

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Danau Maninjau merupakan danau tektonik-vulkanik, yaitu danau yang terbentuk akibat erupsi gunung berapi yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik. Danau Maninjau memiliki luas 9.950 ha dengan kedalaman maksimal 165 meter. Tipe Danau Maninjau adalah danau kaldera yang terbentuk setelah terjadinya letusan vulkanik yang menyebabkan Danau Maninjau secara alamiah mengandung sulfat dan sulfida bagian dasar danau yang bersifat anoksik. Namun secara periodik terjadi pembalikan massa air dari bawah sehingga sulfida yang berada pada dasar danau naik ke permukaan yang dapat menyebabkan kematian ikan (Henny, 2009). Fenomena ini dikenal oleh masyarakat setempat dengan istilah *tubo* belerang. Pembentukan sulfida dari reduksi sulfat sangat erat kaitannya dengan fenomena *tubo* belerang. Apabila konsentrasi sulfat tinggi pada perairan menyebabkan pH menurun sedangkan konsentrasi sulfida yang tinggi menyebabkan air bersifat toksik bagi biota air (Zak et al., 2021).

Walaupun fenomena *tubo* belerang merupakan fenomena alam tetapi eksploitasi budidaya ikan dengan KJA dapat menstimulasi terjadinya fenomena ini. Tingginya limbah bahan organik yang masuk ke dalam Danau Maninjau yang berasal dari KJA berupa sisa pakan ikan akan meningkatkan produksi sulfida pada lapisan hipolimnion yang anoksik (Henny & Nomosatryo, 2012). Menurut jurnal kementerian kelautan dan perikanan terjadi peningkatan jumlah petak KJA. Pada tahun 2013 jumlah KJA tercatat 15.680 petak, kemudian pada tahun 2021 mengalami peningkatan yang pesat menjadi 17.417 petak hingga tahun 2022, jumlah KJA di Danau Maninjau mencapai 23.259 petak (Soejarwo et al., 2022).

Sulfat dan sulfida adalah senyawa yang sering dijumpai pada danau bertipe kaldera dan keberadaannya pun dapat mempengaruhi kualitas air danau, logam berat dalam sedimen, nutrien pada air, pH air danau, dan bahan organik. Keberadaan sulfat dan sulfida alami yang ada pada danau memiliki dampak positif bagi lingkungan danau, seperti mengurangi pH danau, menghilangkan kelebihan sulfat di danau dengan

peristiwa reduksi sulfat, dan mengurangi toksisitas logam berat di perairan dan sedimen. Selain memberikan dampak positif, hal ini juga dapat menimbulkan efek negatif, seperti terjadinya peristiwa eutrofikasi pada danau (Luo, 2018).

Keberadaan sulfat pada kondisi perairan yang bersifat anoksik menyebabkan sulfat tereduksi, apabila terjadi bersamaan dengan oksidasi bahan organik akan menghasilkan hidrogen sulfida di lapisan hipolimnion yang anoksik (Wetzel, 2001). Dampak terbentuknya sulfida dapat menyebabkan berkurangnya kadar besi, pelepasan fosfat, akumulasi/toksisitas sulfida (Smolders et al., 2006). Besi bebas yang terdapat di danau akan bereaksi dengan sulfida membentuk mineral besi sulfida (FeS) menyebabkan tidak tersedianya kandungan besi bebas untuk mengikat fosfat di danau (Smolders et al., 2006). Apabila besi bebas tidak tersedia, sulfida dapat bereaksi dengan besi yang terikat pada besi fosfat kompleks membentuk mineral besi sulfida yang menyebabkan fosfat terlepas ke perairan (Caraco et al., 1989; Lamers et al., 1998) dan menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Selain menyebabkan peningkatan pada konsentrasi fosfat, keberadaan sulfat dan sulfida juga dapat menyebabkan peningkatan nitrogen pada perairan danau. Aktivitas oksidasi sulfida yang dilakukan oleh bakteri pengoksidasi sulfida dengan menggunakan nitrat apabila kondisi anoksik yang dapat menghasilkan nitrogen yang menyebabkan akumulasi nitrogen sebagai nutrisi pada perairan menjadi meningkat (D. E. Canfield & Farquhar, 2012).

Input nutrisi yang berlebihan seperti nitrogen dan fosfor dapat menyebabkan eutrofikasi danau yang ditandai dengan *blooming algae* yang akhirnya dapat menurunkan kadar oksigen terlarut (Lin et al., 2020a), sehingga mengakibatkan kematian ikan atau organisme air lainnya. Salah satu cara menentukan kualitas air melalui kandungan nutrisi dapat dilakukan dengan menentukan status trofik indeks. Penilaian status trofik dapat menggunakan *Trophic Trophic Level Index* (TLI). TLI sudah dilengkapi parameter TN serta dapat digunakan pada kondisi danau yang bermusim tropis. Status trofik Danau Maninjau pada tahun 2016-2019 berada pada keadaan hipereutrofik yang menunjukkan penurunan kualitas air seperti perubahan warna air (Komala et al., 2020; Sulastri et al., 2019).

Pada tahun 2018, penelitian (Meireni, 2018) menyatakan bahwa konsentrasi sulfat dan sulfida di perairan Danau Maninjau berkisar antara 19,529-29,874 mg/L dan 0,120-20,880 mg/L. Konsentrasi ini menggambarkan telah terjadi peningkatan dibandingkan dengan penelitian (Henny, 2009) sulfat 4-16 mg/L dan sulfida 5 mg/L di Danau Maninjau. Peningkatan konsentrasi sulfat dan sulfida ini juga diikuti oleh status trofik danau maninjau yang berubah dari tahun 2008-2013 pada kondisi eutrofik kemudian meningkat menjadi hipereutrofik pada tahun 2016-2019 (Henny dan Nomosatryo, 2016;Komala et al., 2020;Sulastri et al., 2016).

Peningkatan konsentrasi sulfat dan sulfida yang terjadi diiringi dengan status trofik yang meningkat mengindikasikan adanya hubungan peningkatan konsentrasi sulfat dan sulfida terhadap eutrofikasi secara tidak langsung. Salah satunya disebabkan oleh aktivitas KJA yang meningkat pada Danau Maninjau. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan konsentrasi sulfat dan sulfida pada Danau Maninjau secara spasial dan temporal, serta perkembangan status trofik Danau Maninjau terkini menggunakan metode TLI dan korelasi konsentrasi sulfat dan sulfida dengan status trofik Danau Maninjau,.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan gambaran secara spasial dan temporal mengenai perkembangan kandungan sulfat dan sulfida dan korelasi terhadap eutrofikasi di Danau Maninjau Provinsi Sumatera Barat.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis konsentrasi sulfat dan sulfida di Danau Maninjau secara spasial dan temporal serta mengelompokkannya berdasarkan lokasi dan periode sampling.
2. Menganalisis status trofik Danau Maninjau menggunakan *Trophic Level Index* (TLI).

3. Menganalisis korelasi konsentrasi sulfat dan sulfida terhadap parameter status trofik (TP, TN, klorofil-a, kecerahan) dan parameter lingkungan (pH, DO, suhu).

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai dasar dan rujukan teori untuk penelitian selanjutnya mengenai keberadaan sulfat dan sulfida serta pengaruhnya terhadap air Danau Maninjau.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kandungan sulfat dan sulfida pada air Danau Maninjau.
3. Sebagai masukan bagi pemerintah mengenai kebijakan pengendalian pencemaran air khususnya terhadap sulfat dan sulfida, pengelolaan kualitas air dan kegiatan di sekitar Danau Maninjau yang berdampak terhadap organisme dan lingkungan sekitar Danau Maninjau.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Lokasi pengambilan sampel air Danau Maninjau berdasarkan SNI 6989.57:2008, yaitu bagian tengah danau, daerah padat KJA, perikanan Endemik, Domestik padat penduduk, dan *Outlet* diambil secara komposit.
2. Parameter yang dianalisis adalah sulfat dan sulfida dianalisis menurut SNI 06-6989.20-2004 dan SNI 6989.75:2009, dan parameter status trofik (TN, TP, klorofil-a, kecerahan) serta parameter lingkungan (pH, DO, suhu) yang diukur secara *in situ* kemudian dibandingkan dengan baku mutu air PP No. 22 Tahun 2021 kelas 2.
3. Status trofik ditentukan dengan metode *Trophic Level Index* (TLI).
4. Analisis statistik yang digunakan pada pengolahan data spasial dan temporal adalah uji Shapiro-Wilk, uji *One Way* ANOVA, uji Kruskal-Wallis, uji Korelasi Pearson, uji Rank Spearman dan pengelompokan konsentrasi sulfat dan sulfida uji *hierarchical cluster*.

5. Analisis korelasi konsentrasi sulfat dan sulfida dalam air Danau Maninjau dengan status trofik, parameter status trofik (TN, TP, klorofil-a, kecerahan), dan parameter lingkungan (pH, DO, suhu).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi literatur yang berhubungan erat dengan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir, seperti penjelasan mengenai danau, pencemaran perairan danau, gambaran umum Danau Maninjau, sulfat, sulfida, parameter kualitas air danau, status trofik, perubahan iklim, siklus fosfat, teknik sampling, dan analisis statistika.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, pengumpulan data sekunder, waktu dan lokasi *sampling*, studi pendahuluan, metode analisis sampel, dan analisis data.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil karakteristik air, perkembangan konsentrasi sulfat dan sulfida secara spasial dan temporal, evaluasi kualitas air Danau Maninjau berdasarkan *Trophic Level Index* (TLI), dan hubungan konsentrasi sulfat dan sulfida terhadap konsentrasi parameter status trofik dan parameter lingkungan.

BAB V: PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari pembahasan yang telah diuraikan.

DAFTAR PUSTAKA