

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Volume 3, Nomor 12, January 2026, P. 716-721
E-ISSN: 2986-6340
Licensed by CC BY-SA 4.0
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18339534>

**Peran Oksigen Terlarut terhadap Kualitas Air dan Sistem Drainase
 Berkelanjutan di Sungai Krueng Cunda, Lhokseumawe**
*The Role of Dissolved Oxygen on Water Quality and Sustainable Drainage Systems in the Krueng
 Cunda River, Lhokseumawe*

Lusyana Eka Wardani^{1*}, Aisyah Protonia Tanjung²
^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe
 *Email korespondensi: lusyana@unimal.ac.id

Abstrak

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen* / DO) merupakan indikator kunci kualitas air yang sangat menentukan kesehatan ekosistem perairan dan efektivitas proses pengolahan air secara alami. Penelitian ini menganalisis peran DO dalam mendukung sistem drainase berkelanjutan (*sustainable drainage system*/SuDS) di Sungai Krueng Cunda, Kota Lhokseumawe, melalui kajian literatur dan analisis data kualitas air yang diambil secara purposive sampling pada lima titik pengamatan. Parameter yang dianalisis meliputi suhu (29–33 °C), DO (6,3–7,7 mg/L), C-organik (0,126–3,73%), pH (7,30–7,90), dan N-total (1,4–3,6 mg/L), yang dibandingkan dengan baku mutu air menurut PP No. 82 Tahun 2001. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar DO di Sungai Krueng Cunda berada pada kisaran baik (6,3–7,7 mg/L), setara dengan Kelas I–II, sehingga masih mampu mendukung kehidupan biota akuatik serta dekomposisi aerobik bahan organik. Namun, tekanan antropogenik dari aktivitas domestik dan budidaya perikanan payau berpotensi menurunkan DO jika tidak dikendalikan melalui pengelolaan beban pencemar dan peningkatan aerasi alami. Temuan ini menegaskan bahwa pengembangan SuDS di Sungai Krueng Cunda perlu menitikberatkan pada pengendalian pencemaran organik dan desain elemen drainase yang mendukung proses aerasi dan self-purification sungai.

Kata kunci: *Ekosistem Perairan, Kualitas Air, Oksigen Terlarut, Sistem Drainase Berkelanjutan, Sungai Krueng Cunda*

Abstract

Dissolved oxygen (DO) is a key indicator of water quality that critically determines the health of aquatic ecosystems and the effectiveness of natural water treatment processes. This study analyzes the role of DO in supporting sustainable drainage systems (SuDS) in the Krueng Cunda River, Lhokseumawe City, through a literature review and water quality analysis based on purposive sampling at five observation points. The analyzed parameters include temperature (29–33 °C), DO (6.3–7.7 mg/L), organic carbon (0.126–3.73%), pH (7.30–7.90), and total nitrogen (1.4–3.6 mg/L), compared with water quality standards according to Government Regulation No. 82 of 2001. The results show that DO levels in the Krueng Cunda River are within a good range (6.3–7.7 mg/L), corresponding to Class I–II, thus still supporting aquatic life and aerobic decomposition of organic matter. However, anthropogenic pressures from domestic activities and brackish aquaculture have the potential to reduce DO if not controlled through pollutant load management and enhancement of natural aeration. These findings highlight that the development of SuDS in the Krueng Cunda River should prioritize controlling organic pollution and designing drainage elements that promote aeration and the river's self-purification processes.

Keywords: *Aquatic Ecosystem; Water Quality; Dissolved Oxygen; Sustainable Drainage Systems; Krueng Cunda River*

Article Info

Received date: 12 January 2026

Revised date: 18 January 2026

Accepted date: 22 January 2026

PENDAHULUAN

Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu parameter paling penting dalam menilai kualitas air dan daya dukung ekologis suatu badan air, karena menjadi “nyawa” bagi ekosistem akuatik, termasuk ikan, plankton, dan mikroorganisme dekomposer (Chapman, 1996; Wetzel, 2001). Peran utama DO adalah memfasilitasi dekomposisi aerobik bahan organik, yang menjadi mekanisme pembersihan alami sungai melalui konversi limbah organik menjadi senyawa yang lebih stabil dan

tidak berbau (Sawyer et al., 2003). Ketika kadar DO turun hingga mendekati kondisi anoksik, proses dekomposisi beralih menjadi anaerobik yang menghasilkan gas berbau (misalnya H_2S , CH_4) dan berpotensi toksik bagi biota air.

Ketersediaan oksigen terlarut di perairan ditentukan oleh keseimbangan antara proses pemasukan dan pengeluaran oksigen. Sumber utama DO berasal dari difusi oksigen dari atmosfer, aerasi akibat turbulensi aliran, serta proses fotosintesis tumbuhan dan fitoplankton, sedangkan pengurangannya disebabkan oleh respirasi biota dan oksidasi bahan organik maupun anorganik (Dogan & Sengorur, 2004). Faktor lingkungan seperti suhu, tekanan atmosfer, salinitas, kekeruhan, dan beban bahan organik turut memengaruhi kapasitas air untuk melarutkan oksigen dan laju konsumsi oksigen (Wetzel, 2001; Boyd, 1998).

Secara kuantitatif, perubahan DO di suatu segmen sungai dapat diuraikan sebagai hasil dari selisih antara proses reaerasi dan konsumsi oksigen. Laju reaerasi biasanya dimodelkan sebagai fungsi dari koefisien transfer oksigen (reaeration coefficient, k_2) dan defisit oksigen terhadap konsentrasi jenuh ($C_s - C$), sedangkan konsumsi oksigen terutama digambarkan melalui laju deoksigenasi (deoxygenation rate, k_1) yang berkaitan dengan Biochemical Oxygen Demand (BOD) (Dogan & Sengorur, 2004; Sawyer et al., 2003). Konsep ini menjadi dasar model Streeter-Phelps yang menjelaskan profil DO sepanjang sungai penerima limbah, di mana segmen dengan beban organik tinggi mengalami oxygen sag curve sebelum pulih secara bertahap akibat reaerasi dan pengenceran.

Pada sistem drainase konvensional di kawasan perkotaan, penurunan kadar DO sering terjadi akibat tingginya beban pencemaran organik dari limbah domestik serta terbatasnya sirkulasi dan aerasi air dalam saluran (Asmorowati & Rahmawati, 2016). Untuk menjawab tantangan tersebut, konsep sistem drainase berkelanjutan (*Sustainable Drainage System* / SuDS) dikembangkan dengan meniru proses alami melalui infiltrasi, retensi, dan peningkatan aerasi guna mengurangi limpasan, meningkatkan kualitas air, dan memperbaiki fungsi ekologis badan air (CIRIA, 2015). Dalam konteks ini, DO menjadi parameter kunci untuk menilai sejauh mana sistem drainase mampu mendukung fungsi ekologis sungai sebagai media pengalir sekaligus penerima beban pencemar.

Sungai Krueng Cunda di Kota Lhokseumawe memiliki peran penting sebagai sistem drainase alami, sekaligus sumber air bagi kegiatan perikanan tambak dan budidaya ikan serta potensi pariwisata berbasis ekosistem mangrove. Pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) meningkatkan tekanan terhadap kualitas air, terutama melalui limbah domestik dan kegiatan budidaya perikanan, sehingga berpotensi menurunkan kadar DO dan mengganggu keseimbangan ekosistem (Fadli et al., 2019; Ekamaida, 2017). Studi komparatif di beberapa sungai perkotaan Asia Tenggara juga menunjukkan pola serupa, dengan penurunan DO dan peningkatan beban organik sebagai ciri umum degradasi kualitas air di kawasan urban (Zubaidah et al., 2023).

Pada sungai pasang-surut seperti Krueng Cunda, salinitas air payau juga memengaruhi kelarutan oksigen dan komunitas biota yang mendominasi. Kelarutan oksigen cenderung menurun dengan meningkatnya salinitas, sehingga pada kondisi intrusi air laut dan suhu tinggi, kapasitas maksimum DO menjadi lebih rendah dibandingkan sungai air tawar murni (Wetzel, 2001; Boyd, 1998). Hal ini perlu diperhitungkan dalam interpretasi angka DO, karena nilai yang tampak “cukup tinggi” di sungai air payau sebenarnya mendekati batas kelarutan maksimum pada kombinasi suhu–salinitas tertentu.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis peran oksigen terlarut sebagai indikator kualitas air pada Sungai Krueng Cunda, (2) mengkaji hubungan DO dengan parameter kualitas air lain dan baku mutu nasional, serta (3) mengidentifikasi implikasi nilai DO terhadap perencanaan sistem drainase berkelanjutan di kawasan tersebut.

METODE

Lokasi dan desain penelitian

Penelitian ini dilakukan pada segmen Sungai Krueng Cunda di wilayah Kota Lhokseumawe yang banyak dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan tambak dan budidaya ikan. Pendekatan yang digunakan merupakan kombinasi field-based assessment dan kajian literatur, dengan pengumpulan

data kualitas air di lima titik pengamatan yang dipilih secara purposive sampling berdasarkan sebaran aktivitas antropogenik (permukiman, tambak, dan area relatif alami) (Ekamaida, 2017). Data kualitas air yang dianalisis dalam penelitian ini merupakan hasil pengukuran lapangan yang dilaporkan oleh Ekamaida (2017) pada lima titik pengamatan di Sungai Krueng Cunda, yang masing-masing mewakili segmen hulu, tengah, dan hilir dengan intensitas aktivitas antropogenik berbeda. Analisis ulang ini bertujuan mengevaluasi kondisi oksigen terlarut dan parameter pendukungnya dalam kerangka baku mutu nasional serta konsep SuDS.

Parameter dan pengukuran kualitas air

Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi suhu, DO, pH, C-organik, dan N-total. Suhu diukur menggunakan termometer digital, DO menggunakan DO meter terkalibrasi, pH menggunakan pH meter portabel, sedangkan C-organik dan N-total dianalisis di laboratorium menggunakan metode standar (misalnya Walkley–Black untuk C-organik dan Kjeldahl untuk N-total) sesuai pedoman kualitas air (APHA, 2017). Nilai-nilai parameter kemudian dibandingkan dengan baku mutu air menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air untuk menentukan kelas kualitas air dan kesesuaiannya bagi fungsi perikanan, rekreasi, dan ekosistem perairan.

Sebelum pengukuran lapangan, seluruh instrumen (DO meter, pH meter, dan termometer digital) dikalibrasi menggunakan larutan standar sesuai petunjuk pabrikan dan acuan APHA (2017) untuk meminimalkan kesalahan sistematis. Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman sekitar 20–30 cm di bawah permukaan air pada bagian aliran utama, tidak terlalu dekat tepi atau zona genangan lokal, guna memperoleh kondisi yang representatif terhadap penampang sungai.

Analisis data dan acuan baku mutu

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif-komparatif dengan membandingkan hasil pengukuran parameter di Sungai Krueng Cunda terhadap kisaran optimum DO dan parameter fisik-kimia yang direkomendasikan untuk ekosistem perairan tropis (Boyd, 1998; Wetzel, 2001). Nilai DO 6,3–7,7 mg/L kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelas mutu air Kelas I–II PP No. 82/2001, yang diperuntukkan bagi air baku minum, perikanan, dan rekreasi (PP RI, 2001).

Selain analisis deskriptif (nilai minimum, maksimum, dan rentang), hubungan sederhana antara DO dan parameter lain seperti suhu, C-organik, dan N-total dapat dianalisis menggunakan koefisien korelasi Pearson untuk mengidentifikasi parameter mana yang paling kuat berkaitan dengan variasi DO (Boyd, 1998). Meskipun jumlah titik pengamatan terbatas, indikasi korelasi positif atau negatif dapat memberikan gambaran awal mengenai dominasi pengaruh suhu dibandingkan beban organik terhadap dinamika DO di segmen sungai yang dikaji.

Untuk memberikan gambaran yang lebih kuantitatif, nilai DO pada masing-masing titik dibandingkan secara langsung dengan nilai DO minimum yang direkomendasikan untuk perikanan dan perairan produktif (≥ 5 –6 mg/L), dan dihitung margin keamanannya (selisih terhadap batas minimum) pada tiap titik (Boyd, 1998; Chapman, 1996). Hal ini membantu mengidentifikasi titik yang paling rentan terhadap penurunan DO bila terjadi peningkatan beban organik atau perubahan hidrodinamika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi oksigen terlarut di Sungai Krueng Cunda

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar DO di Sungai Krueng Cunda berada pada kisaran 6,3–7,7 mg/L, yang mengindikasikan kondisi air yang masih baik dan mampu mendukung kehidupan organisme akuatik (Ekamaida, 2017). Menurut kriteria umum kualitas air, DO di atas 6 mg/L umumnya dikategorikan sebagai kondisi baik untuk ikan dan biota sensitif, sedangkan DO di bawah 3 mg/L sering dikaitkan dengan kondisi hipoksia yang berpotensi memicu kematian massal ikan dan bau tidak sedap (Boyd, 1998; Chapman, 1996). Dengan demikian, secara umum segmen sungai yang diteliti masih memiliki kapasitas asimilasi yang memadai untuk beban organik yang masuk.

Jika dibandingkan dengan kisaran DO optimal 5–9 mg/L yang direkomendasikan untuk budidaya ikan dan organisme akuatik tropis (Boyd, 1998), rentang 6,3–7,7 mg/L di Krueng Cunda berada di zona tengah yang aman, sehingga risiko stres fisiologis pada ikan relatif kecil dalam kondisi

normal. Namun, pada kondisi beban organik yang meningkat tajam, misalnya akibat pembuangan limbah domestik atau limbah tambak tanpa pengolahan, DO dapat turun cepat menuju nilai < 4 mg/L yang sudah memasuki zona kritis bagi banyak spesies dan memicu fenomena fish kill (Chapman, 1996). Hal ini menegaskan pentingnya menetapkan dan menegakkan batas beban pencemar maksimum yang dapat diterima sungai.

Jika diasumsikan bahwa batas bawah DO aman untuk biota sensitif sekitar 5 mg/L, maka nilai DO minimum 6,3 mg/L di Krueng Cunda masih memiliki margin keamanan sekitar 1,3 mg/L. Namun, margin ini tidak terlalu besar; peristiwa peningkatan BOD lokal, misalnya akibat limpasan hujan pertama (first flush) yang membawa beban organik tinggi dari permukiman, berpotensi menurunkan DO ke bawah ambang aman jika tidak ada upaya pengurangan beban pencemar di hulu.

Dibandingkan dengan baku mutu PP No. 82/2001, kisaran DO tersebut sesuai dengan Kelas I–II yang diperuntukkan bagi air baku untuk minum (setelah pengolahan), perikanan, dan rekreasi air (PP RI, 2001). Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun Sungai Krueng Cunda tergolong air payau dan tidak dimanfaatkan sebagai sumber air minum langsung, kondisi oksigen terlarutnya masih mendukung fungsi perikanan dan proses pengolahan air secara alami. Namun, tekanan dari aktivitas domestik dan tambak berpotensi menurunkan DO di masa depan jika beban organik meningkat tanpa diimbangi pengelolaan yang baik (Fadli et al., 2019).

Hubungan DO dengan parameter kualitas air lainnya

Nilai DO dipengaruhi oleh suhu, beban organik, dan aktivitas biologis. Suhu air pada rentang 29–33 °C tergolong cukup tinggi untuk perairan tropis, yang secara teoritis menurunkan kelarutan oksigen maksimum, tetapi dapat diimbangi oleh proses aerasi dan fotosintesis yang cukup (Boyd, 1998). Nilai pH 7,30–7,90 berada pada kisaran netral–sedikit basa yang umumnya optimal bagi proses biologis di air dan tidak mengganggu ketersediaan oksigen terlarut maupun toksisitas senyawa tertentu.

Pada rentang suhu 29–33 °C, kelarutan maksimum oksigen di air tawar pada tekanan atmosfer standar berada sekitar 7–8 mg/L, dan akan sedikit menurun pada kondisi air payau (Wetzel, 2001). Dengan DO terukur 6,3–7,7 mg/L, dapat diinterpretasikan bahwa pada beberapa titik sungai, konsentrasi DO sudah mendekati kondisi jenuh, terutama pada nilai tertinggi 7,7 mg/L, yang mengindikasikan proses reaerasi dan fotosintesis yang cukup aktif. Sebaliknya, titik dengan DO mendekati 6,3 mg/L menunjukkan bahwa sedikit peningkatan BOD atau penurunan turbulensi aliran saja sudah dapat menurunkan DO ke zona kurang aman, terutama pada malam hari ketika fotosintesis berhenti.

Rentang C-organik (0,126–3,73%) dan N-total (1,4–3,6 mg/L) menunjukkan adanya suplai bahan organik dan nutrisi yang signifikan dari aktivitas domestik dan perikanan. Dalam jangka pendek, peningkatan biomassa fitoplankton akibat nutrisi dapat meningkatkan DO pada siang hari melalui fotosintesis, tetapi dalam jangka panjang, dekomposisi biomassa tersebut akan menambah BOD dan berpotensi menurunkan DO secara drastis jika kapasitas reaerasi tidak mencukupi (Sawyer et al., 2003). Oleh karena itu, pengelolaan nutrisi (terutama nitrogen dan fosfor) penting untuk mencegah eutrofikasi dan fluktuasi DO ekstrem.

Implikasi terhadap sistem drainase berkelanjutan (SuDS)

Dari perspektif perencanaan SuDS, kondisi DO yang relatif tinggi di Sungai Krueng Cunda menunjukkan bahwa sungai masih memiliki kapasitas self-purification yang dapat dimanfaatkan sebagai bagian hilir dari rangkaian pengolahan air secara alami. Elemen-elemen SuDS di hulu dan di sepanjang saluran drainase, seperti saluran bervegetasi, bio-retention cells, dan kolam detensi, idealnya dirancang untuk mengurangi beban organik dan nutrisi melalui sedimentasi, infiltrasi, dan degradasi awal sebelum air memasuki sungai utama, sehingga beban oksigen yang harus ditanggung oleh sungai tidak melampaui kapasitas asimilasinya (CIRIA, 2015). Pengalaman perancangan SuDS di kota-kota beriklim subtropis dan tropis menunjukkan bahwa adaptasi desain terhadap intensitas hujan tinggi dan pola limpasan kawasan sangat penting untuk memastikan efektivitas pengendalian kualitas air (Chen et al., 2021).

Secara teknis, penerapan struktur peningkat aerasi seperti step-pool system, cascade weirs, atau penampang saluran yang bervariasi dapat meningkatkan turbulensi aliran dan luas permukaan kontak air–udara, yang pada gilirannya meningkatkan laju reaerasi dan membantu mempertahankan

DO pada kisaran optimal. Di tingkat DAS, pengurangan permukaan kedap air melalui penggunaan permukaan berpori (*permeable pavement*) dan rain garden akan mengurangi debit puncak dan konsentrasi polutan, sehingga menurunkan risiko penurunan DO mendadak setelah kejadian hujan lebat.

Dari sudut pandang manajemen risiko, segmen sungai dengan nilai DO yang berada dekat batas minimum aman perlu diprioritaskan sebagai lokasi implementasi elemen SuDS skala tapak maupun kawasan, seperti taman hujan, saluran bervegetasi, dan kolam retensi. Pendekatan ini memungkinkan pengurangan beban organik dan nutrisi sebelum air mencapai sungai, sehingga DO di sungai utama tetap berada dalam kisaran aman meskipun terjadi peningkatan aktivitas antropogenik di DAS.

Konsep SuDS menekankan empat prinsip utama, yaitu mengendalikan kuantitas limpasan, meningkatkan kualitas air, mendukung keanekaragaman hayati, dan memperbaiki nilai amenitas. Dalam konteks Krueng Cunda, menjaga DO dalam kisaran optimal menjadi prasyarat bagi tercapainya keempat prinsip tersebut, karena oksigen terlarut menentukan kemampuan sungai untuk menerima dan mengolah limpasan yang mengandung bahan organik serta mendukung habitat bagi biota perairan. Oleh sebab itu, DO dapat dijadikan indikator utama efektivitas implementasi SuDS di tingkat DAS.

SIMPULAN

Oksigen terlarut terbukti menjadi parameter kunci yang menentukan kualitas air dan kesehatan ekosistem perairan di Sungai Krueng Cunda, sekaligus indikator penting dalam evaluasi keberlanjutan sistem drainase di kawasan tersebut. Nilai DO 6,3–7,7 mg/L menunjukkan bahwa sungai masih berada dalam kategori baik (Kelas I–II PP No. 82/2001) dan mampu mendukung proses dekomposisi aerobik, kehidupan biota akuatik, serta fungsi *self-purification* perairan.

Meskipun demikian, keberlanjutan kondisi ini sangat bergantung pada pengendalian beban pencemaran organik dari aktivitas domestik dan budidaya perikanan, serta upaya menjaga kondisi hidraulik dan ekologis yang mendukung aerasi alami. Integrasi prinsip-prinsip SuDS dalam perencanaan dan pengelolaan DAS Krueng Cunda menjadi krusial untuk mempertahankan DO pada kisaran optimal dan memastikan keberlanjutan fungsi ekologis dan sosial-ekonomi sungai.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan lain untuk menyusun kebijakan pengelolaan DAS Krueng Cunda yang mengintegrasikan pengendalian pencemaran, penerapan SuDS di kawasan permukiman dan tambak, serta pemantauan kualitas air berbasis indikator DO.

REKOMENDASI

1. Perlu dilakukan pemantauan berkala kualitas air, khususnya DO, BOD, C-organik, dan N-total di sepanjang Krueng Cunda untuk mendeteksi tren penurunan kualitas air secara dini.
2. Implementasi elemen SuDS seperti saluran bervegetasi, kolam retensi, dan wetland buatan perlu diprioritaskan di area padat penduduk untuk mengurangi beban organik dan memperkuat aerasi alami sebelum air masuk ke sungai utama (CIRIA, 2015).
3. Pengelolaan limbah domestik dan limbah tambak harus diperbaiki melalui peningkatan fasilitas pengolahan awal (misalnya *settling pond* dan *biofilter*) sebelum dibuang ke badan air.
4. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji pola harian dan musiman DO serta hubungannya dengan debit, beban pencemar, dan struktur komunitas biota akuatik sebagai dasar penentuan ambang batas beban pencemar maksimum yang masih dapat ditoleransi sungai.

REFERENSI

- APHA. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.
- Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., Rudiyanto, M. A., Nadya, E., ... Nugroho, M. W. (2021). *Drainase perkotaan*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- Boyd, C. E. (1998). *Water quality for pond aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station.

- Chapman, D. (Ed.). (1996). *Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring* (2nd ed.). E & FN Spon.
- Chen, S. S., Li, Y., & Wong, T. H. F. (2021). Designing sustainable drainage systems in subtropical cities: Challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 280(Part 2), 124–215. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124463>
- CIRIA. (2015). *The SuDS Manual (C753)*. Construction Industry Research and Information Association.
- Dogan, E., & Sengorur, B. (2004). Investigation of dissolved oxygen and biochemical oxygen demand dynamics in a stream. *Environmental Monitoring and Assessment*, 95(1–3), 89–98. <https://doi.org/10.1023/B:EMAS.0000029909.01476.4e>
- Ekamaida, E. (2017). *Pemberdayaan masyarakat melalui usaha pertambakan berdasarkan potensi kualitas air Sungai Krueng Cunda di Kota Lhokseumawe* (Skripsi sarjana, Universitas Malikussaleh).
- Fadli, N., Apriadi, T., & Suryani, A. (2019). Kualitas air dan kondisi biota pada beberapa sungai perkotaan di Aceh. *Jurnal Ilmiah Lingkungan*, 7(1), 45–56.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Saputri, A. M., Subardjo, P., & Hadi, S. (2011). Analisis sebaran oksigen terlarut pada Sungai Raya. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2), 67–74. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmtluntan/article/view/4618/4699>
- Sawyer, C. N., McCarty, P. L., & Parkin, G. F. (2003). *Chemistry for environmental engineering and science* (5th ed.). McGraw–Hill.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems* (3rd ed.). Academic Press.
- Harish, A. H., Annisa, N., & Rachman, F. (2020). Sebaran kualitas air dalam aliran Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(3), 455–464. <https://jtam.ulm.ac.id/index.php/jernih/article/view/597>
- Zubaidah, T., Pratama, M. A., & Rahman, A. (2023). Comparative analysis of water quality parameters in major Southeast Asian urban rivers. *River Studies*, 1(1), 1–15. <https://doi.org/10.5897/rs.2023.0001>