

ANALISIS OKSIGEN TERLARUT (DO) PADA AIR LIMBAH DOMESTIK SEBAGAI PARAMETER PENILIAN KUALITAS AIR DAN KESEHATAN LINGKUNGAN

ST Aisyah Humaerah^{1*}, Nurjannah Oktorina Abdullah¹, Nururrahmah²

¹Prodi Sains Lingkungan, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar

²Prodi Teknik Lingkungan, Universitas Syekh Yusuf Al-Makassari Gowa

ARTICLE INFORMATION

Received: 17, September, 2025

Accepted: 18, Oktober, 2025

Published: 30, Oktober, 2025

KEYWORD

Air limbah domestik, Oksigen terlarut (DO), Kualitas air, Deterjen, Kesehatan lingkungan

CORRESPONDING AUTHOR

Nama : ST Aisyah Humaerah

Address: Jl. Bontoduri III No. 62, Kota Makassar

E-mail : aisyah.humaerah@unm.ac.id

No. Tlp : +6285340012245

ABSTRACT

Penurunan kualitas air akibat pembuangan air limbah domestik tanpa pengolahan merupakan salah satu penyebab degradasi lingkungan yang berdampak pada kesehatan ekosistem akuatik dan masyarakat. Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/DO) merupakan parameter penting untuk menilai kualitas air karena berperan dalam proses respirasi organisme perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar DO pada air limbah pencucian pakaian di tiga titik sampling yang berbeda sebagai dasar penilaian kualitas air dan potensi dampaknya terhadap kesehatan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode analisis laboratorium dengan pendekatan deskriptif. Pengukuran DO dan suhu dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada setiap titik sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar DO pada seluruh titik berada pada rentang 2,26–2,61 mg/L dengan nilai rata-rata berturut-turut 2,43 mg/L, 2,40 mg/L, dan 2,46 mg/L. Suhu perairan relatif homogen pada kisaran 28–28,6°C. Nilai DO yang rendah dan hampir seragam di tiga lokasi mengindikasikan bahwa beban pencemar bersifat homogen dan kualitas air limbah berada pada kategori buruk karena tidak mampu menyediakan oksigen yang memadai bagi organisme akuatik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembuangan air limbah pencucian berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem dan menimbulkan dampak jangka panjang terhadap kesehatan lingkungan masyarakat.

The decline in water quality caused by the direct discharge of untreated domestic wastewater is one of the major environmental issues affecting aquatic ecosystems and public health. Dissolved Oxygen (DO) serves as a key parameter for assessing water quality because it supports respiration processes in aquatic organisms. This study aims to analyze DO concentrations in laundry wastewater at three different sampling points as a basis for assessing water quality and its potential environmental health impacts. The research employed a descriptive laboratory analysis method. DO and temperature measurements were conducted in three replicates at each sampling point. The results showed that DO concentrations ranged from 2.26 to 2.61 mg/L, with mean values of 2.43 mg/L, 2.40 mg/L, and 2.46 mg/L, respectively. Water temperature was relatively homogeneous, ranging from 28°C to 28.6°C. The consistently low DO concentrations across sampling sites indicate homogeneous pollutant loads and classify the wastewater as poor-quality water due to its inability to supply adequate oxygen for aquatic biota. These findings demonstrate that the discharge of laundry wastewater has the potential to disrupt ecological balance and pose long-term risks to environmental health.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara berkembang masih menghadapi tantangan besar terhadap degradasi lingkungan yakni penurunan kualitas lingkungan akibat aktivitas manusia maupun proses alami. Salah satu aspek yang paling penting yang terdampak adalah kualitas dan ketersediaan air bersih (Hadi, 2025). Di beberapa kota besar, termasuk Kota Makassar, tingkat pencemaran air menunjukkan kecenderungan yang meningkat. Kondisi ini disebabkan oleh berbagai aktivitas masyarakat yang membuang air limbah

secara langsung ke badan air tanpa melalui proses pengolahan. Permasalahan tersebut diperburuk oleh rendahnya kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga dan melestarikan lingkungan hidup.

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu manfaatnya yakni di gunakan dalam proses pencucian pakaian. Proses pencucian pakaian termasuk salah sumber utama limbah domestik yang saat ini banyak mencemari badan air (Jama, 2023). Air limbah domestik dihasilkan dari berbagai sumber seperti rumah tangga, kawasan permukiman, perkantoran, pusat perbelanjaan, serta kegiatan industri. Agar aman ketika dilepas ke lingkungan, air limbah domestik memerlukan proses pengolahan yang memadai. Apabila pengelolaan tersebut tidak optimal, maka kualitas air akan mengalami penurunan yang pada akhirnya berdampak terhadap kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat (Satya., 2020).

Air limbah domestik dari proses pencucian pakaian, umumnya mengandung senyawa kimia berupa surfaktan jenis *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS), *Sodium Tripolyphosphate* (STTP), serta bahan aditif lainnya. Senyawa-senyawa tersebut dapat terakumulasi di lingkungan dalam kurun waktu tertentu dan dapat memicu pertumbuhan ganggang dan eceng gondok yang sangat pesat (Humaerah, 2024) serta berpotensi menurunkan tegangan permukaan air sehingga menghambat suplai oksigen terlarut apabila langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu (Humaerah, 2021). Selain itu, senyawa LAS pada detergen bersifat toksik bagi organisme akuatik dan sifat senyawanya sulit terdegradasi sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Afred et al., 2025).

Salah satu parameter yang memiliki peranan penting dalam perairan yakni oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) yang berfungsi mereduksi dan mengoksidasi bahan organik dan anorganik di perairan (Sumangando et al., 2022). DO dibutuhkan oleh biota akuatik untuk mendukung proses respirasi. Oleh karena itu, tingginya konsentrasi DO mencerminkan kualitas air yang baik, sedangkan rendahnya DO mengindikasikan kondisi perairan yang buruk (Yuliantari et al., 2021). Menurunnya kualitas air tidak hanya berdampak pada keseimbangan ekosistem, tetapi juga dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan masyarakat mengingat tingginya ketergantungan manusia terhadap air bersih dalam pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Dampak kesehatan yang ditimbulkan tidak langsung berefek, akan tetapi akan terlihat setelah beberapa tahun (Humaerah, 2025).

Berdasarkan hasil observasi awal, sebagian besar masyarakat tidak pernah melakukan analisis DO dan masih menggunakan surfaktan kimia yang tidak ramah lingkungan serta membuang air limbah pencucian secara langsung ke badan air. Kondisi ini berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem dan menimbulkan dampak kesehatan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar DO pada air limbah pencucian pakaian di tiga lokasi sampling yang berbeda sebagai dasar penilaian kualitas air dan potensi dampaknya terhadap kesehatan lingkungan masyarakat.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis laboratorium dengan pendekatan deskriptif untuk menilai kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/DO). Sampel diambil pada tiga titik saluran pembuangan air limbah pencucian pakaian yang dianggap mewakili kondisi aktual aliran limbah. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Oktober 2025.

Prosedur Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik composite sampling yang diambil langsung dari pipa pembuangan air limbah sebelum dialirkan ke badan air. Sampel dimasukkan ke dalam botol plastik berkapasitas 250 mL. Kondisi lingkungan saat sampling berada pada cuaca pagi hari yang cerah, dengan karakteristik aliran meliputi (a) titik 1: aliran relatif lambat, saluran terbuka, (b) titik 2: aliran lambat, (c) titik 3: aliran lebih cepat dibanding titik lainnya.

Parameter DO diukur secara in situ untuk menjaga akurasi karena DO mudah berubah setelah sampel diambil. Apabila sampel dibawa ke laboratorium, analisis tetap dilakukan sebelum pukul 09.00 WITA untuk meminimalkan perubahan fisiokimia. Pada metode ini tidak diperlukan prosedur preservasi karena pengukuran dilakukan menggunakan metode elektrokimia langsung.

Standar dan Peralatan Pengukuran DO

Pengukuran DO dilakukan menggunakan WTW Multi 340i dengan metode membrane electrode (APHA 4500-O G – Membrane Electrode Method). Metode ini merupakan standar internasional untuk pengukuran DO menggunakan sensor elektromekanik bermembran.

Prosedur Kalibrasi Alat (WTW Multi 340i)

Sebelum pengukuran, dilakukan kalibrasi standar meliputi, (a) membasahi spons pada tutup sensor dan memeras hingga lembap, (b) sensor ditempatkan pada tutup lembap (kondisi udara jenuh), tanpa kontak langsung dengan air, (c) alat dihidupkan hingga pembacaan stabil, (d) menekan tombol CAL → DO Calibration → Air/100%, (e) Setelah pembacaan stabil, menekan OK.

Parameter yang Diukur

Parameter utama yang diukur adalah oksigen terlarut (DO) dan suhu. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada setiap titik sampling.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif melalui perhitungan nilai rata-rata dan standar deviasi.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Rata-rata (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Keterangan:

$\bar{X}$ = nilai rata-rata

X_i = nilai pengukuran ke-i

n = jumlah pengukuran

b. Standar Deviasi (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Keterangan:

SD = standar deviasi sampel

X_i = nilai pengukuran ke-i

$\bar{X}$ = nilai rata-rata

n = jumlah data

HASIL & PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kualitas air limbah pencucian pakaian berdasarkan parameter oksigen terlarut (DO) dan suhu pada tiga titik sampling. Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel raw data, tabel analisis statistik deskriptif, dan grafik tren DO untuk menggambarkan variasi nilai antar titik sampling. Hasil ini kemudian dianalisis dan dibahas untuk menginterpretasikan kondisi kualitas air limbah dan potensi dampaknya terhadap kesehatan lingkungan.

Tabel 1. Raw Data Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) dan Suhu pada Air Limbah Domestik

Lokasi	Ulangan	DO Air Limbah (mg/L)	Suhu
Titik 1	I	2,26	30
	II	2,43	
	III	2,61	
Titik 2	I	2,30	30
	II	2,37	
	III	2,54	
Titik 3	I	2,46	30,6
	II	2,45	
	III	2,46	

Tabel 1 menunjukkan data mentah hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) dan suhu pada tiga titik sampling dengan tiga kali ulangan. Nilai DO pada Titik 1 berada pada kisaran 2,26–2,61 mg/L,

pada Titik 2 antara 2,30–2,54 mg/L, dan pada Titik 3 antara 2,45–2,46 mg/L. Suhu pada ketiga titik relatif serupa, yakni berkisar antara 28–28,6°C.

Tabel 2. Analisis Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) dan Suhu pada Air Limbah Domestik

Lokasi	Rata-rata DO (mg/L)	Standar Deviasi	Suhu Rata-Rata (°C)
Titik 1	2,43	±0,18	28
Titik 2	2,40	±0,12	28
Titik 3	2,46	±0,01	28,6

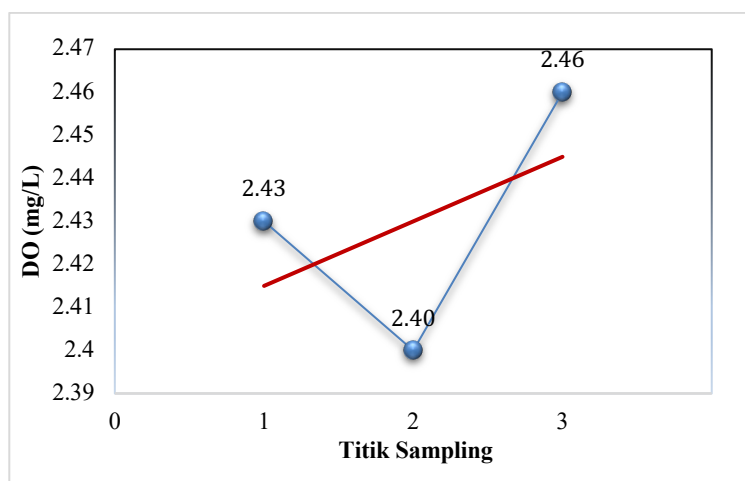
Tabel 2 menyajikan nilai rata-rata dan standar deviasi oksigen terlarut pada setiap titik sampling. Rata-rata DO pada Titik 1 adalah $2,43 \pm 0,18$ mg/L, pada Titik 2 sebesar $2,40 \pm 0,12$ mg/L, dan pada Titik 3 sebesar $2,46 \pm 0,01$ mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai DO pada ketiga titik berada pada kisaran yang hampir serupa, dengan variasi pengukuran paling rendah pada Titik 3.

Nilai rata-rata DO yang relatif seragam pada ketiga titik sampling menunjukkan bahwa karakteristik limbah yang mengalir ke saluran pembuangan bersifat homogen. Keseragaman ini dapat dilihat dari kisaran nilai DO yang hampir sama, yang mengindikasikan bahwa beban pencemar yang masuk ke masing-masing titik tidak berbeda secara signifikan. Selain itu, nilai standar deviasi yang rendah pada Titik 3 mencerminkan stabilitas kondisi oksigen terlarut pada titik tersebut, sedangkan variasi yang sedikit lebih besar pada titik 1 dan titik 2 mengisyaratkan adanya perubahan konsentrasi limbah atau kondisi aliran yang lebih bervariasi. Perbedaan antar titik tidak menunjukkan perbedaan yang menonjol, sehingga ketiga titik dapat dianggap mewakili kondisi limbah yang sama dalam saluran pembuangan.

Hasil analisis kadar oksigen terlarut (DO) di tiga titik lokasi sampling menunjukkan nilai terendah hingga tertinggi sebesar 2,26 mg/L hingga 2,61 mg/L. Nilai ini menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik dengan penelitian (Wahyu, 2022), yang menyatakan bahwa kadar DO di Selat Madura berkisar antara 6 mg/L hingga 12 mg/L, menunjukkan kondisi perairan sangat teroksigenasi. Hal ini mengindikasikan kualitas air yang baik sehingga mendukung kesehatan ekosistem akuatik, kelangsungan hidup biota perairan, serta memberikan manfaat jangka panjang bagi lingkungan dan masyarakat sekitar.

Kadar DO dalam perairan memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup, khususnya biota perairan (Muthmainnah, 2022). Salah satu faktor lingkungan fisik yang memengaruhi kesehatan tubuh dan perkembangan organisme akuatik adalah suhu perairan. Suhu perairan yang tinggi dapat menyebabkan stres pada biota akuatik dan berpotensi menimbulkan kematian. Selain itu, suhu juga memengaruhi laju pertumbuhan bakteri; suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan suhu tinggi dapat mempercepat laju pertumbuhan bakteri perairan (Panjaitan, 2024). Berdasarkan hasil pengukuran suhu lapangan saat sampling, kondisi perairan masih berada dalam kisaran yang aman sehingga tidak menimbulkan stres signifikan bagi biota akuatik dan tidak berdampak negatif terhadap laju pertumbuhan bakteri.

Telaumbanua (2025) menyatakan bahwa kadar DO di bawah 3 mg/L dapat berdampak pada kematian organisme, terutama di lokasi yang terkontaminasi, karena stres fisiologi dan kematian massal organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh kadar oksigen terlarut. Penelitian tersebut menggunakan sampel *Oreochromis niloticus* dengan kadar DO 3 mg/L, yang berdampak pada penurunan nafsu makan ikan dan peningkatan frekuensi berenang menuju permukaan air. Kadar DO di bawah 2 mg/L menyebabkan peningkatan tingkat kematian hewan uji. Dengan demikian, DO memiliki peran penting sebagai faktor penentu dalam keseimbangan metabolisme organisme akuatik.



Gambar 1. Tren Nilai Oksigen Terlarut (DO) pada Air Limbah Domestik Menggunakan Analisis Trendline

Gambar 1 menampilkan grafik tren nilai oksigen terlarut (DO) pada ketiga titik sampling. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai DO relatif stabil di seluruh titik, dengan kecenderungan peningkatan sedikit pada Titik 3. Temuan ini sejalan dengan data pada Tabel 2, yang memperlihatkan bahwa perbedaan nilai DO antar titik tidak terlalu signifikan.

Pola tren DO yang relatif datar mengindikasikan bahwa fluktuasi oksigen terlarut selama periode pengukuran tidak terlalu besar, sehingga kondisi limbah dapat dikatakan stabil. Kecenderungan peningkatan nilai pada Titik 3 kemungkinan menunjukkan kondisi fisik saluran yang sedikit lebih baik dalam hal aerasi atau pencampuran air. Secara keseluruhan, grafik tersebut mengilustrasikan bahwa variasi DO di setiap titik tidak mengalami perubahan signifikan dan tetap berada dalam rentang yang sempit.

Variasi nilai DO pada saluran pembuangan umumnya dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia yang bekerja secara simultan. Secara fisik, tingkat aerasi saluran berperan penting dalam menentukan kadar oksigen terlarut. Saluran dengan aliran lebih turbulen cenderung memiliki difusi oksigen yang lebih tinggi sehingga DO meningkat, sedangkan saluran dengan aliran lambat atau tertutup akan mengalami pengurangan oksigen akibat terbatasnya kontak dengan udara. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Febiyanto (2020) yang menyatakan bahwa peningkatan turbulensi dan aktivitas aerasi berkontribusi langsung terhadap peningkatan konsentrasi DO pada perairan dangkal.

Di sisi lain, faktor kimia seperti formulasi surfaktan dalam deterjen juga memberikan pengaruh signifikan. Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan air dan membentuk lapisan busa yang menghambat proses difusi oksigen dari udara, sehingga DO menjadi lebih rendah (Yustika, 2022). Selain itu, kandungan bahan organik dalam limbah deterjen meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses degradasi, yang pada akhirnya meningkatkan konsumsi oksigen terlarut (Handayani, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kadar oksigen terlarut (DO) pada air limbah pencucian pakaian di tiga titik sampling berada pada rentang 2,26–2,61 mg/L dengan nilai rata-rata yang relatif seragam. Nilai DO yang rendah tersebut menunjukkan bahwa kualitas air limbah berada pada kategori buruk dan tidak mampu mendukung kebutuhan oksigen organisme akuatik. Suhu perairan yang homogen mengindikasikan bahwa perbedaan antar titik tidak dipengaruhi oleh kondisi fisik yang signifikan. Secara keseluruhan, hasil penelitian memperlihatkan bahwa air limbah pencucian pakaian yang dibuang langsung ke saluran pembuangan berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem perairan dan memberikan dampak negatif terhadap kesehatan lingkungan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Asisten Laboratorium Kimia Dasar atas bantuan dalam proses analisis sampel, kepada pihak penyedia lokasi sampling yang telah memberikan izin serta akses untuk pengambilan data, serta kepada para laboran Laboratorium Kimia Dasar, Jurusan Kimia, yang telah menyediakan fasilitas dan dukungan teknis selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afred, M. Y., Tawa, B. D., & Ola, P. D. (2025). Pemisahan Surfaktan Anionik Dari Air Limbah Deterjen Menggunakan Biokogulan Biji Kelor (*Moringa Oleifera* L .) Removal Of Surfactant Anionik From Detergent Wastewater By Biocoagulant *Moringa Oleifera* Seed. 4(Agustus), 471–482.
- Febiyanto. (2020). Effects of Temperature and Aeration on The Dissolved Oxygen (DO) Values in Freshwater Using Simple Water Batch Reactor: A Breif Report. *Walisongo Journal of Chemistry* 3(1), 25-30. DOI: <https://doi.org/10.21580/wjc.v3i1.6108>
- Hadi, M. N., Ifandi, R. (2025). A Review : Biosintesis Nanopartikel Dari Limbah Minyak Jelantah Untuk Aplikasi Lingkungan Dan Kesehatan. *Jurnal of Health Sciences , Public Health and Medicine* 1(1), 9–11.
- Handayani L. (2020). Pengaruh Kandungan Detergen pada Limbah Rumah Tangga terhadap Kelangsungan Hidup Udang Galah. *Sebatik Journal*
- Humaerah, S.A., Maming., Syahribulan. (2021). Pemanfaatan Surfaktan Limbah Laundry Yang Dikombinasikan Dengan Ekstrak Serai 67 Sebagai Anti Nyamuk *Aedes Aegypti* Linn Pemanfaatan Surfaktan Limbah Laundry Yang Dikombinasikan Dengan Ekstrak Serai Sebagai Anti Nyamuk *Aedes Aegypti* Linn. In *Journal Of Biological Research*) (Vol. 8, Issue 2).
- Humaerah, S. A., HS. S. M., Nururrahmah. (2024). Uji Senyawa Limbah Cair Laundry sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Isenktisida Terhadap Mortalitas Semut Hitam. *Cokroaminoto Jpoutnal Of Chemical Science* 6(2), 18–22.
- Humaerah, S.A. (2025). Ilmu Lingkungan. *Media Sains Indonesia*, 87-103
- Jama, J. T., Pambudi, Y. S. (2023). Evaluasi Proses Pengolahan Air Limbah Domestik. *Journal Of Civil Engineering and Infranstructure Technology* 2(1).
- Muthamainnah., Mulyono, A. (2022). Pengaruh Wadah Penyimpanan terhadap Dissolved Oxygen (DO) dan Total Dissolved Solids (TDS) Air. *Jurnal Pendidikan MIPA* 12(4). DOI: <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.726>
- Panjaitan, R. J. S., Harwanto, D. Amalia, R. (2024). Pengaruh Penggunaan Probiotik terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Patin. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis* 8(2), 218–228.
- Satya, D., Ai, L., & Rohaeni, Y. (2020). Evaluasi Kinerja Ipal Domestik Metode Mbbr Untuk Mengurangi Tingkat Pencemaran Air Di Waduk “ X ” , Jakarta Performance Evaluation Of Domestic Wwtp Mbbr Method To Reduce Water Pollution Level In Reservoir “ X ” , Jakarta. 91–102. <https://doi.org/10.32679/Jsda.V16i2.653>
- Sumangando, A., Kawung, N. J., Rompas, R. M., & Untu, S. (2022). Analisis Kebutuhan Oksigen Biologi , Oksigen Terlarut , Total Suspensi Solid Dan Derajat Keasaman Pada Air Limbah Rumah Sakit Pancaran Kasih Manado. 3(1), 45–50.
- Telaumbanua, M. (2025). Pengaruh Oksigen Terlarut (Do) Dalam Budidaya Perairan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 2(1), 200–206.
- Wahyu, I.E.N., Prasita, V.D., Pranowo, W.S. (2024). Karakter Oksigen (O₂) Terlarut Di Perairan Selat Madura Tahun 2022. *Jurnal Hidroplar* 10(1), 9–16. DOI: <https://doi.org/10.37875/hidropilar.v10i1.331>

- Yuliantari, R. V., Novianto, D., Hartono, M. A., Widodo, T. R., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Tidar, U. (2021). Pengukuran Kejenuhan Oksigen Terlarut Pada Air Menggunakan Dissolved Oxygen Sensor. 18.
- Yustika, V., Kasim, N. M., Andimala, F., Amboy, M., dkk. (2022). Analisis Kandungan Logam dalam Air Limbah Laundry dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Inovasi Teknik Kimia* 7(2), 14-22.