BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Danau Toba dikategorikan sebagai danau vulkanik terbesar di Indonesia yang mengemban fungsi strategis sebagai sumber daya air, penunjang sektor perikanan dan pariwisata, serta pilar penopang sosial-ekonomi masyarakat lokal. Kendati demikian, intensifikasi pemanfaatan badan air, khususnya untuk kegiatan akuakultur, telah memicu peningkatan tekanan ekologis terhadap kualitas perairan. Aktivitas budidaya ikan dengan sistem keramba jaring apung (KJA) diidentifikasi sebagai salah satu faktor antropogenik yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pergeseran kondisi lingkungan perairan.

Penerapan sistem KJA berkembang pesat akibat tingkat efisiensi operasional dan keuntungan ekonomis yang ditawarkan. Namun, metode ini berpotensi memicu pencemaran perairan sebagai akibat dari timbunan limbah organik yang bersumber dari sisa pakan dan ekskreta ikan. Akumulasi beban organik tersebut mendongkrak konsentrasi nutrien, utamanya unsur nitrogen dan fosfor, sehingga meningkatkan kerentanan terjadinya eutrofikasi, penurunan konsentrasi oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), serta degradasi keseimbangan ekosistem perairan.

Temuan empiris dari survei pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan parameter kualitas air yang meliputi nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 13,7 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 20,7 mg/L, dan *Dissolved Oxygen* (DO) sebesar 6,26 mg/L. Konsentrasi tersebut telah melampaui ambang batas baku mutu air peruntukan Kelas II, yang mengindikasikan bahwa perairan Danau Toba telah mengalami pencemaran akibat masukan zat organik.

Sejumlah literatur terdahulu mengonfirmasi bahwa tingkat intensitas dan kepadatan KJA berkorelasi secara signifikan terhadap status mutu air Danau Toba. Studi oleh Pinem et al. (2020) menegaskan bahwa wilayah perairan dengan densitas KJA tinggi mengalami penurunan kualitas air yang lebih ekstrim dibandingkan wilayah berdensitas sedang atau zona bebas KJA. Penilaian status mutu menggunakan metode STORET mengindikasikan bahwa perairan Desa Bandarsaribu

dengan kepadatan KJA tinggi memperoleh indeks skor −8 (tercemar ringan), sementara perairan Desa Gudang dan Desa Silumbak masih memenuhi standar baku mutu Kelas II.

Selain berdampak pada penurunan mutu air, eskalasi jumlah dan kepadatan KJA berkaitan erat dengan kapasitas daya dukung lingkungan (*carrying capacity*). Analisis daya dukung di kawasan Haranggaol Horisan mencatat keberadaan unit KJA yang masif, yakni sekitar 560 unit pada zona berdensitas tinggi dan 354 unit pada zona berdensitas sedang, dengan total produktivitas mencapai ribuan ton per tahun (Pinem et al., 2020). Meskipun estimasi daya dukung di beberapa titik masih berada di bawah ambang batas maksimum, laju ekspansi KJA yang tidak diiringi dengan manajemen limbah yang memadai berisiko mengakibatkan penurunan kualitas perairan yang lebih cepat.

Dinamika kualitas air perairan juga dipengaruhi oleh faktor temporal, yakni variasi musim. Berdasarkan kajian Hidayati et al. (2025), wilayah perairan dengan operasional KJA intensif memperlihatkan fluktuasi parameter kualitas air yang lebih tinggi dibandingkan kawasan dengan aktivitas budidaya yang rendah. Perubahan musiman berpengaruh terhadap pola dispersi nutrien dan oksigen terlarut yang pada kondisi tertentu dapat mengakibatkan akselerasi eutrofikasi (Fatma, 2025). Perubahan lingkungan ini berdampak langsung terhadap struktur komunitas biota akuatik, khususnya fitoplankton yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan ekologis sehingga valid digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan (Rahman et al., 2014).

Pemerintah Indonesia telah mengesahkan regulasi terkait pengendalian pencemaran air melalui Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 sebagai pedoman penetapan baku mutu dan pengelolaan kualitas air. Akan tetapi, implementasi kebijakan tersebut di lapangan—khususnya pada kawasan dengan densitas KJA tinggi seperti Kecamatan Haranggaol Horisan—masih menghadapi berbagai hambatan struktural dan operasional, di antaranya tingginya tekanan kegiatan budidaya serta keterbatasan efektivitas pengawasan lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, pelaksanaan evaluasi kualitas air yang difokuskan pada kawasan berintensitas KJA tinggi di Danau Toba, khususnya wilayah Kecamatan Haranggaol Horisan, menjadi hal yang krusial. Evaluasi ini diharapkan mampu memberikan representasi kondisi mutu air aktual sekaligus berfungsi sebagai landasan empiris dalam perumusan formulasi strategi pengelolaan KJA yang berkelanjutan serta berwawasan lingkungan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana nilai parameter fisika(suhu,TDS)dan kimia (pH,BOD,COD,DO,Nitrat,)pada tiap lokasi dengan kepadatan KJA berbeda?
2. Apakah terdapat perbedaan signifikan antara ketiga lokasi?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

   Menilai dampak aktivitas KJA terhadap kualitas air danau toba berdasarkan parameter fisika dan kimia serta kesesuaiannya dengan baku mutu Kelas II PP No 22 Tahun 2021.

2. Tujuan Khusus
   a. Mengukur parameter fisika dan kimia pada tingkat kepadatan KJA.
   b. Membandingkan nilai antar lokasi KJA.
   c. Menilai tingkat kepatuhan terhadap baku mutu Kelas II PP No. 22 Tahun 2021.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini memperluas pemahaman di bidang kesehatan lingkungan dan pengelolaan sumber daya air, serta menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya terkait dampak KJA terhadap kualitas air danau.

2. Manfaat Untuk Masyarakat

berikan informasi aktual kepada masyarakat dan pelaku usaha perikanan tentang dampak aktivitas KJA, sehingga mendorong pengelolaan limbah dan pakan ikan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

3. Manfaat bagi Pemerintah dan Lembaga Terkait

Menjadi masukan bagi pemerintah daerah dan instansi teknis (DLH dan DKP) dalam perumusan kebijakan pengelolaan KJA serta pemantauan kualitas air Danau Toba secara berkesinambungan.

4. Manfaat Bagi Peneliti

Menjadi sarana praktis bagi peneliti dalam mengaplikasikan ilmu yang telah dipelajari, khususnya dalam hal metode pengambilan sampel lapangan, analisis laboratorium, dan interpretasi data kualitas perairan. Di samping itu, penelitian ini juga memperluas wawasan empiris mengenai dinamika ekosistem perairan dan memperkuat landasan kompetensi dalam bidang kesehatan lingkungan