

Evaluasi Kualitas Perairan Waduk PLTA Koto Panjang berdasarkan Parameter Fisika-Kimia

**Ronal Kurniawan^{1,5*}, Nur Ikhlas Syuhada², Irwan Effendi^{3,5}, Windarti⁴,
Rizki Lestari⁴, Nadila Yusmi Putri⁴**

¹Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia

²Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia

³Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia

⁴Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia

⁵Center for Peatland and Disaster Studies, LPPM Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia

Corresponding Author: Kurniawanronal09@gmail.com

Info Artikel	Abstrak
Kata Kunci: Kualitas Air, Pengelolaan, Suhu, Derajat keasaman	Waduk PLTA Koto Panjang merupakan infrastruktur nasional yang memiliki fungsi multidimensional sebagai pembangkit listrik, area perikanan, dan kawasan pariwisata di Provinsi Riau. Tekanan hidrologis yang meningkat akibat intensitas curah hujan tinggi, degradasi tutupan hutan di wilayah hulu Daerah Aliran Sungai Kampar, dan perubahan iklim berpotensi mengubah karakteristik fisika-kimia perairan waduk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Waduk PLTA Koto Panjang berdasarkan parameter suhu, pH, dan oksigen terlarut, serta mengevaluasi status kualitas perairan berdasarkan baku mutu air nasional. Penelitian dilakukan pada bulan September-Oktober 2024 menggunakan metode survei dengan pengukuran in situ setiap 10 hari sekali selama 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan suhu air berkisar 28-31°C, nilai pH 6-7, dan konsentrasi DO 6,1-7,4 mg/L. Ketiga parameter tersebut masih memenuhi baku mutu air kelas II untuk air danau dan sejenisnya. Simpulan, kualitas air Waduk PLTA Koto Panjang masih dalam kondisi baik dan memenuhi standar baku mutu nasional untuk mendukung fungsi ekologis dan ekonomisnya. Hasil kajian ini dapat menjadi baseline data untuk pemantauan kualitas air jangka panjang serta dasar ilmiah dalam penyusunan strategi pengelolaan waduk yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan lingkungan.
Diterima: 09 Oktober 2025 Disetujui: 09 November 2025	

1. Latar Belakang

PLTA Koto Panjang merupakan salah satu infrastruktur strategis nasional yang berlokasi di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Waduk PLTA ini terbentuk dari pembendungan Sungai Kampar dan memiliki peran vital dalam penyediaan energi listrik bagi wilayah Riau dan Sumatera bagian tengah dengan kapasitas pembangkit mencapai 114 MW (Hanafi & Harmiyati, 2021). Waduk dengan luas genangan mencapai ribuan hektare ini tidak hanya berfungsi sebagai pembangkit listrik, tetapi juga sebagai ekosistem perairan yang mendukung berbagai aktivitas masyarakat sekitar seperti perikanan dan pariwisata. Menurut Warsa *et al.* (2017), selain pembangkit listrik, Waduk Koto Panjang mendukung perikanan, pariwisata, dan irigasi, yang menyediakan mata pencaharian bagi sekitar 400 nelayan,

sebagian besar tangkapan mereka terdiri dari spesies ikan yang penting secara ekonomi. Penggunaan multifungsi waduk menggarisbawahi pentingnya bagi ekonomi dan masyarakat lokal.

Dalam beberapa tahun terakhir, tekanan hidrologis di Waduk PLTA Koto Panjang menunjukkan peningkatan yang signifikan. Hal ini ditandai dengan seringnya pembukaan pintu pelimpah (*spillway*) akibat tingginya curah hujan dan peningkatan debit air masuk (*inflow*) yang mencapai lebih dari 1.000 m³/s. Debit banjir maksimum yang tercatat adalah 1.911 m³/s, menunjukkan tingkat keparahan arus masuk selama peristiwa puncak curah hujan (Husaini *et al.*, 2024). Fluktuasi debit air yang ekstrem akibat pembukaan *spillway* tersebut berpotensi memicu perubahan karakteristik fisika-kimia perairan waduk, antara lain peningkatan kekeruhan (Wildman & Vernieu, 2017; Lewis *et al.*, 2023), perubahan konsentrasi oksigen terlarut dan pH akibat resuspensi sedimen dasar, serta masuknya bahan organik dari wilayah hulu (Chanudet *et al.*, 2016; Wilches *et al.*, 2020). Perubahan iklim merupakan faktor yang signifikan, karena meningkatkan frekuensi dan intensitas curah hujan, mempersulit pengelolaan waduk (Chen & You, 2025). Selain itu, kondisi ini tidak lepas dari degradasi tutupan hutan di wilayah hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Kampar, khususnya di kawasan Semenanjung Kampar, yang berfungsi sebagai area tangkapan air (*catchment area*) (Novarina *et al.*, 2024). Deforestasi dan alih fungsi lahan telah menurunkan kemampuan DAS dalam mengatur tata air secara alami, sehingga meningkatkan risiko fluktuasi kualitas air waduk (Suryatmojo *et al.*, 2022).

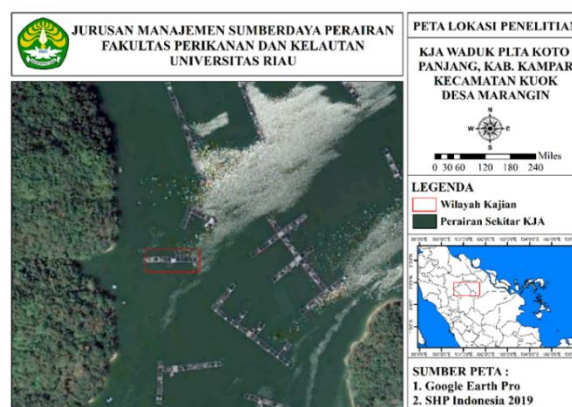
Kualitas perairan merupakan parameter penting yang menentukan keberlanjutan perikanan budidaya di Waduk PLTA Koto Panjang. Parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan kehidupan biota akuatik (Du *et al.*, 2024). Penelitian terkait kualitas air waduk sangat penting untuk memastikan bahwa air waduk masih memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dan layak untuk mendukung fungsi ekologis maupun ekonomisnya. Parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan oksigen terlarut merupakan salah satu indikator kondisi perairan yang dapat memberikan gambaran tentang tingkat pencemaran dan daya dukung lingkungan perairan terhadap kehidupan akuatik. Perubahan pada parameter-parameter tersebut dapat mencerminkan adanya tekanan lingkungan akibat aktivitas alam maupun antropogenik, sehingga perlu dikaji secara sistematis untuk mengetahui kondisi aktual perairan waduk.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air Waduk PLTA Koto Panjang berdasarkan parameter suhu, pH, dan oksigen terlarut, serta membandingkannya dengan baku mutu air nasional untuk mengevaluasi status kualitas perairan waduk. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengelolaan Waduk PLTA Koto Panjang secara berkelanjutan, serta sebagai bahan pertimbangan bagi pengambil kebijakan dalam menjaga keseimbangan antara fungsi energi, ekologi, dan sosial ekonomi.

2. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan September-Oktober 2024 di Waduk PLTA Koto Panjang, Provinsi Riau (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, yaitu melakukan pengamatan secara langsung dilapangan (in situ).

Prosedur

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi parameter fisika dan kimia, yaitu suhu air, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO). Pengukuran dilakukan secara in situ menggunakan alat pengukur kualitas air (*water quality checker*) sesuai dengan standar pengukuran kualitas air. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan setiap 10 hari sekali, dengan lama waktu penelitian 60 hari.

Analisis Data

Data yang dikumpulkan ditabulasi dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan

Parameter yang diukur meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), dan pH yang merupakan parameter dasar untuk menentukan kualitas perairan. Parameter ini dipengaruhi oleh proses alami dan aktivitas antropogenik, dan penilaiannya sangat penting untuk menjaga ekosistem perairan yang sehat. Hasil pengukuran parameter kualitas air di perairan Waduk PLTA Koto Panjang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas perairan Waduk PLTA Koto Panjang

Parameter	Hasil pengukuran	Baku mutu (PP No. 22 tahun 2021)
Suhu (°C)	28 - 31	±3
Oksigen terlarut (mg/L)	6,1 – 7,4	≥ 4
pH	6,0 – 6,9	6 - 9

Hasil pengukuran suhu air di Waduk PLTA Koto Panjang menunjukkan rentang nilai 28-31°C. Nilai ini masih dalam batas normal untuk perairan tropis di Indonesia dan mendukung pertumbuhan ikan. Kisaran suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan lele di Waduk PLTA Koto Panjang berkisar antara 28-29°C (Caprica *et al.*, 2025) dan suhu antara 28,1-33,3°C mendukung untuk kehidupan bakteri nitrifikasi (Pardede *et al.*, 2025). Menurut PP No. 22 Tahun 2021, standar suhu untuk air kelas II adalah deviasi 3°C dari suhu udara di atas permukaan air, yang berarti suhu air tidak boleh berbeda lebih dari 3°C dari suhu udara ambien. Suhu air yang terukur menunjukkan bahwa waduk tidak mengalami peningkatan suhu yang abnormal.

Suhu mempengaruhi kelarutan gas dalam air, termasuk oksigen, dan mempengaruhi laju metabolisme organisme air. Menurut Tripathi *et al.* (2025), suhu yang lebih tinggi umumnya mengurangi kadar oksigen terlarut, yang dapat menekan kehidupan organisme akuatik, termasuk ikan. Ikan merupakan hewan *poikilothermal*, sehingga suhu berpengaruh langsung pada laju metabolisme ikan. Menurut Li *et al.* (2021) fluktuasi suhu memiliki pengaruh terhadap fisiologi ikan, melalui aktivitas metabolisme dan proses endokrin. Suhu air yang terlalu tinggi atau rendah dapat meningkatkan respon fisiologi ikan, sehingga energi banyak digunakan untuk mempertahankan homeostasis. Pengaruh suhu juga dapat meningkatkan reaksi enzimatik yang menyebabkan meningkatnya permintaan ATP (Qi *et al.*, 2013). Suhu yang stabil pada kisaran 28-31°C masih mendukung kehidupan biota akuatik seperti ikan dan mikroorganisme pengurai.

Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 6,1-7,4 mg/L, berada diatas nilai DO minimal 4 mg/L. Tingginya kandungan oksigen terlarut ini mengindikasikan bahwa perairan waduk masih dalam kondisi baik dan memiliki daya dukung tinggi terhadap kehidupan biota akuatik. Menurut Caprica *et al.* (2025), oksigen terlarut di perairan Waduk PLTA Koto Panjang berkisar antara 6,02-7,48 mg/L tergolong baik dan dapat mendukung kehidupan organisme akuatik. Oksigen terlarut merupakan parameter kritis yang menentukan kemampuan perairan dalam mendukung kehidupan organisme aerob.

Pemantauan konsentrasi DO sangat penting untuk mengidentifikasi sumber polusi dan menerapkan strategi pengelolaan untuk melindungi habitat akuatik (Tripathi *et al.*, 2025).

Konsentrasi DO yang tinggi (>4 mg/L) menunjukkan bahwa perairan memiliki kemampuan baik dalam proses oksidasi dan degradasi polutan organik. Faktor-faktor seperti polusi organik, pemuatan nutrisi, dan perubahan suhu dapat secara signifikan mempengaruhi tingkat DO. Misalnya, tingkat kebutuhan oksigen biokimia (BOD) dan kebutuhan oksigen kimia (COD) yang tinggi sering berkorelasi dengan berkurangnya DO, menunjukkan polusi organik (Patel & Vediya, 2025). Selain itu, Zhou *et al.* (2024) menyatakan bahwa konsentrasi DO akan mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme ikan mas, dimana konsentrasi DO 6 mg/L, dengan peningkatan aktivitas antioksidan dan ekspresi gen yang terkait dengan hormon pertumbuhan. Demikian pula, nila menunjukkan kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan yang lebih baik pada tingkat DO normal (6,0-6,5 mg/L) dibandingkan dengan tingkat yang lebih rendah (Abdel-Tawwab *et al.*, 2015).

Nilai pH yang terukur berada pada rentang 6,0-6,9, masih dalam batas baku mutu kelas II yang menetapkan pH antara 6-9. Nilai pH ini menunjukkan bahwa perairan waduk cenderung netral mendekati asam dan masih dapat ditoleransi untuk kehidupan organisme akuatik. Menurut Pardede *et al.* (2025) pH di Waduk PLTA Koto Panjang berkisar antara 5,41-7,79, nilai ini cenderung asam. Hal ini dapat dipengaruhi oleh suhu, pembuangan limbah domestik seperti deterjen dan sabun yang dapat mengandung senyawa yang dapat mengubah pH, serta hujan asam. Perubahan pH yang semakin asam juga dapat berpengaruh pada kehidupan akuatik di suatu perairan. Nilai pH yang terukur pada penelitian ini menunjukkan bahwa waduk berada dalam kondisi optimal untuk mendukung produktivitas perairan dan kegiatan perikanan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kualitas air Waduk PLTA Koto Panjang masih dalam kondisi baik dan memenuhi standar baku mutu air kelas II PP No. 22 Tahun 2021. Parameter suhu (28-31°C), pH (6-7), dan oksigen terlarut (6,1-7,4 mg/L) berada dalam rentang yang mendukung kehidupan biota akuatik dan fungsi ekologis perairan. Pemantauan kualitas air secara berkelanjutan perlu dilakukan untuk mendeteksi perubahan kondisi perairan dan mengantisipasi dampak jangka panjang dari perubahan iklim dan aktivitas antropogenik di wilayah catchment area.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Tawwab, M., Hagra, A. E., Elbaghdady, H.A.M., & Monier, M. N. (2015). Effects of Dissolved Oxygen and Fish Size on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.): Growth Performance, Whole-Body Composition, and Innate Immunity. *Aquaculture International*, 23(5): 1261–1274
- Caprica, R., Fauzi, M., & Sumiarsih, E. (2025). Hubungan Panjang Berat dan Faktor Kondisi Ikan Lelan (*Diplocheilichthys pleurotaenia*) di Bagian Hilir Bendungan PLTA Koto Panjang. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 13(3): 419-427
- Chanudet, V., Guédant, P., Rode, W., Godon, A., Guérin, F., Serça, D., ... & Descloux, S. (2016). Evolution of the Physico-Chemical Water Quality in the Nam Theun 2 Reservoir and Downstream Rivers for the First 5 years after Impoundment. *Hydroécologie Appliquée*, 19: 27-61.
- Chen, P.C., & You, G.J. (2025). *Assessing Dam Operations under High Water Levels by Reducing Flood Control Volume for Water Supply, Power Generation, and Flood Management*. EGU General Assembly 2025, Vienna, Austria, 27 Apr–2 May 2025, EGU25-5698
- Du, J., Yang, X., Xu, P., Wan, X., Wang, P., Wang, D., Yang, Q., Wang, Q., & Razzaq, A. (2024). Linking Water Quality Indicators in Stable Reservoir Ecosystems: Correlation Analysis and Ecohydrological Implications. *Water*, 16(24): 3600.

- Hanafi, D., & Harmiyati. (2021). Studi Optimasi Operasional Waduk Koto Panjang untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Saintis*, 21(1): 31-44
- Husaini, R.R., Tisnawan, R., & Setiawan, D. (2024). Analisis Genangan Banjir Akibat Pola Operasional Waduk PLTA Koto Panjang Berbasis Sistem Informasi Geografis. *JEKIN - Jurnal Teknik Informatika*, 4(2): 373–380
- Lewis, A.S., Breef-Pilz, A., Howard, D., Lofton, M.E., Olsson, F., Wander, H.L., ... & Carey, C. (2023). Reservoir Drawdown Highlights the Emergent Effects of Water Level Change on Reservoir Physics, Chemistry, and Biology. *ESS Open Archive eprints*, 187, 169592581-18728999.
- Li, Z-H., Li, P., & Wu, Y. (2021). Regulation of Glutathione-dependent Antioxidant Defense System of Grass Carp *Ctenopharyngodon idella* under the Combined Stress of Mercury and Temperature. *Environmental Science and Pollution Research*, 28: 1689-1696
- Novarina, D., Supriatna, J., Santoso, I., & Karuniasa, M. (2024). Peatland Transformation: Land Cover Changes and Driving Factors in the Kampar Peninsula (1990–2020). *Land*, 13(10): 1699.
- Pardede, S.E.S., Budijono, B., & Simarmata, A.H. (2025). Kelimpahan Bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. di Waduk PLTA Koto Panjang. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 13(3): 413-418
- Patel, P.L., & Vediya, S.D. (2025). Assessment of Physico-Chemical Parameters and Water Quality in Amlai Lake, Modasa Taluka, Gujarat, India. *International Journal of Environmental Sciences*, 1803–1814.
- PP No 22 Tahun 2021 Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161852/pp-no-22tahun-2021>. Diakses pada 02 Oktober 2025
- Qi, Z.H., Liu, Y.F., Luo, S.W., Chen, C.X., Liu, Y., & Wang, W.N. (2013). Molecular Cloning, Characterization and Expression Analysis of Tumor Suppressor Protein P53 from Orange-Spotted Grouper, *Epinephelus coioides* Response to Temperature Stress. *Fish Shellfish Immunol*, 35: 1466–1476
- Suryatmojo, H., Imron, M.A., Arfri, R.A., & Maryani, M. (2022). Neraca Air Ekosistem Hutan Alam Gambut di Kawasan Taman Nasional (TN) Zamrud, Semenanjung Kampar Riau. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 19(1): 85–100.
- Tripathi, K., Srivastava, Y., & Kumar, N. (2025). *Quantitative Estimation of Dissolved Oxygen (DO) in Water Samples: Principles, Methods, and Environmental Significance*. Biotechnology Lab Techniques: Culture Media, Microscopy, and Microbial Analysis (pp. 110-113). Deep Science Publishing.
- Warsa, A., Krismono, A.S.N., & Nurfiarini, A. (2017). Sumber Daya Perikanan Tangkap di Waduk Koto Panjang, Riau. *Bawal*, 2(3): 93–97.
- Wilches, F.J., Feria Díaz, J.J., & Hernández-Ávila, J. (2020). Physicochemical Characterization of the Waters of the Sinú River, Downstream of the Urrá Reservoir, North of Colombia. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(10): 2909-2914.
- Wildman Jr, R.A., & Vernieu, W.S. (2017). Turbid Releases from Glen Canyon Dam, Arizona, Following Rainfall-Runoff Events of September 2013. *Lake and Reservoir Management*, 33(3): 211-216.

Zhou, X., Wu, Y., Zhou, Y., Zhang, Z., Chen, G., Yu, X., & Tong, J. (2024). Different dissolved Oxygen Effects on Growth and O₂-Sensing Pathway in Juvenile Bighead Carp (*Hypophthalmichthys nobilis*). *Aquaculture*, 584: 740672