

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberadaan perairan sangat penting bagi penduduk, termasuk danau dan sungai. Sungai mengalirkan lumpur, pasir, sampah, dan limbah dari wilayah permukiman ke laut. Aktivitas ini secara alami membentuk bentang alam seperti daratan berlumpur atau berpasir di tepian sungai. Masalah besar muncul saat jumlah air sungai berkurang, tetapi beban limbah meningkat. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kualitas air hingga mencapai titik yang mengancam kesehatan manusia dan ekosistem (Wulandari, 2008).

Danau dikelompokkan ke dalam perairan lentik yang merupakan badan air relatif diam atau tenang (Azizah, 2021). Perairan lentik, yaitu danau, berperan penting dalam menopang kesejahteraan global melalui layanan budaya, ekologi, dan ekonominya, termasuk regulasi hidrologi, pemeliharaan keanekaragaman hayati, serta penyediaan sumber daya air (Xu *et al.*, 2017).

Kalimantan Tengah merupakan salah satu wilayah dengan potensi besar dalam pemanfaatan perairan umum, termasuk danau (BPS, 2025). Danau tapal kuda (*oxbow lake*) adalah perairan tawar berbentuk U yang terbentuk ketika bagian sungai yang berkelok terputus dari aliran utama, baik karena sebab alami maupun aktivitas manusia (Zinger, 2016; Saha *et al.*, 2022). Danau Rangas di Kalimantan Tengah adalah salah satu contoh *oxbow lake* yang berasal dari sistem Sungai Rungan. Danau Rangas, airnya

berwarna cokelat, merupakan bagian dari Sungai Rungan yang terpotong dan kemudian terisolasi (Guo *et al.*, 2023). Cekungan Danau Rangas menunjukkan karakteristik unik yang dipengaruhi oleh konektivitas hidrologis dan kondisi lingkungan setempat.

Hal menarik Danau Rangas yang membedakannya dengan Danau *Oxbow* lainnya yaitu Danau Rangas airnya cenderung keruh kecokelatan karena membawa sedimentasi lumpur sungai. Air Danau Rangas dipengaruhi kuat oleh ekosistem hutan rawa gambut di sekitarnya. Airnya berwarna merah kecokelatan gelap hingga hitam transparan (mirip warna teh pekat) karena tingginya kandungan bahan organik terlarut (*humic acid*) dari dekomposisi serasah tanaman gambut. Karakteristik tanah gambut yaitu banyak mengandung bahan organik, termasuk tanah *alluvial* dan *grey humus* dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah dan berhutan bakau (Strategi Sanitasi Kabupaten Kepulauan Meranti, 2016).

Kondisi ekosistem Danau Rangas juga menghadapi tekanan dari aktivitas manusia. Salah satu bentuk tekanan antropogenik yang paling nyata yaitu indikasi adanya aktivitas penambangan emas yang dilakukan di sekitar wilayah Danau (Elvince, 2019). Dampak dari aktivitas penambangan emas tersebut berpotensi menghasilkan limbah berupa lumpur atau endapan yang dapat menyebabkan kekeruhan dan pencemaran air danau.



Gambar 1 1. Danau Rangas (*oxbow lake*)

Aktivitas antropogenik penambangan emas berpotensi mengubah kualitas air serta memengaruhi kehidupan organisme yang hidup di dalamnya. Namun, perubahan kualitas perairan tidak hanya terjadi pada masa kini, melainkan juga telah berlangsung sejak masa lampau. Informasi mengenai kondisi perairan di masa lampau sangat penting untuk mengetahui bagaimana ekosistem tersebut berubah dari waktu ke waktu. Salah satu cara untuk mengetahui perubahan tersebut adalah melalui analisis lapisan sedimen di dasar danau. Sedimen berfungsi sebagai arsip alami yang menyimpan berbagai sisa organisme dari masa lalu, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kondisi lingkungan pada periode tertentu. Perubahan lingkungan yang dipicu oleh aktivitas penambangan emas ini perlu dikaji lebih lanjut melalui pendekatan bioindikator yang sensitif, seperti komunitas diatom epipelik.

Diatom adalah mikroalga fotosintetik unik dengan frustula silika yang membuatnya tahan terhadap kondisi ekstrem (Dufan, 2024). Diatom

dikelompokkan ke dalam Bacillariophyta, yang memiliki ciri khas dinding sel terbuat dari silika (Soeprbowati, 2020). Keragaman diatom dapat menjadi indikator ekologi karena mampu menunjukkan tingkat eutrofikasi dan pencemaran perairan (Datta *et al.*, 2019). Dalam fokus studi ini, diatom bentik (epipelik) yang menempel pada substrat sedimen memiliki karakteristik penting, yaitu sensitif terhadap perubahan lingkungan dan memiliki distribusi yang luas. Salah satu keunggulan utama diatom epipelik yaitu mampu tersimpan dalam sedimen dalam jangka waktu yang sangat lama, menjadikannya alat yang berharga untuk studi paleolimnologi (Ananingtyas & Suteja 2018).

Keunikan danau *oxbow* menjadi justifikasi ilmiah dalam perumusan penelitian tentang diatom. Danau Rangas merupakan danau *oxbow* tropis yang terbentuk dari pemutusan meander Sungai Rungan dan memiliki karakteristik unik sebagai ekosistem transisi antara sistem sungai dan danau. Berada di lanskap rawa gambut Kalimantan serta dipengaruhi oleh dinamika hidrologi dan aktivitas antropogenik di daerah aliran sungai, Danau Rangas berpotensi menyimpan rekaman perubahan lingkungan yang terekam dalam sedimennya. Dibandingkan danau-danau besar Indonesia yang telah banyak dikaji (Gambar 2.4), informasi paleoekologi dan bioindikator pada danau *oxbow* tropis masih sangat terbatas, khususnya di wilayah Kalimantan Tengah. Sehingga Danau Rangas menawarkan peluang penting untuk memahami respons ekosistem perairan terhadap perubahan lingkungan jangka panjang.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis struktur komunitas diatom epipelik dalam sedimen, mengkaji distribusi vertikalnya, serta menginterpretasikan perubahan kondisi kualitas perairan Danau Rangas dengan membandingkan karakteristik komunitas diatom pada beberapa stasiun pengamatan, termasuk Sungai Rungan sebagai sistem yang terhubung secara hidrologis. Beberapa hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel Gap Analysis (Tabel 1.1).

Tabel 1 1. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Permasalahan	Tujuan	Gap Analysis
Junardi, Wolly Candramila, Sigit Mundiarto (2019)	Struktur Komunitas Fitoplankton Danau Tapal Kuda-Sinau, Kapas Hulu, Kalimantan Barat	Masalah utamanya adalah ketiadaan data ilmiah dasar mengenai aspek limnologi dan struktur komunitas fitoplankton. Tanpa data ini, pemerintah dan masyarakat tidak memiliki acuan untuk mengelola atau memanfaatkan sumber daya danau secara optimal dan berkelanjutan.	•Mengidentifikasi dan menganalisis struktur komunitas fitoplankton (jenis, kelimpahan, keanekaragaman, dan dominansi). •Mengetahui kondisi kualitas air (parameter fisika dan kimia) di Danau Sinau. •Menyediakan data awal (preliminary data) untuk perencanaan pengelolaan dan pemanfaatan danau di masa depan.	Analisis kimia air masih bersifat dasar sehingga diperlukan studi diatom epipelik dalam sedimen untuk memberikan gambaran kualitas lingkungan perairan (danau dan sungai) sebagai pembanding untuk menilai tingkat degradasi lingkungan di ekosistem danau dan sungai secara lebih komprehensif.
M. Holmesa, E.E. Campbell, M. de Wit, J.C. Taylor (2023)	Can diatoms be used as a biomonitoring tool for surface and groundwater? Towards a baseline for Karoo water	Ancaman kontaminasi yang besar dari proses fracking (termasuk pelepasan bahan kimia dan unsur radioaktif) dapat merusak sumber air yang langka di Karoo.	Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menentukan apakah diatom dapat digunakan sebagai alat biomonitoring cepat untuk air permukaan dan air tanah di Karoo. Secara spesifik,	Celah yang dijawab oleh penelitian ini adalah pemanfaatan komunitas diatom pada lapisan sedimen (diambil menggunakan teknik coring) di Danau Rangas untuk merekonstruksi perubahan profil dominansi diatom, sehingga dapat membandingkan kondisi kualitas perairan dari waktu ke waktu.
Rosyada & Soeprubowati (2021)	Digestion of diatoms using Battarbee and Ruhland methods for Pengilon Lake, Dieng, Wonosobo, Central Java, Indonesia	Permasalahan utama adalah perlunya menentukan metode pencernaan diatom yang paling sesuai dan efektif untuk sampel sedimen dari daerah tropis (seperti Danau Pengilon), karena	Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi dan membandingkan metode pencernaan diatom (Battarbee dan Ruhland) yang paling sesuai untuk sampel sedimen tropis dari Danau Pengilon. Tujuannya adalah untuk	Meskipun studi diatom telah ada selama satu abad, komposisi diatom di daerah tropis masih belum sepenuhnya dipahami dan studi mengenai komunitas diatom di daerah pegunungan tropis masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menerapkan metode preparasi sedimen optimal tersebut untuk mengidentifikasi komunitas diatom epipelik, guna

		terdapat berbagai metode (seperti Battarbee dan Ruhland yang berbeda dalam hasil identifikasi, waktu yang dibutuhkan	menemukan metode yang efektif berdasarkan hasil identifikasi spesies, waktu pemrosesan, dan berat residu.	menganalisis sensitivitasnya sebagai bioindikator kualitas air kontemporer di ekosistem danau rangas dan sungai rungan.
Nunes <i>et al.</i> , (2025)	Characterising benthic diatom community responses to abiotic variability in a tropical Ramsar estuarine lake	Peningkatan aktivitas manusia seperti pertanian subsisten dan pembangunan menimbulkan ancaman potensial terhadap kondisi murni sistem	Untuk menyelidiki pendorong abiotik (faktor non-hayati) terhadap struktur komunitas diatom benthik. Menganalisis bagaimana variabel abiotik, seperti salinitas, pasokan nutrisi, dan karakteristik sedimen, memengaruhi komposisi dan distribusi komunitas diatom benthik.	Penelitian menurut Nunes <i>et al.</i> (2025) berhasil memetakan respons diatom benthik terhadap variabel abiotik pada ekosistem estuari tropis yang dipengaruhi pasang-surut. Namun, terdapat kesenjangan informasi mengenai bagaimana pola respons tersebut bermanifestasi pada perairan darat tawar yang terpisah secara hidrologis. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengkaji komunitas diatom epipelik (sedimen) secara spesifik guna menyediakan data dasar (baseline data) serta membandingkan struktur komunitasnya di Danau Rangas (lentik) dan Sungai Rungan (lotik).
Sophia Barinova and Karomat Mamanazarova (2021)	Diatom Algae-Indicators of Water Quality in the Lower Zarafshan River, Uzbekistan	Permasalahan utamanya adalah degradasi kualitas air akibat beban antropogenik (aktivitas manusia) yang berat, seperti pembuangan limbah industri, limpasan pertanian, dan limbah domestik dari kota-kota besar di sekitarnya. Hal ini diperparah oleh kondisi iklim arid (kering) yang meningkatkan risiko salinisasi dan polusi organik.	•Melakukan inventarisasi dan analisis taksonomi komunitas diatom di bagian hilir Sungai Zarafshan. •Menilai kualitas air sungai menggunakan diatom sebagai bioindikator. •Menganalisis hubungan antara distribusi spesies diatom dan parameter lingkungan (salinitas, alkalinitas, dan polusi organik) untuk memetakan status ekologis sungai tersebut.	Kesenjangan ilmiah yang diisi oleh penelitian ini adalah menganalisis komunitas diatom epipelik dengan membandingkan karakteristik perairan lentik (danau) dan lotik (sungai). Selain itu, analisis hubungan struktur komunitas dengan parameter fisik-kimia diperkuat menggunakan pendekatan statistik multivariat (CCA) untuk mereduksi subjektivitas dan memetakan pendorong ekologis utama secara lebih akurat.
Frederic <i>et al.</i> (2004)	Response of diatom	Permasalahannya adalah	Penelitian ini bertujuan untuk	Studi terdahulu mengevaluasi indeks diatom

	indices to simulated water quality improvements in river	ketiadaan data ilmiah mengenai aspek limnologi dan struktur komunitas fitoplankton yang dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan dan pemanfaatan danau tersebut.	mengumpulkan data komprehensif mengenai struktur komunitas fitoplankton serta kondisi kualitas air (fisika dan kimia) di Danau Sinau.	menggunakan pemodelan simulasi perbaikan kualitas air di sungai tanpa mengaitkannya secara mendalam dengan kondisi riil substrat dasar perairan. Kesenjangan ilmiah yang diisi oleh penelitian ini adalah menguji respons komunitas diatom epipelik langsung dari sampel sedimen alami di lapangan. Selain itu, keterbatasan interpretasi visual pada karakterisasi habitat dasar ditingkatkan melalui pendekatan laboratorium yang lebih komprehensif, mengombinasikan perhitungan indeks ekologis diatom dengan analisis multivariat serta metode clustering guna memetakan tipologi kualitas perairan danau dan sungai secara objektif.
Salomoni et al. (2011)	Application of water quality biological indices using Diatoms as bioindicators in the Gravataí River, RS, Brazil	Sungai Gravataí di Brasil mengalami tekanan lingkungan yang berat akibat aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah domestik dan industri yang tidak terolah, serta limpasan pupuk dari pertanian (terutama sawah). Hal ini menyebabkan penurunan kualitas air secara signifikan, namun metode penilaian kualitas air secara biologis di wilayah tersebut masih terbatas dan perlu diuji efektivitasnya.	• Mengevaluasi kualitas air Sungai Gravataí menggunakan diatom epipelik sebagai bioindikator. • Menguji efektivitas dan sensitivitas berbagai indeks biologis (seperti Indeks Diatom Khusus/SDEI, Indeks Trofik, dll.) dalam mencerminkan tingkat pencemaran air. • Menganalisis hubungan antara struktur komunitas diatom dan variabel fisika-kimia air.	Kesenjangan ilmiah yang diisi oleh penelitian ini adalah menguji dan membandingkan efektivitas indeks ekologis pada komunitas diatom epipelik (sedimen) guna melihat bagaimana perbedaan dinamika hidrologi memengaruhi komposisi serta sensitivitas indikator spesies diatom.
Dorota Richter & Paulina Bączek (2016)	Changes in the phytoplankton diversity of two	Danau tapal kuda (oxbow lake) di kawasan perkotaan (seperti di Wrocław,	• Menganalisis perubahan struktur taksonomi dan intensitas perkembangan	Studi terdahulu berfokus pada fluktuasi keanekaragaman fitoplankton pelagik di ekosistem danau tapal kuda tanpa

	oxbow lakes in a big city: a case study of Wrocław (Poland)	Polandia) menghadapi tekanan lingkungan yang besar akibat aktivitas manusia (antropogenik). Masalah utamanya adalah perubahan cepat kondisi ekologis yang menyebabkan perubahan struktur taksonomi dan penurunan kualitas air.	fitoplankton pada dua danau tapal kuda (Janówek dan Rędzin). •Menentukan tingkat keragaman sianobakteri dan alga serta status trofik (tingkat kesuburan) danau tersebut. •Membandingkan data flora saat ini dengan data historis dari tahun-tahun sebelumnya untuk melihat tren perubahan lingkungan. •Menganalisis keanekaragaman dan struktur komunitas fitoplankton di perairan muara Lhokseumawe. •Menggunakan fitoplankton sebagai bioindikator untuk menentukan status pencemaran organik. •Menguji efektivitas berbagai indeks biologi (seperti Indeks Nygaard dan Indeks Palmer) dalam menilai kesehatan lingkungan perairan tersebut.	mengintegrasikan analisis parameter fisik-kimia lingkungan secara mendalam menggunakan statistik tingkat lanjut. Kesenjangan ilmiah yang diisi oleh penelitian ini adalah mengkaji komunitas diatom epipelik (sedimen) dengan memperluas cakupan perbandingan antara ekosistem danau dan sungai. Hubungan kompleks antara struktur taksonomi alga tersebut dengan parameter abiotik lingkungan dimodelkan secara objektif melalui pendekatan statistik multivariat (CCA) guna memperkuat akurasi penilaian status ekologis perairan. Penelitian terdahulu telah mengevaluasi pencemaran organik menggunakan indeks keanekaragaman fitoplankton pelagik di perairan muara. Namun, studi tersebut belum mengaitkan gradien lingkungan dengan komunitas mikroalga di zona benthik. Kesenjangan ilmiah yang diisi oleh penelitian ini adalah menguji hubungan parameter fisik-kimia lingkungan secara spesifik dengan struktur komunitas diatom epipelik (sedimen).
Erlangga <i>et al.</i> (2025)	Phytoplankton diversity as a bioindicator of organic pollution in The estuary of Lhokseumawe City, Aceh, Indonesia	Peningkatan pencemaran organik yang signifikan. Masalah utamanya adalah sulitnya menentukan tingkat pencemaran secara akurat hanya melalui parameter kimia, sehingga diperlukan penilaian biologis menggunakan fitoplankton untuk memahami dampak nyata pencemaran tersebut terhadap ekosistem perairan.	•Mengkarakterisasi struktur komunitas diatom benthik (alga yang hidup di dasar perairan) di Danau Estuari Kosi Bay (situs Ramsar). •Mengidentifikasi faktor-faktor abiotik utama (seperti salinitas, sedimen, dan	Penelitian terdahulu mengkarakterisasi konsistensi respons diatom benthik terhadap variabilitas abiotik (salinitas dan nutrisi) secara temporal pada danau estuari tropis. Namun, terdapat kesenjangan informasi mengenai karakterisasi tersebut pada perairan darat tawar yang bebas dari pengaruh salinitas pasang-surut. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan
Monique <i>et al.</i> (2025)	Characterising benthic diatom community responses to abiotic variability in a tropical Ramsar estuarine lake	Permasalahannya adalah perubahan variabilitas abiotik (seperti salinitas dan nutrisi) yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan perubahan iklim yang dapat mengganggu kesehatan		

ekosistem.	nutrien) yang mendorong perubahan struktur komunitas tersebut. •Membandingkan kondisi komunitas diatom pada periode waktu yang berbeda (2016 dan 2022) untuk melihat konsistensi respons biologisnya.	memfokuskan kajian pada komunitas diatom epipelik (sedimen) melalui pendekatan komparatif secara spasial antara ekosistem lentik (danau) dan lotik (sungai) guna memetakan konsistensi indikator biologisnya.
------------	--	---

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- 1.2.1. Bagaimana komposisi dan struktur komunitas diatom epipelitik dalam sedimen pada tiga stasiun Danau Rangan dan satu stasiun Sungai Rangan berdasarkan riwayat paleolimnologis sedimen vertikal?
- 1.2.2. Bagaimana distribusi vertikal diatom epipelik pada berbagai lapisan sedimen antara Danau Rangan dan Sungai Rangan?
- 1.2.3. Bagaimana hubungan antara diatom dan parameter lingkungan pada tiga stasiun Danau Rangan serta satu stasiun Sungai Rangan?
- 1.2.4. Bagaimana perubahan kondisi kualitas perairan Danau Rangan dan Sungai Rangan, Kalimantan Tengah di masa lampau berdasarkan interpretasi komunitas diatom secara vertikal pada sedimen?

1.3. Tujuan

- 1.3.1. Mengidentifikasi dan menganalisis perbedaan struktur komunitas spesies diatom epipelik di tiga stasiun Danau Rangan dan di satu stasiun Sungai Rangan berdasarkan riwayat paleolimnologis dari sedimen vertikal.
- 1.3.2. Menganalisis distribusi vertikal diatom epipelik pada berbagai lapisan sedimen antara Danau Rangan dan Sungai Rangan.

- 1.3.3. Menganalisis hubungan antara diatom dan parameter lingkungan pada tiga stasiun Danau Rangas serta satu stasiun Sungai Rungan.
- 1.3.4. Menginterpretasikan kualitas air Danau Rangas dan Sungai Rungan, Kalimantan Tengah, pada masa lampau berdasarkan komunitas diatom secara vertikal pada sedimen.

1.4. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi positif dalam hal keilmuan, *stakeholder*, maupun masyarakat dengan sebagai berikut:

1. Manfaat untuk keilmuan

Penelitian ini bertujuan menyediakan baseline komunitas diatom epipelik dan mengevaluasi kualitas air Danau Rangas melalui pendekatan paleolimnologi.

2. Manfaat untuk pemerintah setempat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan masukan kepada pemerintah setempat mengenai upaya pengelolaan ekosistem perairan di Danau Rangas secara tepat dan berkelanjutan.

3. Manfaat untuk masyarakat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat mengenai manfaat ekosistem perairan Danau Rangas agar dapat dikelola dengan bijak sebagai salah satu penunjang kehidupan masyarakat di sekitarnya.