

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kompleks Danau Malili merupakan pusat pertemuan lima danau yang berdekatan, berlokasi di Provinsi Sulawesi Selatan, dekat dengan perbatasan Provinsi Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara. Danau-danau ini mempunyai banyak inlet sungai, juga dikelilingi area hutan berbukit yang memerlukan perhatian lebih untuk mengontrol aktivitas penebangan hutan liar (Sulistiono et al, 2007). Meskipun potensi perikanan yang dimiliki oleh Kompleks Danau Malili cukup besar, namun kenyataannya secara umum potensi perikanan yang dihasilkan oleh perairan danau selama 5 tahun terakhir (2014-2018) di Kabupaten Luwu Timur mengalami penurunan yang cukup signifikan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan (2019), potensi perairan pada tahun 2014 yakni 402,7 ton; 2015 yakni 328,7 ton; 2016 yakni 328,7 ton; 2017 yakni 334,4 ton dan tahun 2018 yakni 331,3 ton. Salah satu penyebab terjadinya adalah menurunnya kualitas air di daerah perairan umum, khususnya danau dan adanya eksploitasi yang berlebihan terhadap spesies endemik yang hidup di perairan tersebut.

Keberadaan ikan endemik di danau ini dan umumnya di Kompleks Danau Malili menjadi nilai strategis tersendiri karena merupakan keanekaragaman hayati di kawasan Wallacea yang tidak ditemukan di daerah lain. Nilai strategis tersebut dapat menjadi keunggulan komparatif yang perlu menjadi acuan pengelolaan kompleks Danau Malili. Oleh karena itu riset kajian potensi sumberdaya ikan dan biologi ikan di Kompleks Danau Malili perlu dilakukan secara kontinyu (Wijaya, et al, 2008).

Pengelolaan kawasan danau merupakan masalah klasik yang sering kali menimbulkan konflik di berbagai wilayah Indonesia. Kawasan danau sebagai salah satu aset strategis, menyediakan berbagai macam sumber daya untuk memenuhi kebutuhan manusia, cenderung dieksploitasi secara berlebihan sehingga menjadi rusak, kehilangan fungsinya dan pada akhirnya menimbulkan

konflik di antara pemangku kepentingan (Endah dan Nadjib, 2017). Pemetaan permasalahan pada suatu daerah dapat menjadi salah satu pendekatan untuk menyusun strategi penyelesaian masalah pada daerah tersebut (Haerunnisa et al, 2016).

Upaya revitalisasi Kompleks Danau Malili, bukan hanya tanggung jawab pemerintah setempat, namun juga masyarakat dituntut untuk ikut melestarikannya, agar tidak terjadi konflik yang berkepanjangan. Untuk mendukung kegiatan tersebut, maka diperlukan adanya kelembagaan yang mengatur kehidupan mereka. Kegiatan penguatan kelembagaan masyarakat merupakan bagian tugas dari pemerintah dalam memberikan pelayanan dalam rangka peningkatan wawasan, pengetahuan dan ketrampilan masyarakat pesisir. Pembinaan dan pelatihan diharapkan menjadi tigger (pemicu) tumbuh kembangkan inovasi usaha perikanan yang tidak hanya mengandalkan bantuan dari pemerintah semata (Indarti dan Wardana, 2013). Jika dikaitkan dengan kelembagaan lokal sebagai pedoman bertingkah laku masyarakat, dapat disimpulkan bahwa setiap masyarakat memiliki rule of the game (kelembagaan) secara lokalitas di dalam mengatur kehidupannya termasuk mengelola sumberdaya alamnya (Yusuf et al, 2018).

Perkembangan terkini mengenai aktivitas manusia di sekitar danau, termasuk kompleks Danau Malili, akan memberikan kontribusi terhadap kondisi perairan tersebut. Sejalan dengan evolusi danau, yang secara teoritis akan mengalami proses penuaan yang ditandai dengan status trofik yang menuju ke arah yang lebih tinggi, keadaan seputar danau akan mempercepat proses penuaan danau. Perairan Kompleks Danau Malili tidak hanya dimanfaatkan oleh sektor perikanan melainkan juga oleh sektor-sektor yang lain seperti transportasi atau perhubungan, pariwisata, pertanian, kelistrikan, dan lain-lain. Masing-masing sektor tersebut tentu menjalankan aktivitas sesuai dengan tujuan dan peraturan yang melandasinya. Akibatnya mungkin terjadi di suatu badan air akan terdapat berbagai peraturan yang mungkin satu sama lain akan saling tumpang-tindih atau bahkan bertentangan. Selain menonjol ego sektoral

tadi, maka di era Otonomi Daerah seperti sekarang ini, ego kedaerahan atau kewenangan daerah terasa sangat menonjol (Muhtadi, 2017).

Tekanan pembangunan ekonomi sering menimbulkan dilema bagi kelestarian sumber daya alam. Hal ini mengingat, bahwa kebutuhan masyarakat sering tidak ditunjang oleh pengelolaan dan kesadaran masyarakat yang baik. Sehingga penurunan kualitas sumber daya sering dianggap sebagai biaya yang harus dibayar untuk suatu proses pembangunan ekonomi. Semakin meningkatnya kebutuhan ekonomi berbasis sumber daya alam, akan semakin memberikan tekanan yang tinggi terhadap sumber daya alam itu sendiri (Suryawati et al, 2018). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai ekonomi dari pemanfaatan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan yang berasal dari nilai pemanfaatan langsung, nilai pemanfaatan tidak langsung dan nilai non pemanfaatan. Sehingga diharapkan dapat mendukung kebijakan dan pengelolaan Kompleks Danau Malili yang berkelanjutan.

Berdasarkan uraian di atas maka dalam pengelolaan sumber daya air hendaknya memadukan dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Model pengelolaan sumber daya air harus membentuk keterpaduan antara manusia dan alam. Hal ini berarti lingkungan fisik dan lingkungan budaya manusia saling berkaitan.

Analisis keberlanjutan pengelolaan dilakukan dengan metode pendekatan *Multi Dimensional Scaling (MDS)*. Hasil skor dari setiap atribut dianalisis untuk menentukan titik yang mencerminkan posisi keberlanjutan terhadap dua titik acuan yaitu titik baik (*good*) dan titik buruk (*bad*). Skor perkiraan setiap dimensi dinyatakan dengan skala terburuk (*bad*) 0% sampai yang terbaik (*good*) 100%. Metode MDS juga menyediakan analisis *leverage* yaitu untuk mengetahui atribut yang sensitif terhadap keberlanjutan danau. Analisis *stakeholder* menggunakan teknik yaitu *power versus interest grids* yang digambarkan dalam bentuk grafik bujur sangkar (Hasim, et. al, 2012). Fungsi MDS dalam penelitian ini adalah sebagai alat analisi yang dapat mengukur keberlanjutan pengelolaan Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan. Keterpaduan antara dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan adalah wujud dari konsep pengelolaan sumber daya air berkelanjutan. Kerusakan terhadap salah satu dimensi akan diikuti oleh kerusakan dimensi lainnya (Putra dan Wardani, 2017).

Penelitian ini hadir sebagai pelengkap referensi penelitian tentang danau di Indonesia yang telah banyak dilakukan. Namun perbedaan yang paling mendasar dan belum pernah dilakukan yakni membandingkan model pengelolaan secara berkelanjutan dari tiga danau yang berada di Kompleks Danau Malili yakni Danau Matano, Danau Towuti dan Danau Mahalona dengan tiga pendekatan lingkungan, ekologi, dan ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Pembangunan yang merupakan proses perubahan untuk meningkatkan taraf hidup manusia, juga tidak terlepas dari aktivitas pemanfaatan sumberdaya alam seperti ekosistem danau. Aktivitas ini sering menyebabkan perubahan-perubahan yang berdampak terhadap ketersediaan sumberdaya alam dan memberikan pengaruh pada kualitas lingkungan hidup. Makin tinggi laju pembangunan, makin tinggi pula tingkat pemanfaatan sumberdaya alam dan semakin besar pula perubahan yang terjadi pada lingkungan hidup. Eksploitasi danau sebagai sumberdaya alam yang tidak disertai kearifan menimbulkan berbagai masalah besar, seperti kerusakan sumberdaya alam, hilangnya sumberdaya dan timbulnya berbagai limbah, yang berakibat pada penurunan kualitas lingkungan hidup (Haryani, 2013).

Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan memiliki potensi yang begitu besar, khususnya di sektor perikanan, namun permasalahannya juga begitu kompleks dan beragam, diantaranya eutrofikasi atau pendangkalan, berkurangnya beberapa spesies endemik, penurunan mutu dan kualitas air, tingginya

ya tingkat pencemaran lingkungan. Permasalahan tersebut menjadi dasar penetapan pertanyaan penelitian yakni:

1. Bagaimana dinamika kualitas lingkungan perairan dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan?
2. Bagaimana biodiversitas ikan endemik dan ikan introduksi yang hidup di perairan Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan?
3. Bagaimana faktor sosial ekonomi dari pemanfaatan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan?

4. Bagaimana pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Mengkaji secara mendalam dinamika kualitas lingkungan perairan dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan;
2. Mengkaji secara mendalam biodiversitas ikan endemik dan ikan introduksi yang hidup di perairan Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan;
3. Menganalisis faktor sosial-ekonomi dari pemanfaatan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan;
4. Mengkaji pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangsih pada:

1. Pengembangan pengetahuan khususnya mengkaji aspek pengelolaan berkelanjutan dari aspek lingkungan, ekologi, dan ekonomi.
2. Sebagai bahan masukan bagi *stakeholders* utamanya Pemerintah Kabupaten Luwu Timur dalam pengambilan kebijakan pembangunan berkelanjutan di bidang perikanan, khususnya pada pengelolaan danau dalam rangka meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD).
3. Sebagai referensi bagi peneliti lainnya yang berminat untuk mengkaji bidang yang sama dengan pendekatan dan ruang lingkup berbeda.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian, dikumpulkan sejumlah data mengenai seperti: dinamika perubahan lingkungan dan faktor-faktor yang mempengaruhi seperti pengukuran kualitas air (Oksigen terlarut; jumlah zat padat terlarut, salinitas, Amoniak, Fosfat dan Nitrogen); biodiversitas ikan

endemik dan ikan introduksi dengan melihat trend perubahan spesies ikan dan alat tangkap yang digunakan di Perairan Danau Malili (jumlah dan keanekaragaman); kajian sosial ekonomi, serta model pengelolaan secara berkelanjutan.

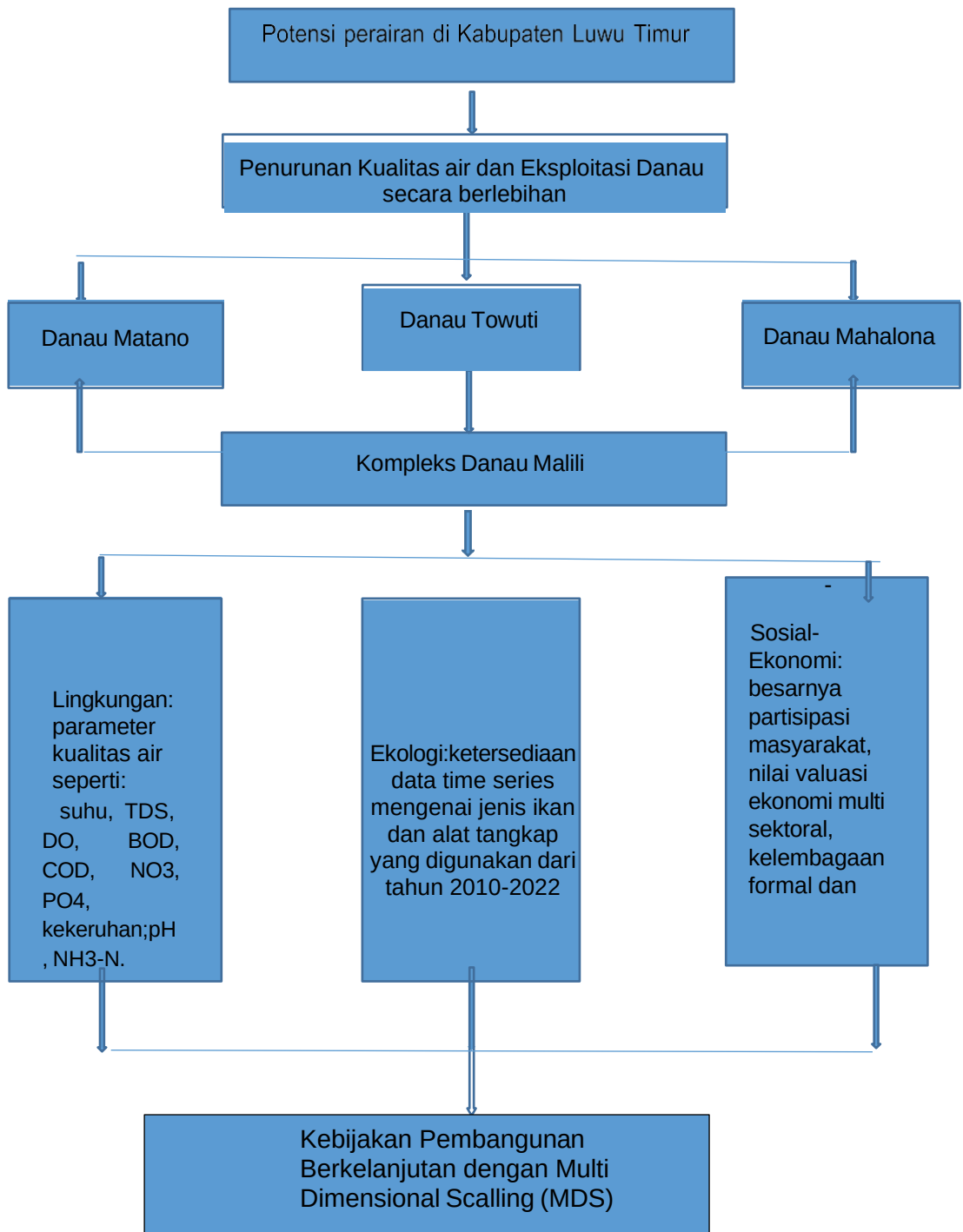
1.6 Kerangka Konseptual

Kompleks Danau Malili merupakan kumpulan danau dengan segala potensi keanekaragaman Sumber Daya Alam Hayati, terutama spesies ikan endemik. Namun dibalik potensi yang dimiliki, terdapat berbagai macam permasalahan yang memerlukan solusi penyelesaian. Eutrofikasi adalah masalah kualitas air utama yang menimbulkan ancaman lingkungan, ekologi, ekonomi dan sosial yang signifikan. Tujuan utama pengelolaan perikanan antara lain memaksimalkan hasil secara biologis (biomassa) dan memaksimalkan hasil secara ekonomi (keuntungan), memelihara ukuran stok, mencegah penurunan rekrutmen tahunan dalam tingkat yang rendah, dan menjaga ukuran minimum stok pemijah.

Pulau Sulawesi mempunyai banyak perairan umum daratan tipe danau yang dihuni berbagai jenis ikan endemik. Danau Matano, Mahalona, dan Towuti (Kompleks Danau Malili) terkenal mempunyai spesies ikan endemik terbesar di Pulau Sulawesi. Secara limnologis Kompleks Danau Malili memiliki banyak keunikan antara lain dasar danau yang *cryptodepression*, air danau yang sangat jernih, keragaman hayati, geologi dan panorama serta menunjukkan fenomena yang tidak lazim dari sisi biogeokimiawi. Namun, kenyataannya dalam kurun waktu lima tahun terakhir produktivitas Kompleks Danau Malili cenderung menurun.

Melihat kenyataan yang terjadi, diperlukan pengelolaan secara berkelanjutan terutama di wilayah Danau Matano, Towuti dan Mahalona dari aspek lingkungan, ekologi, dan ekonomi. Dinamika perubahan lingkungan dan faktor-faktor yang mempengaruhi seperti pengukuran kualitas air (Ph, suhu,

Oksigen terlarut; kandungan Nitrat dan Fosfor; kecerahan dan warna air); perubahan dominansi spesies endemik yakni dengan melihat trend perubahan spesies endemik yang hidup di Perairan Danau Malili (jumlah dan keanekaragaman); peran serta masyarakat dalam pemeliharaan lingkungan perairan di Kompleks Danau Malili, serta nilai valuasi ekonomi multisektor antara lain sektor perikanan, pertanian, perkebunan, kelistrikan, kebutuhan air minum dan pariwisata.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

BAB II

DINAMIKA PERUBAHAN LINGKUNGAN DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DI KOMPLEKS DANAU MALILI SULAWESI SELATAN

2.1 Pendahuluan

Ekosistem danau merupakan fondasi kehidupan manusia dalam memenuhi kebutuhannya saat ini dan masa depan, karena ekosistem danau menyediakan sumber daya alam yang produktif baik sebagai sumber air baku minum maupun kebutuhan sehari-hari, sumber protein, mineral dan energi, media transportasi, maupun sebagai sumber energi. kawasan wisata. Pentingnya menjaga ekosistem danau dengan program revitalisasi danau diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2020, yaitu: Strategi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam mendukung Prioritas Nasional Ketahanan Pangan, Air, Energi dan Lingkungan Hidup adalah dengan menetapkan dan melindungi kawasan lindung, memperkuat Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH), rehabilitasi hutan dan daerah aliran sungai, dan revitalisasi danau. Selain itu, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan melakukan peningkatan kualitas lingkungan melalui pencegahan kebakaran hutan, penegakan hukum lingkungan hidup dan kehutanan, pengelolaan limbah dan limbah, serta pemantauan kualitas air, air laut dan udara.

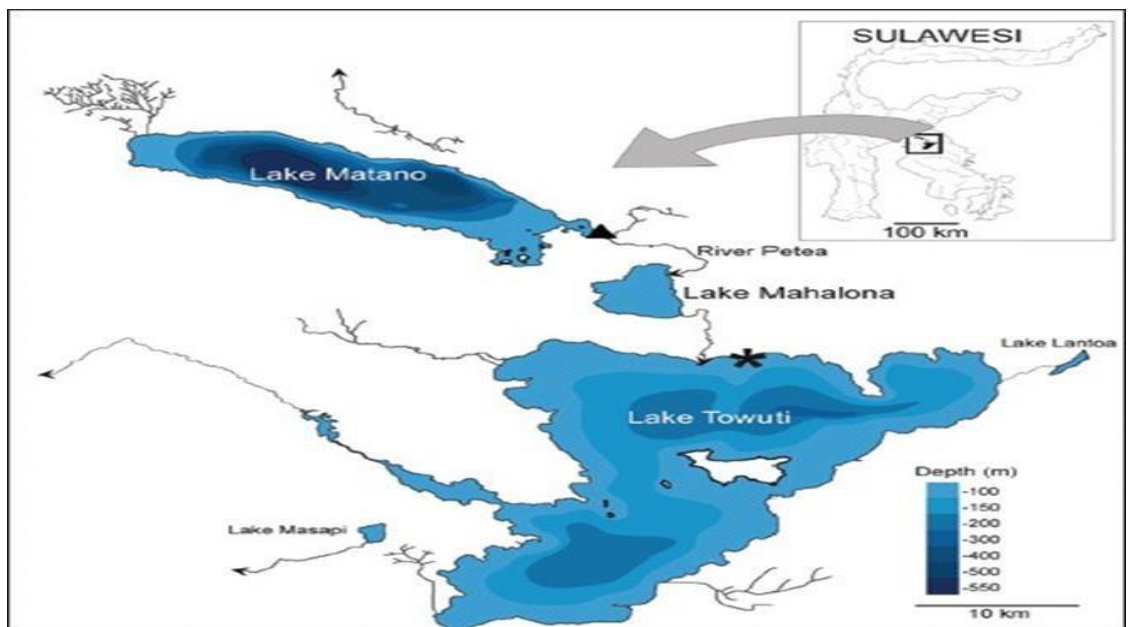
Tipologi danau di Indonesia sangat bervariasi dan sebagian besar danau di Indonesia adalah danau alami. Jumlah danau di Indonesia mencapai 840 danau besar dan kecil.. Di Pulau Sumatera terdapat 170 danau dengan luas maksimum 3.700 km², di Pulau Kalimantan terdapat 139 danau dengan luas maksimum 1.142 km², di Pulau Jawa dan Bali sebanyak 31 danau dengan luas total 62 km², di Pulau Sulawesi terdapat 30 danau dengan luas 1.599 km², dan di Pulau Sulawesi terdapat 30 danau dengan luas 1.599 km². Pulau Papua memiliki 127 danau dengan luas lebih dari 600 km². Berdasarkan informasi tersebut, diketahui bahwa Sumatera memiliki danau paling banyak dan Sulawesi memiliki rata-rata luas danau terbesar. Sumatera memiliki danau terbesar, Danau Toba dengan luas tubuh hampir 1.200 km², kedalaman maksimum yang diukur pada tahun 2002 adalah 505 m (529 m pada tahun 1933) dengan permukaan air danau pada 902,5 m di atas permukaan laut (Haryani et al. 1999). Di Sulawesi juga ditemukan sejumlah danau tektonik dengan badan air oligotrofik, tebing di sekitar danau dan dinding dasar danau yang curam seperti Danau Matano, Towuti, Mahalona, Poso, dan Lindu.

Pemanfaatan Kompleks Danau Malili untuk kegiatan pembangunan mempengaruhi kualitas perairan di sekitarnya. Pembangunan yang merupakan proses perubahan untuk meningkatkan taraf hidup manusia, juga tidak terlepas

dari kegiatan pemanfaatan sumber daya alam seperti ekosistem danau. Kegiatan ini seringkali menimbulkan perubahan yang berdampak pada ketersediaan sumber daya alam dan berdampak pada kualitas lingkungan hidup. Semakin tinggi laju pembangunan, semakin tinggi tingkat pemanfaatan sumber daya alam dan semakin besar perubahan yang terjadi di lingkungan. Eksploitasi danau sebagai sumber daya alam yang tidak disertai dengan kearifan menyebabkan berbagai masalah besar, seperti kerusakan sumber daya alam, hilangnya sumber daya dan munculnya berbagai limbah, yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan[9]. Tujuan dari penelitian ini adalah: mengkaji secara mendalam dinamika kualitas lingkungan perairan dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan.

2.2 Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juni-Agustus 2021 di Kompleks Danau Malili (Danau Matano, Danau Towuti dan Danau Mahalona) Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi sengaja dilakukan dengan pertimbangan kawasan ini memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah, pemandangan alam yang eksotis, dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat setempat yang beragam .



Gambar 1. Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

Berdasarkan Gambar 1, dapat dijelaskan bahwa stasiun pengamatan parameter kualitas lingkungan ada pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Stasiun Pengamatan Kualitas Air di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

Nomor	Stasiun Pengamatan	Posisi Koordinat	Deskripsi
1	Pantai Salonsa	5-2.5157036 E 121.34891	Kawasan wisata dan industri, berada di pemukiman padat penduduk dekat Danau Matano
2	Pantai Impian	5-2.523985 E 121.369876	Kawasan wisata dan industri, berada di pemukiman padat penduduk dekat Danau Matano
3	Sungai Karebbe	5-2.637646 E 121.111499	Kawasan wisata dan industri, berada di pemukiman padat penduduk dekat Danau Matano, Mahalona dan Towuti
4	Sungai River	5-2.671308 E 121.160296	Kawasan wisata dan industri, berada di pemukiman padat penduduk dekat Danau Matano, Mahalona dan Towuti
5	Dermaga Sorowako	5-2.520754 E 121.361144	Kawasan transportasi dan wisata, dekat dari Danau Matano
6	Dermaga Timampu	5-2.659556 E 121.426263	Kawasan transportasi dan wisata, dekat dari Danau Matano

Pengujian parameter lingkungan diukur di lapangan menggunakan alat yaitu Water Quality Checker. Pengukuran parameter dilakukan di lapangan selama Juni 2021 dengan mengambil enam stasiun pengamatan, yaitu: Pantai Salonsa, Pantai Impian, Sungai Malili, Sungai Karebbe, Dermaga Sorowako dan Dermaga Timampu. Penggunaan alat ukur ini sangat penting untuk melihat kualitas air di enam stasiun pengamatan. Keenam stasiun pengamatan tersebut masih berada dalam satu aliran dari Danau Matano, Mahalona dan Danau Towuti. Sebelum digunakan, siapkan dulu alat tulis seperti pensil, papan tulis kecil, kertas, tali rafia. Parameter yang akan diuji secara lengkap disajikan pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air Menggunakan Water Quality Checker di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

Nomor	Parameter	Penjelasan	Satuan
1	Turbiditas	Tingkat turbiditas atau sedimentasi di air	NTU
2	Amoniak /NH ₃ -N	Senyawa kimia gas dengan bau yang sangat menyengat	mg/l

Pengujian lebih lanjut dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pengambilan sampel air dilakukan pada pagi hari, saat cuaca masih sejuk dan air masih tenang. Sampel air dimasukkan ke dalam botol plastik, masing-masing 1,5 meter dan kemudian diberi label 1 Pantai Salonsa, 2 untuk Pantai Dream, 3 untuk Sungai Malili, 4 untuk Sungai Karebbe, 5 untuk Dermaga Sorowako, 6 untuk Dermaga Timampu. Selanjutnya, masukkan styrofoam yang dilapisi es batu di bagian bawah dan atas, siap dibawa ke lokasi pengujian. Parameter (10 parameter), diuji disajikan secara lengkap pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Deskripsi Parameter dengan Pengujian Laboratorium di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

No	Parameter	Deskripsi	Unit
1	Temperatur/suhu	Kondisi panas atau dingin	mg/liter
2	Total padatan terlarut	Jumlah padatan terlarut dalam air	mg/liter
3	Tingkat keasaman (ph)	Tingkat keasaman air danau	-
4	Oksigen terlarut	Jumlah Oksigen terlarut dalam air	mg/liter
5	Kebutuhan Oksigen Biokimia	Jumlah Biokimia terurai dalam air	mg/liter
6	Kebutuhan Oksigen Kimia	Pengukuran setara Oksigen dari organik dan bahan anorganik	mg/liter
7	Nitrat (NO ₃)	Jumlah Nitrogen dalam air	mg/liter
8	Fosfat(PO ₄)	Bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman	mg/liter

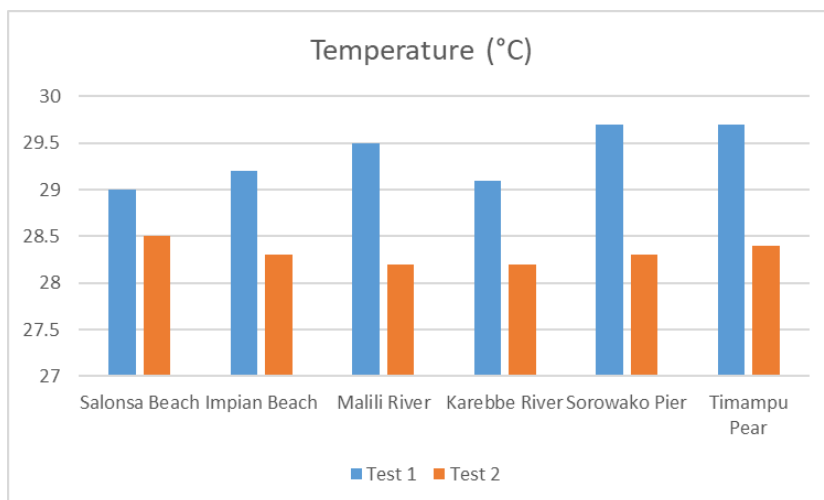
2.3 Hasil

Penelitian dilakukan dengan menguji sampel sebanyak 10 parameter, antara lain: suhu, Total Dissolve Solid (TDS), derajat keasaman (pH), Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Nitrate (NO₃), Phosphate (PO₄) Codensity (Kondensitas), Turbiditas (Kekeruhan), dan Amonia (NH₃-N) di enam stasiun pengamatan yaitu: Pantai

Salonsa, Dream Beach, Sungai Malili, Sungai Karebbe, Dermaga Sorowako dan Dermaga Timampu (Tabel 4-12):

Tabel 4. Hasil Pengujian Temperatur di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

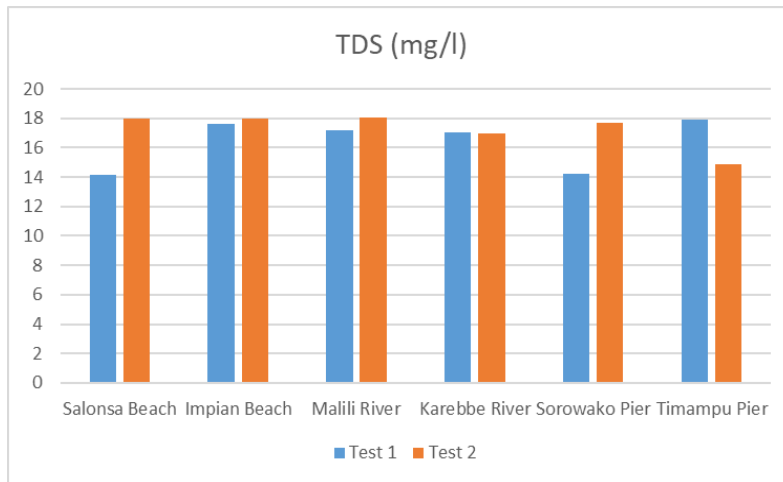
No	Stasiun Pengamatan	Hasil pengujian (°C)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	29,00	28,50
2	Pantai Impian	29,20	28,30
3	Sungai Malili	29,50	28,20
4	Sungai Karebbe	29,10	28,20
5	Dermaga Sorowako	29,70	28,30
6	Dermaga Timampu	29,70	28,40



Gambar 2. Hasil Pengukuran Temperatur di Kompleks Danau Malili

Tabel 5. Pengujian TDS di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

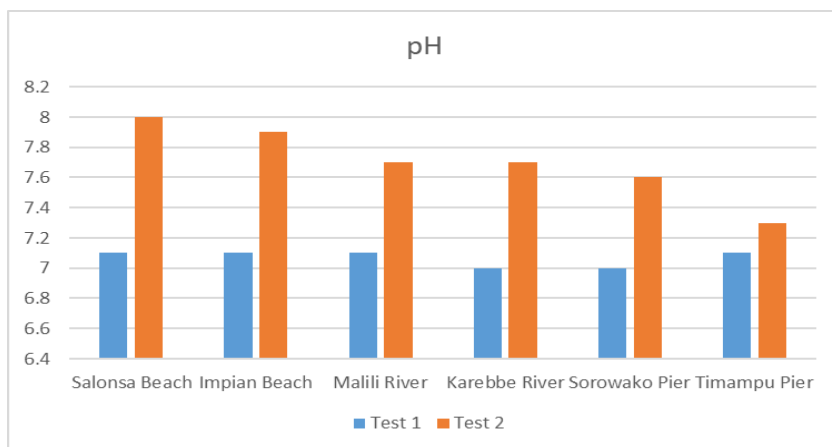
No	Stasiun Pengamatan	Hasil pengujian (mg/l)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	14,19	17,98
2	Pantai Impian	17,63	18,01
3	Sungai Malili	17,22	18,06
4	Sungai Karebbe	17,01	16,97
5	Dermaga Sorowako	14,23	17,69
6	Dermaga Timampu	17,89	14,89



Gambar 3. Hasil Pengukuran TDS di Kompleks Danau Malili

Tabel 6. Pengujian pH di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

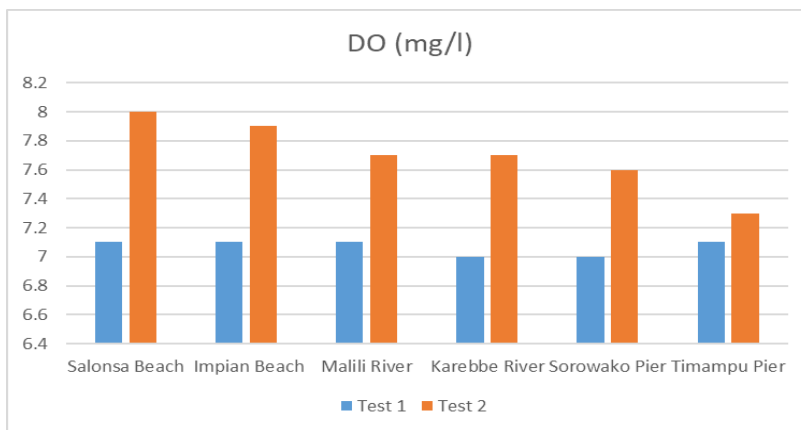
No	Stasiun Pengamatan	Hasil (°C)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	7,10	8,00
2	Pantai Impian	7,10	7,90
3	Sungai Malili	7,10	7,70
4	Sungai Karebbe	7,00	7,70
5	Dermaga Sorowako	7,00	7,60
6	Dermaga Timampu	7,10	7,30



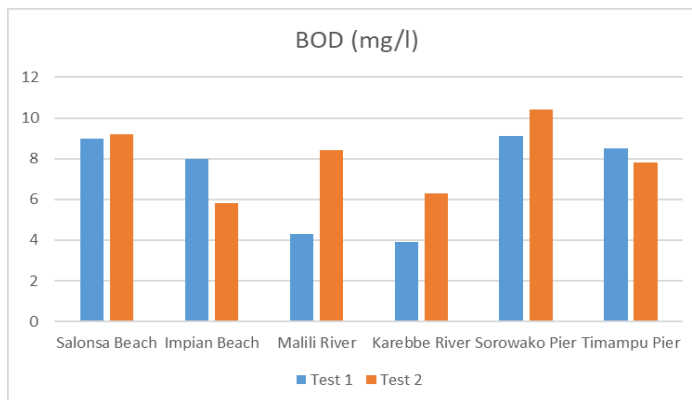
Gambar 4. Hasil Pengukuran Ph di Kompleks Danau Malili

Tabel 7. Pengujian DO di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

No	Stasiun Pengamatan	Hasil (mg/l pengujian)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	10,40	10,00
2	Pantai Impian	11,50	11,20
3	Sungai Malili	9,00	10,20
4	Sungai Karebbe	10,80	10,50
5	Dermaga Sorowako	12,60	11,50
6	Dermaga Timampu	11,40	11,10

**Gambar 5. Hasil Pengukuran DO di Kompleks Danau Malili****Tabel 8. Pengujian BOD di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan**

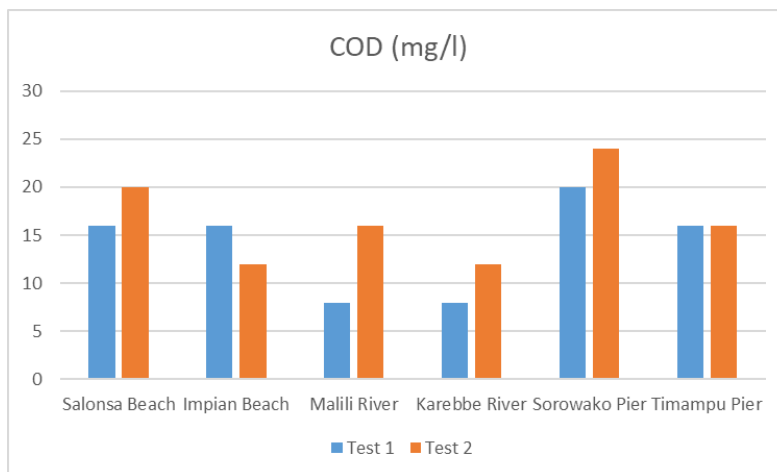
No	Stasiun Pengamatan	Hasil (mg/l pengujian)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	9,00	9,20
2	Pantai Impian	8,00	5,80
3	Sungai Malili	4,30	8,40
4	Sungai Karebbe	3,90	6,30
5	Dermaga Sorowako	9,12	10,40
6	Dermaga Timampu	8,50	7,80



Gambar 6. Hasil Pengukuran BOD di Kompleks Danau Malili

Tabel 9. Pengujian COD di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

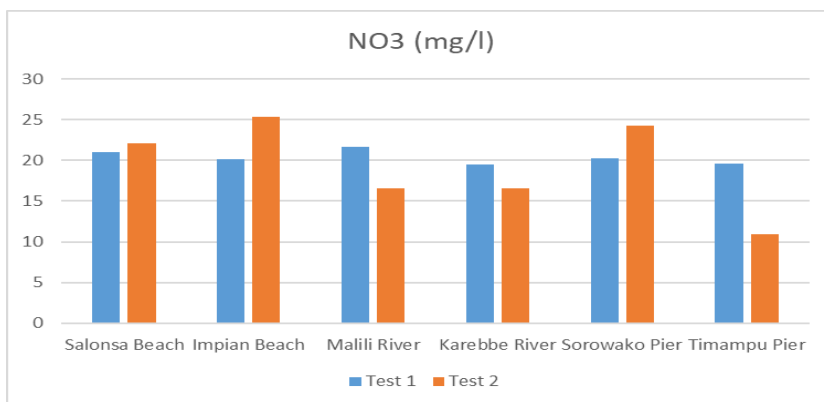
No	Stasiun Pengamatan	Hasil (mg/l pengujian)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	16,00	20,00
2	Pantai Impian	16,00	12,00
3	Sungai Malili	8,00	16,00
4	Sungai Karebbe	8,00	12,00
5	Dermaga Sorowako	20,00	24,00
6	Dermaga Timampu	16,00	16,00



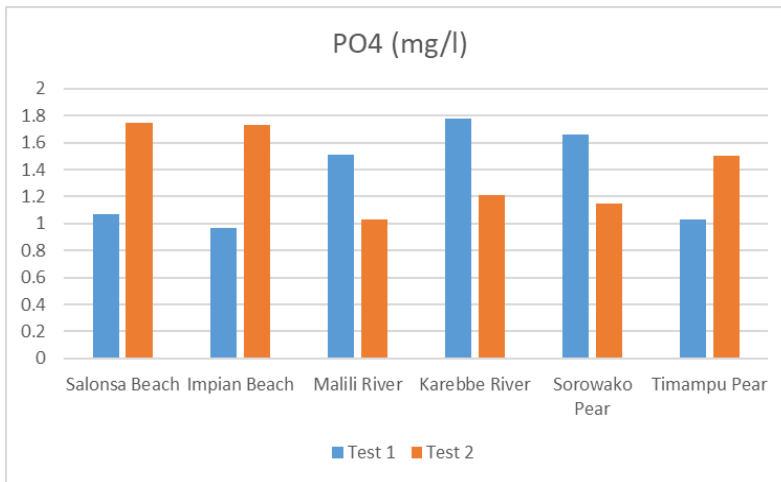
Gambar 7. Hasil Pengukuran COD di Kompleks Danau Malili

Tabel 10. Pengujian NO3 di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

No	Stasiun Pengamatan	Hasil (mg/l) pengujian	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	21,01	22,05
2	Pantai Impian	20,13	25,30
3	Sungai Malili	21,62	16,51
4	Sungai Karebbe	19,53	16,54
5	Dermaga Sorowako	20,21	24,28
6	Dermaga Timampu	19,57	10,94

**Gambar 8. Hasil Pengukuran NO3 di Kompleks Danau Malili****Tabel 11. Pengujian PO4 di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan**

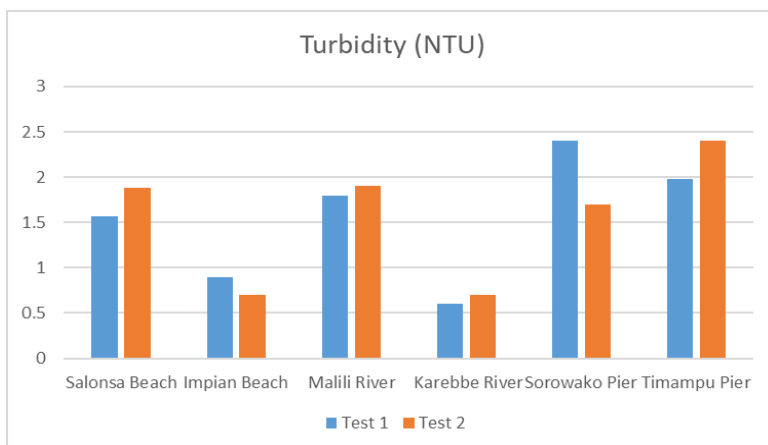
No	Stasiun Pengamatan	Hasil (mg/l) pengujian	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	1,07	1,75
2	Pantai Impian	0,97	1,73
3	Sungai Malili	1,51	1,03
4	Sungai Karebbe	1,78	1,21
5	Dermaga Sorowako	1,66	1,15
6	Dermaga Timampu	1,03	1,50



Gambar 9. Hasil Pengukuran PO4 di Kompleks Danau Malili

Tabel 12. Pengujian Turbiditas di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

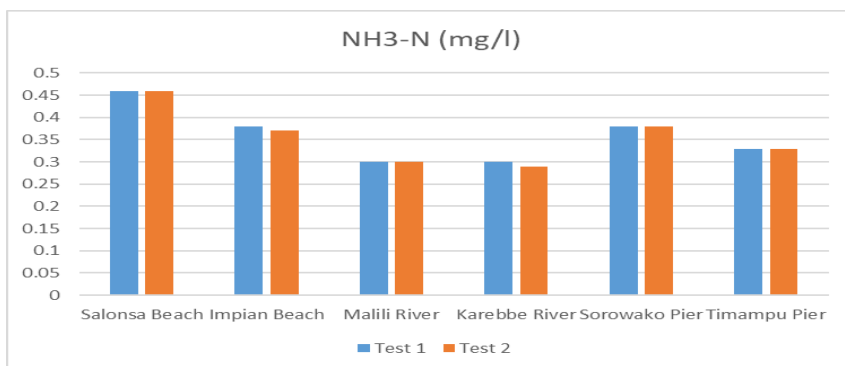
No	Stasiun Pengamatan	Hasil (mg/l pengujian)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	1,57	1,88
2	Pantai Impian	0,90	0,70
3	Sungai Malili	1,80	1,90
4	Sungai Karebbe	0,60	0,70
5	Dermaga Sorowako	2,40	1,70
6	Dermaga Timampu	1,98	2,40



Gambar 10. Hasil Pengukuran Turbiditas di Kompleks Danau Malili

Tabel 13. Pengujian NH₃-N di Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

No	Stasiun Pengamatan	Hasil (mg/l pengujian)	
		Uji 1	Uji 2
1	Pantai Salonsa	0,46	0,46
2	Pantai Impian	0,38	0,37
3	Sungai Malili	0,30	0,30
4	Sungai Karebbe	0,30	0,29
5	Dermaga Sorowako	0,38	0,38
6	Dermaga Timampu	0,33	0,33

**Gambar 11. Hasil Pengukuran NH₃-N di Kompleks Danau Malili**

2.4 Pembahasan

2.4.1 Temperatur, pH, Dissolved Oxygen (DO)

Suhu perairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan. Temperatur selain mempengaruhi berat jenis, viskositas dan densitas air, juga mempengaruhi kelarutan gas dan unsur-unsur dalam air. Cahaya yang masuk ke dalam air akan mengalami penyerapan dan berubah menjadi energi panas. Suhu berperan dalam mengendalikan kondisi perairan, mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan biota perairan (Warman, 2015). Temperatur yang tinggi menyebabkan peningkatan laju penguapan sehingga konsentrasi polutan akan meningkat (Reddythota et al. 2022)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai suhu terendah adalah 28,20 °C di Sungai Malili dan Sungai Karebbe; suhu tertinggi adalah 29 °C di Pantai Salonsa. Nilai temperatur yang dipersyaratkan belum sesuai dengan nilai baku berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu deviasi 3. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Sitorus, 2009 yang menyatakan

bahwa kisaran temperatur untuk organisme air sekitar 20-30 °C. Perbedaan suhu air di setiap stasiun diduga karena perbedaan kedalaman air. Perairan dangkal akan menerima intensitas sinar matahari yang lebih tinggi dibandingkan perairan dangkal akan lebih tinggi dibandingkan perairan yang lebih dalam (Rugebregt et al. 2020).

pH air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas perairan (Rugebregt et al. 2020). Nilai pH menunjukkan bahwa ion H^+ dan ion OH^- terdapat di dalam air (Sulistiyorini et al. 2016). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai pH terendah adalah 7,00 di Sungai Karebbe dan Dermaga Sorowako; PH tertinggi adalah 8,00 di Pantai Salonsa. Nilai pH yang dibutuhkan sesuai dengan nilai baku berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 6,00-9,00. Hasil penelitian ini didukung oleh pernyataan [2] yang menyatakan bahwa semakin rendah pH perairan maka semakin tinggi mobilitas logam berat maka semakin tinggi pula pH perairan yang menyebabkan keseimbangan Ammonium dan Ammonia di dalam perairan. untuk diganggu.

Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain aktivitas biologis, suhu, kandungan oksigen dan ion. Dari aktivitas biologis dihasilkan gas CO_2 yang merupakan hasil respirasi. Semakin banyak CO_2 yang dihasilkan dari respirasi, reaksi bergerak dan melepaskan ion H^+ yang menyebabkan pH air turun. Sebaliknya, aktivitas fotosintesis yang membutuhkan banyak CO_2 menyebabkan pH air meningkat. Nilai pH di perairan alami berkisar antara 4-9.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai DO terendah adalah 10,00 mg/l di Pantai Salonsa; DO tertinggi adalah 12,60 mg/l di Dermaga Sorowako. Nilai DO yang dibutuhkan tidak sesuai dengan nilai standar berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 3,00-4,00 ml. Secara umum kondisi perairan di lokasi penelitian sudah mulai tercemar oleh bahan organik yang mudah terurai.

2.4.2 Total Dissolved Solid (TDS)

TDS merupakan padatan yang terdiri dari senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air, mineral dan garamnya (Fardiaz, 1992).. TDS sangat dipengaruhi oleh air yang mengalir, sehingga penurunan debit air dapat meningkatkan nilai TDS (Salmani et al. 2015).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai TDS terendah adalah 14,19 mg/l di Pantai Salonsa; TDS tertinggi adalah 18,06 mg/l di Sungai Malili. Nilai TDS yang dipersyaratkan tidak sesuai dengan standar nilai berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 10,00 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa perairan tersebut banyak mengandung padatan logam dan sudah mulai tercemar oleh kegiatan penambangan di sekitarnya. Nilai TDS sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan tanah dan pengaruh antropogenik berupa limbah domestik dan industri. TDS yang tinggi mempengaruhi rasa dan bau

air dan pada umumnya kadar di atas 300 mg/L akan terlihat oleh konsumen (Emmanuel et al. 2021).

2.4.3 Dissolved Oxygen (DO) dan Amonia (NH₃-N)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai DO terendah adalah 10,00 mg/l di Pantai Salonsa; DO tertinggi adalah 12,60 mg/l di Dermaga Sorowako. Nilai DO yang dibutuhkan tidak sesuai dengan nilai standar berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 3,00-4,00 ml. Artinya, penyerapan oksigen cukup tinggi di lokasi penelitian. Oksigen terlarut dihasilkan melalui proses fotosintesis tumbuhan air dan dari udara masuk melalui proses difusi yang perlahan-lahan menembus permukaan air (Wardhana, 2021).

Nilai kandungan Amoniak (NH₃-N) terendah adalah 0,29 mg/l di Sungai Karebbe; tertinggi adalah 0,46 mg/l di Pantai Salonsa sesuai dengan nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,50 ml. kecil sehingga amonia meningkat dengan bertambahnya kedalaman (Sulistiyorini et al. 2016).

2.4.4 Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD)

Nilai DO berfluktuasi tergantung pada polutan organik (BOD) dan pemurnian alami sungai dan danau. Konsentrasi DO dalam air tergantung pada tingkat tenggelam dan kelarutan (Sameer et al. 2021). Konsentrasi polutan yang dikeluarkan dapat menurunkan kandungan DO akibat dikonsumsi oleh mikroba untuk mendegradasi bahan organik/deoksigenasi. DO pada limpasan permukaan ditemukan lebih tinggi dari air tanah (Emmanuel et al. 2021).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai BOD terendah adalah 3,90 mg/l di Sungai Karebbe; BOD tertinggi adalah 10,40 mg/l di Dermaga Sorowako. Nilai BOD yang dibutuhkan sesuai dengan standar nilai berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 3,00-6,00 ml. Sedangkan nilai COD terendah adalah 8,00 mg/l di Sungai Malili dan Sungai Karebbe; nilai tertinggi 24,00 mg/l di Dermaga Sorowako tidak sesuai dengan standar nilai berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu: 25.00-50.00 mg/l. Pemanfaatan sungai dan danau sebagai toilet dan pembuangan limbah rumah tangga menyebabkan peningkatan konsentrasi BOD dan COD yang merupakan parameter indikator pencemaran limbah organik yang berasal dari aktivitas masyarakat di sepanjang sungai dan danau (Yetti et al. 2021)

BOD adalah angka indeks Oksigen yang dibutuhkan oleh polutan yang dapat terurai secara hayati. BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam penguraian bahan organik selama kondisi aerob Tanjung et al. 2019). Kandungan COD dipengaruhi oleh degradasi bahan organik dan anorganik yang berasal dari aktivitas masyarakat. Kandungan COD

berlebih di perairan akan sama dengan kandungan BOD dan mempengaruhi DO yang menyebabkan penurunan kualitas perairan (Suparjo , 2009). Semakin tinggi konsentrasi COD di danau akibat air limbah perkotaan dan limpasan pertanian, maka secara aktif akan mempengaruhi kehidupan perairan(Wang et al. 2016). Kadar BOD yang tinggi dapat menyebabkan masalah kualitas air seperti kerusakan parah, penipisan oksigen dan kematian ikan di dalam air (Penn et al. 2004).

Kebutuhan BOD dan COD merupakan indikator yang secara tidak langsung mendukung kesehatan lingkungan dan kehidupan hayati tumbuhan. Permintaan oksigen biokimia (BOD) dan permintaan oksigen kimia (COD) dalam air merupakan indikator tidak langsung dari kesehatan dan kapasitas air untuk mendukung kehidupan biologis (Mohammed et al. 2021).

2.4.4 Nitrat/Nitrate (NO_3)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai NO_3 terendah adalah 10,94 mg/l di Dermaga Timampu; NO_3 tertinggi adalah 25,30 mg/l di Pantai Impian. Nilai NO_3 yang dipersyaratkan tidak sesuai dengan nilai baku berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 10,00-20,00 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan telah tercemar oleh aktivitas manusia. Pernyataan tersebut didukung oleh (Effendi 2003) yang menyatakan bahwa kadar Nitrat-Nitrogen di perairan alam hampir tidak pernah melebihi 0,1 mg/l, jika lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran yang berasal dari aktivitas manusia dan kotoran hewan. Kadar nitrat untuk keperluan air minum tidak boleh melebihi 10 mg/l.

2.4.6 Fosfat/Phosphate (PO_4)

Fosfat/Fosfor banyak digunakan sebagai pupuk, sabun atau detergen, bahan industri keramik, minyak pelumas, produk minuman dan makanan, katalis dan sebagainya (Effendi 2003). PO_4 terendah 0,97 mg/l di Pantai Impian ; PO_4 tertinggi adalah 1,78 mg/l di Sungai Karebbe. Nilai PO_4 yang dipersyaratkan tidak sesuai dengan nilai baku berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,20-1,00 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan fosfat khususnya pupuk pertanian di lokasi penelitian masih terkendali karena belum mencemari lingkungan sekitar.

Nilai fosfat yang tinggi dalam air tidak beracun bagi hewan air dan tidak mengganggu kesehatan manusia (Fardiaz, 1992). Kemudian (Effendi 2003), menyatakan bahwa fosfor tidak beracun bagi manusia, hewan dan ikan. Keberadaan fosfat di perairan sangat penting, terutama dalam pembentukan protein dan metabolisme bagi organisme. Namun fosfat yang tinggi menyebabkan eutrofikasi berupa ledakan jumlah alga (mekar) yang berdampak buruk bagi budidaya biota.

2.4.7 Turbiditas/Tingkat Kekeruhan/Turbidity

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yaitu banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terkandung di dalam air (Barus 2001; Effendi 2003). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai kekeruhan terendah adalah 0,60 NTU di Sungai Karebbe; kekeruhan tertinggi 18,80 NTU di Pantai Salonsa. Nilai kekeruhan yang dipersyaratkan tidak sesuai dengan nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 10,30 NTU. Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, seperti respirasi dan visibilitas organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air.

Tabel 14. Rentang nilai dan mean berdasarkan parameter dan stasiun

Tanpa Parameter	Rentang Nilai (Satuan)		Rata-rata	Persyaratan Mutu Berdasarkan PP RI No.82 tahun 2001	Keterangan
	Minimum/ Stasiun	Maksimum/ Stasiun			
1 Suhu	28,20°C/ Sungai Malili dan Karebbe Sungai	29,00 °C / Pantai Salonsa	28,84°C Deviasi 3		Tidak sesuai
2 TDS	14,19 mg/l / Pantai Salonsa	18,06 mg/l / Pantai Malili	16,81mg/l	10,00mg/l	Tidak sesuai
3 Ph	7,00 / Sungai Karebbe dan Sorowako Dermaga	8,00/ Pantai Salonsa	7,38	6,00-9,00	Sesuai
4 MELANGKAP	10,00 mg/l / Pantai Salonsa	12,60 mg/l / Dermaga Sorowako	10,85mg/l	3,00-4,00 mg/l	Tidak sesuai
5 BOD	3,90mg/l Sungai Karebbe	10,40 mg/l / Dermaga Sorowako	7,56mg/l	3,00-6,00 mg/l	Bukan Sesuai

6	IKAN KOD	8,00 mg/l / Malili dan Sungai Karebbe	24,00 mg/l / Dermaga Sorowako	16,00mg/l	25,00-50,00 mg/l	Tidak sesuai
7	NOMOR 3	10,94 mg/l / Dermaga Timampu	25,30 mg/l / Pantai Impian	19,80mg/l	10,00-20,00 mg/l	Bukan Sesuai
8	PO4	0,97 mg/l / Pantai Impian	1,78 mg/l / Sungai Karebbe	1,37mg/l	0,20-1,00 mg/l	Tidak sesuai
9	Kekeruhan	0,60 NTU / Sungai Karebbe	2,40 NTU / Dermaga Timampu	1,54 NTU	10,30 NTU	Tidak sesuai
10	NH3-N	0,29 mg/l / Sungai Karebbe	0,46 mg/l / Pantai Salonsa	0,36mg/l	0,50mg/l	Sesuai

Sumber: Hasil Pengukuran Menggunakan *Water Quality Checker* dan Pengukuran Laboratorium, 2021.

2.4.8 Turbidity

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yaitu banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terkandung di dalam air [2,5]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan pada enam stasiun pengamatan, nilai kekeruhan terendah adalah 0,60 NTU di Sungai Karebbe; kekeruhan tertinggi 18,80 NTU di Pantai Salonsa. Nilai kekeruhan yang dipersyaratkan tidak sesuai dengan nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 10,30 NTU. Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, seperti respirasi dan visibilitas organisme akuatik, serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air.

Dinamika kualitas lingkungan perairan di Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan, dipengaruhi oleh sejumlah faktor fisik, kimia, dan biologis. Berikut adalah analisis kuantitatif yang menggambarkan dinamika tersebut:

1. Suhu Air dan Stratifikasi Termal • Danau Matano: Dengan kedalaman mencapai 590 meter, Danau Matano menunjukkan stratifikasi termal yang jelas. Suhu permukaan air bervariasi antara 27°C hingga 29°C, sementara pada kedalaman lebih dari 200 meter, suhu dapat stabil di sekitar 27°C sepanjang tahun. Hal ini menunjukkan adanya lapisan termoklin yang memisahkan lapisan air yang lebih hangat di atas dan lapisan yang lebih dingin di bawah. • Danau Towuti: Danau ini memiliki kedalaman sekitar 203 meter. Suhu permukaan biasanya sekitar 28°C hingga 30°C, dengan penurunan suhu yang bertahap hingga mencapai suhu stabil sekitar 27°C pada kedalaman di bawah 150 meter.

2. pH dan Kandungan Oksigen Terlarut • pH: Danau Matano memiliki pH yang relatif netral hingga sedikit basa, dengan nilai pH berkisar antara 7,5 hingga 8,5. Sementara itu, Danau Towuti dan Danau Mahalona menunjukkan pH yang sedikit lebih rendah, berkisar antara 6,8 hingga 7,8. • Oksigen Terlarut: Oksigen (O₂) terlarut di permukaan Danau Matano biasanya tinggi, mencapai 6 hingga 8 mg/L. Namun, pada kedalaman di bawah termoklin, kandungan oksigen dapat menurun drastis hingga mencapai kondisi anoksik (kurang dari 0,5 mg/L) di lapisan terdalam.

3. Kandungan Nutrien • Nitrogen dan Fosfor: Konsentrasi nitrogen (total nitrogen) di permukaan air Danau Matano biasanya rendah, dengan nilai berkisar antara 0,02 hingga 0,05 mg/L. Konsentrasi fosfor (total fosfor) juga rendah, dengan nilai berkisar antara 0,01 hingga 0,03 mg/L. Rendahnya konsentrasi nutrien ini menunjukkan bahwa danau ini oligotrofik, dengan produktivitas biologis yang rendah. • Danau Towuti dan Mahalona: Kedua danau ini menunjukkan konsentrasi nitrogen dan fosfor yang sedikit lebih tinggi, tetapi tetap dalam kategori oligotrofik hingga mesotrofik, yang mendukung keanekaragaman hayati namun tetap rentan terhadap eutrofikasi jika terjadi peningkatan input nutrien.

4. Transparansi Air • Secchi Depth: Transparansi air di Danau Matano sangat tinggi, dengan kedalaman Secchi yang dapat mencapai lebih dari 20 meter. Ini mencerminkan air yang sangat jernih, yang disebabkan oleh rendahnya kandungan nutrien dan ketiadaan partikel tersuspensi yang signifikan. Di Danau Towuti, kedalaman Secchi berkisar antara 10 hingga 15 meter, menunjukkan transparansi yang sedikit lebih rendah dibandingkan Danau Matano.

Faktor-Faktor yang mempengaruhi kualitas lingkungan di Kompleks Danau Malili:

a. Aktivitas penambangan nikel di sekitar Danau Matano dan Towuti telah mempengaruhi kualitas air dengan meningkatkan sedimentasi dan memperkenalkan logam berat seperti nikel dan besi. Tingginya kadar besi di Danau Matano (lebih dari 0,2 mg/L di beberapa lokasi) mencerminkan pengaruh geologi dan aktivitas penambangan

b. perubahan penggunaan lahan: Deforestasi dan konversi lahan di sekitar daerah tangkapan air danau telah menyebabkan peningkatan sedimentasi dan masuknya nutrien dari erosi tanah. Di Danau Mahalona, peningkatan sedimentasi telah mengurangi kedalaman dan transparansi air, serta mengubah struktur ekosistem.

2.5 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa secara umum kondisi perairan di Komplek Danau Malili Sulawesi Selatan telah tercemar oleh adanya limbah domestik dan industri serta aktivitas masyarakat yang tinggal di sekitarnya. .. Beberapa parameter yang dijadikan sampel penelitian berada di atas ambang batas yang telah ditentukan, antara lain: suhu, TDS, DO, BOD, COD, NO₃, PO₄, kekeruhan; sedangkan parameter lainnya masih dalam batas normal, seperti:

pH, NH₃-N. Kualitas lingkungan perairan di Kompleks Danau Malili menunjukkan dinamika yang sangat dipengaruhi oleh faktor fisik, kimia, dan biologis. Aktivitas manusia seperti penambangan dan perubahan penggunaan lahan telah mengubah kualitas air dan mengancam ekosistem unik ini. Untuk menjaga keberlanjutan ekosistem ini, perlu ada upaya konservasi yang fokus pada pengelolaan sumber daya alam dan mitigasi dampak aktivitas manusia dan ikan.

BAB III

PERIKANAN DI KOMPLEKS DANAU PURBA MALILI: DARI SPESIES ENDEMIK HINGGA SPESIES INTRODUKSI

3.1 Latar Belakang

Ekosistem air tawar dan keanekaragaman hayatinya berada di bawah tekanan berat di seluruh dunia yang disebabkan oleh berbagai sebab (Dudgeon, 2020; Williams-Subiza dan Epele, 2021; Ahmed et al., 2022). Seperti yang disoroti oleh (Dudgeon et al., 2006) di awal Dekade Air untuk Kehidupan PBB (2005-2015), ekosistem air tawar dan keanekaragaman hayati yang didukungnya sangat penting bagi kesejahteraan dan bahkan kelangsungan hidup manusia. dan menjaga keanekaragaman hayati air tawar dianggap sebagai bagian integral dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 2030 (Dudgeon, 2020) (tambahkan ref). Namun, mereka sangat rentan terhadap setidaknya lima kategori ancaman lokal utama (eksploitasi berlebihan, modifikasi habitat, modifikasi aliran, polusi air, spesies invasif), serta dampak perubahan iklim global (Dudgeon et al., 2006; Dudgeon, 2020). Komunitas Ichthyofaunal berubah sebagai respons terhadap berbagai kombinasi faktor ini dan faktor pendorong lainnya (Birk et al., 2020; Dudgeon, 2020; Williams-Subiza dan Epele, 2021) (tambahkan referensi). Inisiatif untuk memitigasi dampak dan berupaya menuju pengelolaan perikanan dan sumber daya keanekaragaman hayati yang berkelanjutan memerlukan data (Ahmed dkk., 2022)(Williams-Subiza dan Epele, 2021); khususnya, data historis atau data deret waktu sangat penting untuk mendapatkan gambaran kondisi dan tren masa lalu dan saat ini, serta memahami perubahan yang telah terjadi (tambahkan referensi), termasuk masuknya spesies asing (Bernery et al., 2022). Namun, data tersebut masih kurang untuk banyak badan air tawar di seluruh dunia (Ahmed et al., 2022; Bernery et al., 2022), dan khususnya di negara-negara dengan keanekaragaman hayati tinggi seperti Indonesia (Dudgeon et al., 2006; Williams-Subiza dan Epele, 2021).

Pulau Sulawesi di Indonesia adalah daratan terluas di bioregion Wallacea dan dianggap sebagai hotspot keanekaragaman hayati dengan tingkat endemisme yang sangat tinggi pada beberapa kelompok taksonomi, termasuk ikan air dan invertebrata (tambahkan referensi). Spesies baru masih ditemukan dan dideskripsikan dari danau dan sungai di Sulawesi (tambahkan referensi). Danau purba di Poso dan kompleks Malili serta daerah aliran sungainya sangat kaya akan kewanisan spesies ikan endemik dan invertebrata yang memungkinkan kemajuan dalam pemahaman kita tentang evolusi. proses (Herder dan Schliewen, 2010)(Roy et al., 2007)(Roy et al., 2004)(tambahkan referensi). Terbentuk sekitar 1-2 MYA, kompleks Malili meliputi lima danau yang saling berhubungan, dimana Matano merupakan danau yang paling hulu dan terdalam, ... gambarkan kompleks tersebut (Gambar 1). Sistem ini sudah terkena dampak atau rentan terhadap semua kategori ancaman utama yang dijelaskan dalam (Dudgeon et al., 2006) (Nasution, 2017).

Komunitas manusia yang tinggal di sekitar kompleks danau Malili kemungkinan besar telah mencari ikan di danau tersebut sejak zaman prasejarah, dan masih melakukannya hingga saat ini. Pada tahun 2017, seluruh spesies endemik ditangkap untuk dimakan dan sebagian lagi untuk

diperdagangkan (Nasution, 2017). Namun, kini terdapat lebih banyak orang yang tinggal di wilayah tersebut dengan banyak perubahan penggunaan lahan yang terkait dengan munculnya pertambangan skala besar, infrastruktur termasuk instalasi pembangkit listrik tenaga air, pertanian, kehutanan, dll (Nasution, 2017) (tambahkan ref). Hal ini menyebabkan perubahan fisik dan kimia di lingkungan danau, seperti peningkatan logam berat, nutrisi dan polutan lainnya, beban sedimen dan kekeruhan (Sulastri et al., 2020) (tambahkan referensi). Terdapat juga perubahan dalam praktik perikanan tangkap dan akuakultur, dan spesies asing telah diperkenalkan ke danau (Parenti dan Soeroto, 2004; Tantu dan Nilawati, 2007; Herder et al., 2012; Prianto et al., 2016; Nasution, 2017; Hilgers dkk., 2018; Yanuarita dkk., 2020).

Penelitian sebelumnya mengenai ikan kompleks Malili sebagian besar terkonsentrasi pada aspek-aspek seperti taksonomi dan keanekaragaman hayati (ref), biogeografi dan proses evolusi (tambahkan referensi), dan status atau eksploitasi spesies atau kelompok spesies tertentu (tambahkan referensi). Namun, sangat sedikit data yang dipublikasikan mengenai komposisi tangkapan perikanan, dan sebagian besar data tersebut terbatas pada jangka waktu yang pendek (tambahkan referensi) atau spesies/kelompok spesies tertentu (tambahkan referensi). Kajian ini berfokus pada perubahan komposisi hasil tangkapan perikanan, dengan menggunakan berbagai pendekatan dalam pengumpulan data primer dan sekunder, termasuk tinjauan data historis mengenai penemuan spesies dan introduksi ke dalam sistem danau Malili.

3.2 Bahan Dan Metode

Lokasi studi dan pengumpulan data

Pengumpulan data primer dilakukan pada bulan Maret 2023 dan Juli 2024 di

kawasan kompleks Malili (Gambar 1).

Data kualitatif dikumpulkan pada tahun 2023 dari diskusi kelompok terfokus ($n = 51$). Meskipun beberapa data mengenai aspek sosio-ekonomi dan persepsi lokal mengenai keberlanjutan telah dipublikasikan (Rahmawati dkk., 2023a, 2023b), data juga dikumpulkan mengenai persepsi jasa ekosistem langsung dan tidak langsung yang disediakan oleh danau. Data mengenai spesies yang ditangkap dan/atau dimanfaatkan (saat ini dan perubahannya dari waktu ke waktu) dikumpulkan pada bulan Juli 2024 dari 15 nelayan dan 16 penduduk lokal lainnya yang tinggal di sekitar tiga danau besar di sistem Malili: Towuti, Matano dan Mahalona (Tabel I) dengan menggunakan data kuesioner (Bahan pelengkap 1). Responden nelayan berusia antara 29 dan 60 tahun (rata-rata $45,7 \pm 9,5$) dengan pengalaman 8-37 (rata-rata $22 \pm 10,5$) tahun sebagai nelayan dengan pendidikan dasar atau menengah. Responden masyarakat mencakup laki-laki dan perempuan berusia 22-52 tahun (rata-rata 35 ± 10) dan pendidikan dasar hingga tinggi (gelar sarjana) dalam jumlah yang sama. Responden dipilih secara acak dari para nelayan yang menurunkan hasil tangkapannya di lokasi pendaratan ikan di ketiga danau tersebut, sedangkan responden masyarakat dipilih secara acak dari orang-orang yang membeli ikan di pasar setempat.

Tabel 1. Profil Responden pada Kuisisioner
Table I. Profile of questionnaire respondents

Parameter	Karakteristik Nelayan (n = 15)			
	Primary	Lower secondary	Upper secondary	
Tingkat Pendidikan	9 60.00%	4 26.67%	2 13.33%	
Umur (tahun)	29-39 5 33.33%	40-50 5 33.33%	51-60 5 33.33%	
Pengalaman menangkap Ikan	5-10 3 20.00%	11-20 6 40.00%	21-30 2 13.33%	31-40 4 26.67%
Parameter	Karakteristik Masyarakat sebagai Responden (n=16)			
Danau	Matano 5 31.25%	Towuti 6 37.50%	Mahalona 5 31.25%	
	Primary 5 31.25%	Lower secondary 2 12.50%	Upper secondary 7 43.75%	Tertiar y 2 12.50%
Tingkat Pendidikan				
Umur (tahun)	20-29 6 37.50%	30-39 6 37.50%	40-49 1 6.25%	50-59 3 18.75%
Jenis Kelamin	Perempuan 8 50.00%	Laki-laki 8 50.00%		

Data resmi statistik perikanan diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Selatan di Makassar pada tahun 2022 (periode 2010-2019) dan tahun 2024 (periode 2020-2022). Penelusuran literatur dilakukan untuk memperoleh data sekunder, antara lain data yang dimuat dalam jurnal dan prosiding berbahasa Indonesia. Data status spesies diperoleh dari Daftar Merah Spesies Terancam Punah IUCN (diakses pada atau sebelum 12 Juli 2024) kecuali dinyatakan lain.

3.3 Analisis Data

Data primer dan sekunder yang diperoleh ditabulasikan dalam Microsoft Excel 365 dan dianalisis secara deskriptif. Statistik tangkapan ikan dianalisis lebih lanjut secara grafis untuk memperkirakan tren volume tangkapan dari waktu ke waktu (2010 hingga 2022) untuk spesies/kelompok spesies dan alat penangkapan ikan tertentu.

3.4 Hasil dan Pembahasan

Kelompok ikan utama yang ditangkap oleh responden nelayan Responden nelayan mencatat total tujuh ikan dan dua spesies atau kelompok invertebrata yang ditangkap menggunakan tiga jenis alat tangkap (Tabel II). Hal ini mencakup satu taksa endemik dan tiga taksa target introduksi, serta empat taksa tangkapan sampingan (Tabel III). Selain itu, seluruh responden mengetahui bahwa pangkilang (Telmatherinidae) ditangkap di danau, meskipun tidak dengan alat tangkap yang digunakan. Alat pancing yang digunakan oleh nelayan yang menargetkan *Glossogobius* spp. (butini) panjangnya sekitar 30- 100m dengan beberapa kait kecil dan tali pancingnya dililitkan pada balok kayu atau bahan lain seperti polistiren.

Responden nelayan mencatat total tujuh ikan dan dua spesies atau kelompok invertebrata yang ditangkap menggunakan tiga jenis alat tangkap (Tabel 2). Hal ini mencakup satu taksa endemik dan tiga taksa target introduksi, serta empat taksa tangkapan sampingan (Tabel 3). Selain itu, seluruh responden mengetahui bahwa pangkilang (Telmatherinidae) ditangkap di danau, meskipun tidak dengan alat tangkap yang digunakan. Alat pancing yang digunakan oleh nelayan yang menargetkan *Glossogobius* spp. (butini) panjangnya sekitar 30-100m dengan beberapa kait kecil dan tali pancingnya dililitkan pada balok kayu atau bahan lain seperti polistiren.

Table 2 Komoditan Ikan yang ditangkap oleh responden (n=15) di Kompleks Danau Malili Berdasarkan Alat tangkap yang digunakan

No	Fisheries commodity		Persentase responden (%)			
	Nama Lokal	Nama Latin (common name)	Gill net (puka)	Throw net (jaring)	hook/line (ladung)	Total
1	Nila	<i>Oreochromis</i> sp. (Nile and/or Mozambique tilapia)	73.33	0	0	73.33
2	Mas	<i>Cyprinus carpio</i> (carp)	0	73.33	0	73.33
3	Butini	<i>Glossogobius</i> spp. (gobies)	6.67	6.67	26.67	33.33
4	Gabus	<i>Channa striata</i> (striped snakehead)	46.67	46.67	6.67	53.33
5	Louhan	Flowerhorn chichlid	13.33	13.33	0	13.33
6	Pangkilang	Telmatherinidae (sailfin silversides, rainbowfish)	0	0	0	0
7	julung & dui-dui	<i>Dermogenys</i> spp. (halfbeaks)	20.00	20.00	20.00	40.00
8	Udang	<i>Caridina</i> spp. (endemic shrimps)	40.00	40.00	20.00	60.00
9	Kepiting	Unknown (crabs)	26.67	26.67	0	26.67

Tabel 3 Ikan target oleh Responden (n = 15) di Kompleks Danau Malili dengan Menggunakan Trend Populasi

No	Nama Lokal	n	Ikan Target	B -catch		Bertambah	Tren Menurun	Not given	Record ed (statistics)
				Menggunakan	Tidak Menggunakan				
1	Nila	14	4	1	0	11	0	4	Yes
2	Mas	14	3	2	0	10	0	5	Yes
3	Butini	15	5	0	0	0	15	0	No
4	Gabus	10	0	10	0	3	0	12	No
5	Louhan	4	0	2	0	2	0	13	No
6	Pangkila ng	15	0	0	0	0	15	0	? ^a
7	Julung-julung	7	0	0	6	0	0	15	? ^b
8	Udang	10	0	5	4	1	0	14	No
9	Kepiting	4	0	0	4	0	0	15	No

^a Possibly recorded (incorrectly) as bilih or teri (anchovies)

^b Possibly recorded (incorrectly) as parang or parang-parang

Kelompok ikan utama dibeli dan dikonsumsi oleh responden masyarakat

Spesies utama yang disukai dan sering dibeli untuk konsumsi rumah tangga oleh responden bervariasi antara ketiga danau (Towuti, Matano, dan Mahalona), meskipun komoditas tradisional lokal yang disebut pangkilang (campuran *Telmatherinidae* endemik) adalah yang paling populer, dicari oleh semua orang (100%) responden. Komoditas terpopuler berikutnya bervariasi antar danau, namun menunjukkan tingginya permintaan terhadap butini (ikan gobi endemik, genus *Glossogobius*) serta ikan nila (khususnya warga Towuti) dan ikan gabus (khusus warga Mahalona). Seluruh responden (n = 16, 100%) membeli ikan baik dari nelayan maupun pasar lokal.

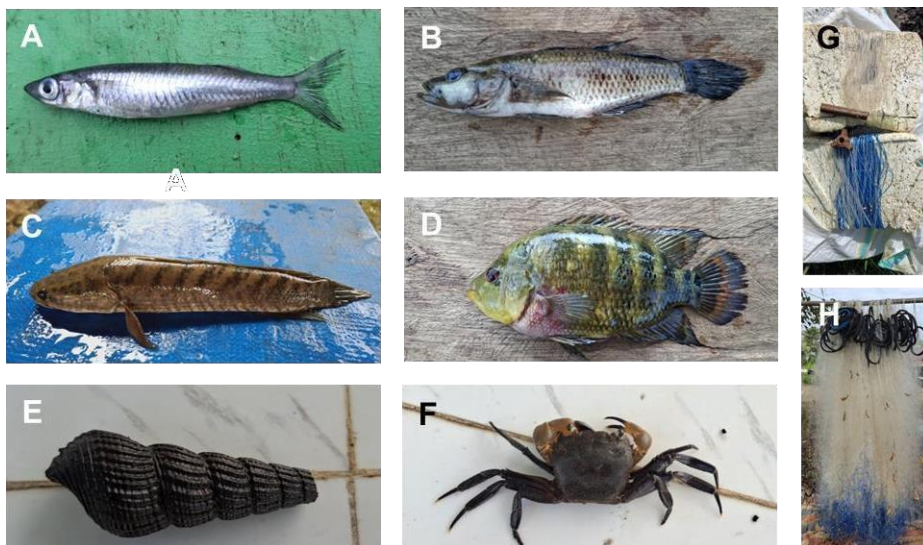
Tabel 4. Komoditi Perikanan yang Dipilih dan Dibeli Oleh Masyarakat di

Kompleks Danau Malili (n=16)

Responden		Nila	Mas	Gabus	Butini	Pangkila ng	Siput
Danau	n	Tilapia	Carp	Snakehead	Goby	Telmatherinids	Gastropods
Towuti	6	83.33	16.67	16.67	66.67	100.00	16.67
Matano	5	60.00	20.00	40.00	80.00	100.00	0.00
Mahalona	5	60.00	0.00	80.00	80.00	100.00	0.00
Total	16	68.75	12.50	43.75	75.00	100.00	6.25

Alasan pemilihan komoditas tertentu adalah kualitas organoleptik, terutama rasa dan/atau tekstur (43,8%), ketersediaan (37,5%), dan harga/nilai uang

(25%). Contoh beberapa spesies yang ditangkap dan alat tangkap yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.



Legend: A. Pangkilang (*Telmatherina* sp.); B. Butini (*Glossogobius* sp.); C. Gabus (*Channa striata*); D. louhan (hybrid chichlid); E. Siput (*Tylomelania* sp.); F. Kepiting (thought to be the Towuti whiteclaw crab, *Syntripsa flavichela*); G. Ladung (hook and line gear used to catch butini); H. Puka (gillnet used to catch tilapia, with *C. striata* as valued by-catch)

Gambar 1 Beberapa spesies yang ditangkap dan alat penangkapan ikan yang digunakan di kompleks Malili pada tahun 2024

Persepsi tren ketersediaan tiap komoditas (Tabel V) konsisten di seluruh responden yang memberikan jawaban. Data ini menunjukkan adanya penurunan secara umum pada ketersediaan ikan endemik dan peningkatan pada ikan introduksi.

Tabel 5 Perceived trends in market availability of Malili complex fisheries products

Nama Lokal	Nama Umum	Trend	Jumlah responden yang memberikan jawaban (orang)
Nila	Tilapia	Meningkat	11
Mas	Carp	Meningkat	2
Gabus	Snakehead	Meningkat	7
Butini	Goby	Menurun	12
Pangkilang	Telmatherinids	Menurun	16
Siput	Gastropods	Meningkat	1

3.5 Statistik Perikanan

Data statistik perikanan pemerintah berdasarkan kelompok spesies (Tabel VI) dan jenis alat tangkap (Gambar 2) menunjukkan perubahan dalam metode penangkapan ikan dan spesies target dari tahun 2010 hingga 2022. Data untuk spesies/kelompok kunci tertentu tidak ada (sorotan abu-abu pada Tabel VI). Jenis alat tangkap yang diketahui digunakan dari referensi dan/atau responden juga hilang pada tahun atau periode tertentu, khususnya alat pancing pancing dari tahun 2014 hingga 2022 dan jaring angkat sebelum tahun 2015.

Tabel 6 Statistik Produksi Ikan (2010-2022) untuk Kompleks Danau Malili Berdasarkan Jenis Ikan (ton/tahun)

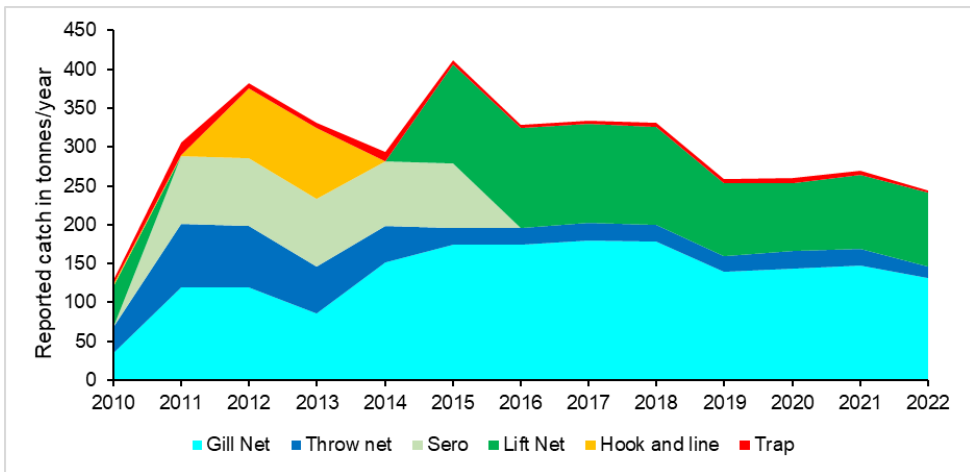
Ta hu n	<i>Ang uilla spp</i>	<i>O. mossa mbicus</i>	<i>O. nilot icus</i>	<i>Tricho podus spp.</i>	<i>Cha nna stri ata</i>	Anc hovy - like/ bilih a	<i>Bo tia sp</i>	<i>Cyp rinus carp io</i>	Par ang Par ang b	Ik an La in	Total berdas arkam tahun	Total berda sarka n jenis alat tangk ap	Perb edaa n
2010	4.8	22.1								101.5	128.4	128.4	0
2011	1.9	112.6	54.1	12.3	9.3	81.5				33.8	305.5	305.5	0
2012			43.9			111.2	26.2	94.5		54.8	330.6	381.8	51.2
2013		66.8	62.3		22.2	87.3	24.3	25.9		41.3	330.1	331.9	1.8
2014		77.4	56		35.8	115.6	10.4	25.6	26.5	37.9	385.2	293.4	-91.8
2015		72.7	54.6		45.3	119.3	65.8	17.9	7.4	28.2	411.2	411.2	0
2016		72.7	64.2		25.3	119.3	12.5	16.9	1	16.8	328.7	328.7	0
2017		74.9	66.2		26.2	118.4	12.9	17.6	1	17.2	334.4	334.4	0
2018		75.7	68.1		24.8	119.6	11.4	15.1	1.3	15.3	331.3	331.3	0
2019		73.8	61.1		12.8	92.7	9			9.2	258.6	258.6	0
2020		49.52	46.9		12	22.9	36.4	32.6	21.78		222.11	259.6	37.49
2021		48.25	45.85		14.1	22.7	50.2	32.6	23.1		236.88	270	33.12
2022		48.25	48.5		14.1	22.7	50.2	32.6	23.1		239.51	244.2	4.69
Total	6.7	794.72	671.75	12.3	241.9	1033.35	309.9	311.3	105.18	356	3842.5	3879	36.5

3

Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Selatan (diperoleh tahun 2021 dan 2024)

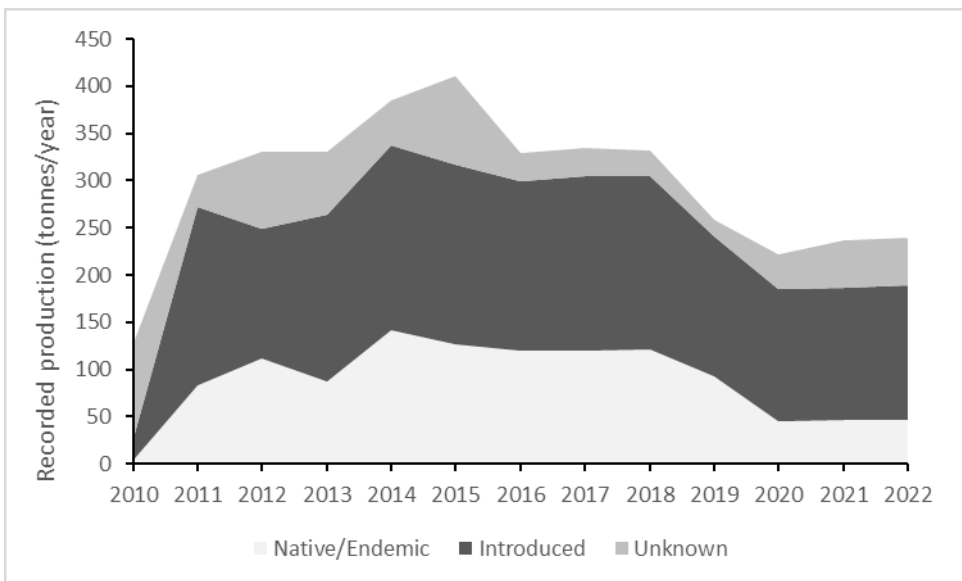
Sumber: a Mewakili kategori nama lokal pangkilang dan opudi (dominan endemik Telmatherinidae)

b Kemungkinan besar mewakili paruh paruh (endemik Nomorhamphus spp.)



Gambar 4. Statistik Produksi Perikanan (2010-2022) di Kompleks Malili

Berdasarkan Jenis Alat Tangkap



Gambar 5 Statistik produksi perikanan di kompleks Malili yang dikumpulkan

berdasarkan status komoditas

Spesies dilaporkan dari Kompleks Malili

Setidaknya 53 taksa (spesies atau pengelompokan taksonomi) telah dilaporkan dari kompleks Malili (Tabel VI). Lebih dari separuh (32) dianggap endemik, dan setidaknya satu (*Anguilla* sp) merupakan takson asli daerah ini yang tersebar

luas. Taksa yang tersisa mencakup ikan asli Indonesia tetapi bukan ikan asli kompleks Malili serta ikan dari Amerika Selatan dan Afrika. Species reported from the Malili complex

3.6 Kualitas dan kurasi data statistik

Statistik perikanan yang dikumpulkan oleh lembaga pemerintah dapat memberikan informasi dan indikasi yang berharga; namun, penafsiran data ini harus dilakukan dengan hati-hati karena terdapat sejumlah kelemahan yang disoroti oleh data yang disajikan pada Tabel X dan X serta gambar X dan X. Teks Penyelesaian taksonomi dalam statistik perikanan masih kasar dan data tampaknya mengandung beberapa kesalahan identifikasi, dan kategori yang digunakan tampaknya kurang disesuaikan dengan realitas perikanan yang kompleks di Malili. Salah satu alasannya adalah karena kategori standar yang ditentukan secara nasional digunakan, dan dalam beberapa kasus seperti —diadaptasill dari wilayah lain di Indonesia dengan kelompok spesies yang berbeda. Misalnya, kategori —Botiall jelas keliru karena ikan ini belum dilaporkan berasal dari sistem Malili dan jelas bukan merupakan target perikanan utama - produksi tahunan sekitar 10-50 ton/tahun harus berasal dari spesies atau wilayah jelajah lain. spesies. Kategori yang diberi label sebagai ikan teri atau bilih tampaknya mewakili telmatherinid yang secara lokal disebut opudi dan/atau pangkilang, karena mereka juga sering disebut sebagai —terill, sebuah istilah yang sering digunakan untuk ikan teri di Sulawesi, dan bilih umumnya mengacu pada *Mystacoleucus padangensis* (Lukman et al., 2017), ikan endemik Sumatera (Froese dan Pauly, 2024) yang memiliki kemiripan dengan telmatherinids endemik. Besar kemungkinannya bahwa ikan-ikan kecil lainnya (kebanyakan endemik namun juga beberapa spesies pendatang) dapat dimasukkan dalam kategori ini, dalam penangkapan dan pengolahan perikanan. Kelas Parang-parang seharusnya mendeskripsikan *Macrochirichtys macrochirus*, ikan kecil yang terkompresi secara lateral dari Sundaland (Syafei dan Sudinno, 2018) yang tidak dilaporkan dari sistem Malili. Namun, terdapat indikasi bahwa dalam konteks ini yang dimaksud adalah paruh paruh yang berbentuk pisau, meskipun responden nelayan (jaring dan tali pancing) menganggap paruh paruh sebagai hasil tangkapan sampingan yang tidak dimanfaatkan. Sebaliknya, butini (*Glossogobius* sp.) yang penting secara lokal tidak ada – dan jika dimasukkan ke dalam —lainnyall menimbulkan pertanyaan mengapa kategori ini tidak ada dalam tiga tahun terakhir. Hilangnya belut anguillid dalam statistik tangkapan setelah tahun 2012 masih belum dapat dijelaskan, namun mungkin terkait dengan pembangunan stasiun pembangkit listrik tenaga air dan bendungan lainnya, suatu kemungkinan yang memerlukan penyelidikan lebih lanjut.

Beberapa penelitian telah mengidentifikasi masalah dalam pengumpulan dan masukan data perikanan (misalnya, penambahan referensi). Kesenjangan antara total volume produksi berdasarkan komoditas dan peralatan kemungkinan besar disebabkan oleh beberapa permasalahan di atas. Misalnya: pada tahun 2012 tidak ada ikan nila atau ikan gabus Mozambik yang tercatat – namun sangat kecil kemungkinannya bahwa tidak ada yang tertangkap; pada tahun 2019 tidak ada ikan mas yang tercatat; dari tahun 2020- 2022 kategori —lainnyall kosong; dari tahun 2011-2014 tidak ada data tangkapan jaring angkat dan setelah tahun 2014 tidak ada tangkapan pancing yang tercatat, meskipun data primer menunjukkan dengan jelas bahwa alat tangkap ini pernah dan masih digunakan. Data tangkapan yang sama selama beberapa tahun (misalnya untuk alat tangkap sero tahun 2011-2013) kemungkinan besar

mengindikasikan adanya perpindahan karena kurangnya pengumpulan data baru, seperti yang dilaporkan untuk wilayah lain di Indonesia.

Tantangan besar lainnya adalah kurangnya penyimpanan dan kurasi data. Secara umum, statistik pemerintah tersedia untuk jangka waktu lima tahun, setelah itu statistik tersebut jarang tersedia baik dalam format fisik maupun elektronik. Misalnya, sebagian besar data yang dikumpulkan pada tahun 2021 tidak lagi tersedia pada tahun 2024. Selain itu, sebagian besar data yang dikumpulkan pada tahun 2021 tidak lagi tersedia pada tahun 2024. data terkini yang tersedia biasanya 2 tahun sebelum sekarang (misalnya 2022 pada tahun 2024). Kurangnya data runtun waktu dan data yang tepat waktu/terkini merupakan tantangan bagi penelitian dan pengelolaan. Dalam beberapa kasus, staf yang bertanggung jawab atas data memang menyimpan dan mengkurasi data melebihi persyaratan minimum, namun data yang disimpan ini dapat hilang ketika individu yang berdedikasi tersebut meninggalkan jabatannya atau karena alasan stokastik seperti kegagalan komputer atau media penyimpanan elektronik, bencana. seperti banjir, kebakaran, dan serangan terhadap data hard copy oleh rayap atau hewan pengerat.

3.7 Perubahan Komposisi Hasil Tangkapan

Data primer mengenai hasil tangkapan perikanan dibatasi pada tiga jenis alat tangkap. Khususnya, tidak ada nelayan bagan bagan yang disertakan. Hal ini merupakan keterbatasan yang penting karena jaring angkat merupakan alat utama yang digunakan untuk menangkap banyak spesies endemik, khususnya telmatherinid di Danau Malili (tambahkan referensi). Meskipun demikian, data sekunder mendukung persepsi responden bahwa kelimpahan ikan asing telah meningkat dan ikan tersebut lebih mudah tersedia bagi konsumen, sementara spesies endemik semakin berkurang jumlahnya. Namun, tren keseluruhan yang ditunjukkan oleh statistik perikanan dari tahun 2010- 2022 adalah, meskipun terdapat keterbatasan yang disebutkan di atas, peningkatan produksi secara keseluruhan hingga sekitar tahun 2014 kemudian statis atau sedikit menurun dari tahun 2014 ke 2018 diikuti dengan penurunan tajam dari tahun 2018-2020 dan sedikit perubahan dari tahun 2020-2022.

Tren ini tampaknya berlaku baik untuk ikan endemik maupun ikan asing, meskipun penurunan tangkapan ikan endemik secara proporsional lebih besar dibandingkan ikan introduksi. Tren ini kemungkinan mencerminkan interaksi banyak faktor, termasuk faktor lingkungan, tekanan penangkapan ikan, dan kemungkinan intervensi seperti program penebaran ikan atau program berorientasi konservasi.

Persepsi konsumen terhadap peningkatan ketersediaan ikan gabus bertolak belakang dengan statistik perikanan yang menunjukkan hasil tangkapan yang lebih rendah pada tahun 2019-2022 dibandingkan tahun 2013- 2018. Peningkatan ketersediaan ini mungkin disebabkan oleh perubahan pemasaran hasil tangkapan, atau peningkatan sejak tahun 2022.

Meskipun terdapat permintaan konsumen dan upaya penangkapan ikan yang terus berlanjut, pangkailang/opudi dan butini semakin sulit tersedia bagi konsumen lokal. Namun, hal ini mungkin tidak sepenuhnya disebabkan oleh tren penurunan populasi yang disebutkan oleh responden nelayan dan penelitian lain (misalnya, tambahkan referensi). Produk olahan yang dihasilkan dari ikan endemik tersebut, khususnya pangkailang —renyahll, banyak dipasarkan sebagai bagian dari upaya peningkatan dan diversifikasi pendapatan masyarakat dan pemerintah daerah.

Pengembangbiakan ikan-ikan introduksi tampaknya mendapat perhatian khusus dari pemerintah setempat. Informasi yang diperoleh dari portal online Batara Pos.com edisi Agustus, Pemerintah Kabupaten Luwu Timur melalui Dinas Perikanan memberikan bantuan 7000 ekor benih ikan Nila ke kelompok tani di Desa Rantemario kecamatan Tomoni. Berdasarkan Informasi yang dimuat di portal online Warta Lutim edisi September, pada tahun 2022, Dinas Perikanan Luwu Timur melalui UPTD Balai Benih Ikan (BBI) Margolembo dan BBI Towuti menyipakan bantuan benih ikan nila sebanyak 48.005 ekor, ikan mas 5.238 ekor, ikan bawal 223 ekor.

Pengembikan ikan-ikan introduksi ini menjadi ancaman bagi ikehidupan ikan –ikan endemik setempat. Salah satu cara untuk meningkatkan keberhasilan reproduksi adalah dengan meminimalkan gangguan, khususnya tekanan penangkapan ikan, selama puncak musim reproduksi, misalnya melalui penutupan sementara perikanan atau perlindungan habitat kritis, memperbanyak hatchery sebagai tempat mengembangbiakkan ikan –ikan endemik. Data mengenai biologi dan pola reproduksi tersedia untuk beberapa spesies endemik kompleks Malili, termasuk *Paratherina striata* di Danau Towuti (Nasution dkk., 2010). Adapun manfaat ikan endemik bagi warga masyarakat sekitar adalah menjadi sumber plasma nutfah, sumber protein hewani, menjaga kestabilan ekosistem dan juga sumber pendapatan.

Perubahan komposisi hasil tangkapan perikanan nelayan di Danau Matano, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu indikator yang mencerminkan perubahan dalam ekosistem danau tersebut. Berikut adalah penjelasan mengenai perubahan ini:

1. Penurunan Populasi Spesies Endemik Danau Matano dikenal dengan keanekaragaman hayatinya yang tinggi, terutama dengan adanya spesies ikan endemik seperti *Telmatherina*, *Glossogobius matanensis*, dan *Oryzias matanensis*. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, terjadi penurunan populasi spesies-spesies ini. Penurunan ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk perubahan kualitas air, perburuan yang berlebihan, dan masuknya spesies invasif.

2. Dominasi Spesies Invasif Masuknya spesies ikan non-endemik, seperti ikan nila (*Oreochromis niloticus*), telah mengubah komposisi hasil tangkapan nelayan. Ikan nila, yang diperkenalkan sebagai upaya untuk meningkatkan hasil tangkapan, telah menjadi spesies dominan dalam ekosistem Danau Matano. Dominasi ikan nila ini telah menyebabkan penurunan populasi spesies asli karena persaingan untuk sumber daya dan ruang hidup.

3. Perubahan Pola Tangkapan Dengan menurunnya populasi ikan endemik dan meningkatnya populasi ikan invasif, pola tangkapan nelayan di Danau Matano juga berubah. Pada masa lalu, nelayan lebih sering menangkap ikan endemik seperti *Telmatherina* dan *Glossogobius*, yang memiliki nilai ekonomi dan budaya tinggi. Namun, saat ini, tangkapan lebih didominasi oleh ikan nila, yang memiliki nilai ekonomi lebih rendah dan tidak memiliki nilai budaya yang sama bagi masyarakat setempat.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan hasil tangkapan ikan di Kompleks Danau Malil selama beberapa tahun terakhir adalah:

1. Degradasi Habitat:

Aktivitas manusia seperti penambangan dan deforestasi di sekitar Danau Matano telah menyebabkan degradasi habitat, yang berdampak pada populasi ikan endemik meliputi:

- a. Aktivitas Penambangan Kadar Logam Berat: Aktivitas penambangan di sekitar Danau Matano, khususnya penambangan nikel, telah meningkatkan kadar logam berat seperti nikel dan besi di dalam air dan sedimen danau. Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nikel di sedimen Danau Matano telah mencapai 20-30 mg/kg, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ambang batas yang ditoleransi oleh banyak organisme air tawar. Erosi dan Sedimentasi: Penambangan di area sekitar Danau Matano menyebabkan erosi tanah yang signifikan. Erosi ini berkontribusi pada peningkatan sedimentasi di danau, yang dapat mengurangi kedalaman dan transparansi air. Secara kuantitatif, laju sedimentasi di beberapa lokasi di Danau Matano telah meningkat hingga 2-3 kali lipat dalam dua dekade terakhir.
- b. Deforestasi Penurunan Tutupan Hutan: Deforestasi di daerah tangkapan air (catchment area) Danau Matano telah menyebabkan penurunan tutupan hutan secara signifikan. Data menunjukkan bahwa tutupan hutan di sekitar Danau Matano telah berkurang sebesar 30% dalam 20 tahun terakhir, dari sekitar 60.000 hektar menjadi sekitar 42.000 hektar.

- c. Kenaikan Aliran Permukaan: Deforestasi menyebabkan peningkatan aliran permukaan (runoff), yang membawa lebih banyak nutrisi, sedimen, dan polutan ke dalam danau. Hal ini mengarah pada peningkatan kandungan nutrisi seperti fosfat di perairan danau, yang dapat memicu eutrofikasi. Konsentrasi fosfat di Danau Matano telah dilaporkan meningkat dari sekitar 0,01 mg/L menjadi 0,05 mg/L dalam dekade terakhir.
- d. Eutrofikasi: Peningkatan nutrisi akibat aktivitas manusia menyebabkan eutrofikasi, yang dapat mengubah struktur ekosistem dan mempengaruhi komposisi spesies ikan.
- e. Tekanan Penangkapan: Overfishing atau penangkapan berlebihan terhadap spesies ikan tertentu juga berkontribusi terhadap penurunan populasi ikan endemik. Perubahan komposisi hasil tangkapan perikanan di Danau Matano mencerminkan dampak negatif dari aktivitas manusia dan masuknya spesies invasif. Untuk menjaga kelestarian ekosistem Danau Matano dan keanekaragaman hayatinya, diperlukan upaya konservasi yang komprehensif, termasuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dan kontrol terhadap spesies invasif.

3.8 Kesimpulan

Telah terjadi perubahan besar pada spesies yang ditangkap oleh nelayan lokal, dari yang didominasi ikan asli, termasuk banyak spesies endemik, menjadi ikan non-asli, termasuk spesies asing yang invasif. Kesenjangan dalam catatan perikanan mendorong terjadinya sindrom pergeseran data dasar (shifting baseline syndrome). Hasilnya menyoroti pentingnya melestarikan dan menerbitkan data historis serta membangun program pengumpulan data dan sistem kurasi data jangka panjang yang sistematis dan andal..

BAB IV

ANALISIS FAKTOR SOSIAL-EKONOMI DARI PEMANFAATAN KOMPLEKS DANAU MALILI SULAWESI SELATAN

4.1 Pendahuluan

Pesona yang dimiliki oleh Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan menimbulkan permasalahan seiring dengan aktivitas manusia di sekitarnya. Permasalahan pengelolaan kawasan danau merupakan masalah klasik yang sering kali menimbulkan konflik di berbagai wilayah Indonesia. Kawasan danau sebagai salah satu aset strategis, menyediakan berbagai macam sumber daya untuk memenuhi kebutuhan manusia, cenderung dieksploitasi secara berlebihan sehingga menjadi rusak, kehilangan fungsinya dan pada akhirnya menimbulkan konflik di antara pemangku kepentingan (Endah dan Nadjib, 2017). Pemetaan permasalahan pada suatu daerah dapat menjadi salah satu pendekatan untuk menyusun strategi penyelesaian masalah pada daerah tersebut (Haerunnisa, et. al, 2016).

Upaya revitalisasi Kompleks Danau Malili, bukan hanya tanggung jawab pemerintah setempat, namun juga masyarakat dituntut untuk ikut melestarikannya, agar tidak terjadi konflik yang berkepanjangan. Untuk mendukung kegiatan tersebut, maka diperlukan adanya kelembagaan yang mengatur kehidupan mereka. Kegiatan penguatan kelembagaan masyarakat merupakan bagian tugas dari pemerintah dalam memberikan pelayanan dalam rangka peningkatan wawasan, pengetahuan dan ketrampilan masyarakat pesisir. Pembinaan dan pelatihan diharapkan menjadi *tigger* (pemicu) tumbuh kembangkan inovasi usaha perikanan yang tidak hanya mengandalkan bantuan dari pemerintah semata (Indarti dan Wardana, 2013).

Perkembangan terkini mengenai aktivitas manusia di sekitar Kompleks Danau Malili, akan memberikan kontribusi terhadap kondisi perairan tersebut. Sejalan dengan evolusi danau, yang secara teoritis akan mengalami proses penuaan yang ditandai dengan status trofik yang menuju ke arah yang lebih tinggi, keadaan seputar danau akan mempercepat proses penuaan danau. Perairan Kompleks Danau Malili tidak hanya dimanfaatkan oleh sektor perikanan melainkan juga oleh sektor-sektor yang lain seperti transportasi atau perhubungan, pariwisata, pertanian, kelistrikan, dan lain-lain. Masing-masing sektor tersebut tentu menjalankan aktivitas sesuai dengan tujuan dan peraturan yang melandasinya. Akibatnya mungkin terjadi di suatu badan air akan terdapat berbagai peraturan yang mungkin satu sama lain akan saling tumpang-tindih atau bahkan bertentangan. Selain menonjol ego sektoral tadi, maka di era Otonomi Daerah seperti sekarang ini, ego kedaerahan atau kewenangan daerah terasa sangat menonjol (Muhtadi, 2017).

Tekanan pembangunan ekonomi sering menimbulkan dilema bagi kelestarian sumber daya alam. Hal ini mengingat, bahwa kebutuhan masyarakat

sering tidak ditunjang oleh pengelolaan dan kesadaran masyarakat yang baik. Sehingga penurunan kualitas sumber daya sering dianggap sebagai biaya yang harus dibayar untuk suatu proses pembangunan ekonomi. Semakin meningkatnya kebutuhan ekonomi berbasis sumber daya alam, akan semakin memberikan tekanan yang tinggi terhadap sumber daya alam itu sendiri (Suryawati,et. al, 2018). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kajian sosial ekonomi dari pemanfaatan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan yang diharapkan dapat mendukung kebijakan dan pengelolaan yang berkelanjutan.

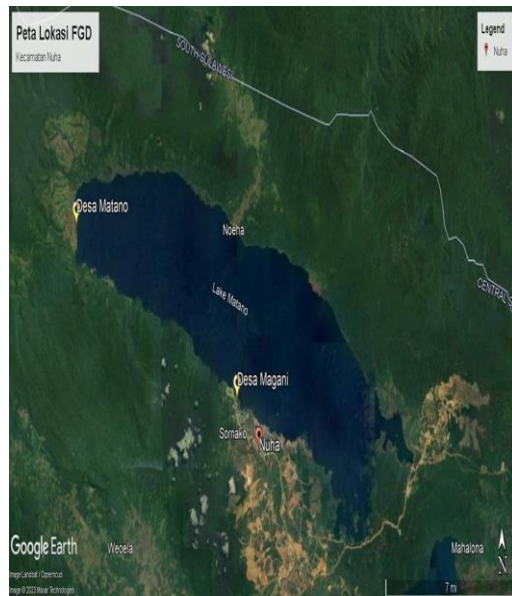
4.2 Metodologi Penelitian

4.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Maret 2023 di Kompleks Danau Malili (Danau Matano, Danau Towuti dan Danau Mahalona) Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja dengan pertimbangan bahwa wilayah ini memiliki kehidupan sosial ekonomi masyarakat yang beragam, tepatnya di dua kecamatan yakni Kecamatan Towuti (Desa Timampu dan Desa Mahalona) dan Kecamatan Nuha (Kelurahan Magani dan Desa Matano) Kabupaten Luwu Timur.



a. Peta Kecamatan Towuti



b. Peta Kecamatan Nuha

Gambar 1. Peta Kompleks Danau Malili Kabupaten Luwu Timur

4.2.2 Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini terbagi dua yakni: data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan lapangan, pengukuran kualitas lingkungan dan wawancara dengan menggunakan teknik *Focus Group Discussion (FGD)*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bisjoe (2018) menyatakan bahwa metode FGD dapat memberikan data yang lebih mendalam, informati, dan bernilai, kemudian dari segi kepraktisan model ini hemat biaya, dan dapat mengumpulkan data lebih banyak dengan waktu yang singkat.

4.2.3 Teknik Pengambilan data

Pengumpulan data juga dilakukan melalui *Focus Group Discussion*, dengan melibatkan unsur-unsur dari masyarakat local, penyuluh perikanan, tokoh masyarakat, tokoh adat sebagai responden. Pengambilan data kuantitatif dilakukan dengan menggunakan kuisisioner, sebagai instrumen untuk melakukan wawancara secara berstruktur terhadap responden (Solihin, et. al, 2012). secara purposive dipilih dari dua kecamatan (Kecamatan Towuti dan Kecamatan Nuha) dengan jumlah 51 orang.

4.2.4 Instrumen Penelitian

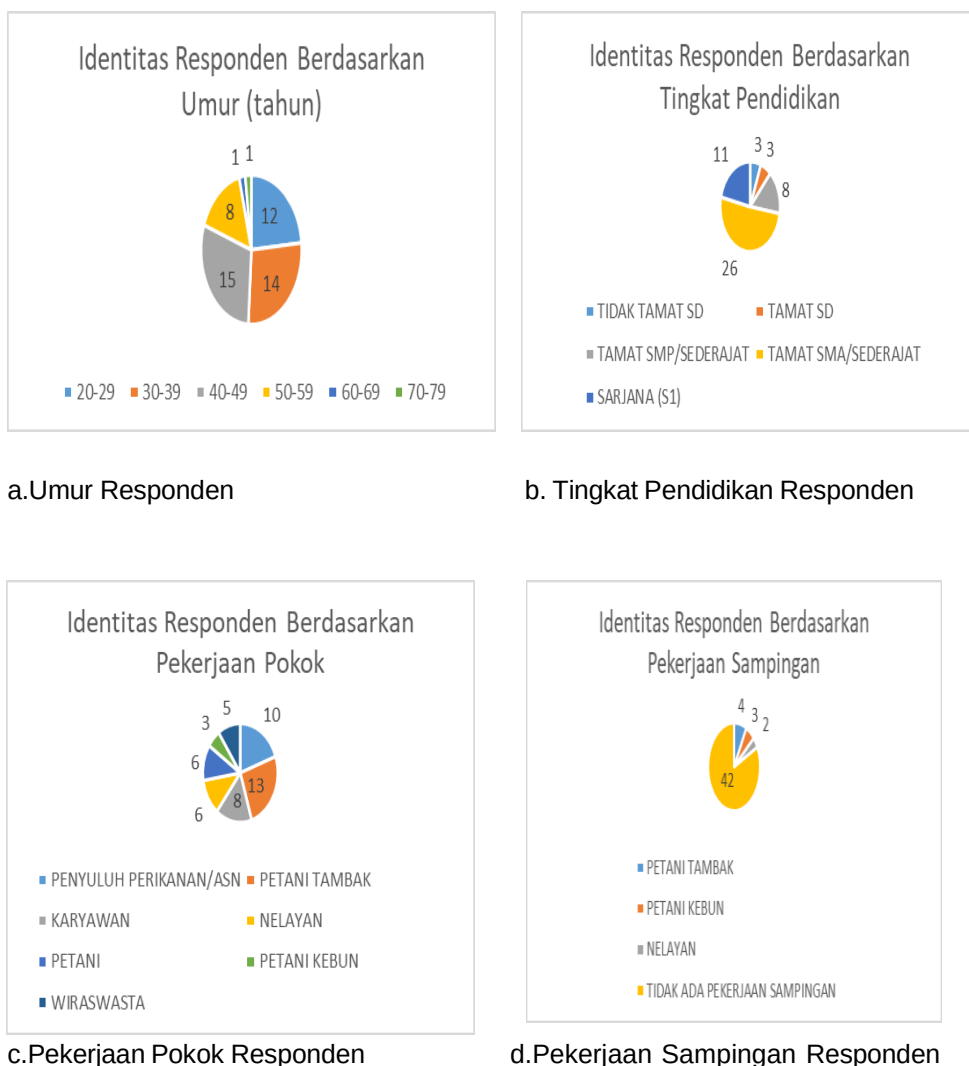
Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah pertanyaan-pertanyaan berupa kuesioner yang terdiri dari 24 item pertanyaan yaitu:

- a. Identitas Responden terdiri dari 5 item pertanyaan yakni: nama' umur, tingkat pendidikan, pekerjaan pokok dan sampingan.
- b. Konflik vertikal yang terjadi terdiri dari 6 item pertanyaan
- c. Respon masyarakat terhadap pemeliharaan lingkungan ada 4 item pertanyaan
- d. Valuasi ekonomi ada 9 item pertanyaan

4.3 Hasil dan Pembahasan

4.3.1 Identitas Responden

Responden dalam penelitian ini sebanyak 51 orang, selanjutnya disajikan secara lengkap dalam grafik atau gambar berikut ini:



Gambar 2. Identitas Responden

Berdasarkan Gambar 2 (a-d), identitas responden dibagi dalam empat kategori yakni: berdasarkan umur, tingkat pendidikan, pekerjaan pokok dan pekerjaan sampingan. Mayoritas responden berada dalam kelompok umur 40-49 tahun dengan jumlah 15 orang (29,41%); minoritas berada dalam kelompok umur 60-69 tahun dan 70-79 tahun dengan jumlah masing-masing 1 orang (1,96 %). Mayoritas responden berada dalam kelompok tingkat pendidikan tamat SMA/ sederajat yakni 26 orang (50,98 %); minoritas tidak tamat SD dan tamat SD yakni masing-masing 3 orang (5,88 %). Mayoritas responden memiliki pekerjaan pokok sebagai petani tambak yakni 13 orang (25,49 %); minoritas responden sebagai petani kebun yakni 3 orang (5,88 %). Mayoritas responden tidak memiliki pekerjaan yakni sebanyak 42 orang (82,35 %); minoritas responden memiliki pekerjaan sampingan sebagai nelayan yakni sebanyak 2 orang (3,92 %).

4.3.2 Konflik Sosial-Ekonomi

Pulau Sulawesi mempunyai banyak perairan umum daratan tipe danau yang dihuni berbagai jenis ikan endemik. Danau Matano, Mahalona, dan Towuti (Kompleks Danau Malili) terkenal mempunyai spesies ikan endemik terbesar di Pulau Sulawesi (Hadiaty dan Wirjoatmodjo, 2002) yang tidak dijumpai di pulau lain di Indonesia dan keragamannya tergolong tinggi dan unik karena posisi danau yang terisolasi selama jutaan tahun dan juga menjadi laboratorium alam yang penting bagi peneliti biologi.

Pesona yang dimiliki oleh Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan menimbulkan permasalahan seiring dengan aktivitas manusia di sekitarnya. Permasalahan pengelolaan kawasan danau merupakan masalah klasik yang sering kali menimbulkan konflik di berbagai wilayah Indonesia. Kawasan danau sebagai salah satu aset strategis, menyediakan berbagai macam sumber daya untuk memenuhi kebutuhan manusia, cenderung dieksploitasi secara berlebihan sehingga menjadi rusak, kehilangan fungsinya dan pada akhirnya menimbulkan konflik di antara pemangku kepentingan (Endah dan Nadjib, 2017). Pemetaan permasalahan pada suatu daerah dapat menjadi salah satu pendekatan untuk menyusun strategi penyelesaian masalah pada daerah tersebut (Haerunnisa, et. al, 2016).

Konflik timbul dari ketidakseimbangan dalam status sosial, kekayaan dan akses terhadap sumber-sumber serta ketidakseimbangan dalam kekuasaan yang mengakibatkan munculnya berbagai problematika (seperti: diskriminasi, pengangguran, kemiskinan, penindasan dan kriminalitas) (Jamil, 2007). Ada banyak sumber penyebab konflik, salah satunya adalah faktor komunikasi yang oleh sebagian pakar sering disebut sumber konflik utama.

Konflik tidak muncul begitu saja dengan sendirinya, melainkan ada faktor-faktor yang melatar belakangnya. Konflik bisa muncul pada skala yang berbeda, seperti konflik antar individu (*interpersonal conflict*), konflik antar kelompok (*intergroup conflict*), konflik antar kelompok dengan negara (*vertical conflict*), konflik antar individu atau kelompok organisasi yang memiliki kedudukan yang sama atau setara (*horizontal conflict*). Setiap skala memiliki latar belakang dan arah perkembangannya masing-masing. Konflik sendiri hadir sebagai manifestasi dari ketegangan sosial, politik, ekonomi dan budaya atau bisa juga disebabkan oleh perasaan ketidakpuasan umum, ketidakpuasan terhadap komunikasi, ketidakpuasan terhadap simbol-simbol sosial dan ketidakpuasan terhadap kemungkinan resolusi serta adanya sumber daya mobilisasi (Irwandi dan Endah, 2017)

Alat atau teknik untuk membantu dalam mengidentifikasi, akar permasalahan, menganalisa, dan memecahkan konflik adalah dengan menggunakan pemetaan konflik. Mengapa pemetaan konflik dianggap penting? Karena konflik tidak muncul tiba-tiba tanpa sebab, dan banyak faktor yang mempengaruhinya seperti misalnya hubungan, nilai-nilai yang ada dalam suatu masyarakat, kelembagaan, kebutuhan individu/kelompok, perkembangan sebuah komunitas, sumber daya, kebijakan dan kepentingan politik tertentu.

Dengan melalui pemetaan konflik, maka dapat merepresentasikan konflik dalam bentuk visualisasi baik berupa gambar dalam bentuk bagan, diagram, grafis, dan lain-lain, dengan menempatkan para pihak yang terlibat dalam konflik baik yang berhubungan dengan masalah maupun antar para pihak sendiri.

Melalui metode pemetaan, dapat memberikan sebuah sistem yang menggambarkan scope dari suatu konflik dengan tujuan dari pihak yang terlibat di dalamnya, tipe hubungannya, dan juga isi dari isunya. Mengidentifikasi pihak yang terlibat konflik merupakan tahap yang pertama kali dilakukan untuk mengetahui posisi mereka, kepentingan, dan tingkat kapasitas dari dukungan dari luar (Trimo, 2016).

Suatu hal yang penting dari pemetaan konflik adalah membantu pihak yang terlibat konflik untuk melihat dengan jelas posisi mereka terhadap kepentingan dan kebutuhan mereka, saat mengklarifikasi berbagai macam permasalahan. Ini sesuai pula dengan konsep pemetaan konflik dari Fisher dkk. (2000), yang menggambarkan siapa saja yang terlibat konflik, kepentingan dari pihak-pihak yang terlibat konflik (misalnya perusahaan perkebunan dan masyarakat sekitar), tujuan yang diinginkan oleh masing-masing pihak yang berkonflik, serta penanganan konflik yang telah diterapkan oleh pihak perusahaan.

Temuan di lapangan menunjukkan bahwa terjadi beberapa konflik vertikal di Kompleks Danau Malili selengkapnya dijelaskan dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Konflik Vertikal di Kompleks Danau Malili

No	Jenis Konflik	Penjelasan
1	Konflik antara masyarakat dengan perusahaan pertambangan	Isu limbah/pencemaran lingkungan
2	Konflik antara masyarakat dengan perusahaan transportasi	Kapal very
3	Konflik antara masyarakat dengan perusahaan pariwisata dan perhotelan	Klaim lahan untuk lokasi wisata
4	Konflik antara ketua adat dengan pemerintah desa	Klaim lokasi perkebunan
5	Konflik penguasaan lahan pertanian	Batas-batas wilayah persawahan
6	Konflik wilayah penangkapan ikan	Perbedaan wilayah penangkapan

Sumber: Hasil FGD, 2023

Berdasarkan Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa konflik di lokasi penelitian beragam jenisnya dan secara umum dapat digolongkan dalam enam jenis konflik atau permasalahan yakni: konflik antara masyarakat dengan perusahaan pertambangan yakni timbulnya isu limbah/pencemaran lingkungan yang mencemari wilayah perairan dan menyebabkan banyaknya ikan endemik hampir punah. Konflik ini telah lama terjadi dan belum ada penyelesaian hingga kini. Tak dapat dipungkiri bahwa kehadiran industri penambangan dapat meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) setempat dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar, melalui kegiatan Corporate Social Responsibility (CSR), namun berdampak pada penurunan kualitas lingkungan. Konflik antara masyarakat dengan perusahaan

transportasi yakni kalah bersaingnya perusahaan transportasi skala kecil dengan perusahaan transportasi yang berskala besar yang seringkali menimbulkan di kalangan masyarakat pengguna transportasi dengan penyedia transportasi. Konflik antara masyarakat dengan perusahaan penyedia jasa perhotelan

. Mengingat kawasan ini adalah kawasan wisata dan edukasi, banyak wisatawan domestik dan mancanegara yang melakukan kunjungan ke wilayah ini. Namun penyedia jasa perhotelan kadang kala berkonflik karena masyarakat yang juga menyediakan jasa penginapan yang sama. Konflik antara penyedia jasa transportasi adalah isu konflik yang juga telah lama terjadi dimana, perusahaan besar mematikan usaha penyewaan kapal-kapal nelayan dengan skala yang lebih kecil. Konflik antara ketua adat dengan pemerintah desa yakni klaim sepihak mengenai lokasi perkebunan terutama lahan merica dan kelapa sawit yang selama ini menjadi tumpuan hidup masyarakat sekitar. Konflik penguasaan lahan pertanian terlihat dari batas-batas wilayah persawahan antar pemilik lahan persawahan di Towuti. Konflik wilayah penangkapan ikan terlihat dari kalim sepihak mengenai wilayah penangkapan ikan, terutama untuk skala industri perikanan yang berskala besar. Konflik wilayah penangkapan ikan paling sering terjadi di sekitar perairan Danau Towuti karena sibuknya lalu lintas perdagangan ikan di Tempat Pelelangan Ikan Towuti dan banyaknya kapal ikan yang bersandar di Dermaga Timampu sering terjadi gesekan antara nelayan dengan pengusaha ikan setempat.

4.3.3 Partisipasi Masyarakat dalam Pemeliharaan Lingkungan

Partisipasi sebagai salah satu elemen pembangunan merupakan proses adaptasi masyarakat terhadap perubahan yang sedang berjalan. Dengan demikian partisipasi mempunyai posisi yang penting dalam pembangunan. Sumodiningrat menambahkan, bahwa prasyarat yang harus terdapat dalam proses pembangunan berkelanjutan adalah dengan mengikutsertakan semua anggota masyarakat/rakyat dalam setiap tahap pembangunan (Sumodiningrat, 1988 dalam Murtiyanto, 2011).

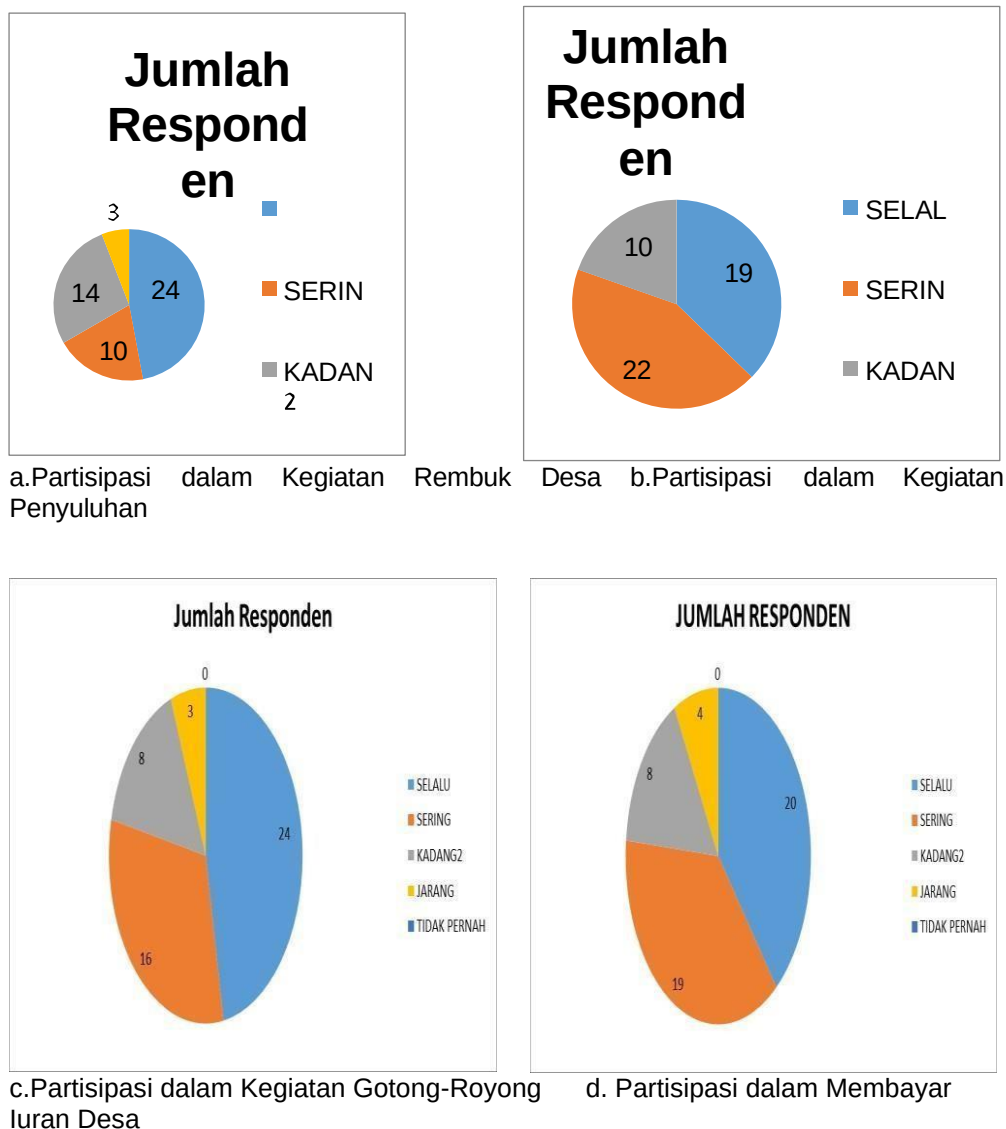
Sumber data dalam penelitian ini terbagi dua yakni: data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan lapangan, pengukuran kualitas lingkungan dan wawancara dengan menggunakan teknik *Focus Group Discussion* (FGD) dengan melibatkan masyarakat, tokoh adat, pemerintah setempat, penyuluh perikanan di perairan Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan.

Penentuan *keyinforman* dipilih melalui sistem *snowball*. Melalui sistem ters menentukan daftar informan, yang tentunya sangat sulit diperoleh sebelum turun ke lapangan. Kedua, melalui sistem tersebut, maka jawaban yang dikemukakan oleh seorang informan dapat digunakan oleh peneliti sebagai bahan pertanyaan untuk diajukan kepada informan lain.

Sebelum dilakukan wawancara mendalam, peneliti menyusun pedoman wawancara (*interviewguide*) yang berisi pokok-pokok permasalahan yang akan ditanyakan. Pokok-pokok permasalahan itulah yang kemudian ditanyakan oleh peneliti di lapangan, dengan bahasa yang mudah dipahami oleh masyarakat lokal.

Partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan lingkungan diukur dengan menggunakan analisis skoring digunakan untuk melakukan penilaian terhadap jawaban dari responden yang telah didapatkan melalui penjumlahan skor dari variabel. Skala likert adalah skala pengukuran yang dikembangkan oleh Likert (1932) dalam Budiaji (2013) Skala likert mempunyai empat atau lebih butir-butir

pertanyaan yang dikombinasikan sehingga membentuk sebuah skor/nilai yang merepresentasikan sifat individu, misalkan pengetahuan, sikap, dan perilaku. Dalam proses analisis data, komposit skor, biasanya jumlah atau rata-rata, dari semua butir pertanyaan dapat digunakan. Penggunaan jumlah dari semua butir pertanyaan valid karena setiap butir pertanyaan adalah indikator dari variabel yang direpresentasikannya.



Gambar 3. Partisipasi Masyarakat dalam Pemeliharaan Lingkungan

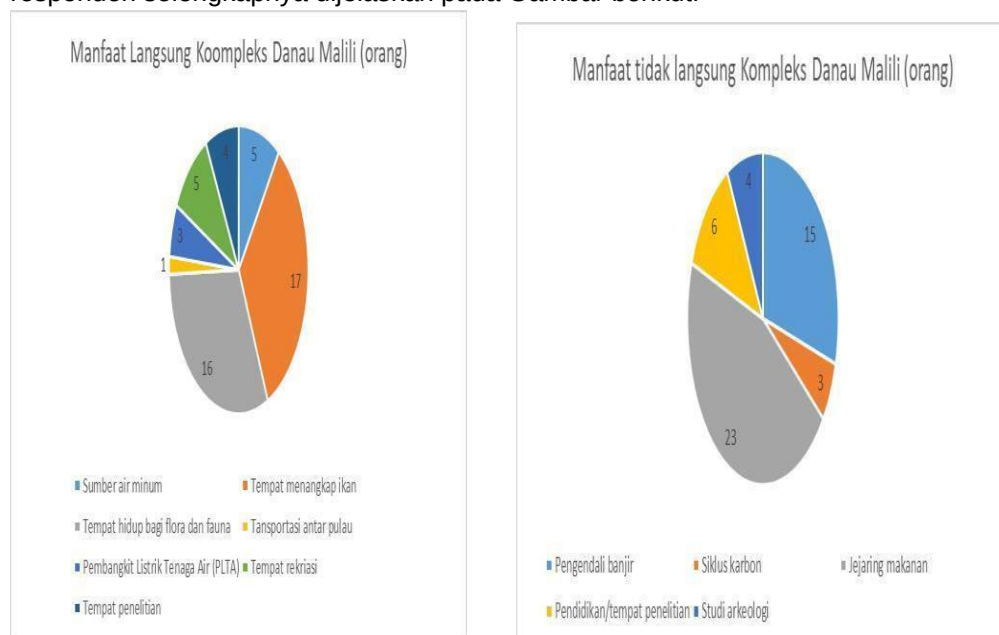
Berdasarkan Gambar 3 (a-d), respon atau partisipasi masyarakat dapat dibagi dalam empat kategori yakni: partisipasi terhadap kegiatan rembuk desa ; partisipasi terhadap kegiatan penyuluhan perikanan; partisipasi terhadap kegiatan gotong-royong, dan partisipasi terhadap pembayaran iuran desa. Mayoritas responden yakni 24 orang (47,06%); selalu hadir dalam kegiatan rembuk desa; minoritas nya berjumlah 3 orang (5,88%). Mayoritas responden yakni 22 orang

(43,14 %) sering mengikuti kegiatan penyuluhan perikanan; minoritasnya berjumlah 10 orang (19,61 %). Mayoritas responden yakni 24 orang (47,06%); selalu hadir dalam kegiatan gotong-royong; minoritas nya berjumlah 3 orang (5,88%). Mayoritas responden yakni 20 orang (39.22 %) selalu berpartisipasi dalam membayar iuran desa; minoritasnya berjumlah 3 orang (5,88 %) yang jarang berpartisipasi dalam membayar iuran desa.

4.3.4 Analisis Valuasi Ekonomi Pemanfaatan Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

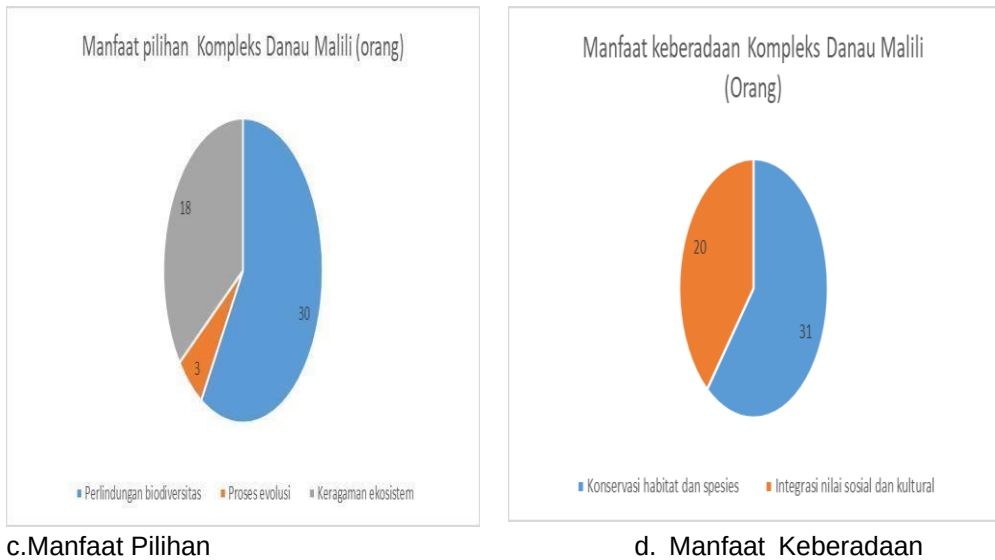
Valuasi ekonomi merupakan penggabungan dua bidang ilmu yaitu ilmu ekonomi dan ilmu tentang sumberdaya alam dan lingkungan. Pandangan kedua bidang ini, serta bagaimana bila keduanya bersama-sama (digabungkan) dalam melihat permasalahan nilai atau manfaat dari sumberdaya alam dan lingkungan. Berdasarkan pada penggabungan tersebut, maka valuasi ekonomi dapat dipandang sebagai sebuah konsep ekonomi sumberdaya dan lingkungan dalam menetapkan nilai moneter total untuk seluruh sumberdaya alam dan lingkungan pada suatu ekosistem, baik yang memiliki nilai pasar (market value) maupun nilai non-pasar (non-market value). Sejalan dengan itu, Fauzi (2005) mengatakan bahwa valuasi ekonomi dapat didefinisikan sebagai upaya untuk memberikan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan oleh sumberdaya alam (SDA) dan lingkungan baik atas nilai pasar maupun non pasar.

Valuasi ekonomi dari pemanfaatan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan berdasarkan nilai kegunaan, nilai bukan kegunaan, manfaat langsung, manfaat tidak langsung, manfaat pilihan, manfaat keberadaan dari 51 orang responden selengkapnya dijelaskan pada Gambar berikut:



a. Manfaat Langsung

b. Manfaat Tidak Langsung



Gambar 4. Valuasi Ekonomi Pemanfaatan Kompleks Danau Malili

Berdasarkan Gambar 4 (a-d), dapat dijelaskan bahwa mayoritas responden yakni sebanyak 17 orang (33,33 %) merasakan manfaat langsung dari Kompleks Danau Malili sebagai tempat menangkap ikan; minoritasnya sebanyak 1 orang (1,96%) merasakan manfaat sebagai transportasi antar pulau. Mayoritas responden sebanyak 23 orang (45,10%) merasakan manfaat tidak langsung dari Kompleks Danau Malili sebagai jejaring makanan ; minoritasnya sebanyak 3 orang (5,88%). Mayoritas responden sebanyak 30 orang (58,82%) merasakan manfaat pilihan dari Kompleks Danau Malili sebagai jejaring makanan ; minoritasnya sebanyak 3 orang (5,88%). Mayoritas responden sebanyak 31 orang (60,78%) merasakan manfaat keberadaan Kompleks Danau Malili; minoritasnya sebanyak 20 orang (39,22%) merasakan manfaat sebagai integrasi nilai sosial dan kultural.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode nilai valuasi ekonomi dari pemanfaatan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan berdasarkan nilai kegunaan, nilai bukan kegunaan, manfaat langsung, manfaat tidak langsung, manfaat pilihan, manfaat keberadaan (Husni, 2018), selengkapnya dijelaskan sebagai berikut:

Nilai ekonomi pada penelitian ini terbagi dua yakni: nilai ekonomi dan nilai bukan ekonomi. Untuk menghitung Nilai Ekonomi Total dari ekosistem Kompleks Danau Malili digunakan rumus sebagai berikut:

$$TEV = UV + NUV$$

$$TEV = (DUV + IUV) + (OV + EV)$$

Dimana:

- TEV = Nilai Ekonomi Total (Total Economy Value)
 UV = Nilai Kegunaan (Use Value)
 NUV = Nilai Bukan Kegunaan (Non-Use Value)
 DUV = Manfaat Langsung (Direct Use Value)
 IUV = Manfaat Tidak Langsung (Indirect Use Value)
 OV = Manfaat pilihan (Option Value)
 EV = Manfaat keberadaan (Existence Value)

1. Nilai kegunaan (*Use Value*) terdiri dari:

a. Manfaat langsung (DUV)

$$DUV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n WTP_i$$

Dimana:

Keterangan :

DUV = Manfaat langsung

DUV_i = Manfaat langsung ke-i sampai ke-n

WTP_i = Kesediaan membayar dari responden ke i
 sampai n i = Responden (1,2,3,...

n = jumlah responden (1,2,3,n.....)

b. Manfaat tidak Langsung (IUV)

$$IUV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n WTP_i$$

Dimana:

Keterangan:

IUV_i = Manfaat tidak langsung ke-i sampai ke-n

WTP_i = Kesediaan membayar dari responden ke i
 sampai n i = Responden (1,2,3,...

n = jumlah responden (1,2,3,n.....)

2. Nilai Bukan Kegunaan (*Non-use Value*) terdiri dari:

a. Manfaat Pilihan (*Option Value*)

$$OV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n WTP_i$$

Dimana:

OV = Manfaat pilihan

WTP i = Kesediaan membayar dari responden ke i

sampai ke n = Responden (1,2,3,...,n)

n = jumlah responden (1,2,3,n.....)

b. Manfaat Keberadaan (*Existence Value*)

$$EV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n WTP_i$$

Dimana:

EV = Manfaat keberadaan

WTP i = Kesediaan membayar dari responden ke i

sampai n = Responden (1,2,3,...)

n = jumlah responden (1,2,3,n.....)

Manfaat langsung adalah kegunaan/ manfaat langsung kepada masyarakat, meliputi seluruh kegunaan ekosistem yang dapat diperkirakan langsung dari konsumsi dan produksi dimana harganya ditentukan oleh mekanisme pasar (Natsir Nessa et al, 2014). Manfaat langsung Kompleks Danau Malili yang dirasakan oleh 51 orang responden yakni: sebagai sumber air minum, tempat menangkap ikan, tempat hidup bagi flora dan fauna, transportasi antar pulau, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), tempat rekreasi, dan tempat penelitian, selanjutnya dijelaskan dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Nilai Manfaat Langsung Kompleks Danau Malili tahun 2023

No	Nilai Manfaat Langsung (Rp) / tahun	Jumlah
1	100.000.000	3.900.000.000
2	150.000.000	1.800.000.000
	Total	5.700.000.000

Sumber: Data Diolah, 2023

Berdasarkan Tabel 1, dapat dijelaskan bahwa total nilai manfaat langsung Kompleks Danau Malili tahun 2023 dibagi dua kategori Rp.100.000.000/tahun (Rp.100.000x39 orang) dan 150.000.000/tahun (Rp.150.000x12 orang).

Manfaat tidak langsung adalah nilai kegunaan yang terdiri dari kegunaan-kegunaan fungsional dari proses ekologi yang secara terus-menerus memberikan kontribusi kepada masyarakat dan konsisten (Natsir Nessa et al, 2014). Manfaat tidak langsung Kompleks Danau Malili yang dirasakan oleh 51 orang responden

yakni: sebagai pengendali banjir, tempat terjadinya siklus Karbon, tempat tersedianya jejaring makanan yang melimpah, tempat penelitian, dan tempat untuk studi arkelogi, selanjutnya dijelaskan dalam Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Nilai Manfaat Tidak Langsung Kompleks Danau Malili tahun 2023

No	Nilai Manfaat Tidak Langsung (Rp) / tahun	Jumlah
1	100.000.000	2.500.000.000
2	150.000.000	3.900.000.000
	Total	6.400.000.000

Sumber: Data Diolah, 2023

Berdasarkan Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa total nilai manfaat tidak langsung Kompleks Danau Malili tahun 2023 dibagi dua kategori Rp.100.000.000 /tahun (Rp.100.000.000 x25 orang) dan 150.000/tahun (Rp.150.000.000 x26 orang), sehingga Total Manfaat Langsung = Rp.6.400.000.000 /tahun

Manfaat pilihan adalah potensi kegunaan langsung dan tidak langsung dari ekosistem terumbu karang yang dapat digunakan pada waktu mendatang, dengan asumsi sumberdaya tersebut tidak mengalami kerusakan atau kemusnahan yang permanen (Natsir Nessa et al, 2014). Manfaat pilihan Kompleks Danau Malili yang dirasakan oleh 51 orang responden yakni: sebagai tempat perlindungan biodiversitas, tempat berlangsungnya proses evolusi, tempat terbentuknya keragaman ekosistem, selanjutnya dijelaskan dalam Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Nilai Manfaat Pilihan Kompleks Danau Malili tahun 2023

No	Nilai Manfaat Pilihan (Rp) / tahun	Jumlah
1	100.000.000.000	3.900.000.000
2	150.000.000.000	1.800.000.000
	Total	5.700.000.000

Sumber: Data Diolah, 2023

Berdasarkan Tabel 3, dapat dijelaskan bahwa total nilai manfaat pilihan Kompleks Danau Malili dibagi dua kategori Rp.100.000.000/tahun (Rp.100.000.000 x39 orang) dan 150.000/tahun (Rp.150.000.000 x12 orang), sehingga Total Manfaat Langsung = Rp. 5.700.000.000

Manfaat keberadaan adalah kegunaan yang dirasakan oleh masyarakat dari keberadaan ekosistem setelah kegunaan lainnya dihilangkan dari analisis, sehingga nilainya merupakan nilai ekonomis keberadaan suatu komponen sumberdaya (Natsir Nessa et al, 2014). Manfaat keberadaan Kompleks Danau Malili yang dirasakan oleh 51 orang responden yakni: sebagai temp berlangsungnya konservasi habitat dan spesies dan tempat terbentuknya integrasi nilai sosial dan kultural, selanjutnya dijelaskan dalam Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Nilai Manfaat Keberadaan Kompleks Danau Malili tahun 2023

No	Nilai Manfaat Keberadaan (Rp) / tahun	Jumlah
1	100.000.000.000	4.200.000.000
2	150.000.000.000	1.350.000.000
	Total	5.550.000.000

Sumber: Data Diolah, 2023

Berdasarkan Tabel 4, dapat dijelaskan bahwa total nilai manfaat pilihan Kompleks Danau Malili dibagi dua kategori Rp.100.000.000/tahun (Rp.100.000.000x42 orang) dan 150.000.000/tahun (Rp.150.000.000x9 orang), sehingga Total Manfaat Langsung= Rp.5.550.000.000

Nilai total ekonomi ekosistem Kompleks Danau Malili adalah hasil penjumlahan dari seluruh manfaat nilai ekonomi (manfaat langsung, manfaat tidak langsung, manfaat pilihan dan manfaat keberadaan), selanjutnya dijelaskan dalam Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai Total Ekonomi Ekosistem Kompleks Danau Malili tahun 2023

No	Uraian	Jumlah (Rp) / tahun
1	Manfaat Langsung	5.700.000.000
2	Manfaat Tidak Langsung	6.400.000.000
3	Manfaat Pilihan	5.700.000.000
4	Manfaat Keberadaan	5.550.000.000
	Total	23.350.000.000

Sumber: Data Diolah, 2023

Berdasarkan Tabel 5, dapat dijelaskan bahwa total nilai manfaat langsung, total nilai manfaat tidak langsung, total nilai manfaat pilihan dan total nilai manfaat keberadaan Kompleks Danau Malili dengan jumlah Rp. 23.350.000.000/tahun.

4.3.5 Kelembagaan

Kelembagaan (institusi) pada umumnya lebih di arahkan untuk organisasi, wadah atau pranata. Organisasi berfungsi sebagai wadah atau tempat, sedangkan pengertian lembaga mencakup aturan main, etika, kode etik, sikap dan tingkah laku seseorang atau suatu organisasi atau suatu sistem (Noor, 2015).

Terdapat 4 (empat) peran kelembagaan lokal dalam melestarikan alam di TWA Danau Matano, TWA Danau Mahalona, dan TWA Danau Towuti. yaitu pelaksana pelestarian alam, mitra konservasi, pengamanan cagar alam, dan mitra pemerintah. Terlihat bahwa peran kelembagaan lokal yang dominan adalah mitra pemerintah, melakukan pengawasan bersama dengan pemerintah setempat, serta menjaga kelestarian alam secara bersama dengan pemerintah.

Munculnya peran kelembagaan lokal ini sangat diperlukan pemerintah setempat karena kelembagaan lokal tersebut merupakan jembatan koordinasi dengan pemerintah. Kelembagaan lokal tersebut, memfasilitasi Organisasi Perangkat Daerah (OPD) dengan Program dan Kegiatannya senantiasa terfokus pada pelestarian alam. Peran kelembagaan mutlak diperlukan pemerintah karena membantu memikirkan kondisi alam demi keselamatan bersama dari terjadinya bencana banjir dan tanah longsor.

Sebagai mitra pemerintah dalam pelestarian alam, kelembagaan lokal senantiasa mengkoordinasikan program dan kegiatan OPD setempat yang terkait dengan penanggulangan banjir, tanah longsor, upaya reboisasi pada hutan yang terdegradasi, miskin hara, dan penekanan pengurangan pemberian izin mengusahakan tanaman hortikultura pada lahan dengan kemiringan yang berat, sosialisasi penanggulangan kebakaran, penanggulangan perambahan hutan, pencurian kayu, dan penggembalaan liar. Setiap tahun dilakukan musyawarah desa yang menekankan pada kegiatan kemasyarakatan yang mengikuti kaidah konservasi tanah dan air, hal ini senantiasa didampingi oleh kelembagaan lokal dalam memfasilitasi pelaksanaan kegiatan khususnya penanggulangan bencana alam banjir, tanah longsor, dan kebakaran hutan (Mukhtar et al. 2023).

Instansi pemerintah yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan kawasan danau ini salah satunya adalah Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam (BBKSDA) Sulawesi Selatan. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari website resmi BBKSDA (<https://ksdasulsel.menlhk.go.id>), Balai Besar KSD Sulawesi Selatan merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT KSDA) yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. UPT KSDA mempunyai tugas inventarisasi potensi, penataan kawasan dan penyusunan rencana pengelolaan cagar alam, suaka margasatwa, taman wisata alam dan taman buru; pelaksanaan perlindungan dan pengamananan cagar alam, suaka marga satwa, taman wisata alam dan taman buru; pengendalian dampak kerusakan sumber daya alam hayati; pengendalian kebakaran hutan di cagar alam, suaka margasatwa, taman wisata alam dan taman buru; pengelolaan jenis tumbuhan dan watwa liar beserta habitatnya serta sumber daya genetik dan pengetahuan tradisional; pengembangan dan pemanfaatan jasa lingkungan; evaluasi kesesuaian fungsi, pemulihan ekosistem dan penutupan kawasan; penyiapan pembentukan operasioanlisasi Kesatuan Pengelola Hutan Konservasi (KPHK); penyiapan data dan informasi, promosi, dan pemasaran konservasi sumber daya alam dan ekosistemnya; pengawasan dan pengendalian peredaran tumbuhan dan satwa liar; koordinasi teknis pengeloaan taman hutan raya dan kawasan ekosistem esensial; pengembangan bina cinta alam serta penyuluhan konservasi sumber daya alam dan ekosistemnya; pemberdayaan masyarakat di dalam dan akwasan konservasi; pelaksanaan urusan tata usaha dan rumah tangga serta kehumasan.

Selanjutnya ada instansi Dinas Kelautan dan Perikan Sulawesi Selatan. Berdasarkan informasi yang dihimpun dari website resmi (dkpsulsel.com) mempunyai visi dan misi yakni Sulasesi Selatan yang inovatif, produktif, kompetitif, inklusif dan berkarakter. Adapun uraian tugas pokok Kepala Dinas sesuai Pergub 86 tahun 2016 adalah membantu Gubernur melaksanakan urusan pemerintahan bidang kelautan dan perikanan yang menjadi kewenangan daerah dan tugas pembantuan yang ditugaskan kepada Pemerintah Daerah. Kepala Dinas dalam melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud menyelenggarakan fungsi: perumurusan kebijakan urusan pemerintahan di budang kelautan dan perikanan; pelaksanaan kebijakan urusan pemerintahan bidang kelautan dan perikanan; pelaksaian evaluasi dan pelaporan urusan pemerintahan bidang kelautan dan perikanan; pelaksanaan administrasi Dinas dan pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Gubernur terkait tugas dan fungsinya.

Cabang Dinas Kelautan berdasarkan Peraturan Gubernur No.03 tahun 2018 telah dibentuk Cabang Dinas Kelautan dan Perikanan masing-masing : Cabang Dinas Kepulauan Selayar, Kelas A berkedudukan di Kabupaten Selayar yang meliputi wilayah kerja pelayanan Kabupaten Kepulauan Selayar; Cabang Dinas Pangkajene dan Kepulauan Kelas A, berkedudukan di Kabupaten Pangkep yang meliputi wilayah kerja pelayanan Kabupaten Kepulauan Pangkajene dan Kepulauan; Cabang Dinas Luwu Raya Kelas berkedudukan di Kota Palopo, Kabupaten Luwu, Kabupaten Luwu Timur, Kabupaten Luwu Utara, Kabupaten Tana Toraja dan Toraja Utara; Cabang Dinas Ajatappareng, Kelas A berkedudukan di Kota Pare-Pare, Kabupaten Pinrang, Kabupaten Sidrap dan Kabupaten Enrekang; Cabang Dinas Bosowasi, Kelas A yang berkedudukan di Kabupaten Bone, Kabupaten Soppeng, Kabupaten Wajo dan Kabupaten Sinjai; Cabang Dinas Wilayah Selatan, Kelas A berkedudukan di Kabupaten Bulukumba yang meliputi wilayah kerja pelayanan Kabupaten Jeneponto, Kabupaten Bantaeng dan Kabupaten Bulukumba. Cabang Dinas Mamminasata, Kelas A berkedudukan di Kota Makassar yang meliputi wilayah kerja pelayanan Kota Makassar, Kabupaten Maros, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Takalar. Kepala Cabang Dinas mempunyai tugas membantu Kepala Dinas dalam melaksanakan sebagian urusan pemerintahan di bidang Kelautan dan Perikanan yang menjadi kewenangan daerah berdasarkan pelimpahan kewenangan dari Gubernur berdasarkan wilayah kerja.

4.3.6 Faktor yang Mempengaruhi Perubahan sosial-ekonomi

Perubahan sosial-ekonomi masyarakat di sekitar Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan, dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pemanfaatan sumber daya alam dan aktivitas ekonomi terkait. Berikut adalah penjelasan lengkap mengenai perubahan ini dengan data kuantitatif:

1. Perubahan Sumber Mata Pencarian • Penurunan Pendapatan dari Perikanan: Populasi ikan endemik di Kompleks Danau Malili, termasuk Danau Matano, Towuti, dan Mahalona, telah menurun akibat degradasi lingkungan dan perubahan ekosistem. Akibatnya, pendapatan nelayan yang bergantung pada perikanan menurun. Penelitian menunjukkan bahwa pendapatan rata-rata nelayan di daerah ini menurun hingga 30% dalam dua dekade terakhir, dari sekitar Rp 1,5 juta per bulan pada tahun 2000 menjadi kurang dari Rp 1 juta per bulan pada tahun 2020. • Pergeseran ke Sektor Pertambangan: Seiring dengan penurunan hasil perikanan, banyak masyarakat setempat yang beralih ke sektor pertambangan, terutama penambangan nikel di sekitar danau. Penambangan ini menawarkan pekerjaan dengan pendapatan yang lebih tinggi, namun juga membawa dampak sosial dan lingkungan yang signifikan. Data menunjukkan bahwa sekitar 20% dari populasi angkatan kerja di daerah ini telah berpindah ke sektor pertambangan dalam dua dekade terakhir.
2. Dampak Lingkungan dan Sosial dari Pertambangan yakni: • Pencemaran dan Kesehatan Masyarakat: Aktivitas pertambangan di sekitar Kompleks Danau Malili telah meningkatkan tingkat pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran air dan udara. Hal ini berdampak negatif pada kesehatan

masyarakat, dengan peningkatan insiden penyakit pernapasan dan kulit. Sebuah studi kesehatan masyarakat di daerah ini menunjukkan peningkatan kasus penyakit pernapasan hingga 15% dalam 10 tahun terakhir. • Perubahan Struktur Sosial: Dengan masuknya perusahaan pertambangan besar, terjadi perubahan dalam struktur sosial masyarakat. Ketimpangan ekonomi meningkat, dengan sebagian kecil masyarakat yang bekerja di sektor pertambangan mengalami peningkatan pendapatan, sementara sebagian besar masyarakat lainnya tetap berada dalam kemiskinan. Ketimpangan ini tercermin dalam indeks Gini daerah tersebut, yang meningkat dari 0,35 pada tahun 2000 menjadi 0,42 pada tahun 2020.

3. Perubahan Pola Konsumsi dan Kesejahteraan

Peningkatan Konsumsi dan Gaya Hidup: Masyarakat yang terlibat dalam industri pertambangan cenderung mengalami peningkatan pendapatan, yang kemudian diikuti oleh perubahan pola konsumsi. Pengeluaran rata-rata per kapita di daerah ini meningkat sekitar 25% dalam dua dekade terakhir, terutama untuk barang-barang konsumsi seperti elektronik dan kendaraan bermotor. • Penurunan Ketahanan Pangan: Namun, dengan berkurangnya lahan pertanian dan penurunan hasil tangkapan ikan, ketahanan pangan masyarakat menurun. Ketergantungan pada pangan impor meningkat, yang menyebabkan kerentanan terhadap fluktuasi harga pangan. Pada tahun 2020, sekitar 15% rumah tangga di daerah ini dilaporkan mengalami kerawanan pangan, meningkat dari 10% pada tahun 2000.

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa secara umum konflik vertikal yang terjadi di lokasi penelitian telah lama terjadi dan hingga saat ini belum ada penyelesaian yang nyata, terutama itikad baik dari pihak-pihak yang berkonflik. Sementara itu, respon masyarakat dalam pemeliharaan lingkungan menunjukkan antusiasme yang sangat tinggi untuk hadir dalam kegiatan rembuk desa, gotong-royong, penyuluhan perikanan serta berpartisipasi dalam membayar iuran desa. Nilai total ekonomi dari pemanfaatan Kompleks Danau Malili yakni Rp.23.350.000.000/tahun. Perubahan sosial-ekonomi masyarakat di sekitar Kompleks Danau Malili sangat dipengaruhi oleh degradasi lingkungan dan pergeseran ekonomi dari perikanan dan pertanian ke pertambangan. Meskipun ada peningkatan pendapatan di sektor pertambangan, dampak negatif terhadap kesehatan, ketahanan pangan, dan ketimpangan sosial menjadi tantangan yang perlu diatasi. Upaya mitigasi dan diversifikasi ekonomi perlu diprioritaskan untuk memastikan keberlanjutan kesejahteraan masyarakat di daerah ini.

BAB V

PENGELOLAAN BERKELANJUTAN KOMPLEKS DANAU MALILI SULAWESI SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN MULTI DIMENSIONAL SCALING (MDS)

5.1 Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang tinggi menyebabkan tekanan terhadap lahan dengan penggunaan yang berlebihan. Tidak dapat dipungkiri jika degradasi terjadi pada lahan yang penggunaannya berlebihan dan melebihi kemampuan dan daya dukung alamiahnya. Penggunaan sumber daya alam untuk pelaksanaan pembangunan erat kaitannya dengan lingkungan dan tataruang. Kedua hal tersebut selama ini cenderung belum terencana dan tidak berkelanjutan, akibatnya adalah menurunnya kualitas dan fungsi lingkungan termasuk sumber daya alam didalamnya (Widiatmaka et al. 2015).

Pertumbuhan penduduk yang pesat dan peningkatan kesejahteraan penduduk mengakibatkan peningkatan kebutuhan lahan untuk permukiman, pertanian, industri dan rekreasi. Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi yang berdampak terhadap penggunaan lahan disebut tekanan penduduk. Selanjutnya dijelaskan bahwa tekanan penduduk juga mengubah fungsi perlindungan hutan terhadap tanah. Implikasinya terjadi erosi yang berdampak negatif seperti, penurunan kesuburan tanah, menurunkan produksi dan sedimentasi di sungai, laut dan danau (Soemarwoto, 1997)

Permasalahan lingkungan hidup semakin hari menunjukkan peningkatan, hal ini mengindikasikan bahwa kebijakan lingkungan hidup belum berhasil. Eksploitasi sumber daya alam dan lingkungan hidup telah menyebabkan semakin buruknya pembangunan dan kehidupan manusia, terutama danau. Danau memiliki banyak fungsi, antara lain sebagai penyedia kebutuhan air, irigasi, perikanan, turisme, dan transportasi air (KLH, 2014; Pattiselanno & Arobaya, 2013). Menurut Puspita et al. (2005), saat ini di Indonesia terdapat sejumlah 843 danau dan 736 situ. Kondisi sebagian besar danau tersebut telah mengalami kerusakan dan penurunan fungsi. Penurunan fungsi danau tersebut, termasuk Kompleks Danau Malili merupakan masalah dalam pembangunan yang secara tidak langsung berpengaruh penting bagi pembangunan ekonomi Indonesia pada masa mendatang.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam pengelolaan sumber daya air hendaknya memadukan dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Keterpaduan antara dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan adalah wujud dari konsep pengelolaan sumber daya air berkelanjutan. Model pengelolaan sumber daya air harus membentuk keterpaduan antara manusia dan alam. Hal ini berarti lingkungan fisik dan lingkungan budaya manusia saling berkaitan. Kerusakan terhadap salah satu dimensi akan diikuti oleh kerusakan dimensi lainnya (Putra dan Wardani, 2017).

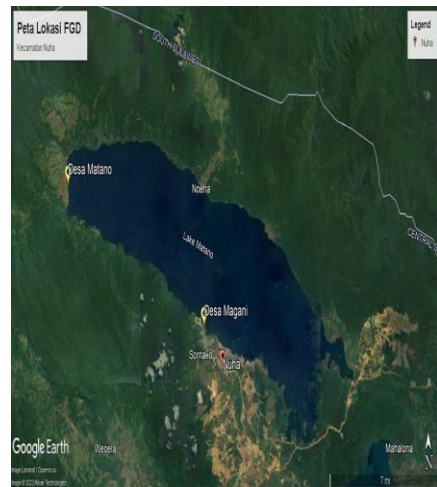
5.2 Metodologi Penelitian

5.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Maret 2023 di Kompleks Danau Malili (Danau Matano, Danau Towuti dan Danau Mahalona) Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja dengan pertimbangan bahwa wilayah ini memiliki kehidupan sosial ekonomi masyarakat yang beragam, tepatnya di dua kecamatan yakni Kecamatan Towuti (Desa Timampu dan Desa Mahalona) dan Kecamatan Nuha (Kelurahan Magani dan Desa Matano) Kabupaten Luwu Timur.



a. Peta Kecamatan Towuti



b. Peta Kecamatan Nuha

5.2.2 Teknik Pengambilan data

Pengumpulan data juga dilakukan melalui *Focus Group Discussion*, dengan melibatkan unsur-unsur dari masyarakat lokal, penyuluh perikanan, tokoh masyarakat, tokoh adat sebagai responden. Pengambilan data kuantitatif dilakukan dengan menggunakan kuisioner, sebagai instrumen untuk melakukan wawancara secara berstruktur terhadap responden (Solihin, et. al, 2012). secara purposive dipilih dari dua kecamatan (Kecamatan Towuti dan Kecamatan Nuha) dengan jumlah

lah 51 orang.

5.2.3 Metode Analisis Data

Pengumpulan data menggunakan metode survei evaluatif untuk mengevaluasi pelaksanaan suatu program. Survei adalah penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data yang pokok (Singarimbun, 1995). Analisis keberlanjutan HIPAM dilakukan melalui perhitungan rata-rata skor perolehan tiap atribut

pada masing-masing dimensi keberlanjutan (Putra dan Wardani, 2017). Selanjutnya untuk mengetahui keberlanjutan secara keseluruhan diperoleh dari rata-rata skor perolehan dari ketiga dimensi keberlanjutan yang mencakup dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi. Pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan skor perolehan dengan kategori keberlanjutan menurut Thamrin (dalam Hamdani, 2014) sehingga diperoleh kategori-kategori keberlanjutan HIPAM baik secara keseluruhan atau secara dimensional.

Model pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan dengan pendekatan Multi-Dimensional Scaling (MDS) adalah sebuah pendekatan yang mengintegrasikan berbagai dimensi sosial, ekonomi, dan ekologi untuk menghasilkan strategi pengelolaan yang holistik dan efektif. Berikut adalah penjelasan lengkap tentang pendekatan ini: 1. Konsep Multi-Dimensional Scaling (MDS) MDS adalah teknik statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi pola dalam data yang kompleks dengan memetakan objek ke dalam ruang multidimensi berdasarkan kesamaan atau perbedaan di antara mereka. Dalam konteks pengelolaan sumber daya alam, MDS digunakan untuk memvisualisasikan dan memahami interaksi antara berbagai faktor yang mempengaruhi kelestarian lingkungan dan kesejahteraan manusia.

Pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili dengan pendekatan MDS melibatkan analisis dan integrasi beberapa dimensi kunci yakni dimensi ekologi (kualitas air dan ekosistem terdiri dari: memantau dan menjaga kualitas air di danau yang sangat penting bagi kehidupan spesies endemik dan keseimbangan ekosistem), serta keanekaragaman hayati (melindungi spesies endemik dan habitat alami di sekitar danau, penelitian dan konservasi terhadap spesies unik dan habitat kritis sangat penting).

Dimensi sosial terdiri dari : keterlibatan masyarakat (partisipasi masyarakat lokal dalam proses pengambilan keputusan dan implementasi kebijakan pengelolaan) serta pendidikan dan kesadaran lingkungan (meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya pelestarian dan pengelolaan berkelanjutan).

Dimensi Ekonomi terdiri dari: pemanfaatan sumber daya (memastikan pemanfaatan sumber daya alam seperti perikanan, pariwisata, dan pertanian dilakukan dengan cara yang berkelanjutan), pemberdayaan ekonomi (membangun alternatif mata pencaharian yang tidak merusak lingkungan, seperti ekowisata dan kerajinan lokal berbasis sumber daya yang dapat diperbarui).

Implementasi MDS dalam Pengelolaan Kompleks Danau Malili

Implementasi MDS dalam pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili melibatkan beberapa langkah strategis: pengumpulan data multidimensi (mengumpulkan data yang mencakup berbagai aspek ekologis, sosial, dan ekonomi, data kualitas air, populasi spesies endemik, tingkat deforestasi, aktivitas penambangan, serta indikator sosial-ekonomi masyarakat setempat) , analisis multidimensi (menggunakan MDS untuk menganalisis data tersebut dan mengidentifikasi pola dan interaksi antara dimensi-dimensi yang berbeda. Misalnya, hubungan antara kualitas air dan aktivitas penambangan, atau antara keanekaragaman hayati dan pemanfaatan sumber daya oleh masyarakat), pemetaan dan visualisasi (MDS menghasilkan peta multidimensi yang menggambarkan posisi relatif dari berbagai faktor dalam ruang multidimensi yang dapat membantu pengelola dan pemangku kepentingan untuk memahami area-area yang membutuhkan perhatian khusus atau yang menunjukkan ketidakseimbangan, formulasi kebijakan terpadu (Berdasarkan hasil MDS, kebijakan dan strategi pengelolaan dikembangkan dengan pendekatan terpadu yang mencakup semua dimensi yang telah dianalisis. Kebijakan ini harus memastikan bahwa tindakan konservasi tidak hanya fokus pada aspek ekologi, tetapi juga mempertimbangkan dampak sosial dan ekonomi), monitoring dan evaluasi (MDS juga digunakan untuk memantau keberhasilan implementasi kebijakan dan dilakukan secara periodik untuk memastikan bahwa perubahan yang diharapkan tercapai dan bahwa setiap dampak negatif dapat diidentifikasi dan dikoreksi.

Dalam konteks Kompleks Danau Malili, penerapan MDS dapat dilakukan melalui: evaluasi kualitas air dan keanekaragaman hayati (menilai bagaimana aktivitas manusia seperti penambangan dan pertanian mempengaruhi kualitas air dan keberadaan spesies endemik), pengelolaan sumber daya berbasis komunitas (mengidentifikasi dan memetakan peran masyarakat dalam konservasi dan pemanfaatan sumber daya alam), strategi pengembangan ekonomi (memetakan potensi pengembangan ekowisata dan industri kreatif yang selaras dengan konservasi lingkungan).

Pendekatan Multi-Dimensional Scaling dalam pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili menawarkan cara yang komprehensif untuk mengintegrasikan berbagai dimensi yang mempengaruhi ekosistem dan masyarakat. Dengan pemahaman yang lebih dalam tentang interaksi antara faktor-faktor ini, strategi pengelolaan dapat dirancang untuk memastikan kelestarian lingkungan sambil mendukung kesejahteraan masyarakat lokal. Pendekatan ini juga memungkinkan evaluasi yang berkelanjutan, memastikan bahwa kebijakan yang diterapkan terus relevan dan efektif dalam menghadapi tantangan baru.

Langkah-Langkah Penggunaan MDS yakni:

- a. Pengumpulan Data Langkah pertama dalam penggunaan MDS adalah pengumpulan data yang relevan dengan berbagai dimensi yang akan dianalisis. Data ini bisa berasal dari berbagai sumber seperti:
 - Data Ekologis: Informasi mengenai kualitas air, biodiversitas, tingkat polusi, perubahan penggunaan lahan, dll.
 - Data Sosial: Keterlibatan masyarakat, persepsi dan sikap terhadap lingkungan, tingkat pendidikan, struktur komunitas, dll.
 - Data Ekonomi: Sumber mata pencaharian, pendapatan, potensi pariwisata, keberlanjutan ekonomi dari aktivitas lokal, dll.
- b. Penentuan Variabel dan Matriks Kesamaan Setelah data terkumpul, variabel yang relevan dari setiap dimensi dipilih dan kemudian digunakan untuk membangun matriks kesamaan (similarity matrix) atau matriks jarak (dissimilarity matrix) antara setiap unit analisis (misalnya, berbagai lokasi di Kompleks Danau Malili).
 - Matriks Kesamaan: Mengukur kemiripan antara dua objek (misalnya, dua lokasi yang memiliki kualitas air yang mirip).
 - Matriks Jarak: Mengukur perbedaan atau jarak antara dua objek (misalnya, perbedaan dalam tingkat keterlibatan masyarakat antara dua komunitas).
- c. Penerapan Teknik MDS MDS diterapkan pada matriks kesamaan atau jarak yang telah dibentuk. Proses ini menghasilkan peta atau representasi visual di mana objek-objek diposisikan dalam ruang multidimensi dengan cara yang merefleksikan kesamaan atau perbedaan mereka. MDS akan mereduksi dimensi data yang kompleks menjadi dua atau tiga dimensi, sehingga pola dapat dengan mudah diinterpretasikan.
- d. Interpretasi Hasil Peta multidimensi yang dihasilkan dari MDS memberikan wawasan mengenai:
 - Kelompok-kelompok Objek yang Mirip: Misalnya, kelompok wilayah dengan kualitas air yang serupa atau komunitas dengan struktur sosial yang mirip.
 - Identifikasi Faktor-Faktor Dominan: Memahami faktor-faktor apa yang paling mempengaruhi kesamaan atau perbedaan antar objek.
 - Penentuan Prioritas Pengelolaan: Berdasarkan pola yang terlihat, manajer dapat mengidentifikasi area yang membutuhkan perhatian lebih atau pendekatan yang berbeda.

Pengembangan Model Pengelolaan Berkelanjutan Berdasarkan hasil analisis MDS, langkah-langkah berikut dapat diambil untuk mengembangkan model pengelolaan berkelanjutan:

a. Identifikasi Zona Pengelolaan • Zona Konservasi: Area dengan keanekaragaman hayati tinggi dan kualitas lingkungan yang baik dapat ditetapkan sebagai zona konservasi untuk melindungi spesies endemik dan ekosistem kritis. • Zona Pemanfaatan Terbatas: Wilayah di mana kegiatan ekonomi dapat dilakukan dengan syarat-syarat tertentu yang memastikan keberlanjutan sumber daya alam. • Zona Restorasi: Area yang menunjukkan degradasi lingkungan yang signifikan dapat dijadikan prioritas untuk restorasi ekosistem.

b. Pengembangan Kebijakan dan Regulasi Berdasarkan hasil MDS, kebijakan dan regulasi dapat dikembangkan untuk mengatur kegiatan ekonomi dan sosial yang ada, seperti: • Regulasi Penambangan dan Deforestasi: Menetapkan batasan yang jelas pada aktivitas penambangan dan deforestasi untuk mencegah degradasi lebih lanjut. • Pengelolaan Limbah dan Polusi: Mengimplementasikan regulasi ketat terkait pengelolaan limbah industri dan domestik yang berdampak pada kualitas air danau.

c. Partisipasi dan Edukasi Masyarakat • Pemberdayaan Komunitas: Melibatkan komunitas lokal dalam pengambilan keputusan dan implementasi kebijakan untuk memastikan dukungan dan keberlanjutan jangka panjang. • Program Pendidikan: Mengembangkan program pendidikan dan kesadaran lingkungan yang menargetkan masyarakat setempat, khususnya dalam hal pentingnya menjaga ekosistem Kompleks Danau Malili.

d. Monitoring dan Evaluasi MDS juga dapat digunakan sebagai alat untuk monitoring dan evaluasi berkelanjutan: • Pemantauan Berkala: Menggunakan MDS untuk memantau perubahan dalam variabel-variabel kunci dan menilai efektivitas kebijakan yang diterapkan

Penyesuaian Kebijakan: Berdasarkan hasil pemantauan, kebijakan dapat disesuaikan untuk mengatasi masalah yang muncul atau untuk memanfaatkan peluang baru.

Keberlanjutan Parameter Lingkungan Analisis dilakukan dengan menganalisis skor terhadap masing-masing atribut lingkungan. Atribut yang digunakan meliputi: konservasi sumberdaya air, pengelolaan kualitas air, pengendalian pencemaran air, tingkat kerusakan lahan (Putra dan Wardani, 2017).

Keberlanjutan Parameter Ekologi dilakukan dengan menganalisis skor terhadap masing-masing atribut ekologi. Atribut yang digunakan meliputi: peningkatan dan pengembangan pemanfaatan sumberdaya hayati danau peningkatan jumlah spesies yang hidup di perairan (Asnil et al , 2013).

Keberlanjutan Parameter Sosial- Ekonomi dilakukan dengan menganalisis skor masing-masing atribut ekonomi. Atribut yang digunakan meliputi: tingkat pendapatan, tarif penggunaan sumberdaya air, pengembangan peluang kegiatan ekonomi alternatif di sekitar kawasan danau, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan danau, konflik sosial-ekonomi (Putra dan Wardani, 2017).

Tabel 1. Kategori Status Keberlanjutan Kompleks Danau Malili Sulawesi Selatan

No	Nilai Indeks Kategori	Status
1	0,00-24,99	Tidak Berkelanjutan
2	25,00-49,99	Kurang Berkelanjutan
3	50,00-74,99	Cukup Berkelanjutan
4	75,00-100,00	Sangat Berkelanjutan

Sumber: Thamrin dalam Hamdani, 2014.

5.3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan, diperoleh nilai rata-rata indeks kategori untuk paramater lingkungan, ekologi dan sosial ekonomi dijelaskan dalam Gambar 2 berikut ini:

Tabel 2. Kategori Status Keberlanjutan Berdasarkan Parameter di Kompleks Danau Malili Sulasesi Selatan

No	Jenis Parameter	Nilai kategori rata-Rata	Status
1	Lingkungan	58,57	Cukup berkelanjutan
2	Ekologi	70,54	Cukup berkelanjutan
3	Sosial-Ekonomi	70,88	Cukup berkelanjutan

Sumber: Pengolahan data, 2023.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa nilai kategori rata-rata untuk parameter lingkungan yakni 58,57 dengan status cukup berkelanjutan, artinya kegiatan eksploitasi danau berada dalam tahapan masih perlu ditingkatkan fungsi dan kelestariannya bagi masyarakat sekitar. Dengan memperhatikan prinsip-prinsip pengelolaan yang berkelanjutan sebagaimana ditegaskan oleh pendapat (Purnama Wati, 2018), dimana prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan mencakup;

1. Cara berpikir yang integratif. Dalam konteks ini, ada kebutuhan untuk pengembangan melihat hubungan fungsional kompleksitas di antara sistem alam, sistem sosial dan manusia dalam merencanakan, mengatur, dan melakukan pekerjaan pembangunan;

2. Pembangunan berkelanjutan harus memiliki perspektif jangka panjang;
3. Mempertimbangkan keanekaragaman hayati dengan tujuan sumber daya alam tersedia secara berkelanjutan untuk masa kini dan masa mendatang;
4. Distribusi keadilan sosial ekonomi. Pembangunan berkelanjutan harus memberikan jaminan pemerataan dan keadilan sosial dengan setiap warga masyarakat mendapat akses peran dan kesempatan serta distribusi kesejahteraan yang lebih adil melalui pemerataan ekonomi.

Prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan merupakan dasar dalam mengelola lingkungan hidup secara tepat dan sesuai dengan kebutuhan komponen lingkungan. Kualitas lingkungan dipengaruhi oleh Pengelolaan lingkungan itu sendiri. Jika Pengelolaan lingkungan dilakukan secara bijaksana, maka kualitas lingkungan hidup juga akan meningkat, begitu pula sebaliknya (Wibawa, 2019). Selanjutnya ditegaskan oleh (Setianingtiyas et al, 2019) bahwa dalam skema pembangunan berkelanjutan dimensi penting yang perlu diperhatikan adalah permasalahan lingkungan. Pembangunan yang sudah dilaksanakan selama ini masih kurang memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan. Dimensi lingkungan hidup sangat penting dan merupakan landasan dari pembangunan berkelanjutan, dimana lingkungan hidup, alam dan

seisinya merupakan pembatas, sehingga seluruh tujuan dalam pembangunan sosial dan ekonomi tidak boleh mengganggu kelestarian fungsi lingkungan hidup untuk menopang kehidupan saat ini dan masa depan.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa nilai kategori rata-rata untuk parameter lingkungan yakni 70,54 dengan status cukup berkelanjutan, artinya kegiatan eksploitasi danau berada dalam tahapan masih perlu ditingkatkan fungsi dan kelestariannya bagi masyarakat sekitar terutama jenis ikan dan spesies lain yang hidup di dalamnya. Kondisi oligotrofik danau menyebabkan daya dukung danau untuk perkembangan dan pertumbuhan organisme air, seperti plankton dan bentos sangat terbatas. Penelitian yang sudah dilakukan di beberapa kawasan Danau Toba menunjukkan bahwa populasi plankton dan bentos di Danau Toba adalah rendah. Komunitas plankton (fitoplankton dan zooplankton) merupakan basis dari terbentuknya suatu rantai makanan, oleh sebab itu plankton memegang peranan yang sangat penting dalam suatu ekosistem danau. Dengan demikian maka dapat dimengerti bahwa keanekaragaman ikan di Danau Toba juga tidak terlalu tinggi. Hal ini disebabkan bahwa sumber nutrisi utama ikan secara alamiah umumnya adalah berbagai jenis plankton dan bentos tersebut (Barus, 2004).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa nilai kategori rata-rata untuk parameter lingkungan sosial-ekonomi yakni 70,88 dengan status cukup berkelanjutan, artinya kegiatan eksploitasi danau berada dalam tahapan masih perlu ditingkatkan fungsi dan kelestariannya bagi masyarakat sekitar terutama jenis ikan dan spesies lain yang hidup di dalamnya serta kondisi sosial- ekonomi.

5.4 Kesimpulan

Penggunaan MDS dalam pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili memungkinkan integrasi berbagai dimensi yang berpengaruh pada ekosistem dan masyarakat. Dengan pendekatan ini, pengelolaan yang dilakukan menjadi lebih holistik dan berbasis data, sehingga mampu memberikan solusi yang adaptif dan responsif terhadap dinamika lingkungan dan sosial-ekonomi di sekitar danau. Melalui implementasi MDS, pengelola dapat mengidentifikasi prioritas, mengembangkan kebijakan yang tepat, serta memastikan keberlanjutan sumber daya alam dan kesejahteraan masyarakat lokal.

BAB VI

REKOMENDASI DAN KEBIJAKAN PENGELOLAAN BERKELANJUTAN KOMPLEKS DANAU MALILI SULAWESI SELATAN

Pengelolaan berkelanjutan Kompleks Danau Malili di Sulawesi Selatan harus mempertimbangkan keunikan ekosistem, keberlanjutan ekonomi masyarakat, dan konservasi keanekaragaman hayati. Model pengelolaan terbaik untuk kompleks danau ini dapat dibangun melalui pendekatan integratif yang melibatkan beberapa aspek berikut:

1. Pendekatan Ekosistem Terpadu (Integrated Ecosystem Approach) Pendekatan ini menekankan pengelolaan sumber daya alam yang memperhitungkan interaksi antara komponen-komponen ekosistem dan memperhitungkan dampak kumulatif dari berbagai aktivitas manusia. Dalam konteks Kompleks Danau Malili, pendekatan ini mencakup:
 - Konservasi Keanekaragaman Hayati: Melindungi spesies endemik dan habitat alami di sekitar danau. Ini termasuk pembatasan aktivitas yang merusak habitat seperti penambangan dan deforestasi di sekitar zona penyangga (*buffer zone*) danau. Upaya untuk melindungi spesies endemik dan habitat alami di sekitar Kompleks Danau Malili, yang meliputi Danau Matano, Danau Towuti, dan Danau Mahalona di Sulawesi Selatan, telah melibatkan berbagai tindakan dari pemerintah, lembaga non-pemerintah, akademisi, dan komunitas lokal. Berikut adalah beberapa langkah utama yang telah dilakukan:
- a. Konservasi In Situ dan Eks Situ Konservasi In Situ: Berbagai upaya telah dilakukan untuk melindungi spesies endemik di habitat aslinya. Ini termasuk penetapan zona konservasi di sekitar danau, yang bertujuan untuk mengurangi tekanan dari aktivitas manusia seperti penangkapan ikan berlebih, penambangan, dan deforestasi. Contohnya, beberapa area di sekitar Danau Matano dan Danau Towuti telah dijadikan kawasan konservasi untuk melindungi spesies seperti *Telmatherina celebensis* dan *Glossogobius matanensis*. Konservasi Eks Situ: Upaya konservasi eks situ melibatkan penangkaran beberapa spesies endemik di luar habitat aslinya, seperti di kebun binatang atau fasilitas penelitian, untuk mencegah kepunahan jika terjadi degradasi lingkungan yang signifikan
- b. Penetapan Kawasan Lindung Pemerintah Indonesia, melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), telah menetapkan sebagian besar kawasan di sekitar Kompleks Danau Malili sebagai kawasan lindung. Ini mencakup hutan lindung dan cagar alam yang dirancang untuk melindungi ekosistem air tawar yang unik serta flora dan fauna endemik di sekitar danau. Upaya pelestarian ini juga didukung oleh pembentukan Taman Nasional dan Cagar Alam di wilayah tersebut, yang melibatkan pengawasan ketat terhadap aktivitas seperti penebangan hutan, pembukaan lahan, dan penambangan.
- c. Pengawasan dan Penegakan Hukum
 - Penegakan Hukum: Pemerintah dan aparat terkait terus meningkatkan pengawasan terhadap aktivitas ilegal seperti penebangan liar, penangkapan ikan ilegal, dan penambangan liar di sekitar kawasan danau. Pelanggaran terhadap regulasi lingkungan mendapatkan sanksi, meskipun penegakan masih menghadapi tantangan dalam hal efektivitas dan cakupan
 - Monitoring Kualitas Lingkungan: Program pemantauan rutin terhadap kualitas air dan kondisi ekosistem danau telah dilakukan oleh berbagai lembaga penelitian, termasuk universitas-universitas lokal dan nasional. Hasil pemantauan ini digunakan untuk menilai dampak dari aktivitas manusia dan untuk menginformasikan tindakan konservasi lebih lanjut.

- Edukasi dan Pemberdayaan Masyarakat: Pendidikan Lingkungan: Program edukasi dan sosialisasi tentang pentingnya melestarikan spesies endemik dan habitat di sekitar Kompleks Danau Malili telah dilakukan di tingkat sekolah dan komunitas. Ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang nilai ekosistem dan mendorong praktik-praktik ramah lingkungan.

Pemberdayaan Ekonomi Berkelanjutan: Beberapa program pemberdayaan ekonomi yang berfokus pada ekowisata dan pertanian berkelanjutan telah dikembangkan untuk memberikan alternatif mata pencaharian bagi masyarakat setempat, yang sebelumnya bergantung pada aktivitas yang merusak lingkungan.

d. Kolaborasi dengan Lembaga Internasional dan NGO

- Kerjasama Internasional: Beberapa proyek konservasi di Kompleks Danau Malili mendapat dukungan dari organisasi internasional seperti WWF dan Conservation International. Kolaborasi ini biasanya melibatkan penelitian ilmiah, pendanaan untuk program konservasi, serta kampanye global untuk menarik perhatian terhadap pentingnya melindungi spesies endemik di wilayah ini.
 - NGO dan Akademisi: LSM lokal dan nasional serta universitas telah memainkan peran penting dalam penelitian dan advokasi untuk pelestarian Kompleks Danau Malili. Mereka terlibat dalam pengembangan kebijakan konservasi, kampanye kesadaran, dan program restorasi habitat. Meskipun upaya konservasi di Kompleks Danau Malili sudah berjalan, tantangan masih ada terutama dalam hal penegakan hukum dan keterlibatan masyarakat lokal. Keberhasilan jangka panjang dari upaya ini akan sangat bergantung pada penguatan kerjasama antara semua pemangku kepentingan, peningkatan kapasitas lokal, dan keberlanjutan program yang telah dirancang.
- e. Rehabilitasi Habitat yang Rusak: Program rehabilitasi untuk mengembalikan kondisi ekosistem yang telah terdegradasi, seperti reforestasi di daerah tangkapan air dan rehabilitasi tanah bekas tambang.

2. Pemberdayaan Komunitas Lokal (Lokal Base Community)

Pengelolaan berbasis komunitas memberikan peran besar kepada masyarakat lokal dalam pengelolaan danau, yang melibatkan mereka dalam perencanaan, pelaksanaan, dan monitoring program-program konservasi dan pemanfaatan sumber daya.

- Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan: Mengatur penangkapan ikan dengan menetapkan zona konservasi, menetapkan ukuran dan musim penangkapan yang sesuai untuk menjaga populasi ikan.
- Pengembangan Ekowisata: Memanfaatkan potensi keindahan dan keunikan danau untuk mengembangkan ekowisata yang melibatkan masyarakat setempat, sehingga memberikan alternatif mata pencaharian yang berkelanjutan.

3. Penerapan Kebijakan dan Regulasi yang Kuat

Regulasi yang ketat diperlukan untuk mengendalikan aktivitas yang merusak lingkungan, seperti penambangan, deforestasi, dan kegiatan industri lainnya. Ini termasuk:

- Penegakan Hukum yang Ketat: Menghukum pelanggaran lingkungan dengan tegas untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.
- Pengawasan Lingkungan yang Efektif: Meningkatkan kapasitas untuk memonitor kualitas air, keanekaragaman hayati, dan aktivitas manusia di sekitar danau.

4 Pendidikan dan Penelitian Ilmiah

Pendidikan dan penelitian ilmiah yang berkelanjutan sangat penting untuk memahami dinamika ekosistem dan dampak aktivitas manusia. Selain itu, pendidikan lingkungan bagi masyarakat lokal dan pengunjung sangat penting untuk meningkatkan

kesadaran dan partisipasi dalam konservasi. • Pemantauan Berkelanjutan: Melakukan monitoring berkala terhadap kualitas air dan keanekaragaman hayati untuk mengevaluasi efektivitas pengelolaan. • Keterlibatan Akademisi dan LSM: Mengundang akademisi dan organisasi non pemerintah untuk berkolaborasi dalam penelitian dan pelaksanaan program konservasi.

5. Kerjasama Multi-Stakeholder

Kerjasama multi-stakeholder yakni:

- kerjasama antara pemerintah, masyarakat lokal, sektor swasta, dan organisasi non-pemerintah (NGO) sangat penting untuk memastikan keberlanjutan pengelolaan danau.
- Kemitraan Publik-Swasta: Melibatkan perusahaan tambang dalam program CSR yang mendukung konservasi dan pemulihan lingkungan.
- Platform Koordinasi: Membangun forum atau platform koordinasi yang melibatkan semua pemangku kepentingan untuk merumuskan kebijakan dan strategi pengelolaan bersama.

Model pengelolaan berkelanjutan untuk Kompleks Danau Malili harus bersifat holistik dan inklusif, dengan fokus pada konservasi keanekaragaman hayati, pengelolaan berbasis komunitas, penegakan regulasi yang kuat, dan kolaborasi multi-stakeholder. Dengan demikian, sumber daya alam di Kompleks Danau Malili dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sambil menjaga kelestarian ekosistem yang unik ini untuk generasi mendatang

Berdasarkan Salinan Perpres No. 60 tahun 2021 halaman 206-219 No. 14 tentang Penyelamatan Danau Prioritas Nasional termasuk di dalamnya Danau Matano maka ada beberapa permasalahan yang terdapat dalam pengelolaan serta strategi kebijakan yang dapat ditempuh antara lain sebagai berikut:

1. Pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dapat ditempuh dengan kebijakan berupa penyusunan rencana tata ruang kawasan danau, penyusunan zonasi pemanfaatan ekosistem perairan danau (untuk perlindungan maupun pemanfaatan) serta penyusunan zonasi badan air dan sempadan danau.
2. Program kegiatan pengelolaan Danau Prioritas Nasional belum terintegrasi di dalam kebijakan dan dokumen perencanaan berupa pengintegrasian penyelamatan Danau Prioritas Nasional ke dalam dokumen perencanaan.
3. Menurunnya kualitas air danau ditempuh dengan strategi penetapan baku mutu dan status trofik air danau, penertiban dan penegakan hukum terhadap perikanan budidaya keramba jaring apung di danau, pengaturan transportasi air ramah lingkungan, pembangunan sarana drainase pengolahan air limbah domestik dan persampahan, pembersihan enceng gondok.
4. Adanya material padar/ sedimen yang masuk ke danau ditempuh dengan pengendalian sedimentasi dan penerapan pertanian ramah lingkungan.
5. Penurunan keanekaragaman hayati ditempuh dengan kebijakan pelestarian spesies asli/endemik, pembangunan reservat pada zona konservasi ikan asli/endemik danau, penebaran ikan asli endemik danau dan pelarangan penebaran ikan introduksi dan spesies asing invasif, penertiban perdagangan ikan endemik
6. Pemanfaatan danau yang tidak tertata dapat ditempuh dengan kebijakan penataan pemanfaatan danau
7. Pemanfaatan lahan sempadan danau yang tidak tertata dan berpotensi mencemari/merusak danau dapat ditempuh dengan kebijakan penataan kawasan sempadan danau
8. Pencemaran dari sumber-sumber limbah di sekitar danau dapat ditempuh dengan pengendalian pencemaran air

9. Banyaknya sampah di sekitar danau ditempuh dengan kebijakan pengelolaan sampah
10. Lahan kritis, erosi, banjir dan sedimentasi ditempuh dengan kebijakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL)
11. Maraknya penebangan dan pembalakan liar ditempuh dengan pengendalian penebangan dan pembalakan liar
12. Pencemaran dan kerusakan lahan akibat kegiatan pertanian yang tidak ramah lingkungan ditempuh dengan kebijakan pertanian ramah lingkungan.
13. Belum optimalnya pemantauan, evaluasi serta pengembangan data dan informasi ditempuh dengan kebijakan pengembangan sistem informasi danau.
14. Peningkatan mata pencaharian masyarakat dapat ditempuh dengan pengembangan wisata danau berbasis masyarakat, kearifan lokal dan penetapannya dalam kalender tahunan Festival Matano.
15. Belum optimalnya kelembagaan danau dapat ditempuh dengan kebijakan pengembangan koordinasi antar pihak dalam pengelolaan danau, peningkatan pemahaman para pihak serta pelibatan masyarakat dan lembaga adat dalam pengelolaan danau.

BAB VII KESIMPULAN UMUM DAN SARAN

5.1 Kesimpulan Umum

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan umum sebagai berikut:

Kondisi lingkungan yang baik dan mendukung menjadi tempat sumber keanekaragaman hayati bagi spesies endemik dan organisme lain yang hidup di sekitarnya serta dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar. Kondisi lingkungan yang rusak dapat mengancam kehidupan spesies endemik dan spesies lain yang hidup di sekitarnya serta menyebabkan penurunan kesejahteraan bagi masyarakat.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan umum yang diperoleh maka disarankan

1. Perlunya evaluasi AMDAL dari seluruh stakeholder seperti Pemerintah setempat, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), perusahaan tambang swasta agar lingkungan di lokasi penelitian tetap terjaga dan lestari
2. Perlunya peran semua pihak dalam mengatasi dan mencegah konflik yang selama ini terjadi
3. Perlunya peran semua pihak dalam mengatasi dan mencegah konflik yang selama ini terjadi
4. Perlunya sinergitas antar dimensi untuk mewujudkan pengelolaan berkelanjutan yang baik

