ordinate
BLK		-0.0002 : Exceeded calibration limits.	0.0001
BLP		0.0286	0.0293
QC		0.3812	0.3866
SPIKE		0.4086	0.4144
ITS.0824-160.1A		0.3571	0.3622
ITS.0824-160.1B		0.3571	0.3622
ITS.0824-160.2A		0.3849	0.3904
ITS.0824-160.2B		0.3838	0.3892
ITS.0824-160.3A		0.0654	0.0666
ITS.0824-160.3A		0.0655	0.0666
ITS.0824-160.4A		0.0780	0.1807
ITS.0824-160.4B		0.1781	0.1808
ITS.0824-160.5A		0.0810	0.0823
ITS.0824-160.5B		0.0812	0.0826
ITS.0824-160.6A		0.0526	0.0536
ITS.0824-160.6B		0.0525	0.0535

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2, konsentrasi amonia pada enam sampel air limbah domestik menunjukkan variasi yang cukup signifikan, dengan kisaran nilai antara 0,0536 hingga 0,3904 mg/L. Sampel ITS 0824-160.2 mencatatkan nilai tertinggi, sedangkan ITS 0824-160.6 memiliki nilai terendah. Seluruh nilai tersebut masih berada jauh di bawah ambang batas maksimum 10 mg/L sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016, sehingga secara umum dapat disimpulkan bahwa parameter amonia dalam sampel yang diuji masih memenuhi standar kualitas.

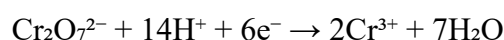
Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan salah satu parameter utama dalam evaluasi kualitas air limbah karena merepresentasikan total kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik reduktif yang terkandung dalam sampel. Pengukuran COD memberikan estimasi terhadap tingkat pencemaran organik dalam air, termasuk senyawa yang tidak dapat terurai secara biologis (Sulistia et al., 2019). Chemical Oxygen Demand (COD) yang tinggi dalam air limbah mencerminkan tingginya beban bahan organik dan senyawa reduktif yang dapat menyebabkan penurunan signifikan pada kadar oksigen terlarut (DO) dalam badan air. Kondisi DO rendah berisiko menyebabkan hipoksia dan kematian massal organisme akuatik seperti ikan dan invertebrata yang sangat bergantung pada oksigen bebas (Nur Indryastuti et al., 2022).

Nilai COD yang tinggi juga sering kali menjadi indikator keberadaan senyawa organik terlarut yang bersifat toksik atau sulit terurai secara biologis, seperti pestisida, pelarut organik, dan logam berat, yang dapat menimbulkan dampak akut maupun kronis terhadap ekosistem akuatik. Parameter ini juga digunakan sebagai indikator penting untuk menilai total beban pencemaran organik, termasuk senyawa yang tidak dapat dimetabolisme secara efisien oleh mikroorganisme (Abu Shmeis, 2018).

Pengujian COD dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.2-2009 menggunakan metode refluks tertutup dengan oksidasi kimia oleh kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dalam lingkungan asam kuat. Reaksi dilakukan dengan mencampurkan 2,5 mL sampel air limbah dengan 1,5 mL digestion solution dan 3,5 mL asam sulfat pekat (H_2SO_4). Digestion solution terdiri atas kalium dikromat sebagai oksidator utama, perak sulfat (Ag_2SO_4) sebagai katalis, dan merkuri(II) sulfat ($HgSO_4$) untuk mengikat ion klorida yang bersifat interferen. Pemanasan dilakukan selama dua jam pada suhu $150\text{ }^{\circ}C$.

Reaksi utama dalam sistem ini sebagai berikut:



Selama proses tersebut, kalium dikromat mengoksidasi bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O , sementara ion Cr^{6+} tereduksi menjadi Cr^{3+} . Perubahan konsentrasi Cr^{6+} diukur secara spektrofotometri dan dikonversi ke dalam nilai COD dalam satuan mg/L.

Tabel 3. Hasil Pengujian COD dalam Sampel Air Limbah Domestik

Sample ID	Deskripsi	Analyte	Ordinate
ITS.0824-160.1A		245.4108	0.0779
ITS.0824-160.1B		245.7111	0.0780
ITS.0824-160.2A		85.7045	0.0288
ITS.0824-160.2B		86.8408	0.0291
ITS.0824-160.3A		48.8640	0.0174
ITS.0824-160.3A		49.0946	0.0175
ITS.0824-160.4A		21.6023	0.0090
ITS.0824-160.4B		23.0050	0.0095
ITS.0824-160.5A		54.0993	0.0190
ITS.0824-160.5B		54.7782	0.0192
ITS.0824-160.6A		26.2229	0.0105
ITS.0824-160.6B		27.2821	0.0108

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai COD bervariasi secara signifikan, berkisar antara 22,30 hingga 245,56 mg/L. Sampel ITS 0824-160.1 mencatatkan nilai tertinggi (245,56 mg/L), yang menunjukkan keberadaan bahan organik dalam jumlah besar, kemungkinan besar berasal dari limbah domestik yang belum melalui proses pengolahan memadai. Sebaliknya, nilai COD terendah terdeteksi pada sampel ITS 0824-160.4 dengan angka 22,30 mg/L, mengindikasikan bahwa beban pencemar organiknya relatif rendah atau sudah mengalami pengolahan awal.

Secara regulatif, seluruh sampel masih berada di bawah batas maksimum 300 mg/L sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016. Namun demikian, nilai COD yang mendekati ambang batas atas perlu diwaspadai, karena menunjukkan potensi pencemaran yang cukup tinggi dan dapat menyebabkan tekanan ekologis terhadap badan air penerima.

Keterkaitan Parameter

Berdasarkan hasil pengujian, terdapat keterkaitan yang erat antara parameter pH, konsentrasi amonia, dan Chemical Oxygen Demand (COD) dalam sampel air limbah yang diuji, yang secara bersama-sama memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi kimia dan tingkat pencemaran air. Nilai pH berperan penting dalam menentukan keasaman atau kebasaan air, yang secara langsung memengaruhi spesiasi dan toksisitas senyawa amonia. Pada

kondisi pH tinggi, amonia lebih dominan dalam bentuk bebas (NH_3) yang bersifat toksik bagi biota akuatik, sedangkan pada pH rendah, ia cenderung berada dalam bentuk amonium (NH_4^+) yang kurang beracun.

Di sisi lain, COD merepresentasikan jumlah total bahan organik dan senyawa reduktif yang membutuhkan oksidasi, yang secara tidak langsung juga dapat dipengaruhi oleh keberadaan amonia, terutama dalam bentuk yang dapat teroksidasi. Variasi nilai COD antar sampel menggambarkan perbedaan tingkat pencemaran organik, di mana nilai tinggi menunjukkan akumulasi bahan pencemar yang memerlukan pengolahan lebih lanjut. Hubungan antara ketiga parameter ini sangat penting dalam mengevaluasi efektivitas sistem pengolahan limbah dan dalam merancang strategi pengelolaan lingkungan yang lebih responsif. Oleh karena itu, pemantauan terpadu terhadap pH, amonia, dan COD diperlukan untuk memastikan bahwa air limbah memenuhi baku mutu lingkungan, sekaligus meminimalkan risiko ekologis serta dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter pH, amonia, dan COD pada sampel air limbah domestik umumnya masih berada dalam batas baku mutu, meskipun beberapa sampel memiliki nilai COD dan pH yang perlu perhatian khusus. Ketiga parameter ini saling terkait dalam menggambarkan tingkat pencemaran dan efektivitas pengolahan limbah. Oleh karena itu, pengawasan rutin dan pengolahan lanjutan direkomendasikan terutama untuk sampel dengan kadar pencemar tinggi. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada informasi sumber sampel dan ruang lingkup parameter uji, sehingga diperlukan studi lanjutan dengan cakupan yang lebih luas dan pendekatan multidisipliner.

DAFTAR REFERENSI

- Abu Shmeis, R. M. (2018). Water chemistry and microbiology. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 81, 1-56. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2018.02.001>
- Aniriani, G. W., Putri, M. S. A., & Nengseh, T. (2022). Efektivitas penambahan moving bed biofilm reactor (MBBR) terhadap kualitas air limbah di instalasi pengolahan air limbah Pondok Pesantren Mahasiswa Universitas Islam Lamongan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(1), 67. <https://doi.org/10.35799/jis.v22i1.35562>
- Azizah, M., Humairoh, M., & Mira, D. (2015). Analisis kadar amonia (NH_3) dalam air sungai Cileungsi. *Vol. 15*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *SNI 06-6989.30-2005 tentang air dan air limbah - Bagian 30: Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat*.

- Badan Standarisasi Nasional. (2019a). *SNI 6989.2:2019 tentang air dan air limbah - Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri*. BSN: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019b). *SNI 6989.11:2019 tentang air dan air limbah - Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter*.
- Butler, D., Friedler, E., Almeida, M. C., Butler, D., & Friedler, E. (1999). Article in *Urban Water*. www.elsevier.com/locate/urbwat
- Camargo, J. A., & Alonso, Á. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environment International*, 32(6), 831-849. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.002>
- Damayanti, I. F., Hapsari, A., Al-Irsyad, M., & Supriyadi, S. (2024). Analisis kualitas limbah cair berdasarkan perbedaan waktu operasional (Studi kasus Hotel X). *Sport Science and Health*, 6(6), 583-598. <https://doi.org/10.17977/um062v6i62024p583-598>
- Li, Y., Guo, A. J., & Zhou, J. (2011). Study of treating high ammonia-N domestic wastewater with CASS process. *Procedia Environmental Sciences*, 11(PART B), 858-863. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2011.12.131>
- Moretti, A., Ivan, H. L., & Skvaril, J. (2024). A review of the state-of-the-art wastewater quality characterization and measurement technologies. Is the shift to real-time monitoring nowadays feasible? *Journal of Water Process Engineering*, 60, 105061. <https://doi.org/10.1016/J.JWPE.2024.105061>
- Nur Indryastuti, D., Iryani, A., & Fathurrahman, M. (2022). Comparison of analysis results of pH, TSS, COD and ammonia in industry wastewater with sparing and SNI methods. *HELIUM: Journal of Science and Applied Chemistry*, 02, 53-57. <https://doi.org/10.33751/helium.v2i2.6342>
- Sulistia, S., Cahaya Septisya, A., Teknologi Lingkungan -BPPT, & Program Studi Analisis Kimia Sekolah Vokasi, P. (2019). Analisis kualitas air limbah domestik perkantoran. *Jurnal Riset Lingkungan*, 12(1), 41-57. <https://doi.org/10.29122/jrl.v12i1.3658>
- UN-Water Publications. (2021). *Summary Progress Update 2021: SDG 6 - water and sanitation for all*. <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-all>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2013). *Aquatic life ambient water quality criteria for ammonia - Freshwater*. <https://www.epa.gov/wqc/aquatic-life-criteria-ammonia>