

ANALISA KADAR AMONIA DAN UJI LOGAM BERAT (Fe dan Mn) PADA AIR LIMBAH DOMESTIK

ANALYSIS OF AMMONIA AND HEAVY METALS (Fe and Mn) IN DOMESTIC WASTEWATER

Tentriati Cahaya, Aman Sentosa Panggabean, Moh. Syaiful Arif*

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

*Corresponding author: mohsyaifularif@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 31 Oktober 2025

ABSTRACT

A study entitled Analysis of Ammonia Levels and Heavy Metals (Fe and Mn) in Domestic Wastewater has been conducted. This research aimed to determine the concentrations of ammonia and heavy metals (Fe and Mn) in domestic wastewater from the drainage channel on Jalan H. M. Ardans (AL 1) and the wastewater treatment plant of PT. LAB (AL 2). Ammonia levels were analyzed using the phenate spectrophotometric method, while heavy metal concentrations (Fe and Mn) were determined using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. Based on the analysis results, ammonia levels were found to be 0.45 mg/L in AL 1 and 0.08 mg/L in AL 2. The concentration of iron (Fe) was 3.17 mg/L in AL 1 and 0.50 mg/L in AL 2. The concentration of manganese (Mn) was 15.07 mg/L in AL 1 and 0.30 mg/L in AL 2. The ammonia levels in both AL 1 and AL 2 complied with the quality standard of 10 mg/L. The Fe concentrations in AL 1 and AL 2 also met the quality standard of 5 mg/L. The Mn level in AL 2 met the quality standard of 2 mg/L, whereas the Mn level in AL 1 exceeded the permissible limit.

Keywords: *ammonia, iron (Fe), domestic wastewater, manganese (Mn)*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang berjudul Analisa Kadar Amonia dan Uji Logam Berat (Fe dan Mn) pada Air Limbah Domestik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar amonia dan logam berat (Fe dan Mn) pada air limbah domestik yang berada di saluran selokan Jalan H. M. Ardans (AL 1) dan air IPAL PT. LAB (AL 2). Dilakukan analisis kadar amonia menggunakan metode spektrofotometri secara fenat dan dilakukan analisis kadar logam (Fe dan Mn) menggunakan metode spektrofotometri Serapan Atom. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperoleh kadar amonia pada AL 1 sebesar 0,45 mg/L dan AL 2 sebesar 0,08 mg/L. Kadar logam besi (Fe) pada AL 1 sebesar 3,17 mg/L dan AL 2 sebesar 0,50 mg/L. Kadar logam mangan (Mn) pada AL 1 sebesar 15,07 mg/L dan AL 2 sebesar 0,30 mg/L. Dari hasil analisis tersebut, kadar amonia pada limbah domestik AL 1 dan AL 2 memenuhi syarat baku mutu yaitu 10 mg/L. Kadar logam besi (Fe) pada limbah domestik AL 1 dan AL 2 memenuhi syarat baku mutu yaitu 5 mg/L. Kadar logam mangan (Mn) pada limbah domestik AL 2 memenuhi syarat baku mutu yaitu 2 mg/L, sedangkan kadar logam mangan (Mn) pada limbah domestik AL 1 tidak memenuhi syarat baku mutu.

Kata kunci: *amonia, logam besi (Fe), limbah domestik, logam mangan (Mn)*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alami yang penting bagi kehidupan manusia dan semua makhluk hidup. Selain memiliki peran penting, air juga dimanfaatkan dalam berbagai sektor, seperti rumah tangga, pertanian, dan industri [1]. Namun, seiring meningkatnya aktivitas manusia, khususnya dari sektor domestik dan industri, kualitas air semakin terancam akibat pencemaran. Permasalahan utama

yang timbul adalah keberadaan senyawa atau unsur berbahaya dalam air, seperti amonia (NH_3), logam besi (Fe), dan mangan (Mn). Ketiga zat ini kerap ditemukan dalam air limbah dan dapat membahayakan kesehatan manusia serta merusak ekosistem perairan apabila kadarnya melebihi ambang batas yang ditetapkan.

Amonia (NH_3) adalah senyawa kimia yang digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan. Senyawa anorganik ini berperan sebagai sumber energi dalam proses nitrifikasi oleh bakteri anaerobik. Dalam air, amonia dapat ditemukan dalam dua bentuk, yaitu amonia tidak terionisasi dan amonia terionisasi. Amonia yang tidak terionisasi bersifat beracun dan dapat mengganggu sistem saraf ikan di perairan, sedangkan amonia terionisasi memiliki tingkat toksisitas yang lebih rendah. Tingkat racun amonia dalam air akan meningkat ketika kadar oksigen terlarut rendah [2].

Besi (Fe) adalah unsur penting yang ditemukan dalam air tanah dan air permukaan. Besi yang berlebihan dapat menimbulkan dampak kesehatan, besi dapat terakumulasi di dalam tubuh melalui penyerapan lewat kulit dan sistem pencernaan, yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan kronis seperti hemokromatosis [3]. Besi dalam air umumnya dapat ditemukan dalam bentuk terlarut sebagai ion Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri), dalam bentuk tersuspensi sebagai partikel koloid dengan ukuran kurang dari 1 μm atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$, serta dapat berikatan dengan zat organik atau padatan anorganik seperti tanah liat [4].

Mangan adalah logam yang banyak ditemukan di kerak bumi dan sering muncul bersamaan dengan besi. Logam ini dapat larut dalam air tanah serta air permukaan dengan kadar oksigen rendah, sehingga konsentrasinya dalam air dapat mencapai batas yang ditetapkan dalam standar kualitas lingkungan. Jika kadar mangan melebihi ambang batas yang diperbolehkan, dapat menimbulkan efek negatif, seperti memberikan rasa serta bau logam yang kurang sedap pada air minum, menimbulkan noda kecoklatan pada pakaian, terutama yang berwarna putih, serta berisiko menyebabkan gangguan pada fungsi hati dan kesehatan secara keseluruhan [5].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan upaya pemantauan dan analisis kualitas air secara berkala melalui pengukuran parameter kimiawi. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis kadar amonia menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan metode fenat, serta analisis kadar logam Fe dan Mn menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui kadar amonia, besi, dan mangan dalam air limbah domestik, serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan standar baku mutu lingkungan. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diperoleh data yang berguna dalam menilai tingkat pencemaran air serta sebagai dasar perencanaan pengelolaan limbah yang lebih baik.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap upaya pelestarian lingkungan, khususnya dalam pemantauan kualitas air limbah domestik. Hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi instansi terkait dalam mengevaluasi sistem pengolahan air limbah yang sudah ada dan merancang kebijakan pengelolaan yang lebih efektif dan berkelanjutan. Selain itu, kegiatan ini juga memperkuat pemahaman mahasiswa terhadap penerapan metode analisis kimia.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

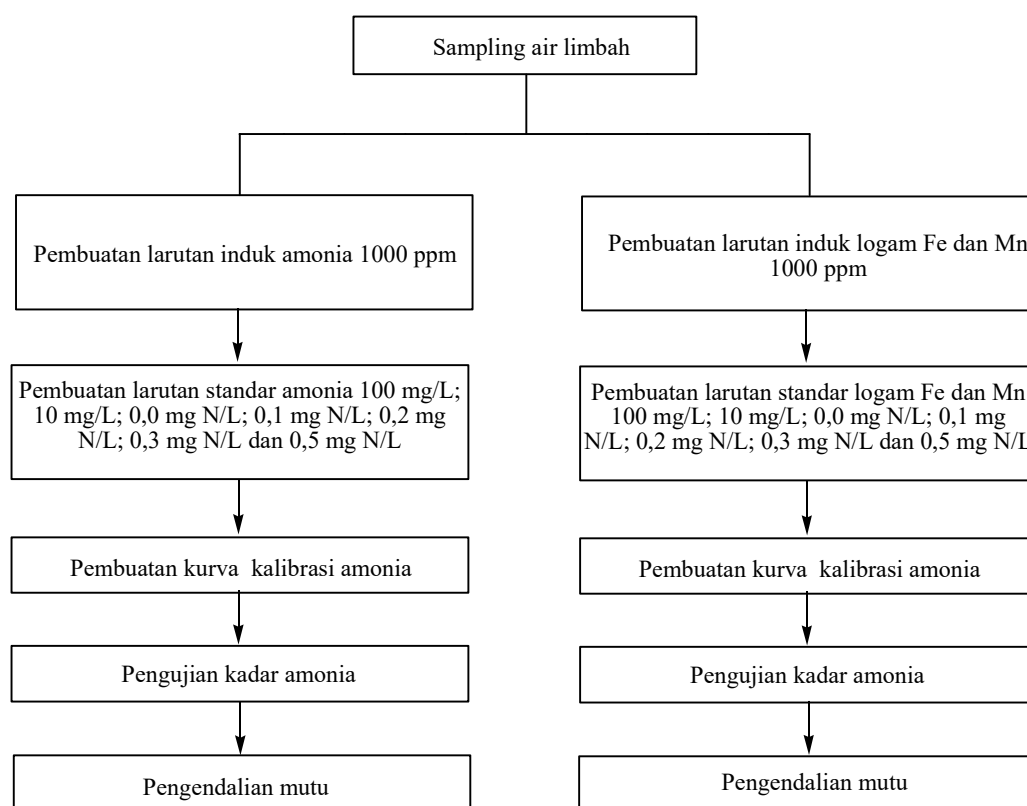
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, alat pelindung diri (topi pengaman, sarung tangan lateks, baju lapangan, masker, baju pelampung, sepatu *safety*), *thermometer*, kotak pendingin, botol semprot, alat dokumentasi (kamera *handphone*), alat tulis, botol sampel, *stopwatch*, pH meter, ember, GPS, spektrofotometer UV-Vis, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), kuvet dengan panjang lintasan (*path length*) minimal 2,5 cm, pipet volumetrik 1,0 mL; 2,0 mL; 3,0 mL; 5,0 mL; 25 mL, pipet ukur 5 mL; 10 mL; 100 mL, timbangan analitik, labu ukur 25 mL; 100 mL, alat pengukur waktu, gelas beaker, botol semprot, bulb, erlenmeyer 50 mL.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, *aquadest*, amonium klorida (NH_4Cl), larutan kerja amonia 10 mg N/L; 0,6 mg N/L; 0,4 mg N/L; 0,2 mg N/L; 0,1 mg N/L, larutan fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), natrium nitroprusida ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$) 0,5%, natrium hipoklorit (NaClO) 5%, larutan alkalin sitrat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7$), aluminium foil, asam nitrat pekat (HNO_3), larutan induk logam besi (Fe) 1.000 mg/L, larutan baku logam besi (Fe) 100 mg/L dan 10 mg/L, larutan kerja logam besi (Fe) 0,3 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L, gas nitrous oxide (N_2O), larutan induk logam mangan (Mn) 1.000 mg/L, larutan baku logam mangan (Mn) 100 mg/L, larutan kerja logam mangan (Mn) 0,5 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L; 3 mg/L, serta gas asetilena (C_2H_2).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental yang dilaksanakan di PT. Laboratorindo Alam Bestari. Pada Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Rancangan Penelitian

Sampling Sampel Air

Disiapkan alat dan bahan pengambil contoh uji. Diambil sampel air limbah domestik di saluran selokan Jalan H. M. Ardans (AL 1) dan sampel air IPAL PT. LAB (AL2) menggunakan ember. Kemudian, bilas wadah sampel sebanyak tiga kali dengan sampel. Dimasukkan sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) dan air IPAL (AL 2) ke dalam wadah sampel. Dilakukan pengukuran parameter fisik di lokasi, meliputi suhu sampel, suhu udara di sekitar lokasi, serta pH sampel. Diberi label pada wadah sampel dan disimpan dalam kotak pendingin guna menjaga kestabilan kondisi sampel. Seluruh tahapan kegiatan pengambilan sampel dicatat dan dilaporkan secara lengkap dalam formulir rekaman data lapangan.

Analisa Kadar Amonia (SNI 06-6989.30-2005)

Pembuatan Larutan Induk Amonia 1000 Mg N/L

Larutkan 3,819 g amonium klorida (telah dikeringkan pada suhu 100°C) dalam labu ukur 1000 mL, dan encerkan dengan air suling sampai tanda tera kemudian dihomogenkan.

Pembuatan Larutan Baku Amonia

Pipet 10 mL larutan induk amonia 1000 mg N/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan. Diperoleh larutan baku ammonia 100 mg N/L. Kemudian, pipet 10 mL larutan baku amonia 100 mg N/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan. Diperoleh larutan baku ammonia 100 mg N/L.

Pembuatan Larutan Kerja Amonia

Pipet 0 mL; 1 mL; 2 mL; 4 mL; dan 6 mL larutan baku amonia 10 mg N/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera sehingga diperoleh kadar amonia 0,0 mg N/L; 0,1 mg N/L; 0,2 mg N/L; 0,3 mg N/L dan 0,5 mg N/L.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Optimalkan alat spektrofotometer sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar amonia. Pipet 25 mL larutan kerja dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer. Lalu, tambahkan 1 mL larutan fenol dan dihomogenkan. Kemudian, tambahkan 1 mL natrium nitroprusid dan dihomogenkan. Setelah itu, tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan. Ditutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film dan biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna. Lalu, masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm. Buat kurva kalibrasi dari data yang diperoleh dan tentukan persamaan garis lurusnya.

Prosedur Pengujian

Pipet 25 mL contoh uji masukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL. Lalu, tambahkan 1 mL larutan fenol dan dihomogenkan. Kemudian, tambahkan 1 mL natrium nitroprusid dan dihomogenkan. Setelah itu, tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan. Ditutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film dan biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna. Lalu, masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm.

Analisa Kadar Logam (Fe dan Mn) (SNI 6989.84:2019)

Pembuatan Larutan Baku Logam Besi (Fe)

Pipet 10 mL larutan induk logam besi (Fe) 1.000 mg/L, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, tepatkan dengan larutan pengencer sampai tepat tanda tera dan homogenkan. Diperoleh larutan baku logam 100 mg/L. Kemudian, pipet 10 mL larutan baku logam besi (Fe) 100 mg/L, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, tepatkan dengan larutan pengencer sampai tepat tanda tera dan homogenkan. Diperoleh larutan baku logam besi (Fe) 10 mg/L.

Pembuatan Larutan Kerja Logam Besi (Fe)

Pipet 0 mL; 3 mL; 5 mL; 10 mL; dan 20 mL larutan baku logam besi (Fe) 10 mg/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tanda tera sehingga diperoleh kadar larutan kerja logam besi (Fe) 0,0 mg/L; 0,3 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L dan 2 mg/L.

Pembuatan Larutan Baku Logam Mangan (Mn)

Pipet 10 mL larutan induk logam mangan (Mn) 1.000 mg/L, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, tepatkan dengan larutan pengencer sampai tepat tanda tera dan homogenkan. Diperoleh larutan baku logam mangan (Mn) 100 mg/L. Kemudian, pipet 10 mL larutan baku logam mangan (Mn) 100 mg/L, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, tepatkan dengan larutan pengencer sampai tepat tanda tera dan homogenkan. Diperoleh larutan baku logam mangan (Mn) 10 mg/L.

Pembuatan Larutan Kerja Logam Mangan (Mn)

Pipet 0 mL; 5 mL; 10 mL; 20 mL; dan 30 mL larutan baku logam mangan (Mn) 10 mg/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tanda tera

sehingga diperoleh kadar larutan kerja logam mangan (Mn) 0,0 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L dan 3 mg/L.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Operasikan alat dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat (*cookbook*) untuk pengukuran logam tertentu. Aspirasikan larutan blanko ke dalam SSA-nyala kemudian atur serapan hingga nol. Aspirasikan larutan kerja satu persatu ke dalam SSA-nyala, lalu ukur serapannya pada panjang gelombang logam tertentu sesuai dengan parameter logam yang dianalisis. Lakukan pembilasan pada selang aspirator dengan larutan pengencer. Buat kurva kalibrasi dari data yang diperoleh dan tentukan persamaan garis lurus. Jika, koefisien korelasi regresi linier (r) < 0,995, periksa kondisi alat dan ulangi hingga diperoleh nilai koefisien (r) \geq 0,995.

Prosedur Pengujian

Aspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan ukur serapannya pada panjang gelombang logam tertentu. Bila hasil serapan lebih besar dari kisaran kadar optimum, lakukan pengenceran. Catat hasil pengukuran dan laporkan hasil pengujian.

Perhitungan

$$\text{Kadar Amonia dan Logam (mg /L)} = C \times fp$$

Keterangan:

C = kadar yang didapat dari hasil pengukuran (mg/L)

Fp = faktor pengenceran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di saluran selokan Jalan H. M. Ardans (AL 1) dan air IPAL PT. LAB (AL 2) pada tanggal 4 April 2025. Disiapkan alat dan bahan terlebih dahulu dan pastikan alat berada dalam kondisi baik. Peralatan yang digunakan saat pengambilan sampel meliputi APD (topi pengaman (*safety helmet*), sarung tangan lateks, baju lapangan, masker, baju pelampung, dan sepatu *safety*), *thermometer*, kotak pendingin, botol semprot, alat dokumentasi (kamera handphone), alat tulis, botol sampel, *stopwatch*, pH meter, ember, dan GPS.

Proses pengambilan sampel air saluran selokan (AL 1) dan air IPAL PT. LAB (AL 2) dilakukan menggunakan ember yang bebas kontaminan terkontaminasi. Dibilas alat termometer dan pH-meter terlebih dahulu guna mencegah kontaminasi. Diukur suhu air sampel serta suhu udara di sekitar lokasi menggunakan termometer, dan dilakukan pengukuran pH sampel dengan pH-meter. Dicatat informasi lapangan seperti waktu dan koordinat lokasi pengambilan sampel dengan lengkap. Hasil pengukuran dicantumkan dalam Tabel 1. Dibilas botol sampel menggunakan air sampel sebanyak 3 kali dan dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah disiapkan. Dilakukan pengawetan pada sampel berdasarkan standar SNI 6989.84:2019. yaitu, untuk parameter pengujian logam terlarut diasamkan dengan HNO₃ hingga pH < 2. Pada pengawetan pengujian parameter amonia dilakukan penambahan H₂SO₄ hingga pH < 2. Lalu disimpan pada suhu \leq 6 °C sesuai dengan standar SNI 8990-2021. Selanjutnya, sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian laboratorium.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Parameter Lapangan

No	Kode Sampel	Suhu (°C)		pH
		Air	Udara	
1.	AL 1	28	30	6,62
2.	AL 2	28	31	6,80

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI nomor: P.68/MENLHK-SETJEN/2016, ketentuan baku mutu pH air limbah domestik adalah maksimal sebesar 6-9. Dan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014

Lampiran XLVII, ketentuan baku mutu pH air limbah domestik adalah maksimal sebesar 6-9, sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel air limbah domestik AL 1 dan AL 2 memenuhi baku mutu karena pH berada dibawah baku mutu yang ditetapkan.

Amonia

Kurva Kalibrasi Amonia

Pembuatan kurva kalibrasi amonia bertujuan untuk mengetahui hubungan antara nilai absorbansi dan konsentrasi amonia dalam sampel, sehingga konsentrasi amonia dapat dihitung secara akurat. Dalam pengujian ini, kurva kalibrasi dibuat berdasarkan SNI 06-6989.30-2005. Kurva kalibrasi amonia dibuat dengan menggunakan larutan blanko dan 4 larutan standar amonia dengan konsentrasi berbeda, yaitu 0,0 mg/L; 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; dan 0,6 mg/L. Mula-mula, dipipet 25 mL larutan kerja dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer. Lalu, tambahkan 1 mL larutan fenol dan dihomogenkan. Kemudian, tambahkan 1 mL natrium nitroprusid dan dihomogenkan. Setelah itu, tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan. Ditutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film dan biarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna. Lalu, diukur nilai absorbansi dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm. Diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 2. Absorbansi Larutan Standar

No.	Sampel	Absorbansi (λ)	Konsentrasi (mg/L)
1	Standar 1	0.000	0.000
2	Standar 2	0.090	0.100
3	Standar 3	0.180	0.200
4	Standar 4	0.357	0.400
5	Standar 5	0.527	0.600
<i>Intercept</i>		0,0022	
<i>Slope</i>		0,8791	

Adapun kurva kalibrasi amonia berdasarkan data diatas yaitu:



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Amonia

Berdasarkan kurva kalibrasi yang diperoleh, sumbu x adalah konsentrasi (mg/L), sementara sumbu y adalah absorbansi (λ). Diperoleh hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, yaitu semakin besar nilai absorbansi yang diperoleh, maka konsentrasi yang diperoleh juga besar. Hubungan ini dinyatakan dalam persamaan garis lurus $y = 0,8791x + 0,0022$, dengan nilai koefisien R^2 sebesar 0,9999 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9999. Adapun syarat pengendalian mutu nilai koefisien korelasi (r) berdasarkan ketentuan SNI 06-6989.30-2005 adalah lebih besar atau sama dengan 0,97

dan nilai intersepsi lebih kecil atau sama dengan batas deteksi, maka kurva kalibrasi yang diperoleh memenuhi syarat dan layak digunakan dalam analisis kadar amonia menggunakan metode fenat.

Analisis Kadar Amonia

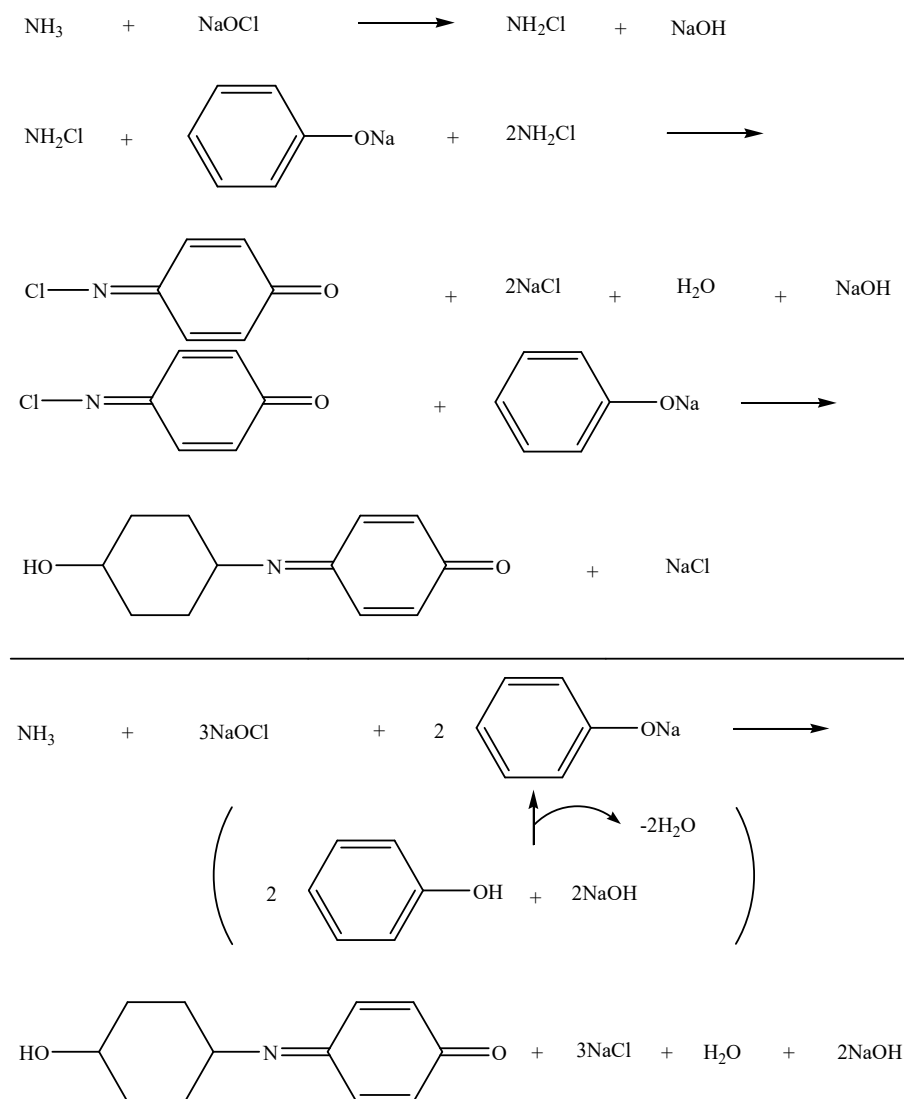
Pengujian kadar amonia dengan spektrofotometer UV-*Vis* dengan metode fenat dilaksanakan di PT. Laboratorindo Alam Bestari. Prinsip dari metode ini didasarkan pada reaksi amonia dalam sampel uji dengan hipoklorit dan fenol, yang dikatalisis oleh natrium nitroprusida, menghasilkan senyawa kompleks berwarna biru indofenol. Metode uji ini digunakan untuk penentuan kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat dalam contoh air dan air limbah pada kisaran kadar 0,1 mg/L sampai dengan 0,6 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$ pada panjang gelombang 640 nm.

Pada pengujian ini digunakan sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) dan air IPAL PT. LAB (AL 2). Dipipet 25 mL air limbah dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer. Lalu, tambahkan 1 mL larutan fenol dan dihomogenkan. Fenol berfungsi sebagai pereaksi pembentuk kompleks dengan amonia. Kemudian, tambahkan 1 mL natrium nitroprusid dan dihomogenkan. Natrium nitroprusid berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi pembentukan senyawa indofenol. Setelah itu, tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan. Larutan pengoksidasi berfungsi untuk mengoksidasi amonia menjadi amina klorida ($\text{NH}_2\text{-Cl}$). Larutan pengoksidasi dibuat dari campuran larutan alkali sitrat dan larutan natrium hipoklorit dengan perbandingan 4:1. Ditutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film dan biarkan selama 1 jam untuk memberikan waktu bagi reaktan dapat bereaksi. Pada reaksi tersebut amonia yang terkandung dalam sampel akan bereaksi dengan natrium hipoklorit yang berasal dari larutan pengoksidasi membentuk senyawa amina klorida ($\text{NH}_2\text{-Cl}$) yang akan bereaksi dengan reagen fenol membentuk senyawa monoklor kuinon, selanjutnya monoklor kuinon akan bereaksi kembali dengan sisa reagen fenol membentuk senyawa indofenol yang berwarna biru yang akan dideteksi menggunakan spektrofotometer UV-*Vis* pada panjang gelombang 640 nm [6]. Adapun reaksinya disajikan pada **Gambar 3**. Adapun hasil analisa kadar amonia pada sampel, yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Analisa Kadar Amonia

No.	Sampel	Absorbansi (λ)	Fp	Konsentrasi (mg/L)	Rerata (mg/L)	% RPD	% R
1	Blanko	0	1	0			
2	AL 1 (simplo)	0.396	1	0.45			
3	AL 1 (duplo)	0.396	1	0.45	0.45	0	89
4	AL 2	0.071	1	0.08			
5	AL 2 <i>spike</i>	0.149	1	0.17			

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kadar amonia AL 1 (simplo) sebesar 0.45 mg/L, AL 1 (duplo) sebesar 0.45 mg/L dengan rata-rata kadar amonia AL 1 adalah 0.45 mg/L. Diperoleh kadar amonia pada AL 2 sebesar 0.08 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI nomor: P.68/MENLHK-SETJEN/2016, ketentuan baku mutu untuk air limbah domestik adalah maksimal sebesar 10 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar amonia AL 1 dan AL 2 memenuhi syarat baku mutu karena berada dibawah standar baku yang ditetapkan.



Gambar 3. Mekanisme Pembentukan Senyawa Indofenol.

Logam Berat (Fe dan Mn)

Kurva Kalibrasi Analisis Kadar Logam (Fe dan Mn)

Kurva Kalibrasi Analisis Kadar Logam Besi (Fe)

Pembuatan kurva kalibrasi kadar logam besi (Fe) bertujuan untuk mengetahui hubungan antara nilai absorbansi dan konsentrasi amonia dalam sampel, sehingga konsentrasi amonia dapat dihitung secara akurat. Dalam pengujian ini, kurva kalibrasi dibuat berdasarkan SNI 6989.84:2019. Kurva kalibrasi logam besi (Fe) dibuat dengan menggunakan larutan blanko dan 4 larutan standar logam besi (Fe) dengan konsentrasi berbeda, yaitu 0,0 mg/L; 0,3 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L; dan 2 mg/L. Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengencerkan larutan induk logam besi (Fe) 1.000 mg/L ke larutan baku logam 100 mg/L dalam 100 mL. Kemudian, diencerkan kembali menjadi larutan baku logam besi (Fe) 10 mg/L dalam 100 mL. Lalu, Pipet 0 mL; 3 mL; 5 mL; 10 mL; dan 20 mL larutan baku logam besi (Fe) 10 mg/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tanda tera sehingga diperoleh kadar larutan kerja logam besi (Fe) 0,0 mg/L; 0,3 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L dan 2 mg/L. Setelah itu, di ukur menggunakan alat spektrofotometri serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 248,3 nm. Diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Absorbansi Larutan Standar

No.	Sampel	Absorbansi (λ)	Konsentrasi (mg/L)
1	Standar 1	0.0018	0.0000
2	Standar 2	0.0322	0.3000
3	Standar 3	0.0471	0.5000
4	Standar 4	0.0932	1.0000
5	Standar 5	0.1944	2.0000
<i>Intercept</i>		0,0009	
<i>Slope</i>		0,0958	

Adapun kurva kalibrasi logam besi (Fe) berdasarkan data diatas yaitu:



Gambar 4. Kurva Kalibrasi Logam Besi (Fe)

Berdasarkan kurva kalibrasi yang diperoleh, sumbu x adalah konsentrasi (mg/L), sementara sumbu y adalah absorbansi (λ). Diperoleh hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, yaitu semakin besar nilai absorbansi yang diperoleh, maka konsentrasi yang diperoleh juga besar. Hubungan ini dinyatakan dalam persamaan garis lurus $y = 0,0958x + 0,0009$, dengan nilai koefisien R^2 sebesar 0,9988 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9993. Adapun syarat pengendalian mutu nilai koefisien korelasi (r) berdasarkan ketentuan SNI 6989.84:2019 adalah lebih besar atau sama dengan 0,995. Sehingga, kurva kalibrasi yang diperoleh memenuhi syarat dan layak digunakan dalam analisis kadar logam besi (Fe) menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA).

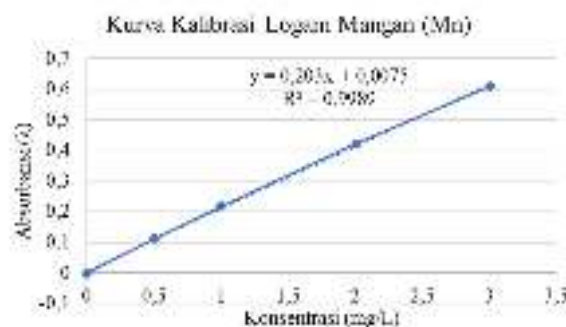
Kurva Kalibrasi Analisis Kadar Logam Mangan (Mn)

Pembuatan kurva kalibrasi kadar logam mangan (Mn) bertujuan untuk mengetahui hubungan antara nilai absorbansi dan konsentrasi amonia dalam sampel, sehingga konsentrasi amonia dapat dihitung secara akurat. Dalam pengujian ini, kurva kalibrasi dibuat berdasarkan SNI 6989.84:2019. Kurva kalibrasi logam mangan (Mn) dibuat dengan menggunakan larutan blanko dan 4 larutan standar logam mangan (Mn) dengan konsentrasi berbeda, yaitu 0,0 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L; dan 3 mg/L. Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengencerkan larutan induk logam mangan (Mn) 1.000 mg/L ke larutan baku logam 100 mg/L dalam 100 mL. Kemudian, diencerkan kembali menjadi larutan baku logam besi (Fe) 10 mg/L dalam 100 mL. Lalu, Pipet 0 mL; 5 mL; 10 mL; 20 mL; dan 30 mL larutan baku logam mangan (Mn) 10 mg/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Tambahkan air suling sampai tanda tera sehingga diperoleh kadar larutan kerja logam mangan (Mn) 0,0 mg/L; 0,3 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L dan 2 mg/L. Setelah itu, di ukur menggunakan alat spektrofotometri serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 279,5 nm. Diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5. Absorbansi Larutan Standar

No.	Sampel	Absorbansi (λ)	Konsentrasi (mg/L)
1	Standar 1	-0.0012	0.0000
2	Standar 2	0.1106	0.5000
3	Standar 3	0.2174	1.0000
4	Standar 4	0.4214	2.0000
5	Standar 5	0.6085	3.0000
<i>Intercept</i>		0,0075	
<i>Slope</i>		0,203	

Adapun kurva kalibrasi logam mangan (Mn) berdasarkan data diatas yaitu:



Gambar 5. Kurva Kalibrasi Logam Mangan (Mn)

Berdasarkan kurva kalibrasi yang diperoleh, sumbu x adalah konsentrasi (mg/L), sementara sumbu y adalah absorbansi (λ). Diperoleh hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, yaitu semakin besar nilai absorbansi yang diperoleh, maka konsentrasi yang diperoleh juga besar. Hubungan ini dinyatakan dalam persamaan garis lurus $y = 0,203x + 0,0075$, dengan nilai koefisien R^2 sebesar 0,9989 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9994. Adapun syarat pengendalian mutu nilai koefisien korelasi (r) berdasarkan ketentuan SNI 6989.84:2019 adalah lebih besar atau sama dengan 0,995. Sehingga, kurva kalibrasi yang diperoleh memenuhi syarat dan layak digunakan dalam analisis kadar logam besi (Fe) menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA).

Analisis Kadar Logam (Fe dan Mn)

Analisis Kadar Logam Besi (Fe)

Pengujian analisis kadar logam besi (Fe) dengan dilaksanakan di PT. Laboratorindo Alam Bestari. Analisis kadar logam besi (Fe) dilakukan berdasarkan pada prinsip analit logam tertentu diatomisasi dalam nyala udara-asetilen diubah menjadi bentuk atomnya yang menyerap energi radiasi elektromagnetik dari lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*). Besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit.

Pada pengujian ini digunakan sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) dan air IPAL PT. LAB (AL 2). Pengujian ini dilakukan dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala berdasarkan SNI6989.84:2019. Pengujian ini dilakukan dengan cara mendestruksi sampel yang telah disaring menggunakan $\text{HNO}_3(\text{p})$. Kemudian, sampel diuji menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala pada panjang gelombang 248.3 nm. Adapun hasil analisa kadar logam besi (Fe) pada sampel, yaitu sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Analisa Kadar Logam Besi (Fe)

No.	Sampel	Absorbansi (λ)	Fp	Konsentrasi (mg/L)	Rerata (mg/L)	% RPD	% R
1	Blanko	0.0043	1	0.04	3.17	0.66	92
2	AL 1 (simplo)	0.0315	10	3.16			
3	AL 1 (duplo)	0.0317	10	3.18			
4	AL 1 <i>spike</i>	0.0580	10	5.93			
5	AL 2	0.0522	1	0.50			

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kadar logam besi (Fe) AL 1 (simplo) sebesar 3.16 mg/L, AL 1 (duplo) sebesar 3.18 mg/L dengan rata-rata kadar logam besi (Fe) AL 1 adalah 3.17 mg/L. Diperoleh kadar besi (Fe) pada AL 2 sebesar 0.50 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Lampiran XLVII kadar logam besi (Fe) terlarut golongan I adalah maksimal sebesar 5 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar logam besi (Fe) AL 1 dan AL 2 memenuhi syarat baku mutu karena berada dibawah standar baku yang ditetapkan.

Analisis Kadar Logam Mangan (Mn)

Pengujian analisis kadar logam mangan (Mn) dilaksanakan di PT. Laboratorindo Alam Bestari. Analisis kadar logam mangan (Mn) dilakukan berdasarkan pada prinsip analit logam tertentu diatomisasi dalam nyala udara-asetilen diubah menjadi bentuk atomnya yang menyerap energi radiasi elektromagnetik dari lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*). Besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit.

Pada pengujian ini digunakan sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) dan air IPAL PT. LAB (AL 2). Pengujian ini dilakukan dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala berdasarkan SNI 6989.84:2019. Pengujian ini dilakukan dengan cara mendestruksi sampel yang telah disaring menggunakan $\text{HNO}_3(\text{p})$. Kemudian, sampel diuji menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala pada panjang gelombang 279,5 nm. Adapun hasil analisa kadar logam mangan (Mn) pada sampel, yaitu sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Analisa Kadar Logam Mangan (Mn)

No.	Sampel	Absorbansi (λ)	Fp	Konsentrasi (mg/L)	Rerata (mg/L)	% RPD	% R
1	Blanko	-0.0018	1	-0.05	15.07	0.94	98
2	AL 1 (simplo)	0.3148	10	15.14			
3	AL 1 (duplo)	0.3119	10	15.00			
4	AL 1 <i>spike</i>	0.3332	10	16.05			
5	AL 2	0.0678	1	0.30			

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kadar logam mangan (Mn) AL 1 (simplo) sebesar 15,14 mg/L, AL 1 (duplo) sebesar 15.00 mg/L dengan rata-rata kadar logam mangan (Mn) AL 1 adalah 15.07 mg/L. Diperoleh kadar logam mangan (Mn) pada AL 2 sebesar 0.30 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 lampiran XLVII kadar logam mangan (Mn) terlarut golongan I adalah maksimal sebesar 2 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar logam mangan (Mn) AL 1 tidak memenuhi syarat baku mutu karena berada diatas standar baku yang ditetapkan. Sedangkan, kadar logam mangan (Mn) AL 2 memenuhi syarat baku mutu karena berada dibawah standar baku yang ditetapkan.

Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu laboratorium merupakan upaya yang dilakukan untuk memastikan bahwa hasil pengujian memiliki tingkat ketelitian (presisi) dan ketepatan (akurasi) yang baik [7]. Presisi menggambarkan seberapa dekat hasil uji yang diperoleh dalam kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Presisi ini dapat diartikan sebagai keterulangan (*repeatability*) atau ketertiruan (*reproducibility*) [8]. Nilai presisi dinyatakan dalam %RPD, %RPD (*Relative Percent Difference*) adalah metode analisis duplikat yang digunakan untuk mengukur variasi hasil pengujian dari sampel yang sama dalam waktu singkat menggunakan metode dan alat yang sama [9]. Akurasi merupakan ukuran kedekatan antara hasil pengujian dengan nilai sebenarnya dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase *Recovery* (% *Recovery*). Pengujian ini dilakukan dengan menambahkan larutan standar ke dalam sampel (*spike*) pada satu konsentrasi tertentu [10].

Berdasarkan SNI 06-6989.30-2005 dalam pengujian amonia perlu dilakukannya pengendalian mutu pada kontrol akurasi dan kontrol presisi dengan batas keberterimaan pada kontrol presisi adalah $\leq 5\%$ dan kontrol akurasi dengan analisis *spike matrix* adalah 85 – 115 %. Pada hasil pengujian amonia ini, diperoleh nilai %RPD sebesar 0% dan pada pengujian kontrol akurasi dengan metode *spike* didapatkan % *Recovery* sebesar 89%, pada metode *spike* ini digunakan larutan kerja amonia dengan konsentrasi 5 ppm sebanyak 0,5 mL. Kemudian, ditambahkan dengan sampel sebesar 24,5 mL. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa data pengujian tersebut baik dari segi akurasi serta presisi dan dapat digunakan dalam pelaporan.

Berdasarkan SNI 6989.84:2019 dalam pengujian kadar logam besi (Fe) perlu dilakukannya pengendalian mutu pada kontrol akurasi dan kontrol presisi dengan batas keberterimaan pada kontrol presisi adalah $\leq 10\%$ dan kontrol akurasi dengan analisis *spike matrix* adalah 85 – 115 %. Pada hasil pengujian amonia ini, diperoleh nilai %RPD sebesar 0.65% dan pada pengujian kontrol akurasi dengan metode *spike* didapatkan % *Recovery* sebesar 92%, pada metode *spike* ini digunakan larutan kerja logam besi (Fe) dengan konsentrasi 30 ppm sebanyak 1 mL. Kemudian, ditambahkan dengan sampel sebesar 99 mL. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa data pengujian tersebut baik dari segi akurasi serta presisi dan dapat digunakan dalam pelaporan.

Berdasarkan SNI 6989.84:2019 dalam pengujian kadar logam mangan (Mn) perlu dilakukannya pengendalian mutu pada kontrol akurasi dan kontrol presisi dengan batas keberterimaan pada kontrol presisi adalah $\leq 10\%$ dan kontrol akurasi dengan analisis *spike matrix* adalah 85 – 115 %. Pada hasil pengujian amonia ini, diperoleh nilai %RPD sebesar 0.94% dan pada pengujian kontrol akurasi dengan metode *spike* didapatkan % *Recovery* sebesar 98%, pada metode *spike* ini digunakan larutan kerja logam mangan (Mn) dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 1 mL. Kemudian, ditambahkan dengan sampel sebesar 99 mL. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa data pengujian tersebut baik dari segi akurasi serta presisi dan dapat digunakan dalam pelaporan.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil kadar amonia pada sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) sebesar 0,45 mg/L dan air IPAL PT. LAB (AL 2) sebesar 0,08 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/MENLHK-SETJEN/2016, batas maksimal baku mutu amonia dalam air limbah domestik adalah sebesar 10 mg/L. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kadar amonia pada sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) dan air IPAL PT. LAB (AL 2) memenuhi syarat baku mutu karena berada di bawah ambang batas yang telah ditetapkan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil kadar logam besi (Fe) pada sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) sebesar 3,17 mg/L dan air IPAL PT. LAB (AL 2) sebesar 0,50 mg/L. Diperoleh hasil kadar logam mangan (Mn) pada sampel air limbah domestik dari saluran selokan (AL 1) sebesar 15,07 mg/L dan air IPAL PT. LAB (AL 2) sebesar 0,30 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Lampiran XLVII, baku mutu untuk logam besi (Fe) terlarut golongan I adalah maksimal 5 mg/L, sedangkan untuk logam mangan

(Mn) adalah maksimal 2 mg/L. Berdasarkan acuan tersebut, kadar logam besi (Fe) dan mangan (Mn) pada sampel air limbah domestik dari IPAL PT. LAB (AL 2) memenuhi baku mutu karena berada di bawah ambang batas yang telah ditetapkan. Kadar logam besi (Fe) pada sampel air limbah dari saluran selokan (AL 1) juga memenuhi baku mutu. Sementara itu, kadar logam mangan (Mn) pada sampel tersebut tidak memenuhi baku mutu karena melebihi ambang batas yang ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan terima kasih penulis sampaikan kepada pengelola Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman serta PT. Laboratorindo Alam Bestari atas dukungan dan bantuan yang diberikan dalam menunjang kelancaran proses penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rohana, H., Maemunah, I., & Sonjaya, Y. (2023). Pengaruh ekstrak daun *Ipomoea batatas* L. sebagai flokulan Fe dalam pengolahan air. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(1), 60. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i1.83449>.
- [2] Widyayanti, O. A., Inayah, M. N., Marwati, E., & Pratiwi, M. I. N. (2023). Deteksi kadar amonia (NH₃) pada air limbah domestik di Rumah Makan Ajibarang Purwokerto. *Corona: Jurnal Ilmu Kesehatan Umum, Psikologi, Keperawatan dan Kebidanan*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61132/corona.v1i2.662>.
- [3] Bangun, H. A., Sitorus, M. E. J., Manurung, K., & Ananda, Y. R. (2022). Penurunan kadar besi (Fe) dengan metode aerasi-filtrasi pada air sumur bor masyarakat Jalan Setia Budi Kelurahan Tanjung Rejo. *Human Care Journal*, 7(2), 450. <https://doi.org/10.32883/hcj.v7i2.1759>.
- [4] Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Studi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan saringan keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36–44.
- [5] Awliahasanah, R., Falah, R. H., & Rahmi, N. (2021). Analisis risiko kesehatan lingkungan kandungan mangan pada air sumur warga Kota Depok. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(2), 80–86. <https://doi.org/10.36086/salink.v1i2.1051>.
- [6] Ratri, S. J., & Mahayana, A. (2022). Analisis kadar total suspended solid (TSS) dan amonia (NH₃-N) pada limbah cair tekstil. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 3(1), 1–10.
- [7] Prasetya, H. R., Muhajir, N. F., & Dumatubun, M. P. I. (2021). Penggunaan Six Sigma pada pemeriksaan jumlah leukosit di RSUD Panembahan Senopati Bantul. *Journal of Indonesian Medical Laboratory Science*, 2(2), 165–174. <https://doi.org/10.53699/joimedlabs.v2i2.72>.
- [8] Victoria, S., Wijayanti, S., Kurniawati, D., & Handayani, R. (2022). Parameter verification of anionic surfactants determination in waste water with MBAS method using UV-Vis spectrophotometer. *Jurnal Atom*, 2022(2), 15–19.
- [9] Rahmadhani, L. S., & Utami, M. (2023). Determination of nickel (Ni) metal levels in drinking water at the Laboratory of Health and Medical Devices Testing in Central Java Province. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(2), 35–42.
- [10] Mulyati, A. H., & Sutanto. (2016). Validasi metode uji kadmium dalam air sumur secara spektrofotometri serapan atom. *Ekologia*, 16(1), 31–37.