

Analisis Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Sampel Air Limbah Domestik dengan Spektrofotometer UV-Vis

Analysis of Chemical Oxygen Demand (COD) Levels in Domestic Wastewater Sampels Using a UV-Vis Spectrophotometer

¹Hera Aryana*

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains & Teknologi, UIN Raden Fatah Palembang
Jl. Pangeran Ratu, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

*e-mail : heraaryana10@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air limbah domestik dengan metode spektrofotometri Uv-Vis. Limbah domestik diketahui memiliki kandungan zat organik yang cukup tinggi dan berisiko mencemari lingkungan jika tidak melalui proses pengolahan yang tepat. Prosedur analisis mengacu pada SNI 6989.2:2019 dengan penggunaan digestion solution dan asam sulfat sebagai reagen oksidasi, serta pengukuran absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Hasil pengujian sampel menunjukkan kadar COD berada dalam rentang 82,2 hingga 87,7 mg/L, yang masih tergolong di bawah batas maksimum sesuai dengan baku mutu yang dijelaskan dalam Peraturan Menteri LHK No.P.68/MENLHK/SETJEN/KUM/18/2016 yaitu sebesar 100 mg/L. Hasil ini menjelaskan jika air limbah tersebut masih dalam kategori aman untuk dibuang ke lingkungan. Penelitian ini menegaskan pentingnya pemantauan rutin terhadap air limbah domestik guna menjaga kualitas perairan dan mencegah pencemaran lingkungan yang lebih luas. Selain itu, metode spektrofotometri UV-Vis terbukti efektif dalam mengukur kadar COD pada sampel air limbah.

Kata Kunci : Air Limbah domestik, baku mutu, *Chemical Oxygen Demand*, Spektrofotometri UV- Vis

ABSTRACT

This study aims to examine the Chemical Oxygen Demand (COD) levels in domestik wastewater using the UV-Vis spectrophotometric method. Domestic wastewater is known to contain high levels of organic substances, which can pose environmental hazards if not properly treated. The analysis procedure follows the SNI 6989.2:2019, utilizing a digestion solution and sulfuric acid as oxidizing reagents, with absorbance measured at specific wavelengths. Test results showed that COD levels ranged from 82.2 to 87.7 mg/L, which remain the maximum threshold set by the Ministry of Environmen and Forestry Regulation No. P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016, which is 100 mg/L. These findings indicate that the wastewater is still within the safe category for discharge into the environment. The study highlights the importance of routine monitoring of domestik wastewater to maintain water quality and prevent broader environmental pollution. Furthermore, the UV-Vis spectrophotometric method has proven to be effective in determining COD levels in wastewater samples.

Keywords : Domestic wastewater, Quality standards, Chemical Oxygen Demand,, UV-Vis spectrophotometry

PENDAHULUAN

Permasalahan air limbah di Indonesia masih menjadi isu penting, karena limbah cair dari aktivitas rumah tangga, industri, dan fasilitas umum sering mengandung zat berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan serta mengganggu kelestarian lingkungan. Air limbah merupakan sisa cairan yang mengandung polutan dan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi manusia dan ekosistem [1]. Air limbah yang mengandung material organik dalam konsentrasi tinggi, apabila dibuang langsung ke perairan, akan menyerap sejumlah besar oksigen terlarut selama berlangsungnya proses penguraian oleh mikroorganisme [2]. Penurunan kadar oksigen ini dapat menyebabkan pencemaran air dan mengganggu kehidupan organisme akuatik, seperti ikan dan biota lainnya, yang membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup [3]. Oleh karena itu, pengolahan limbah sebelum dibuang sangat penting untuk mencegah kerusakan ekosistem perairan.

Air limbah domestik adalah salah satu penyebab pencemaran air akibat kegiatannya kawasan permukiman, seperti rumah makan, perkantoran, serta kegiatan rumah tangga, termasuk limbah dari toilet, urin, dan kamar mandi [4]. Pada umumnya, air limbah domestik mengandung senyawa organik serta mineral dari sisa makanan, urin, serta penggunaan sabun, yang terdiri atas partikel tersuspensi dan zat-zat terlarut dalam air [5]. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam limbah tersebut dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme dan mengurangi kadar oksigen terlarut di perairan apabila dibuang tanpa pengolahan yang memadai [6]. Sementara itu, senyawa mineral seperti fosfat dan nitrogen dapat menyebabkan eutrofikasi yang berdampak pada kerusakan ekosistem air.

Berdasarkan Peraturan Dinas Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2002 mengenai Pengelolaan Air Limbah di kegiatan pertambangan menggunakan lahan basah buatan, baku mutu air limbah domestik yakni batas maksimal konsentrasi zat pencemar yang diizinkan dalam limbah cair yang dibuang pelaku usaha ke lingkungan, seperti badan air atau tanah [7]. Menurut UU No. 18 tahun 2008, limbah domestik berasal dari kegiatan harian, akan tetapi tidak mencakup limbah dari penggunaan toilet [8]. Pernyataan ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah domestik secara optimal sangat diperlukan guna mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan menjaga kesehatan masyarakat dan keberlangsungan ekosistem.

Beragam kegiatan harian seperti mencuci, memasak, mandi, termasuk aktivitas di sektor pertanian dan peternakan, menjadi penyumbang utama terbentuknya air limbah. Menurut Permen Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016, limbah domestik berasal dari area permukiman, tempat usaha, rumah makan, perkantoran, area komersial, apartemen, serta asrama [9]. Limbah cair domestik dikelompokkan menjadi 2 jenis [10]. *Greywater* adalah limbah cair dari kegiatan seperti mencuci, memasak, dan mandi, sementara *blackwater* mengacu pada limbah yang mengandung tinja manusia yang berasal dari toilet [11]. Kedua tipe limbah tersebut memiliki sifat dan tingkat pencemaran yang tidak sama, sehingga membutuhkan metode pengolahan yang berbeda. *Greywater* cenderung lebih mudah untuk didaur ulang karena kadar bahan organiknya relatif rendah, sedangkan *blackwater* mengandung mikroorganisme patogen dan zat organik berbahaya yang memerlukan perlakuan khusus sebelum dapat dibuang dengan aman ke lingkungan [12].

Aktivitas domestik dan industri yang tidak diiringi dengan pengelolaan limbah yang baik dapat menimbulkan efek negatif pada sumber daya air, seperti penurunan kualitas air yang pada akhirnya merusak ekosistem perairan dan membahayakan keberlangsungan hidup makhluk hidup di dalamnya [13]. Lebih lanjut, tingginya tingkat pencemaran air limbah domestik juga berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat, karena air yang tercemar dapat menjadi media penyebaran berbagai penyakit [14]. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengawasan dan pengendalian kualitas limbah cair, salah satunya melalui analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang digunakan untuk menilai tingkat pencemaran organik pada air limbah.

COD merupakan salah satu parameter utama dalam analisis kualitas air yang menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik tereduksi di dalam sampel air melalui reaksi kimia. Prinsip dasar pengujian COD umumnya menggunakan oksidator kuat berupa kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dalam medium asam kuat (H_2SO_4), dengan tambahan katalis perak sulfat (Ag_2SO_4) untuk mempercepat proses oksidasi, serta merkuri sulfat ($HgSO_4$) sebagai agen penangkap ion klorida yang dapat mengganggu hasil pengukuran. Pada kondisi tersebut, senyawa organik teroksidasi menjadi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O), sementara ion dikromat ($Cr_2O_7^{2-}$) mengalami reduksi menjadi ion kromium (Cr^{3+}) [15]. Perubahan konsentrasi antara $Cr_2O_7^{2-}$ dan Cr^{3+} yang terbentuk berkorelasi langsung dengan jumlah oksigen yang dikonsumsi selama proses reaksi, sehingga dapat digunakan untuk menentukan nilai COD secara kuantitatif [16]. Metode

spektrofotometri UV-Vis telah banyak diterapkan dalam pengukuran COD karena mampu mendeteksi perubahan absorbansi ion Cr^{3+} pada panjang gelombang sekitar 600 nm. Intensitas absorbansi yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi zat teroksidasi dalam sampel, sehingga metode ini dianggap lebih cepat, efisien, dan membutuhkan volume sampel serta reagen yang lebih sedikit dibandingkan metode titrasi klasik [17] [18].

Spektrofotometri UV-Vis merupakan teknik analisis instrumental yang memiliki sensitivitas tinggi dan keandalan baik, serta banyak digunakan di bidang kimia, biokimia, farmasi, dan ilmu material. Prinsip kerja teknik ini didasarkan pada penyerapan radiasi elektromagnetik oleh molekul pada panjang gelombang tertentu yang sebanding dengan konsentrasi zat menurut hukum Lambert-Beer [19]. Keunggulan utama metode ini adalah kemampuannya memberikan hasil analisis kuantitatif yang cepat, akurat, dan non-destruktif. Selain itu, instrumennya mudah dioperasikan, biaya analisis relatif rendah, serta dapat diterapkan untuk berbagai jenis sampel [20] [21].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode UV-Vis memberikan hasil yang reliabel untuk analisis COD. Penelitian oleh Yaqoob et al. (2021) melaporkan bahwa pengukuran COD menggunakan spektrofotometri UV-Vis menghasilkan korelasi yang kuat dengan metode standar titrasi dikromat ($R^2 = 0,996$), dengan waktu analisis yang jauh lebih singkat dan meningkatkan efisiensi reagen hingga 40% [22]. Sementara itu, Siti et al. (2020) juga melaporkan bahwa pengukuran nilai COD pada sampel air limbah menunjukkan hubungan linier yang sangat baik antara absorbansi dan konsentrasi COD ($r = 0,9992$) pada rentang nilai 10–150 mg/L [23]. Selain itu, Zhao et al. (2019) berhasil mengembangkan pendekatan spektrofotometri UV-Vis berbasis *closed reflux system* yang mampu menurunkan konsumsi reagen hingga 60% dibandingkan metode klasik tanpa mengurangi akurasi hasil pengukuran [24]. Penelitian oleh Ramadhan et al. (2022) juga melaporkan bahwa metode UV-Vis dengan sistem refluks tertutup memiliki linearitas tinggi ($r \approx 0,9985-0,9993$), dengan sensitivitas, akurasi, dan presisi yang baik untuk berbagai rentang konsentrasi COD, sekaligus lebih ramah lingkungan karena meminimalkan volume reagen dan limbah kimia. Meskipun demikian, analisis UV-Vis berpotensi dipengaruhi oleh interferensi kekeruhan, namun beberapa penelitian telah melaporkan strategi kompensasi, seperti pengurangan spektrum turbidity berbasis hukum Lambert-Beer, untuk meningkatkan akurasi hasil pengukuran COD [25].

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SN, yang mengatur tata cara pengujian COD refluks tertutup menggunakan metode spektrofotometri. Adapun peralatan yang digunakan yaitu pada penelitian ini yaitu Spektrofotometri Uv-Vis, *Digestion Vessel*, *Heating Block*, Mikro biuret, Labu ukur, Gelas Piala, *Magnetic Stirrer* dan Neraca analitik. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu Aquades, *Digestion Solution* dan larutan pereaksi asam sulfat.

Adapun prosedur kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Ambil volume tertentu dari sampel uji menggunakan mikro buret, lalu tambahkan digestion vessel dan asam sulfat ke tabung reaksi, sesuai dengan takaran pada tabel berikut ini:

Tabel 1 Volume Contoh Uji Digestion Solution, & Larutan Pereaksi B Beragam Ukuran Digestion Vessel

Digesstion	Contoh Uji (ml)	Digesstion Solution (ml)	Larutan pereaksi asam sulfat (ml)	Total (ml)
Tabung Kultur (mm)				
16 x 100	2,5	1,5	3,5	7,5
20 x 150	6	3	7	15
25 x 150	2,5	6	17	30
Standar Ampul (ml)				
10	2,5	1,5	3,5	7,5

2. Tutup tabung reaksi, lalu goyangkan secara perlahan hingga larutan tercampur merata.
3. Masukkan tabung ke dalam alat pemanas yang sudah disetel di suhu $150^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, lalu lakukan proses refluks dalam 2 jam.

4. Dinginkan larutan uji dan larutan kerja sampai suhu kamar.
5. Biarkan suspensi yang terbentuk mengendap dan pastikan jika bagian larutan yang dianalisa dalam kondisi jernih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kadar COD pada air limbah domestik dilakukan dengan menambahkan larutan pencerna (*digestion solution*) dan dianalisis menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. *Digestion solution* adalah campuran reagen kimia yang digunakan dalam proses analisis untuk memecah atau menguraikan bahan organik dalam sampel. Larutan pencerna ini dicampurkan dengan asam sulfat yang berperan sebagai katalis guna mempercepat proses reaksi oksidasi. Larutan *digestion solution* yang sudah ditambahkan dengan asam sulfat pada analisis COD bertujuan untuk memastikan bahwa semua bahan organik dalam sampel dapat dioksidasi dengan efisien dan lengkap, sehingga memberikan nilai COD yang akurat. COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh senyawa organik yang sukar terurai menggunakan oksidator kimia. Parameter ini menjadi salah satu indikator utama dalam pemantauan kualitas air dan pengolahan limbah. Nilai COD dinyatakan dalam satuan mg/L.

Tabel 2 Hasil pengujian kadar COD air limbah domestik

Sampel	Kadar COD (Mg/L)	Permen LHK-Nomor: P.68/MENLHK/SETJEN/K UM.1/8/2016 (mL)
A	82,3	*100 Mg/L
B	82,2	
C	87,7	

*Standar maksimal kadar COD yang diperbolehkan [24]

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian kadar COD untuk air limbah domestik menunjukkan bahwa sampel A memiliki kadar COD sebesar 82,3 mg/L, sampel B 82,2 mg/L, dan sampel C 87,7 mg/L. Di antara ketiga sampel tersebut, sampel C menunjukkan nilai COD tertinggi. Secara fisik, sampel C tampak lebih keruh dan memiliki bau yang menyengat, sedangkan sampel A terlihat jernih dan tidak berbau. Tingginya nilai COD dalam air limbah menunjukkan bahwa adanya kandungan bahan organik yang tinggi, baik yang mudah terdegradasi maupun sulit terdegradasi secara hayati. Nilai COD yang besar menandakan semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga mencerminkan tingkat pencemaran organik yang lebih tinggi. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO) yang berakibat buruk bagi ekosistem perairan karena dapat menghambat aktivitas biota air serta proses biokimia alami.

Paśmionka et al. (2022) melaporkan bahwa air limbah industri kimia dengan nilai COD tinggi dapat mengganggu proses nitrifikasi dan menurunkan efisiensi pengolahan biologis akibat beban bahan organik yang berlebih [26]. Sementara itu, Lv et al. (2024) menegaskan bahwa COD merupakan indikator penting dalam menilai tingkat pencemaran organik karena berkorelasi kuat dengan kandungan karbon organik total (TOC) dan senyawa organik non-biodegradable yang berpotensi menumpuk dalam perairan [27]. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Tyagi et al. (2024) dalam penelitiannya ditemukan bahwa sampel air limbah dari tahap pengolahan awal hingga akhir masih menunjukkan nilai COD yang tinggi. Hal ini menandakan bahwa beban organik yang signifikan dan perlunya optimalisasi proses pengolahan limbah [28]. Secara keseluruhan, tingginya nilai COD berimplikasi langsung terhadap penurunan kualitas air dan kesehatan ekosistem perairan, sehingga menjadi parameter utama dalam pengawasan kualitas limbah cair [29].

Kadar COD yang tinggi dalam air limbah dapat mengakibatkan punahnya organisme yang hidup di perairan. Selain itu, tingginya nilai COD turut menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut (DO) dalam air. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/MENLHK/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*, bahwa ambang batas maksimum COD yang diperbolehkan adalah 100 mg/L [18]. Sehingga, sampel A, B dan C masih berada di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah. Sampel A, B dan C masih dapat dikategorikan memenuhi standar baku mutu air limbah domestik. Nilai COD yang relatif tinggi pada

ketiga sampel tersebut namun masih dalam batas aman mengidentifikasi adanya kandungan bahan organik yang cukup signifikan di dalam air limbah, namun belum pada tingkat yang berpotensi menimbulkan pencemaran berat. Secara umum, semakin tinggi nilai COD menunjukkan semakin besar jumlah senyawa organik atau zat tereduksi yang membutuhkan oksigen untuk diuraikan, yang apabila melampaui ambang batas dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dan mengganggu kehidupan organisme akuatik [26] [27]. Limbah domestik memiliki potensi untuk menimbulkan dampak buruk dari sumber air, seperti turunnya kualitas air, sumber daya air, seperti penurunan kualitas air, yang pada akhirnya mengganggu dan merusak keberlangsungan makhluk hidup di dalam ekosistem tersebut. Meskipun hasil pengujian pada sampel A, B dan C menunjukkan nilai COD di bawah baku mutu, namun perlu dilakukan pengawasan dan pengolahan lanjutan secara berkala untuk memastikan kestabilan kualitas air limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar COD di sampel air limbah domestik yang dianalisa dengan metode spektrofometri UV-Vis berada dalam kisaran yang masih tergolong aman. Hasil tersebut sesuai dengan standar kualitas air limbah yang tercantum dalam SNI 6989.02.2019. Hal ini menunjukkan bahwa limbah yang dianalisis telah memenuhi syarat baku mutu pembuangan limbah, sehingga dapat dikategorikan relatif aman dan tidak menimbulkan risiko signifikan terhadap kesehatan lingkungan. Namun demikian, pemantauan secara berkala tetap diperlukan untuk memastikan keberlanjutan kualitas limbah yang dibuang ke lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Faisal., “Efektivitas Peraturan Daerah Kota Ternate Nomor 6 Tahun 2018 Tentang Pengelolaan Air Limbah Industri (Studi Dinas Lingkungan Hidup Kota Ternate),” *J. Heal. Res. Forikes Voice*, vol. 13, pp. 140–146, 2022.
- [2] R. Rahayu and R. Ismawati, “Pengaruh Pencemaran Air Terhadap Gerakan Operkulum Ikan Nila,” *Justek J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, pp. 61–74, 2025.
- [3] F. Sayow, B. V. J. Polii, W. Tilaar, and K. D. Augustine, “Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa,” *Agri-Sosioekonomi*, vol. 16, no. 2, p. 245, 2020.
- [4] M. N. Ramdhan and L. N. Hamidah, “Artikel Kerja Praktek Teknik Lingkungan Eksplorasi Kualitas Air Limbah Domestik pada Kawasan Perhotelan,” *Kptl*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2024.
- [5] M. M. Apelabi, R. Rasman, and R. Rostina, “Pengaruh Proses Biofilter Aerob Anaerob Terhadap Penurunan Kadar Bod Pada Limbah Cair Rumah Tangga (Studi Literatur),” *Sulolipu Media Komun. Sivitas Akad. dan Masy.*, vol. 21, no. 1, p. 104, 2021.
- [6] K. Jonathan, “Evaluasi Efektivitas Efektif Mikroorganisme (EM) Berbasis Buah-Buahan Dan Sayur-Sayuran Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Limbah Cair Tahu,” *Metta J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 5, no. 2, pp. 69–83, 2025.
- [7] D. Monika *et al.*, “Analisis Cemar Kimia pada Air Limbah Domestik di Kota Palembang,” *EduBiologia Biol. Sci. Educ. J.*, vol. 4, no. 2, p. 33, 2024.
- [8] R. Jelita, “Produksi Eco Enzyme dengan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga untuk Menjaga Kesehatan Masyarakat di Era New Normal,” *J. Maitreyawira*, vol. 3, no. 1, pp. 28–35, 2022.
- [9] F. Leonard, Wahyuni, and Hasanuddin, “Identifikasi Risiko Pencemaran Air Limbah Domestik,” *J. Media Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 33–42, 2024.
- [10] I. Maliga, R. Rafi’ah, A. Lestari, D. B. Pratama, and D. Febriansyah, “Penyuluhan Pengelolaan Air Limbah Greywater Rumah Tangga dalam Upaya Meningkatkan Derajat Kesehatan Masyarakat,” *ABDIKAN J. Pengabd. Masy. Bid. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 259–263, 2022.
- [11] M. I. Kadir, “Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 2, p. 9401, 2022.
- [12] R. Rizki, “Pengaruh Efisiensi Energi dan Air pada Bangunan dalam Penerapan Eco-Green,” *Sinektika J. Arsit.*, vol. 19, no. 2, pp. 120–128, 2022.
- [13] L. D. Rahmawati, A. Puspaningtyas, and E. Wahyudi, “Sinergitas Stakeholder dalam Pengelolaan Limbah Industri Mewujudkan Lingkungan Berkelanjutan di Kabupaten Sidoarjo untuk,” *J. Public Adm.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–49, 2025.

- [14] F. Septiani, A. Al Amini, J. Arif, D. Damanik, and G. Rayhane, "Dampak Polusi Lingkungan terhadap Kesehatan Masyarakat di Kawasan Perkotaan Indonesia," *Cendekia J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 14–22, 2025.
- [15] O. Taradepa, "Analisis Kandungan Chemical Oxygen Demand & Biochemical Oxygen Demand Pada Air Sungai Danau Teluk Kelurahan Olak Kemang Kota Jambi," *Skripsi*, p. 55, 2021.
- [16] USEPA. (1993). *Method 410.4: The determination of chemical oxygen demand by semi-automated colorimetry*. U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/method_410-4_1993.pdf
- [17] Ngana, Mersi N Ola, Pius D. "Penurunan Kadar Kekeruhan, BOD, dan COD Pada Limbah Laundry Menggunakan Biosorben Arang Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)". *Chem. Notes* 2022, 4(2), 27-45.
- [18] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- [19] Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Principles of Instrumental Analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
- [20] Brown, J. Q., McShane, M. J., & Smith, R. H. (2009). Advances in quantitative UV–visible spectroscopy. *Analytical Sciences*, 25(4), 401–407.
- [21] Agilent Technologies. (2021). *Fundamentals of UV-Visible Spectroscopy: A primer*. Agilent Technologies.
- [22] Yaqoob, M., Hussain, S., & Waseem, A. (2021). Determination of chemical oxygen demand in water by UV–visible spectrophotometric method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(3) 165.
- [23] Siti, N., Ahmad, A., & Rahman, N. (2020). Determination of Chemical Oxygen Demand (COD) using UV–Vis spectrophotometer: A rapid assessment method for wastewater quality. *Journal of Water and Environment Technology*, 18(5), 357–364.
- [24] Zhao, L., Zhang, J., & Xu, W. (2019). Green spectrophotometric determination of COD using closed reflux UV–Vis method. *Environmental Technology & Innovation*, 14, 100337.
- [25] Ramadhan, A., Ningsih, S., & Yusuf, M. (2022). Validation of COD determination using UV–Vis spectrophotometric method with closed reflux system. *Indonesian Journal of Environmental Science and Technology*, 6(2), 112–120.
- [26] Paśmionka, I. B., Herbut, P., Kaczor, G., Chmielowski, K., Gospodarek, J., Boligłowa, E., Bik-Małodzińska, M., & Vieira, F. M. C. (2022). *Influence of COD in Toxic Industrial Wastewater from a Chemical Concern on Nitrification Efficiency*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14124.
- [27] Lv, Z., Zongqing, C., & Li, Y. (2024). *Effectiveness of Chemical Oxygen Demand as an Indicator of Organic Pollution in Aquatic Environments*. *Ocean-Land-Atmosphere Research*. Retrieved from <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/9QLp5D1l/>
- [28] Tyagi, I., Kaomud, Ahamad, F., Bhutiani, R., Kumar, V. (2024). Assessment of Bacterial Community Structure, Associated Functional Role, and Water Health in Full-Scale Municipal Wastewater Treatment Plants. *Toxic*. 13 (1):3. Doi: 10.3390/toxics13010003
- [29] Wojnárovits L, Homlok R, Kovács K, Tegze A, Takács E. Wastewater Characterization: Chemical Oxygen Demand or Total Organic Carbon Content Measurement? *Molecules*. 2024