

Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) di Danau Tempe dan Danau Sekitarnya di Kabupaten Wajo

Identification, Infection Levels, and Histopathology of Endoparasites Affecting Snakeskin fish (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) in Lake Tempe and Surrounding Lakes in Wajo Regency



IKA
L012221031

PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan,1910) di Danau Tempe dan Danau Sekitarnya di Kabupaten Wajo

Identification, Infection Levels, and Histopathology of Endoparasites Affecting Snakeskin fish (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) in Lake Tempe and Surrounding Lakes in Wajo Regency



**IKA
L012221031**



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) di Danau Tempe dan Danau Sekitarnya di Kabupaten Wajo

**IKA
L012221031**



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

PERNYATAAN PENGAJUAN

Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan,1910) di Danau Tempe dan Danau Sekitarnya di Kabupaten Wajo

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister
Program Studi Ilmu Perikanan

Disusun dan diajukan oleh

IKA
L012221031

Kepada



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) di Danau Tempe dan Danau Sekitarnya di Kabupaten Wajo

IKA
L012221031

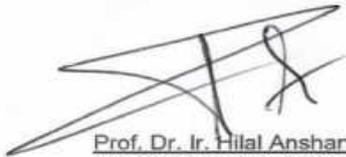
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal, 02 Oktober 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

Program Studi Magister Ilmu Perikanan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

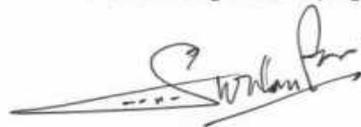
Mengesahkan:

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc
NIP 196710121992021001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Sriwulan, MP.
NIP 196606301991032002

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Perikanan,



Dr. Ir. Badraeni, MP.
NIP 196510231991032001

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan
Perikanan, Universitas Hasanuddin



Prof. Saifuddin, S.Pi., MP., Ph.D
NIP 197506112003121003



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) di Danau Tempe dan Danau Sekitarnya di Kabupaten Wajo" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc dan Dr. Ir. Sriwulan, M.P. karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di jurnal Biodiversitas Journal of Biological Diversity, sebagai artikel dengan judul " Infestation and histopathology of *Clinostomum* sp. (Digenea: Clinostomidae) in snakeskin fish (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) in Tempe Lake, South Sulawesi". Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 15 Oktober 2024


IKA
L01 222 1031



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul "Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) di Danau Tempe dan Danau Sekitarnya di Kabupaten Wajo" pada 2024. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan gelar Magister Ilmu Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penelitian yang penulis lakukan dapat terlaksana dan tesis ini dapat dirampungkan berkat dukungan, motivasi dan bimbingan dari Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc. sebagai pembimbing utama, Dr. Ir. Sriwulan, MP. sebagai pembimbing kedua, Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si. sebagai penguji 1, Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc. sebagai penguji 2, dan Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D. sebagai penguji 3. Oleh karenanya, terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan.

Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada Prof. Syafruddin, M.Sc, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin dan Dr. Ir. Badraeni, M. P. selaku ketua Program Studi Magister Ilmu Perikanan, Universitas Hasanuddin, serta kepada seluruh staf dan pengajar Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan khususnya para dosen Program Studi Magister Ilmu Perikanan yang turut membantu dan memberikan saran pada penyusunan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Rosmaniar, S.Si, selaku pranata Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan atas segala bantuan dan bimbingan di dalam laboratorium sehingga selama penelitian ini berjalan dengan lancar. Kepada bapak/ibu guru SMA 7 Wajo, Sahira najemia Usma, Basse Emmi, Sri nurul utami, andi wakiah, Samsir, Wiwi pertiwi dan pak Ali, yang selalu membantu selama kegiatan penelitian di Wajo.

Kepada kedua orang tua tercinta Bapak H. Salahuddin dan Ibu Hj, Tati dan adik Agus Tiar penulis mengucapkan terima kasih atas segala doa, dukungan, motivasi dan pengorbanan secara moril serta materil selama penulis menempuh pendidikan. Ucapan terima kasih yang besar juga penulis sampaikan kepada Namiratul Hasanah Arifin, S.Pi, dan rekan-rekan penelitian di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Jordi, S.Pi., M.Si dan Nur Rosyidah Amir, S.Pi serta teman-teman BDP 2017 dan Ilmu Perikanan 2022 yang turut membantu, memberikan motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

Penulis,



IKA



ABSTRAK

IKA. "Identifikasi, Tingkat Infeksi dan Histopatologi Endoparasit yang Menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis* Regan,1910) di Danau Tempe dan danau sekitarnya di Kabupaten Wajo" (dibimbing oleh Hilal Anshary dan Sriwulan)

Latar belakang. Penyakit ikan merupakan masalah yang sering terjadi baik pada sektor perikanan budidaya maupun di perairan alami. Salah satu penyebab utama penyakit pada ikan adalah infeksi parasit. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parasit secara morfologi dan molekuler, menilai tingkat infeksi parasit dan perubahan histopatologi ikan Sepat siam (*Trichopodus pectoralis*) yang terinfeksi endoparasit yang berasal dari 3 danau di Kabupaten Wajo. **Metode.** Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2023 - Januari 2024 menggunakan metode survei pada 3 titik di Danau di Kabupaten Wajo. Sebanyak 300 ekor ikan Sepat siam diperiksa parasitnya di laboratorium SMAN 7 Wajo dan identifikasi morfologi dan molekuler dengan menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR) di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, FIKP Universitas Hasanuddin. **Hasil.** Hasil identifikasi parasit pada ikan sepat siam secara morfologi dan molekuler mengonfirmasi 1 (satu) jenis parasit yaitu larva atau fase metaserkaria *Clinostomum* sp. dari kelas trematoda. Analisis molekuler mengkonfirmasi bahwa *Clinostomum* dari Danau Tempe memiliki kemiripan 99,75% dengan *Clinostomum* sp. yang berasal dari siput Australia di Bank Gen. Prevalensi parasit dari 3 lokasi (Danau Tempe, Lampulung, Lantamperu) berturut-turut 21%, 34%, dan 28%, sedangkan intensitas parasit masing-masing $6\pm 6,22$ ind/ekor, $10\pm 10,7$ ind/ekor, dan $9\pm 12,82$ ind/ekor. Analisis statistik menunjukkan tingkat prevalensi dan intensitas parasit dari 3 danau tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Penilaian histopatologi mengindikasikan adanya sel goblet, pendarahan, dan infiltrasi sel radang pada usus ikan sepat siam yang terinfeksi parasit. **Kesimpulan.** Hasil penelitian menyimpulkan bahwa endoparasit yang ditemukan pada ikan Sepat siam adalah larva *Clinostomum* sp. dari kelas trematoda yang memiliki kemiripan 99,75% dengan *Clinostomum* sp dari siput Australia. Tingkat prevalensi dan intensitas parasit dari 3 lokasi relatif sama dan ditemukan perubahan histopatologi usus ikan Sepat siam yang terinfeksi parasit berupa pendarahan dan infiltrasi sel radang. Temuan ini merekomendasikan perlunya pengawasan dan sanitasi lingkungan danau untuk mencegah penyebaran parasit yang berpotensi menyebabkan penyakit ikan di danau Kabupaten Wajo.

Kata kunci: *Clinostomum* sp, Danau, Histopatologi, Ikan Sepat siam, Tingkat infeksi



ABSTRACT

IKA. "Identification, Infection Levels, and Histopathology of Endoparasites Affecting Snakeskin fish (*Trichopodus pectoralis* Regan, 1910) in Lake Tempe and Surrounding Lakes in Wajo Regency" (supervised by Hilal Anshary and Sriwulan).

Background. Fish diseases are a prevalent issue in both aquaculture species and natural water. One of the primary causes of fish diseases is parasitic infections. **Objective.** This study aims to identify parasites morphologically and molecularly, assess the level of parasitic infection, and examine histopathological changes in Snakeskin fish (*Trichopodus pectoralis*) infected with parasites from three lakes in Wajo Regency. **Method.** The research was conducted from July 2023 to January 2024 using a survey method at three locations in the lakes of Wajo Regency namely Tempe, Lampulung, and Lantamperu Lake. An amount of 300 Snakeskin fish were examined for parasites at the SMAN 7 Wajo laboratory, with morphological and molecular identification using Polymerase Chain Reaction (PCR) at the Fish Parasites and Diseases Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Hasanuddin University. **Results.** Morphological and molecular identification of the parasites in *T. pectoralis* found the presence of the larvae trematode parasite, *Clinostomum* sp. Molecular analysis indicated that *Clinostomum* sp. from Lake Tempe has a 99.75% similarity to *Clinostomum* sp. sourced from Australian snails in the GenBank database. The prevalence of *Clinostomum* sp. at the three locations (Lake Tempe, Lampulung, Lantamperu) was recorded at 21%, 3.4%, and 28%, respectively, while the intensity of parasitic infection was 6 ± 6.22 ind/fish, 10 ± 10.7 ind/fish, and 9 ± 12.82 ind/fish. Statistical analysis revealed no significant differences in the prevalence and intensity of parasites among the three lakes ($P > 0.05$). The histopathological assessment indicated the presence of goblet cells, hemorrhage, and inflammatory cell infiltration in the intestines of the infected *T. pectoralis*. **Conclusion.** The findings of this study conclude the endoparasite identified in *T. pectoralis* is the larval of *Clinostomum* sp. from the class Trematoda as molecularly analysis confirms. The prevalence and intensity of parasites from three locations were relatively consistent, with observed histopathological changes in the intestines of the infected fish, including hemorrhage and cell infiltration. The monitoring and sanitation of lakes in Wajo Regency environments to prevent the spread of parasites that could lead to fish diseases and affect the local community's life is required.

Keywords : *Clinostomum* sp, Histopathology, Infection level, Lake, Snakeskin fish



3.1.3 Tingkat infeksi parasit	33
3.1.4 Histopatologi	36
3.1.5 Kualitas Air	37
3.2 Pembahasan	38
3.2.1 Gejala klinis ikan yang terinfeksi parasit	38
3.2.2 Identifikasi parasit secara morfologi dan molekuler	39
3.2.3 Tingkat infeksi parasit	41
3.2.4 Histopatologi	43
3.2.5 Kualitas Air	44
BAB IV. KESIMPULAN	46
4.1 Kesimpulan	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	52



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Tabel 1. Alat yang digunakan.....	17
2. Tabel 2. Bahan yang digunakan.....	18
3. Tabel 3. Pengukuran <i>Clinostomum complanatum</i>	23
4. Tabel 4. Kriteria prevalensi infeksi parasit.....	24
5. Tabel 5. Kriteria intensitas.....	25
6. Tabel 6. Hasil pengukuran <i>Clinostomum</i> sp.....	29
7. Tabel 7. Jarak pasangan urutan nukleotida <i>Clinostomum</i> spp. termasuk <i>Clinostomum</i> sp. berdasarkan wilayah ITS1-5.8S-ITS2.....	32
8. Tabel 8. Tingkat infeksi parasit.....	33
9. Tabel 9. Pengukuran kualitas air Danau.....	37



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.....	3
2. Gambar 2. Ikan sepat siam (<i>Trichopodus pectoralis</i>).....	4
3. Gambar 3. <i>Clinostomum complanatum</i>	6
4. Gambar 4. Metaserkaria <i>Clinostomum</i> , <i>Clinostomum phalacrocoracis</i> , <i>C. complanatum</i> dan <i>E. heterostomum</i>	7
5. Gambar 5. Skema siklus hidup <i>Clinostomum</i>	8
6. Gambar 6. <i>Philometra rubra</i>	9
7. Gambar 7. <i>Gnathostoma</i> sp.....	10
8. Gambar 8. <i>Camallanus</i> sp.....	11
9. Gambar 9. Histologi usus ikan Sepat siam.....	12
10. Gambar 10. Peta pengambilan sampel.....	17
11. Gambar 11. Lokasi pengambilan sampel	19
12. Gambar 12. Metacercaria of <i>Clinostomum marginatum</i>	22
13. Gambar 13. Gejala klinis ikan yang terinfeksi parasit.....	26
14. Gambar 14. <i>Clinostomum</i> sp (fase metaserkaria)	27
15. Gambar 15. Filogentik <i>Clinostomum</i> sp.....	31
16. Gambar 16. Hubungan panjang dan berat terhadap ikan kelimpahan parasit Danau tempe.....	33
17. Gambar 17. Hubungan panjang dan berat ikan terhadap kelimpahan parasit Danau lampulung.....	34
18. Gambar 18. Hubungan panjang dan berat ikan terhadap kelimpahan parasit Danau latamperu.....	34
19. Gambar 19. Hubungan factor kondisi dan kelimpahan parasit Danau tempe.....	35
20. Gambar 20. Hubungan Factor kondisi dan kelimpahan parasit Danau lampulung.....	35
21. Gambar 21. Hubungan factor kondisi dan kelimpahan parasit Danau latamperu.....	36
22. Gambar 22. Usus ikan sepat siam.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Lampiran 1. Data ikan.....	52
2. Lampiran 2. (Chi-Square)	67
3. Lampiran 3. Korelasi Spearman's	68
4. Lampiran 4 Dokumentasi penelitian.....	72



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan Sepat siam (*Trichopodus pectoralis*) adalah salah satu jenis ikan air tawar yang banyak digemari oleh masyarakat di Kabupaten Wajo karena mempunyai cita rasa yang enak dan bernilai ekonomis yang dimana masyarakat di Danau Tempe dan danau sekitarnya dapat memanfaatkan ikan Sepat siam dalam bentuk segar maupun ikan kering. Ikan Sepat siam merupakan ikan konsumsi yang penting, terutama sebagai sumber protein dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi (Elfachmi, 2018). Ikan Sepat siam merupakan ikan introduksi yang berasal dari Asia Tenggara terutama di sungai Chao Phraya Thailand, Laos, Kamboja, dan Vietnam (Anggraeni *et al.*, 2016). Ikan Sepat siam hidup di perairan rawa banjiran, dimana rawa ini tergenang air secara permanen atau musiman, genangan air cenderung dangkal, berlumpur, dan banyak vegetasi tanaman (Rais *et al.*, 2020).

Produksi ikan Sepat siam di Danau Tempe dan sekitarnya saat ini hanya mengandalkan penangkapan ikan secara alami dan belum ada yang membudidayakannya (Anggraeni *et al.*, 2022). Jumlah tangkapan ikan Sepat siam di danau kabupaten Wajo tahun 2021 sejumlah 3.097,5 ton/tahun dan tahun 2022 menurun menjadi 2.664,6 ton/tahun (Dinas Perikanan Wajo, 2022). Penurunan jumlah produksi ikan dan distribusi yang tidak merata di perairan Danau Tempe dan danau sekitarnya disebabkan karena adanya proses penggenangan dan penyurutan perairan pada saat musim kemarau, penangkapan ikan yang intensif, dan menurunnya kualitas perairan (Nasution, 2012). Dan juga dipengaruhi oleh aktivitas kegiatan masyarakat danau Tempe yang berpotensi merusak kondisi danau Tempe sebagai habitat ikan yang berdampak pada populasi ikan. Adapun aktivitas kegiatan masyarakat di Danau Tempe adalah ditetapkannya kawasan Danau Tempe sebagai objek wisata, digunakannya sebagai jalur transportasi yang menggunakan perahu motor yang dapat turut menambah polusi ke dalam perairan, dan pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi (Hadijah, 2023). Selain itu, penurunan kualitas air danau yang terus-menerus yang diakibatkan oleh tingginya kadar bahan organik dan pestisida yang masuk ke danau dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi perairan yang tercemar oleh pupuk anorganik, polusi secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi calon inang dan parasit serta terdapat inang perantara (siput) atau inang akhir (burung) yang dapat mendukung tingkat infeksi parasit (Mutengu *et al.*, 2018). Bahan-bahan polusi dapat berpengaruh pada komunitas biota perairan dan berperan dalam kelimpahan parasit (Mugiyarto *et al.*, 2021). Hasil survei lokasi Danau Tempe dan danau di sekitarnya di Kabupaten Wajo sebagai lokasi penelitian dipengaruhi oleh lahan pertanian, daerah pemukiman warga dan aliran sungai. Selain itu, danau Tempe merupakan salah satu danau utama sebagai daerah penangkapan ikan Sepat siam dan terdapat juga danau lain di Kabupaten Wajo seperti Danau Lampulung dan Danau Latamperu sebagai daerah penangkapan ikan Sepat siam oleh masyarakat.

Parasit adalah salah satu patogen penyebab penyakit pada ikan alami dan budidaya. Parasit merupakan organisme yang hidup pada tubuh organisme lain dan akan mengakibatkan kerugian pada organisme yang ditempatinya atau inangnya (Sari *et al.*, 2019). Parasit memiliki habitat tertentu dalam tubuh ikan yaitu ektoparasit merupakan parasit yang hidup dipermukaan tubuh ikan, sedangkan endoparasit merupakan parasit yang hidup pada organ bagian dalam ikan (Anshary, 2019). Kerugian yang ditimbulkan akibat serangan parasit terhadap ikan, menyebabkan kerusakan pada jaringan otot dan organ dalam, pertumbuhan yang terhambat dan penurunan efisiensi reproduksi, perdarahan pada permukaan tubuh dan kematian massal (Bera *et al.*, 2021). Beberapa spesies digenea trematoda bersifat zoonosis termasuk *Clinostomum* sp., dan dapat menginfeksi manusia yang mengkonsumsi ikan terinfeksi dalam keadaan mentah. Zoonosis merupakan infeksi yang secara alamiah dapat berpindah dari hewan ke manusia (Filzah *et al.*, 2018). Memakan ikan yang terinfeksi *Clinostomum* metacercariae dapat menimbulkan radang tenggorokan (Tavares-Dias *et al.*, 2021). Perubahan patologi ikan ercaria *Clinostomum* sp pada ikan menunjukkan bahwa infeksi parasit menyebabkan ada berbagai jaringan (Jithila & Prasad, 2019). Infestasi *C. complanatum* lasia pada jaringan inang, struktur jaringan ikat berkapsul, terovaskularisasi, dan serat kolagen, fibroblas, dan fibrosit (Gjurčević *et al.*, 2022).

Parasit pada ikan Sepat siam yang hidup di danau sangat dipengaruhi oleh ekosistem . Kelimpahan dan keberadaan parasit dapat menjadi indikator penting kesehatan



lingkungan, karena parasit sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air dan kondisi habitat. Sensitivitas ini mempunyai efek yang berdampak tidak hanya pada parasit itu sendiri tetapi juga ke ekosistem perairan secara keseluruhan, termasuk keberadaan habitat berbagai organisme (Mesquita *et al.*, 2020). Salah satu parasit yang sangat tergantung pada kondisi perairan yaitu trematoda. Kelimpahan trematoda tergantung pada keberadaan inang perantara dan kondisi ekosistem yang berbeda yang memungkinkan inang perantara yang berbeda mendukung kelimpahan parasit yang memiliki siklus hidup tidak langsung. Salah satu jenis endoparasite trematoda yang ditemukan di perairan Indonesia adalah *Clinostomum*. Kondisi perairan danau menguntungkan untuk siklus hidup parasit antara lain *C. complanatum* yaitu kedalamannya yang dangkal, terdapat beberapa spesies moluska dan ikan sebagai inang antara, dan burung sebagai inang akhir yang terlibat dalam siklus hidup parasit *Clinostomum* sp. (Menconi *et al.*, 2020). Ikan dapat berperan sebagai inang perantara dalam siklus hidup parasit ikan (Adugna, 2020). Selain itu, perbedaan iklim juga dapat mempengaruhi kelangsungan siklus hidup parasit *Clinostomum* sp. (Aghlmandi *et al.*, 2018). Beberapa hasil penelitian tentang identifikasi endoparasit *Clinostomum* di dunia maupun di Indonesia adalah Riauwy *et al.* (2012) menemukan *Clinostomum complanatum* pada ikan betok, *Clinostomum* sp. pada ikan Sepat siam di Waduk Pekanbaru oleh Nasution *et al.* (2023), *Clinostomum piscidium* pada ikan Sepat siam dari Thailand (Tansatit *et al.*, 2014), *Clinostomum* sp. pada siput (*Biomphalaria* spp.) di Brasil (Pinto *et al.*, 2015), *Clinostomum* sp. pada ikan Nila di Danau Abaya di Ethiopia (Reshid *et al.*, 2015), dan *Clinostomum* pada ikan Gabus dan *Trichogaster fasciata* di India (Choudhary *et al.*, 2022).

Berdasarkan beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa identifikasi parasit yang hanya didasarkan pada pendekatan morfologi rentan terhadap kesalahan identifikasi, sehingga identifikasi parasit harus didukung dengan data molekuler. Di wilayah Sulawesi Selatan, informasi mengenai jenis-jenis parasit ikan yang menghuni sumber air alami masih kurang, khususnya di danau-danau seperti Danau Tempe dan danau-danau di sekitarnya di Kabupaten Wajo. Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memastikan adanya lebih dari satu spesies parasit dan perbedaan kondisi habitat lokasi di danau Tempe dan danau sekitarnya dan belum adanya studi yang mengkaji secara mendalam tentang penyebab muncul parasite pada perairan bebas. Oleh karena itu, penelitian tentang Identifikasi, tingkat infeksi dan histopatologi endoparasit yang menyerang Ikan Sepat Siam (*Trichopodus pectoralis*) di Danau Tempe dan danau sekitarnya di Kabupaten Wajo, perlu dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat beberapa spesies endoparasit yang menginfeksi ikan Sepat siam di Danau Tempe dan danau sekitarnya?
2. Seberapa besar tingkat infeksi parasit dan hubungan faktor kondisi pada ikan Sepat siam di Danau Tempe dan danau sekitarnya?
3. Bagaimana kondisi patologis organ usus ikan Sepat siam yang terinfeksi endoparasit?

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi endoparasit pada ikan Sepat siam di Danau Tempe dan danau sekitarnya.
2. Menganalisis tingkat infeksi endoparasit dan hubungan faktor kondisi pada ikan Sepat siam di Danau Tempe dan danau sekitarnya.
3. Menganalisis kerusakan jaringan usus ikan Sepat siam yang terinfeksi parasit.

Kegunaan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan acuan dan dapat menjadi sumber informasi bagi penelitian selanjutnya.



Informasi dalam penanggulangan parasit.

Referensi mengenai jenis parasit yang menyerang ikan air tawar.

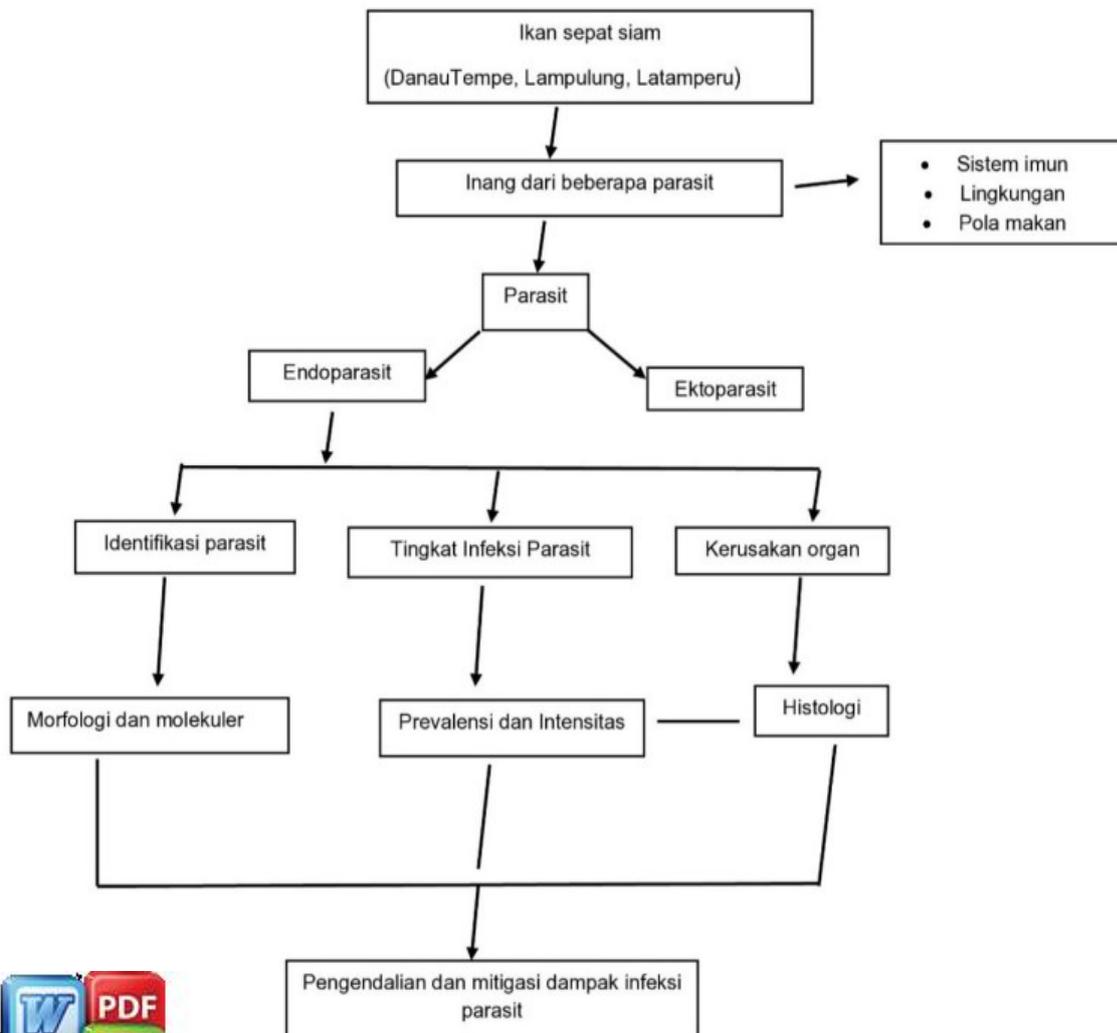
ajukan pada penelitian ini yaitu:

apa jenis endoparasit yang menginfeksi ikan Sepat siam di 3 danau di Kabupaten Wajo.

2. Terdapat tingkat infeksi parasit yang berbeda dan ada hubungan faktor kondisi di 3 danau Kabupaten Wajo.
3. Terdapat kerusakan jaringan organ usus ikan Sepat siam yang terinfeksi parasit.

1.5 Kerangka Pikir Penelitian

Ikan Sepat siam merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting (Gambar 1). Berdasarkan data produksi (Dinas Perikanan Wajo, 2022) bahwa jumlah tangkapan ikan Sepat siam dari hasil tangkapan ikan Sepat siam di Danau Kabupaten Wajo tahun 2021 sejumlah 3.097,5 dan tahun 2022 sejumlah 2.664,6 ton/tahun yang dimana terjadi penurunan jumlah produksi ikan sepat siam yang diduga disebabkan oleh kondisi ekosistem Danau Tempe dan danau sekitarnya yang mengalami degradasi lingkungan terutama tingkat pencemaran air dan kerusakan keanekaragaman hayati. Pada kondisi perairan yang kurang terkontrol dan pertahanan tubuh ikan sedang lemah atau stres akan berpengaruh pada kelimpahan parasite dan memudahkan pathogen menginfeksi ikan. Namun, sampai saat ini belum diketahui endoparasit apa sajakah yang menyerang ikan Sepat siam, sehingga dilakukan identifikasi parasit secara karakteristik morfologi dan molekuler, tingkat infeksi parasit dan dampak langsung serangan parasit pada usus sehingga analisis kerusakan jaringan dilakukan dengan pengamatan histopatologi terhadap usus yang terserang parasit. Hasil dari semua analisis ini akan menjadi sebagai informasi tentang pengendalian dan mitigasi dampak infeksi jenis parasit.



pikir penelitian

1.6 Landasan teori

1.6.1 Klasifikasi Ikan sepat siam

Ikan sepat siam (*Trichopodus pectoralis*) bukanlah ikan asli perairan Indonesia tetapi merupakan ikan introduksi yang berasal dari Thailand. Ikan sepat siam merupakan ikan ekonomis penting sebagai ikan konsumsi, tujuan ikan sepat siam diintroduksi ke Indonesia adalah sebagai ikan budidaya di kolam kecil dan lahan persawahan (Tampubolon & Rahardjo, 2011). Pada awalnya ikan ini ditebar di rawa-rawa di daerah Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Pada perkembangannya ikan ini mampu hidup dan berkembang biak dengan baik sehingga keberadaannya di perairan Indonesia cukup banyak dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai ikan konsumsi (Irawan & Muhammad, 2016). Penyebaran ikan Sepat siam dari Asia Tenggara terutama Thailand, Laos, Kamboja, Vietnam dan Sungai Chao Phraya Thailand (Anggraeni *et al.*, 2016).

Klasifikasi ikan Sepat siam (*Trichopodus pectoralis*) ditunjukkan pada Gambar 2 (FishBase, 2023) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopteri
Ordo	: Anabantiformes
Famili	: Osphronemidae
Genus	: <i>Trichopodus</i>
Spesies	: <i>Trichopodus pectoralis</i> , Regan 1910



Gambar 2. Ikan sepat siam (*Trichopodus pectoralis*) (dokumentasi)

Ikan Sepat siam merupakan ikan konsumsi yang penting, terutama sebagai sumber protein di daerah pedesaan. Ikan sepat siam memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, dimana awalnya sebagai sumber protein di daerah pedesaan, namun sekarang sudah merupakan sumber protein warga perkotaan bahkan dijadikan makanan bagi para pengunjung ke daerah (Adliana *et al.*, 2012).

Morfologi ikan sepat siam memiliki bentuk tubuh pipih (*compressed*), tubuh dilapisi sisik dari ujung mulut sampai ekor. Tubuh berwarna perak kusam kehitaman sampai agak kehijauan pada hampir seluruh tubuhnya dengan pola warna belang belang hitam dan terdapat sejalar bintik besar kehitaman yang terdapat di sisi tubuh mulai dari belakang mata hingga ke pangkal ekor. Mulut dapat disembulkan (Mulut kecil saat istirahat dan tebal dengan moncong yang pendek, tumpul dan tidak terdapat duri. Bibir atas dan bibir bawah dan hanya bibir rahang atas yang berlipatan). Sepasang lubang hidung tidak memiliki sungut. Posisi mulut berada tepat di ujung hidung (*terminal*). Gurat sisi terdiri dari garis lurus dan ikan ini memiliki sirip yang lengkap yaitu sirip punggung (yang terletak di pertengahan tubuh sampai ke pangkal ekor dan berjumlah 1 buah. Permulaan dasarnya terletak di belakang sirip perut dan terpisah dengan sirip ekor. Sirip dada (*pectoral fin*) terdapat di bawah sudut tutup insang (*operculum*) posisi dasar vertikal. Sirip perut



(*ventral fin*) terletak di bawah sirip dada yang disebut *thoracic*. Sepasang jari terdepan sirip perut bermodifikasi menjadi bulu cambuk. Sirip anus (*anal fin*) menyatu dengan sirip ekor dan tidak diliputi sisik *squama* (*caudal fin*) memiliki bentuk berlekuk tunggal. Seluruh sirip berwarna gelap (Diniya *et al.*, 2013).

Ikan sepat siam merupakan ikan omnivora yang memakan tumbuhan air serta lumut, disamping memangsa hewan-hewan kecil di air. Ikan sepat siam juga merupakan ikan penggerogot (*grazer*) yang memunguti jasad-jasad penempel di sela-sela tanaman air, ikan sepat dapat hidup di danau, waduk, sungai, genangan air sempit, dan air kubangan, ikan sepat siam dapat hidup di perairan yang derajat keasamannya (pH) rendah karena memiliki alat pernapasan tambahan yang disebut labirin. Ikan ini dapat berkembang biak di rawa-rawa Indonesia dengan pH berkisar 4-9. Ikan sepat bisa hidup pada suhu 25- 35 °C. Tempat yang sangat cocok bagi ikan ini biasanya dengan daerah yang mempunyai ketinggian yang tidak lebih dari 800 meter dari permukaan laut (Irawan & Muhammad, 2016). Ikan sepat siam hidup di perairan rawa banjiran, dimana rawa ini tergenang air secara permanen atau musiman, genangan air cenderung dangkal, berlumpur, dan banyak vegetasi tanaman air Rais *et al.*(2020), di Danau Tuok Tengah selama penelitian menunjukkan bahwa suhu berkisar 28-30 °C, kecerahan berkisar 50-87 cm, pH 5, Oksigen Terlarut berkisar 2,24-4 mg/L, karbondioksida bebas berkisar 7,99-15,98 mg/L, Amoniak berkisar 0,0420-0,0552 mg/L, Nitrat berkisar 0,1475-0,2401 mg/L, dan fosfat berkisar 0,0671-0,0940 mg/L. berdasarkan hasil pengukuran parameter ekologi di Danau Tuok Tengah masih dapat mendukung kelangsungan hidup ikan sepat siam (Putra *et al.*, 2022).

1.6.2 Penyakit dan parasit pada ikan

Secara umum, penyakit yang menyerang ikan yang di budidaya atau di perairan alami merupakan suatu kendala utama dalam perikanan. Salah satu penyakit ikan yaitu parasite. Parasit merupakan organisme yang hidup pada tubuh organisme lain dan akan mengakibatkan kerugian pada organisme yang ditempatinya atau inangnya (Sari *et al.*, 2019). Parasit memiliki habitat tertentu dalam tubuh ikan yaitu ektoparasit merupakan parasit yang hidup dipermukaan tubuh ikan, pada organ mukus, sirip dan insang seperti parasit dari kelompok ciliata, flagellate, monogenea, copepoda, isopod, branchiura dan lintah, sedangkan endoparasit merupakan parasit yang hidup pada organ bagian dalam ikan pada organ hati dan sistem pencernaan seperti parasit dari kelompok trematoda, cestoda, nematoda, acanthocephala, coccidia, microsporidia dan amoeba (Anshary, 2019).

Endoparasit dapat menginfeksi di dalam tubuh inang seperti alat pencernaan, usus, ginjal dan hati (Filzah *et al.*, 2018). Endoparasit yang menyerang ikan akan mempengaruhi pertumbuhan ikan, adanya pengaruh yang ditimbulkan dapat diawali dengan terjadinya gangguan pada sistem metabolisme tubuh inang hingga dapat merusak organ usus dan lambung yang akan mempengaruhi pertumbuhan ikan dan dapat menyebabkan kematian pada ikan (Nofyan *et al.*, 2015). Serangan parasit pada ikan akan menimbulkan gejala klinis pada ikan berupa kelainan tubuh maupun organ-organ lainnya dan kelainan fisik pada ikan yang terserang penyakit (Wirawan *et al.*, 2018). Penyebab dampak buruk serangan parasit ialah keadaan stres pada ikan, buruknya kualitas air, padat penebaran dan tidak seimbangnya daya dukung lingkungan (Bauw *et al.*, 2016).

Adapun jenis endoparasit yang menyerang ikan air tawar antara lain:

1.6.2.1 *Clinostomum* sp.

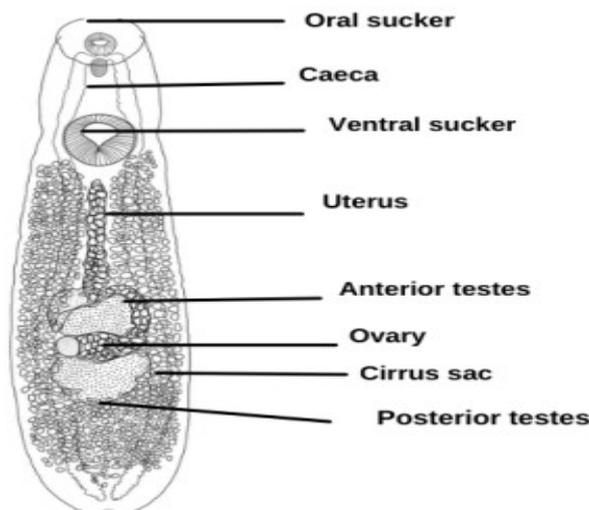
Menurut WoRMS (2023) klasifikasi *Clinostomum* sp adalah sebagai berikut:

Filum : Platyhelminthes
 Kelas : Trematoda
 Ordo : Digenea
 Famili : Clinostomidae



Clinostomum
Clinostomum sp.

Adapun bentuk morfologi dari parasit *Clinostomum* ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. *Clinostomum complanatum* (Rosser et al., 2017)

Beberapa tahun terakhir, penelitian tentang taksonomi spesies *Clinostomum* sp. menggunakan pendekatan morfologi. Namun, ada beberapa kesulitan dalam diagnosis morfologi spesies karena tingginya kesamaan di dalamnya, sementara beberapa perbedaan yang relatif kecil didiagnosis pada tubuh parasit *Clinostomum* yang kecil/lunak seperti pada beberapa trematoda digenean lainnya. Dalam beberapa tahun terakhir, teknik molekuler yang canggih telah berhasil digunakan untuk mengidentifikasi spesies trematoda dan menyelidiki siklus hidup menggunakan hubungan genetik (Salem et al., 2021). Adapun beberapa penelitian mengidentifikasi parasit *Clinostomum* yaitu *Clinostomum complanatum* dan *Clinostomum marginatum*, Rudolphi, 1819 (Dzikowski et al., 2004), *Clinostomum* sp (Pinto et al., 2015), *Clinostomum detruncatum* (Acosta et al., 2016), *Clinostomum album*, *Clinostomum* sp., *Clinostomum marginatum*, Rudolphi, 1819 (Rosser et al., 2017), *Clinostomum* Leidy, 1856 (Locke et al., 2019), *Clinostomum marginatum* (Souza et al., 2020), *Clinostomum phalacrocoracis* dan *Clinostomum complanatum* (Salem et al., 2021), namun pada WoRMS (2024) spesies parasit *Clinostomum* yang valid ialah *Clinostomum* Leidy, 1856, *Clinostomum marginatum*, Rudolphi, 1814 dan *Clinostomum piscidium* Southwell & Prashad, 1918.

Trematoda adalah heteroxenous atau parasit yang memiliki lebih dari satu inang untuk menyelesaikan siklus hidupnya, dan tahap dewasa parasit dari kelompok trematoda dapat menginfeksi golongan vertebrata, seperti ikan, burung atau mamalia (Anshary, 2019). Parasit *Clinostomum* sp hidup di air tawar dan muara di seluruh dunia dan memiliki siklus hidup tidak langsung, dimana pada stadia dewasa umumnya terdapat pada rongga bukal dan esofagus burung pemakan ikan sebagai hospes definitif. Siput adalah inang perantara pertama yang menyimpan sporokista, sedangkan ikan, reptil, dan amfibi adalah inang perantara kedua yang menyimpan tahap metaserkaria dan target organ infeksi termasuk organ dalam dan luar (misalnya usus, lambung, operkulum, otot, mulut, jantung, insang, rongga tubuh, sirip) (Tavares-Dias et al., 2021).

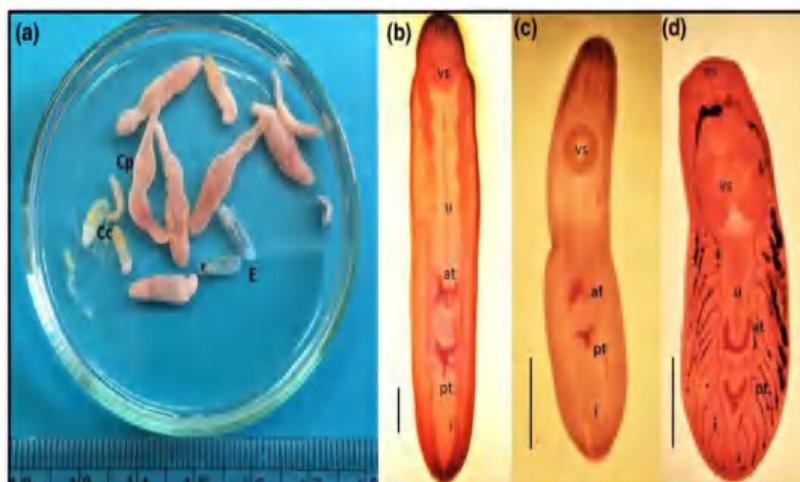
Clinostomiasis adalah penyakit ikan air tawar yang disebabkan oleh trematoda digenetik dalam genus *Clinostomum*. Parasit ini dikenal sebagai belatung kuning dengan tonjolan yang mengandung metaserkaria; nodul berbentuk elips atau berlian berwarna putih kekuningan (Gambar 4). Penyakit 'lundi kuning' yang disebabkan oleh *C. complanatum*. Tahap metacercaria *C. complanatum* bersifat zoonosis, menyebabkan penyakit 'Laryngopharyngitis' yang dapat menyebabkan kematian karena sesak napas pada manusia yang terinfeksi. Ikan terinfeksi yang tidak dimasak dengan benar dapat menularkan *C. complanatum* ke manusia. Tahap metacercariae (EMC) kepada konsumen. EMC menempel pada mukosa esofagus manusia (Mahdy et al., 2022).



Clinostomum sp ditemukan pada organ usus berbentuk larva atau biasa disebut dengan metaserkaria. Adapun ciri-ciri dari Metaserkaria *Clinostomum* yaitu berwarna kekuningan, berbentuk elips, memiliki dua sucker (pengait) pada bagian anterior. *Clinostomum* yang terinfeksi memiliki sepat berukuran panjang 0,03 (0,02-0,04) mm dan lebar 0,02 (0,01-0,03) mm. Penelitian ini menyatakan bahwa parasit *Clinostomum* bentuk tubuh pipih dorsoventral, tidak bersegmen

dan oval. *Clinostomum* mempunyai 2 alat pengait (sucker) yaitu oral sucker dan ventral sucker yang berfungsi untuk menempel pada inang dan akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan pada inangnya (Riauwaty & Windarti, 2011).

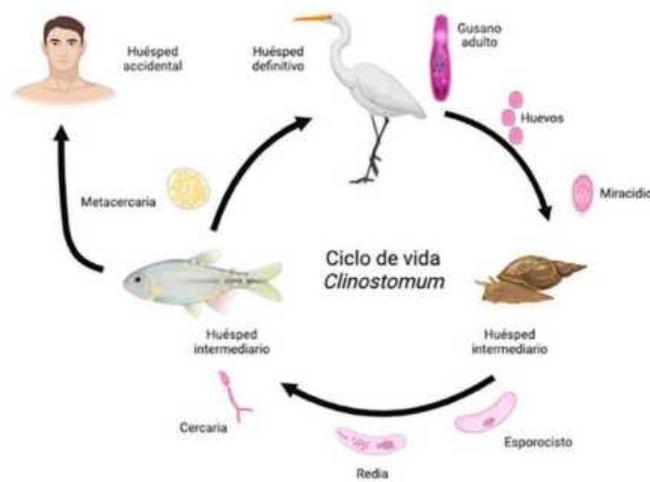
Ikan yang terserang *Clinostomum* sp. akan menunjukkan perubahan tingkah laku, pertumbuhan terganggu, bobot badan menurun, kehilangan nafsu makan, warna tubuh pucat, berenang lambat dan ikan akan mati bila ditransportasikan jarak jauh (Riauwaty *et al.* 2011). Dan ikan yang terserang parasit *Clinostomum* sp yaitu perubahan tingkah laku, iritasi kulit dan pada infeksi berat dapat menyebabkan kematian pada ikan. Dan ditemukan pada bagian tubuh ikan, insang dan organ visceral (Riauwaty *et al.* 2012). Beberapa spesies *Clinostomum* sp yang dilaporkan sebagai endoparasite adalah *Clinostomum marginatum*, *Clinostomum complanatum*, *Clinostomum Leidy* yang telah ditemukan dan diidentifikasi. Parasit ini ditemukan pada organ usus ikan sepat siam (Rosser *et al.* (2017); Locke *et al.* (2019).



Gambar 4. (a) Metaserkaria *Clinostomum*, (b) *Clinostomum phalacrocoracis*, (c) *C. complanatum* dan (d) *E. heterostomum* (Mahdy *et al.*, 2021)

Siklus hidup *Clinostomum complanatum*, parasit dewasa pada burung pemakan ikan dan mamalia dan beberapa moluska sebagai inang antara I dan ikan merupakan inang antara II dari *Clinostomum complanatum*, dalam tubuh ikan air tawar cacing akan berkembang dari cercaria menjadi metacercaria. Parasit dewasa *Clinostomum complanatum* hidup pada burung bangau biru (heron), cacing tersebut melekat dengan menggunakan otot-otot *sucker*. Telur dikeluarkan dari cacing dewasa dan masuk ke perairan ketika burung sedang mencari makan dan mengeluarkan feses di tempat mencari makan. Mirasidium yang dilengkapi dengan silia akan keluar dari telur, berenang di dalam air dan memiliki *stylet* atau tonjolan duri untuk penetrasi pada inang perantara pertama yaitu siput. Didalam tubuh siput mirasidium berkembang menjadi sporokista. Sporokista berkembang menjadi redia, redia berisi serkaria yang keluar dengan berenang bebas di dalam perairan dan kontak langsung dengan ikan sebagai perantara dua. Serkaria melakukan penetrasi melalui kulit ikan di dalam otot inangnya, melepaskan ekornya dan membentuk kista, yang biasa disebut dengan *yellow grub* (Kurniawan, 2016). Siklus hidup kompleks trematoda ini melibatkan (a) hospes perantara, siput pulmonat air tawar dan poikilotermik (ikan, katak, kadal air) dan (b) hospes definitif yang merupakan vertebrata piscivorous endotermik, terutama burung (Shareef & Abidi, 2012) (Gambar 5).





Gambar 5. Skema siklus hidup *Clinostomum* sp. (Seren-Urbe *et al.*, 2022).

Penelitian Menconi *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa di Danau Endine di Italia memiliki kondisi lingkungan yang menguntungkan untuk siklus hidup parasit *C. complanatum* seperti kedalaman dangkal (maks. 9,4 m) dan menampung beberapa spesies moluska, ikan, dan burung yang terlibat dalam siklus hidup parasit. Siklus hidup *C. complanatum*, tahap dewasa berada di rongga bukal burung dan reptil piscivora tetapi jarang pada mamalia, termasuk manusia. Hospes perantara pertama adalah gastropoda air tawar dan yang kedua adalah spesies ikan dan amfibi. Pada hospes perantara pertama, miracidia menetas dari telur dan mengalami reproduksi aseksual beberapa kali sebelum berkembang menjadi sporokista, rediae, dan kemudian cercaria. Serkaria yang berenang bebas menembus kulit ikan, di mana mereka berkembang menjadi metaserkaria yang menular pada burung piscivorous, inang definitive.

Ikan yang dikumpulkan dari Sungai Shiroud yang ditemukan terinfeksi *C. complanatum*, menunjukkan bahwa hanya Sungai Shiroud yang memiliki kondisi lingkungan dan/atau biologis yang sesuai untuk penyelesaian siklus hidup parasit *C. complanatum*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telur parasit tersebar di seluruh wilayah melalui unggas/ burung yang terinfeksi tetapi hanya dapat mencapai ikan, inang perantara keduanya, di wilayah Sungai Shiroud iklim daerah penelitian sangat bervariasi, kering di dekat Sungai Gorganroud dan subtropis di dekat Sungai Shiroud, Perbedaan iklim ini dapat mempengaruhi kelangsungan hidup telur parasit dan miracidium yang membutuhkan lingkungan perairan untuk bertahan hidup dan siput sebagai hospes perantara pertama. Distribusi geografis terbatas yang ditentukan untuk parasit *C. complanatum* di Iran utara disebabkan oleh terbatasnya distribusi hospes perantara pertama yang cocok, yaitu siput. Saat ini, hospes perantara pertama untuk *C. complanatum* di wilayah tersebut tidak diketahui. Maka hal ini salah satu bidang penting untuk studi masa depan adalah penentuan dan identifikasi spesifik inang perantara alami pertama untuk parasit *C. complanatum* (Aghlmandi *et al.*, 2018).

Metaserkaria dari spesies *Clinostomum* tersebar di berbagai cekungan hidrografi di Brasil melalui burung piscivora yang terinfeksi, dan dengan demikian dapat mencapai moluska dan ikan, yang merupakan hospes perantara. Namun demikian, diketahui bahwa batas geografis spesies *Clinostomum* pada ikan inang dihasilkan oleh pengaruh gabungan faktor abiotik dan biotik, tetapi pengaruh berbagai faktor dan interaksinya terhadap dinamika populasi pada batas distribusi parasit ini masih sedikit diselidiki (Tavares-Dias *et al.*, 2021).

Clinostomum complanatum merupakan trematoda digenetik yang biasanya menginfeksi unggas air pemakan ikan. Jika manusia mengonsumsi ikan mentah, kebetulan secara tidak sengaja menempel pada permukaan selaput lendir tenggorokan dan menyebabkan sindrom klinis yang disebut halzoun, infeksi ikan *C. complanatum* dilaporkan di Jepang, banyak kasus telah dijelaskan di Jepang, (Park *et al.*, 2009).

pada penelitian Hara *et al.* (2014) tentang Seorang pria Jepang berusia 64 tahun men rawat jalan otolaringologi Rumah Sakit Universitas Yamaguchi, Ube, Jepang. 1 batuk yang tiba-tiba berkembang dan sensasi iritasi di tenggorokan. Dia juga gorokan intermiten. Gejalanya muncul dua hari setelah dia makan sashimi ikan mas, taserkaria memasuki tubuh pasien, mengeluarkan kista di perut, bermigrasi melalui

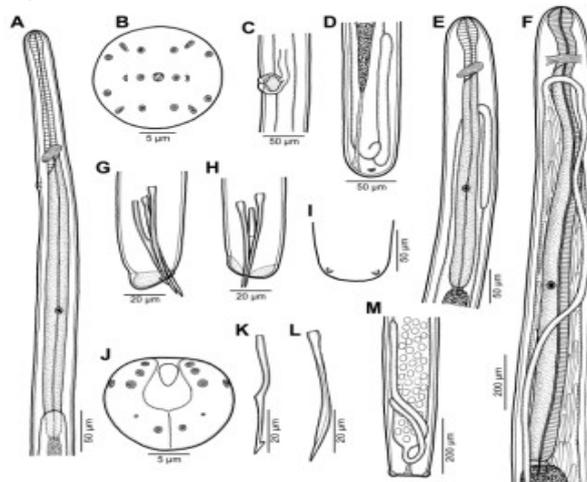


kerongkongan, kemudian menempel di tenggorokan dan matang, menyebabkan laringitis parasite. Dan Park *et al.* (2009) tentang Seorang pria Korea berusia 33 tahun mengunjungi sebuah klinik medis dengan keluhan rasa tidak nyaman dan nyeri tenggorokan selama satu minggu, Gejala tersebut terjadi setelah makan ikan air payau mentah. Dalam kasus infeksi manusia yang tidak disengaja, *Clinostomum* menempel pada selaput lendir tenggorokan. Biasanya menyebabkan faringitis akut atau radang tenggorokan; kebanyakan kasus tidak serius dan bahkan dapat sembuh sendiri. Jika gejala yang disebut halzoun terjadi setelah makan ikan mentah, terapi utamanya adalah pengangkatan cacing parasit secara endoskopik.

1.6.2.2 *Philometra* sp.

Menurut Menurut WoRMS (2023) klasifikasi *Philometra* sp yang ditunjukkan pada Gambar 6 adalah sebagai berikut:

Filum : Nematoda
 Class : Chromadorea
 Ordo : Rhabditida
 Family : Philometridae
 Genus : *Philometra*
 Spesies : *Philometra* sp.



Gambar 6. *Philometra rubra* (Measures *et al.*, 2017).

Ket. (A) Anterior extremity of adult male, lateral view. (B) Cephalic extremity of adult male, apical view. (C) Vulva region of mature adult female, lateral view. (D–E) Posterior and anterior extremities of mature adult female, lateral views. (F) Anterior extremity of adult gravid female, lateral view. (G–H) Caudal extremity of adult male, lateral and ventral views. (I) Caudal extremity of mature adult females, dorsoventral view. (J) Caudal extremity of adult male, apical view. (K–L) Gubernaculum and spicule, respectively, lateral views. (M) Posterior extremity of adult gravid female, dorsoventral view.

Parasit *Philometra* sp merupakan kelompok parasit yang tersebar luas dan sangat beragam yang menginfeksi berbagai ikan air tawar, air payau, dan laut. Memiliki bentuk morfologi yaitu bubuh filiform, keputihan, ramping, kutikula halus, ujung kepala membulat, mulut melingkar, dikelilingi oleh 4 pasang papila cephalic submedian lingkaran luar, ujung anterior dan posterior betina gravid Pengukuran alotipe dalam kurung, tubuh spesimen tetap berwarna keputihan dengan usus coklat tua terpisah terlihat melalui kutikula, dengan ujung membulat. Panjang bodi adalah 218,6 (159–275) mm dan lebar 2,43 (1,05–2,78) mm. ujung anterior tubuh sedikit lebih lebar dari ujung posterior. Kutikula tersegmentasi dengan sangat tanpa atasan yang terpisah, panjang kutikula adalah 1:1.34 - 1.95. dan ujung kepala kepala tidak jelas pada tampilan lateral. Oral aperture melingkar kecil, bagian bawah lobus esofagus datar dan dikelilingi oleh cincin sempit kutikula (Selvakumar *et al.*,



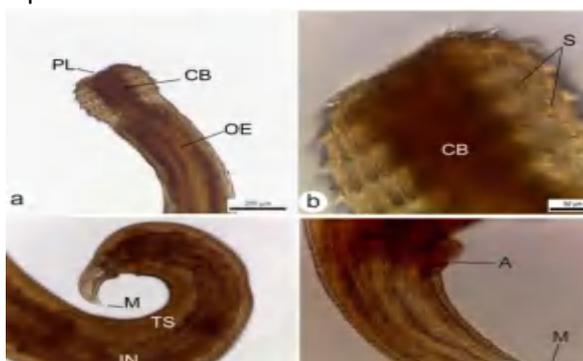
ada adalah ovipar kecuali genera *Camallanus*, *Philometra*, dan *Skrjabillanus* dimana dalam empat tahap dan pada tahap keempat ini organ seksual menjadi dewasa. g Nematoda membutuhkan satu hingga dua inang antara sebelum menuju inang

definitif dan ikan dapat menjadi inang antara dan inang definitif. Ikan mulai terinfeksi cacing Nematoda yang berasal dari crustacea (Grabda, 1991). Parasit philometrid sangat patogen, yang dapat menyerang organ sistem peredaran darah, mata, otot, kulit dan jaringan subkutan, gonad, kantong renang, dan rongga tubuh inang ikan Moravec (2004). Tingkat infeksi yang tinggi dapat mengakibatkan kematian pada ikan (Measures *et al.*, 2017).

1.6.2.3 *Gnathostoma* sp.

Menurut Menurut WoRMS (2023) klasifikasi *Gnathostoma* sp yang ditunjukkan pada Gambar 7 adalah sebagai berikut:

Filum : Nematoda,
 Kelas : Secernentea,
 Ordo : Spirurida
 Family : Gnatostomatidae
 Genus : *Gnathostoma*
 Spesies : *Gnathostoma* sp.



Gambar 7. *Gnathostoma* sp. (Mostafa *et al.*, 2022).

Ket. **a.** anterior cacing; cephalic bulb (CB), bulbous lip (BL), ong muscular esophagus (OS), **b.** Perbesaran ekstremitas anterior; cephalic bulb (CB), deretan duri melingkar (S). **c.** posterior; striasi transversal kutikula (TS), usus (IN), mucron (M), **d.** Pembesaran ekstremitas posterior; bukaan anus (A) dan runcing mucron (M).

Gnathostoma sp. pada stadium ketiga memiliki bentuk tubuh silinder, berwarna merah, bentuk kepala menyerupai bola lampu dan di ujungnya terdapat sepasang bibir. Pada bagian tubuh dikelilingi oleh duri halus, pada bagian posterior jarak duri semakin renggang, serta banyak duri kecil di ujung posterior. Parasit ini mampu menginvasi saluran pencernaan hewan yang menjadi inangnya karena terlindungi oleh lapisan kutikula. *Gnathostoma* sp. merupakan salah satu jenis dari nematoda parasitik yang terdapat pada hewan karnivora sebagai inang definitifnya. *Gnathostoma* sp. sering ditemukan di lingkungan tropis basah terutama di wilayah Asia Tenggara (Mugiyarto *et al.*, 2021).

Gnathostoma sp. termasuk golongan endoparasite, *Gnathostoma* sp terdapat pada usus, hati, jantung, empedu, dalam daging dan gonad. Gejala klinis ikan yang terserang parasit ini adalah kondisi jaringan organ tubuh yang diinfeksi akan mengalami kerusakan, termasuk kondisi jaringannya, dapat mengakibatkan peradangan dan juga menyebabkan abnormalitas system (Alvin *et al.*, 2019).

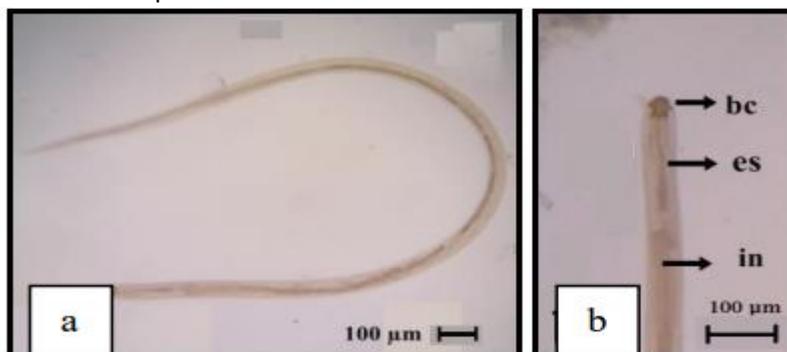
Di negara-negara Asia, belut rawa budidaya dan liar memiliki prevalensi infeksi yang tinggi oleh nematoda parasit *Gnathostoma* spp. dan *Eustrongylides* spp., keduanya dikenal sebagai sumber penyakit zoonosis, tersebar luas, dan memiliki siklus hidup kompleks yang melibatkan invertebrata (seperti cephalopoda dan oligochaetes) dan vertebrata (misalnya ikan, mamalia, dan burung). Di antara 12 spesies nematoda, 11 spesies telah dilaporkan menginfeksi manusia. *G. spinigerum* umumnya tersebar di Asia Tenggara, dan Asia Tenggara; *G. hispidum* banyak ditemukan di Asia, Australia, dan Eropa



1.6.2.4 *Camallanus* sp.

Menurut Menurut WoRMS (2023) klasifikasi *Camallanus* sp. yang ditunjukkan pada Gambar 8 adalah sebagai berikut:

Filum : Platyhelminthes
 Kelas : Nematoda
 Famili : Camalanidae
 Genus : *Camallanus*
 Spesies : *Camallanus* sp.



Gambar 8. *Camallanus* sp. (Ghassani *et al.*, 2016).

Ket. a = morfologi bentuk seluruh tubuh, b = bagian anterior tubuh, terdiri dari: buccal-cavity (bc), esophagus (es), intestine (in).

Camallanus sp. ini dapat menyebabkan camallanosis. Selain menyerang usus, parasit ini juga dapat menginfeksi pilorus sekum. Cacing betina panjangnya dapat mencapai 10 mm, sementara cacing jantan mencapai 3 mm (Muslimah *et al.*, 2019). *Camallanus* sp. memiliki mulut memanjang secara dorsoventral, tanpa bibir, dan memiliki buccal capsule yang dilapisi dengan kutikula tebal (Akbar dan Fran, 2013). Rongga mulut berbentuk membulat, bagian lubang tengahnya sempit dan bagian tepinya terdapat struktur seperti celah (slit-like). Bagian posterior meruncing terdapat anus di bagian ujungnya (Ghassani *et al.*, 2016)

Siklus hidup cacing ini melibatkan crustacea, copepod dan cyclopoid sebagai inang antara pada vertebrata khususnya ikan air tawar dan payau (Nurchahyo, 2018). Cacing dewasa berkopulasi di ikan kemudian betinanya membawa larva menuju lumen usus. Larva akhirnya berada di air. larva akan termakan copepoda yang akan terinfeksi pada hemocouelnya. Copepoda sebagai inang antara yang berisi larva stadium ketiga dari *Camallanus* sp. tersebut dimakan oleh inang akhir yakni ikan. melalui ingesti dan digesti copepoda, larva cacing melekat pada mukosa dan berkembang menuju stadium dewasa pada ikan sebagai inang akhir. Inang paratenik mungkin termasuk dalam siklus parasit ini, dengan cara ini beberapa ikan membawa sejumlah besar larva dan akan berakhir pada saluran pencernaan ikan (Muslimah *et al.*, 2019).

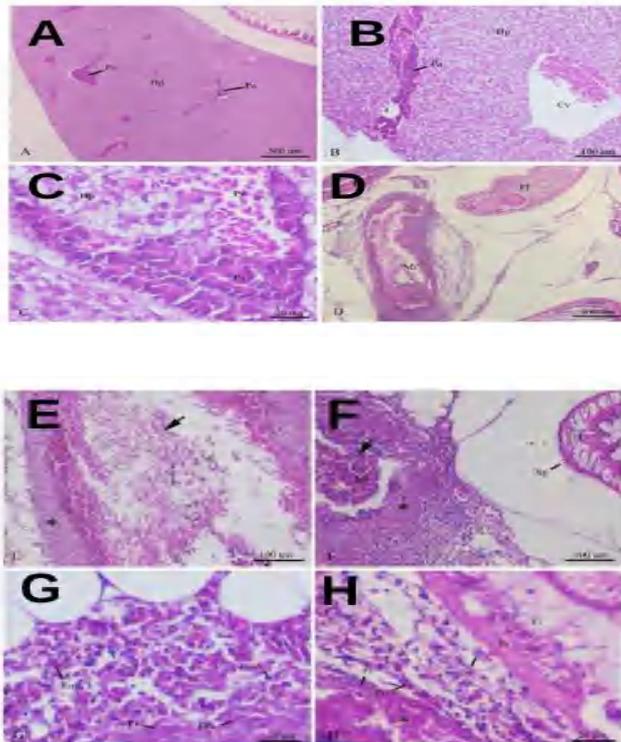
Tanda klinis pada ikan yang terserang *Camallanus* sp. yaitu terjadinya pendarahan pada usus dan anus, erosi pada mukosa usus, berwarna pucat akibat kekurangan darah hingga mengakibatkan cacat dan kematian pada ikan (Muslimah *et al.*, 2019). Parasit *Camallanus* sp, telah dilaporkan bahwa cacing dewasa dapat menyebabkan kerusakan dan lesi ulseratif pada epitel usus meskipun pada kenyataannya larva dari beberapa spesies tidak menyebabkan kerusakan jaringan yang berarti. Infeksi parah terkadang dapat menyebabkan kematian akibat obstruksi usus dari waktu ke waktu terutama pada ikan kecil (Kim *et al.*, 2002).

1.6.3. Histopatologi Akibat Infeksi Parasit



istopatologis merupakan suatu teknik pemeriksaan dengan mempelajari perubahan jaringan yang digunakan untuk menentukan peneguhan diagnosa penyakit pada ikan. Pemeriksaan histopatologi pada ikan dapat memberikan gambaran perubahan infeksi penyakit. Dalam penentuan penyakit pada ikan, diagnosis penyakit merupakan perlu diterapkan (Sudayatma & Eriawati, 2012). Hasil pengamatan gambaran

histopatologi ikan sepat siam yang terinfeksi parasite *C. piscidium* oleh Tansatit *et al.* (2014) terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Histologi ikan usus ikan Sepat siam (*T. pectoralis*) (Tansatit, *et al.*, 2014)
Ket: (A-C) organ yang normal (tidak terinfeksi parasit), (D) Hati ikan yang terinfeksi menunjukkan jalur migrasi (Mt), metacercaria *C. piscidium* (Fl) hadir dalam bentuk tidak berkista di dekat jalur, usus (In). (E), (F) Perbesaran jalur migrasi yang lebih tinggi pada Gambar D. menunjukkan area nekrosis hati masif (panah) di tengah dan lapisan makrofag, sel epiteloid, dan fibroblas di pinggiran (tanda bintang). Metacercaria dari *C. piscidium* menunjukkan tulang belakang tegumental (Sp). (G) Perbesaran lebih tinggi pada lapisan luar lintasan pada gambar F. menunjukkan campuran sel inflamasi yang meliputi sel granular eosinofilik (Eo), limfosit (Lym), sel epiteloid (Epi) dan fibroblas (Fi). (H) Sejumlah sel granular fibroblas (Fi) dan eosinofilik (Eo) diamati pada lapisan luar jalur (tanda bintang) yang berkontak dekat dengan tegument parasit (Te).

Trematoda biasanya melukai inangnya dengan kerusakan mekanis akibat memakan jaringan inang (Ochieng *et al.*, 2012). Pembentukan kista di lapisan dalam rongga perut dan di dalam otot menyebabkan kerusakan pada jaringan otot dan organ dalam. Bergantung pada intensitas infeksi, hasilnya bervariasi dari pertumbuhan yang terhambat dan penurunan efisiensi reproduksi hingga manifestasi klinis gejala perdarahan pada permukaan tubuh dan kematian massal (Bera *et al.*, 2021).

Histopatologi menunjukkan bahwa epitel operkular yang mengelilingi metacercaria bersifat nekrotik, infiltrasi berat limfosit dan eosinofil di tempat infeksi dan jaringan sekitarnya. Jumlah limfosit tampaknya tinggi di tempat infeksi, sedangkan eosinofil tinggi di jaringan sekitarnya. Jaringan otot operkular yang mengelilingi metacercaria menunjukkan nekrosis berat dan fibrosis, ada kerusakan jaringan yang parah dan infiltrasi sel kekebalan di daerah infeksi. Sel-sel kekebalan yang disusupi di lokasi infeksi juga dicatat dalam penelitian sebelumnya (Shareef dan Abidi, 2012).

Infeksi cacing secara signifikan dapat mengubah jumlah leukosit dalam sirkulasi dan merekrut leukosit ke tempat infeksi. Adanya limfosit dan eosinofil pada bagian yang terinfeksi mungkin merupakan hasil respon imun dini. Mekanisme pertahanan bawaan dan adaptif mendukung ikan dalam meminimalkan infeksi (Jithila & Prasad, 2019). Saluran pencernaan ikan merupakan organ yang paling rentan terhadap infeksi cacing *Procamallus* sp dan *Camallanus* sp. Usus halus menyediakan sumber nutrisi dan cairan tubuh, sel jaringan, cairan tubuh dan sari-sari makanan yang terkandung dalam lumen usus. Struktur dan fisiologi usus (mikrohabitat parasit) yang dapat mempengaruhi keberadaan parasit (Laryani *et al.*, 2022).



1.6.4 Pengaruh lingkungan terhadap perkembangan parasit

Timbulnya penyakit pada ikan merupakan interaksi inang (ikan), jasad (patogen) dan lingkungan (air). Faktor lingkungan memegang peran penting dalam munculnya penyakit parasit pada ikan. Dalam interaksi tersebut air dapat menimbulkan pengaruh positif maupun negatif terhadap hubungan antara ikan dan parasit, dengan demikian lingkungan air dapat menjadi media penularan penyakit parasit pada ikan (Nurchahyo, 2018).

Kondisi lingkungan yang mengalami perubahan dapat menjadi pemicu menurunnya keseimbangan tubuh ikan (biota air) sehingga menyebabkan daya tahan tubuh ikan menjadi menurun, pada kondisi ini ikan menjadi lebih rentan terhadap infeksi patogen (Hardi, 2015). Parasit pada ikan membutuhkan kondisi lingkungan yang dapat mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Jika Kondisi lingkungan berupa kualitas air yang buruk, banyaknya bahan organik dalam kolam, kondisi air yang tergenang, fluktuasi suhu yang drastis, suhu yang rendah dan padat penebaran kolam yang tinggi, maka parasit akan mudah menyerang ikan yang dibudidayakan. Selain itu jumlah inang tertentu juga dibutuhkan untuk kelangsungan hidup parasit. Kenaikan jumlah inang pada suatu kolam akan menaikkan jumlah penyebaran parasit pada inang (Anisah *et al.*, 2016).

Kondisi lingkungan yang buruk dapat mempermudah perkembangan biakan parasit sehingga populasi parasit menjadi banyak, dimana parasit yang memiliki siklus hidup langsung seperti monogenean dan arthropoda, perkembangan parasitnya ditentukan oleh parameter kualitas air seperti suhu, ketika suhu relatif tinggi maka perkembangan parasit menjadi lebih cepat siklus hidupnya (Anshary, 2019). Cacing trematoda membutuhkan media air dalam siklus hidupnya. Hal ini trematoda termasuk ke dalam siklus hidup tidak langsung, telur cacing trematoda akan menetas di dalam air dan berkembang menjadi mirasidium, kemudian menginfeksi hospes perantara pertama, lalu berkembang menjadi serkaria. Keadaan alam di Indonesia dengan curah hujan dan kelembapan yang tinggi memungkinkan parasit seperti cacing berkembang dengan baik karena sifatnya hermaphrodit. bahwa cacing akan berkembangbiak dengan cepat pada kondisi lingkungan yang basah dan tercemar. Lingkungan yang layak kehidupan ikan adalah suatu lingkungan yang mendukung kehidupan ikan (Azizah *et al.*, 2023). Kelayakan suatu perairan sebagai lingkungan hidup bagi ikan dan organisme lainnya sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat perairan seperti suhu, derajat keasamaan dan oksigen terlarut. Kualitas air dalam suatu akuakultur harus diperhatikan (Nurchahyo, 2018).

Faktor kondisi merupakan indeks yang merupakan interaksi antara faktor biotik dan abiotik dalam suatu lingkungan, kondisi fisiologis ikan dimana, faktor kondisi dapat bervariasi antar spesies ikan di lokasi berbeda (Getso *et al.*, 2017). Faktor kondisi (K) digunakan untuk membandingkan "kondisi", yaitu kegemukan atau kesejahteraan ikan, yang didasarkan pada hipotesis bahwa ikan yang lebih berat dengan panjang tertentu berada dalam kondisi fisiologis yang lebih baik. Ini juga merupakan indeks yang berguna untuk memantau intensitas pemberian makan, umur, dan tingkat pertumbuhan ikan (Seher & Suleyman, 2012). Ikan dikatakan menunjukkan pertumbuhan isometrik ketika panjang bertambah sebanding dengan berat badan, koefisien regresi untuk pertumbuhan isometrik adalah '3' dan nilai yang lebih besar dari '3' menunjukkan pertumbuhan alometrik (Muttaqin *et al.*, 2016).

1.6.5 Polymerase Chain Reaction (PCR)

Diagnosa penyakit atau deteksi parasit bisa dilakukan dengan beberapa teknik antara lain yaitu secara morfologi dan molekuler. Identifikasi spesies bisa dilakukan dengan menggunakan metode morfologi dan molekuler. Morfologi merupakan ilmu pengetahuan mengenai bentuk tumbuh dan susunan pada ikan sedangkan identifikasi molekuler merupakan teknik identifikasi yang mengacu pada susunan basa nukleotida yang dimiliki suatu spesies (Putri & Madduppa, 2020).

Identifikasi molekuler dengan menggunakan teknik PCR adalah suatu teknik yang dipakai untuk memisahkan dan mengamplifikasi DNA secara *in-vitro* dengan cara enzimatik. Segmen DNA yang terlokalisasi di antara dua bagian yang telah diketahui urutan nukleotidanya yang terlokalisasi (Soegijanto, 2016). PCR merupakan teknologi deteksi secara visual dengan menggunakan teknik PCR yang memiliki keunggulan yaitu sensitivitas yang akurat, mudah dan cepat. Aspek PCR adalah desain dan pemilihan primer yang optimal, primer merupakan rangkain yang berbasal dari template DNA target (Aqil *et al.*, 2019).



Pada penanda wilayah/region pada eukaryot yaitu region 5,8S rRNA, 18S rRNA dan 28S rRNA (Yuwono, 2005). Penanda molekuler yang banyak digunakan untuk identifikasi adalah ITS (Internal transcribed spacer) secara structural gen ITS memiliki kelebihan yaitu memiliki daerah *coaseverd* yang tinggi (highly conserved region), memiliki similaritas dengan organisme dengan jarak evolusi yang lumayan jauh, dan mempunyai sekuen dengan variabilitas genetik yang tinggi dengan kelebihan penanda ITS dapat digunakan untuk determinasi genus dan spesies (Habibi, 2010).

Penanda molekuler Gen 18S rRNA merupakan salah satu gen referensi yang berada pada organisme eukaryot, gen ini banyak digunakan sebagai kontrol internal pada proses analisis ekspresi gen, gen 18S rRNA memiliki ukuran 1800 bp (base pair) dan terletak pada genom inti. Gen 18S rRNA memiliki ekspresi gen yang stabil dan tidak diinduksi oleh perlakuan luar (Hanifa *et al.*, 2021). Teknik molekuler telah dikembangkan untuk melacak keberadaan sekuensi DNA spesifik dari organisme gen 18S rRNA untuk menentukan hubungan suatu organisme dalam ciri morfologi umum. Gen 18S rRNA sering digunakan untuk studi filogenetik karena memiliki area yang konservasi. Wilayah yang unik dan terkonservasi cepat digunakan untuk mengkarakterisasi organisme yang bersangkutan, sehingga menjadi urutan tanda suatu organisme dan juga data basa nukleotida gen 18S rRNA memungkinkan untuk digunakan dalam membangun pohon filogenetik yang menunjukkan garis keturunan dan kekerabatan suatu organisme (Rohmani *et al.*, 2021).

Penanda molekuler asal mitokondria dan ribosom juga bisa efektif untuk mengidentifikasi spesies baru: *Clinostomum tataxumui* dan memvalidasi *C. complanatum* dari ikan air tawar dan burung pemakan ikan di Meksiko dan menggunakan region internal yang di transkripsi spacer 1 (ITS1) untuk mengonfirmasi *Clinostomum marginatum* dan membandingkannya dengan spesimen dewasa dan larva dari inang dan lokasi yang berbeda (Bera *et al.*, 2021). Terdapat berbagai jenis sekuens DNA barcode yang dapat digunakan dalam identifikasi, salah satunya ITS (Internal Transcribed Spacer). ITS merupakan sekuens DNA barcode universal dan bersifat konservatif serta berukuran pendek sehingga mudah untuk diamplifikasi (Umesha *et al.*, 2016).

Beberapa tahun terakhir, teknik molekuler canggih telah berhasil digunakan untuk mengidentifikasi spesies trematoda dan menyelidiki siklus hidup menggunakan hubungan genetik di antara periode perkembangan dan perubahan taksonomi yang signifikan dari spesies *Clinostomum* telah dicapai dengan menggunakan pendekatan gabungan morfologis dan molekuler untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan keanekaragaman dan kesamaan intraspesifik morfologis (Salem *et al.*, 2016). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan Salem *et al.* (2021) dari wilayah mtDNA COI dari *C. complanatum* dan *C. phalacrocoracis* Cagatay *et al.* (2022) wilayah ITS rRNA hasil yang didapat pada penelitian 1000 bp *C. complanatum*. Dan Bera *et al.* (2021) wilayah ITS dengan hasil 650 bp *C. complanatum*, Dzikowski *et al.* (2004), primer spesifik, dan menggunakan gen target internal transcribed spacer (ITS), terdiri atas primer forward (5-TCCTGCCAGTAGTCATATG-3) dan primer reverse (5-AATGACCGAGTCTGACAG-3) yang menunjukkan hasil amplifikasi DNA *C. marginatum* menghasilkan 1.230 bp dan *C. complanatum* menghasilkan 670 bp.

Filogenetik molekuler merupakan teknik yang mengkombinasikan metode molekuler dan statistik dalam menentukan hubungan kekerabatan secara evolusi antar organisme atau gen menggunakan struktur dan fungsi molekul beserta informasi perubahannya terhadap waktu. Kemajuan teknologi dan algoritma-algoritma statistik yang telah diciptakan membuat proses sekuensing genom menjadi lebih cepat, murah, dan efektif. Dengan banyaknya data genom yang dipublikasikan, hal ini membuat filogenetik molekuler terus berkembang dan memberikan banyak aplikasi. Tujuan utama analisis filogenetik molekuler adalah menganalisis adanya proses evolusi dan menyajikannya dalam bentuk pohon filogenetik yang secara grafis menunjukkan kekerabatan antar spesies (Dowell, 2008).

Pohon filogenetik dikenal pula dengan istilah filogeni. Filogeni merupakan diagram berupa pohon yang menunjukkan garis evolusi dari spesies, organisme, atau gen berbeda dari suatu nenek moyang yang bermanfaat dalam mengetahui diversitas biologis, menyusun klasifikasi, dan na yang terjadi selama proses evolusi (Baum, 2008). Hubungan kekerabatan antar pat dijelaskan dengan filogeni yang merupakan hasil analisis filogenetik molekuler (12). Oleh karena itu, filogenetik molekuler digunakan sebagai pendekatan untuk unan gen atau genom antar organisme, Informasi yang tersedia merupakan sekuens sekuensing DNA dari suatu sampel.



1.6.6 Kualitas Air

Peranan lingkungan dalam menyebabkan munculnya atau tidaknya suatu penyakit dapat bermacam-macam yakni salah satunya adalah kualitas air yang merupakan media hidup bagi ikan. Agen patogen yang terlibat pada timbulnya penyakit pada ikan tidak dapat bekerja sendiri pada ikan, yang dimana terdapat faktor predisposisi sebagai pemicu stres, hal ini berupa perubahan kualitas air, toksin dan perubahan siklus hidup. Oleh karena itu air merupakan faktor utama untuk keberhasilan dalam budidaya (Nurchahyo, 2018). Lingkungan media budidaya yang tidak terpelihara akan menimbulkan penyakit pada ikan yang dibudidayakan. Faktor fisik, kimiawi, dan biologis air sangat berpengaruh terhadap kesehatan ikan, media kolam yang kotor, suhu, dan kandungan oksigen terlalu tinggi atau rendah, kandungan amoniak yang tinggi, keberadaan ikan atau organisme lain lain dalam media budidaya dapat menyebabkan ikan stress atau mengalami kematian (Afrianto *et al.*, 2015).

Stres terjadi jika suatu faktor lingkungan yang menyebabkan stres atau tekanan (*stressor*) meluas atau melewati kisaran toleransi untuk ikan dan akan mengganggu fungsi fisiologis pada ikan. Stres merupakan suatu keadaan ikan tidak mampu mengatur kondisi fisiologis yang normal karena berbagai faktor yang merugikan yang mempengaruhi kondisi kesehatan ikan (Rahmaningsih, 2018). Kualitas air merupakan salah satu kunci keberhasilan budidaya ikan, sehingga apabila kualitas tidak memenuhi persyaratan maka air tersebut akan menjadi sumber penyakit yang berbahaya maka karena itu perlu dijaga kondisi kualitas air yang optimum bagi ikan sehingga ikan akan selalu sehat dan tidak stres serta tidak mudah terserang parasit. Kondisi kualitas air yang baik atau optimal untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan, akan mendukung produksi suatu kegiatan budidaya ikan Jasmindar, (2011). Kelayakan suatu perairan dipengaruhi oleh sifat-sifat perairan seperti suhu air, derajat keasaman, oksigen terlarut, CO₂, dan senyawa-senyawa beracun yang secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kehidupan ikan (Nurchahyo, 2018).

1.6.7 Karakteristik Danau

Danau Tempe merupakan salah satu danau yang terletak di Sulawesi Selatan yang termasuk kedalam tipe danau paparan banjir dengan titik koordinat 3°39' - 4°16' LS dan 119° 53' - 120° 27' BT dan Danau Tempe memiliki luas 14. 406 hektar, yang terletak di tiga wilayah yaitu Kabupaten yaitu Wajo (8.510 ha), Soppeng (3.000 ha), dan Sidrap (2.896 ha). Pada musim hujan luas Danau Tempe sekitar 45.000 ha dan pada musim kemarau 1.000 ha. Secara topografi dan hidrologi Danau Tempe berdekatan dengan 2 danau di sekitarnya yaitu Sidenreng dan Danau Buaya yang mempunyai daerah pengaliran sungai seluas 6. 138 km², secara limnologi dan ekologi, Danau Tempe termasuk kedalam tipe dalam entropies yaitu berbentuk cawan yang sangat datar dengan karakteristik tersedianya lahan pasang surut luas di sekitar Danau Tempe (Nasir & Nur, 2018)

Air yang masuk ke Danau Tempe berasal dari banyak aliran sungai diantaranya adalah sungai Bila dan Sungai Walannae. Curah hujan pada masing-masing DAS terdapat sedikit berbeda baik intensitas maupun waktunya. Sungai yang mengalirkan airnya dari Danau Tempe ke laut adalah Sungai Cenranae. Danau Tempe memiliki jenis pemanfaatan sumberdaya yang cukup beragam lintas sektoral yaitu sektor perikanan, pertanian, pariwisata dan jasa transportasi. Kegiatan penangkapan sumberdaya perikanan dan pertanian dilakukan secara bergantian. Ketika air naik dan menggenangi seluruh kawasan danau, hampir seluruh masyarakat mengalihkan aktivitasnya menjadi nelayan, dan pada saat air surut lahan yang semula terendam air ditanami oleh berbagai jenis tanaman seperti jagung, kacang hijau, kacang kedelai, padi dan semangka.

Ekosistem Danau Tempe, yang memiliki vegetasi tanaman akuatik berperan sebagai sumber makanan bagi organisme perairan (*feeding ground*), tempat bertelur ikan (*spawning ground*), tempat memijah ikan (*nursery ground*), sekaligus tempat berlindung (*shelter ground*) untuk kelangsungan hidup (Nasir & Nur, 2018). Karakteristik lokasi 1 Danau Tempe (lat: S 4°6'39,46212. Lon: E 119°53'12,46212). Lokasi 1 berdekatan dengan sungai, berdekatan dengan lahan pertanian, memiliki karakteristik vegetasi yang rapat/rimbun oleh tanaman eceng gondok dan pengambilan sampel dan terdapat inang perantara seperti burung pemakan ikan, siput kondisi lingkungan lokasi 1 Danau Tempe dapat mendukung siklus hidup parasit



Danau Lampulung merupakan danau yang terletak di kelurahan Atakkae, Kecamatan Tempe dengan titik koordinat pengambilan sampel (Lat: S 4°8'48, 32988. Lon: E 120°3'40,6141). Karakteristik lokasi 2 Danau Lampulung, dimana lokasi 2 berdekatan dengan pemukiman warga, memiliki kedalaman 1 meter, memiliki karakteristik vegetasi yang rapat/rimbun oleh tanaman eceng gondok dan teratai pada titik pengambilan sampel, memiliki dasar tanah yang berlumpur. terdapat inang perantara seperti burung pemakan ikan, siput dan ikan.

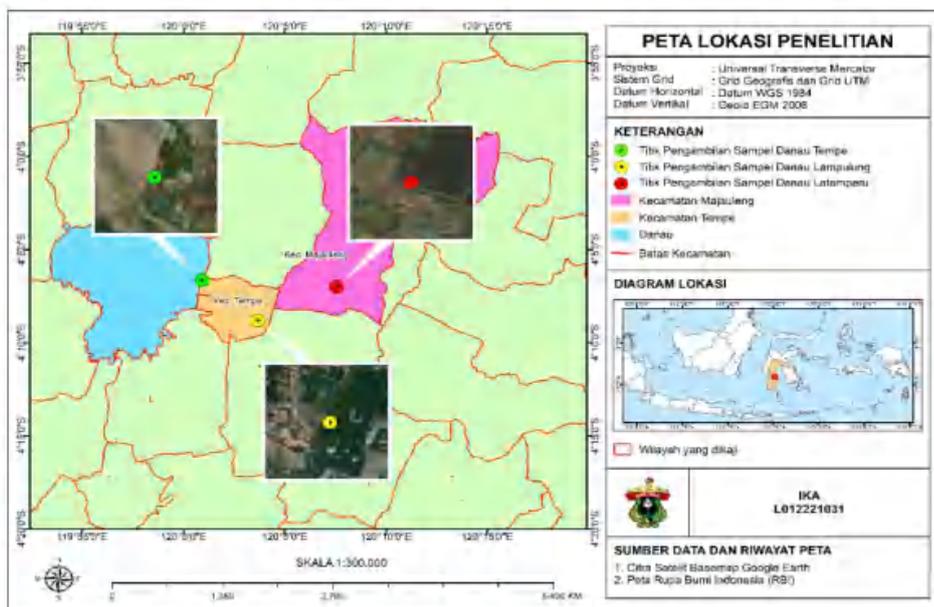
Danau Latamperu merupakan danau yang terletak di kelurahan Tosora, Kecamatan Majauleng dengan titik koordinat pengambilan sampel (Lat: S 4°6'59,82012. Lon: E 120°7'34,54212). Karakteristik lokasi 3 Danau Latamperu dimana lokasi 3 berdekatan dengan lahan pertanian (persawahan), memiliki kedalam 2-3 meter, memiliki karakteristik vegetasi yang rapat/rimbun oleh tanaman bunga putri malu pada titik pengambilan sampel, dan terdapat inang perantara seperti burung pemakan ikan, siput dan ikan.



BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2023 – Januari 2024. Penelitian dilakukan di Danau Tempe, Danau Lampulung, Danau Latamperu di Kabupaten Wajo (Gambar 10), Laboratorium SMAN 7 Wajo untuk pemeriksaan parasit, pengujian sampel histologi di Laboratorium terpadu Kedokteran Hewan Fakultas kedokteran dan Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 10. Peta pengambilan sampel

2.2 Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Sepat siam, yang diperoleh dari 3 danau di Kabupaten Wajo sebanyak 300 ekor yaitu Danau Tempe dengan panjang 10-16 cm ($12,98 \pm 1,24$) dan berat 20-64 gram ($31,61 \pm 8,29$) sebanyak 100 ekor, Danau Lampulung dengan panjang 11-17 cm ($13,47 \pm 1,63$) dan berat 20-88 gram ($40,43 \pm 18,40$) sebanyak 100 ekor dan Danau Latamperu dengan panjang 11-16 cm ($13,98 \pm 1,29$) dan berat 22-79 gram ($39,23 \pm 11,09$) sebanyak 100 ekor.

2.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini beserta fungsinya masing-masing dapat ditunjukkan Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan.

No	Alat	Kegunaan
1.	Dissection set	Alat bedah sampel
2.	Cawan petri	Wadah organ sampel sebelum diamati
	lass dan objek glass	Wadah meletakkan organ sampel
	kop	Mengamati parasit pada sampel
	etes	Memindahkan larutan
	ix	Alat bantu untuk isolasi
	Wadah pengangkutan sampel	Wadah pengangkutan sampel
	Alat penyuplai oksigen	Alat penyuplai oksigen
	Wadah sampel saat dibedah	Wadah sampel saat dibedah



10.	Timbangan	Mengukur berat sampel
11.	Penggaris	Mengukur panjang sampel
12.	Bak	Wadah pemeliharaan ikan sampel
13.	Mikropipet	Memindahkan larutan
14.	Water bath	Menginkubasi
15.	Sentrifuge	Memisahkan nathan dengan supernatan
16.	Vortex	Menghomogenkan larutan
17.	Spatula	Memindahkan agarose
18.	Tabung Eppendorf	Menyimpan ekstrak
19.	Kamera	Mengambil gambar
20.	UV Transilluminator	Dokumentasi hasil PCR
21.	Freezer	Menyimpan DNA template
22.	Microwave	Melarutkan agarose
23.	Botol sampel	Wadah penyimpanan parasit
24.	Thermal cycler	Amplifikasi DNA parasit

Tabel 2. Bahan yang digunakan

No	Bahan	Kegunaan
1.	ikan Sepat	Hewan uji
2.	Carmin	Larutan pewarna parasit
3.	Aquades	Larutan Pengencer
4.	Entelan	Bahan perekat parasit
5.	Alkohol	Larutan pendehidrasi
6.	Kertas Label	Penanda wadah sampel
7.	Air tawar	Media ikan sampel
8.	Larutan fisiologis 0,85%	Larutan mempertahankan parasit agar tetap hidup
9.	Buffer ATL A1, AW-1, AW-2, dan TAE 1X	Buffer ekstraksi DNA
10.	Proteinase K	Penghancur protein sampel
11.	Ethanol	Larutan penyusun <i>master mix</i>
12.	Destilasi water	Penyusun <i>master mix</i>
13.	Parafilm	Wadah pencampuran hasil PCR dengan <i>loading dye</i>
14.	Loading dye	Pemberat DNA
15.	Marker	Penanda ukuran DNA
16.	Hotstar	Penyusun <i>master mix</i>
17.	Agarose	Running hasil PCR
18.	Formalin	Larutan pengawetan sampel
19.	Gel red	Pewarna DNA
20.	Primer	Amplifikasi DNA template

2.4 Prosedur Kerja

Prosedur kerja yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

2.4.1 Pengambilan Sampel



digunakan yaitu metode survey dengan pengambilan sampel di 3 titik danau, dengan lingkungan Danau yaitu ekosistem ikan Sepat siam, pemungkiman warga dan aliran sampel ikan di ambil di 3 Danau Kabupaten Wajo, pertama kali pengambilan sampel, curan kualitas air dan pengambilan titik koordinat lokasi, dimana sampel diambil di 4°6'39,46212. Lon: E 120°0'55,782), Danau Lampulung (Lat: S 4°8'48, 32988. Lon: an Danau Latamperu (Lat: S 4°6'59,82012. Lon: E 120°7'34,54212). Adapun

karakteristik lokasi penelitian (Gambar 11), lokasi 1 (Danau Tempe) dekat dengan sungai dan lahan pertanian, mempunyai kedalaman 3-4 meter, vegetasi lebat bercirikan eceng gondok dan kangkung di titik pengambilan sampel serta terdapat inang perantara seperti burung pemakan ikan (bagau hitam dan putih), siput, dan ikan. Karakteristik lokasi 2 (Danau Lampulung) dimana lokasi 2 dekat dengan pemukiman penduduk, mempunyai kedalaman air sekitar satu meter, vegetasi yang lebat dengan dominasi eceng gondok dan tanaman teratai di titik pengambilan sampel serta dasar tanah berlumpur. Inang perantara seperti burung pemakan ikan, siput, dan ikan menempati lokasi tersebut. Ciri-ciri lokasi 3 (Danau Latamperu), dekat dengan lahan pertanian (sawah), mempunyai kedalaman air sekitar 2-3 meter, mempunyai vegetasi yang lebat dengan ciri tanaman bunga putri pemalu di titik pengambilan sampel, dan inang perantara seperti karena terdapat burung pemakan ikan, siput, dan ikan, sehingga kondisi lingkungan ketiga danau tersebut mendukung selesainya siklus hidup trematoda. Ikan sampel didapatkan dengan cara ditangkap menggunakan bubu (dalam bahasa bugis; jebba) oleh nelayan dan setelah itu ikan yang sudah tertangkap akan dikepak menggunakan plastik packing kemudian diberi oksigen. Kemudian ikan sampel dimasukkan ke dalam cool box agar aman dan tidak stres dalam pengangkutan. Sesudah sampai di tempat penelitian, ikan sample diaklimatisasi di ember, selanjutnya ikan dibawa ke Laboratorium SMAN 7 Wajo untuk dilakukan pemeriksaan parasit dan identifikasi parasit di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, FIKP UNHAS.



Gambar 11. Lokasi pengambilan sampel 1. Danau Tempe (bagian yang dekat dengan sungai), 2. Danau Lampulung (bagian yang dekat dengan pemukiman warga) 3. Danau Latamperu (bagian yang dekat dengan lahan pertanian/ persawahan)

2.4.2 Pemeriksaan Sampel

Sampel diambil satu persatu dari wadah selanjutnya diletakkan di atas nampan, kemudian ikan dianestesi baik menggunakan larutan minyak cengkeh maupun menusuk bagian syarafnya dengan jarum, selanjutnya sampel diukur panjang totalnya dan berat ikan menggunakan timbangan. Kemudian dilakukan pengamatan endoparasit pada organ hati dan usus. Pemeriksaan usus dan hati dilakukan setelah ikan pingsan, bagian perut ikan dibedah lalu mengambil bagian usus dan hati pada ikan diambil dengan menggunakan pinset dan gunting bedah kemudian diletakan pada *slide glass* dan berikan diberikan air sampel (air tawar) selanjutnya dilakukan pengamatan dibawah mikroskop.

2.4.3 Identifikasi parasit morfologi dan molekuler



it morfologi

parasit dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dan stereo, identifikasi morfologinya dengan menggunakan buku identifikasi (Kabata, 1985) dan berbagai identifikasi secara morfologi dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran yang dimiliki setiap parasit dengan mengacu terhadap referensi yang sesuai dengan

2. Identifikasi parasit Molekuler

Parasit yang didapatkan kemudian diawetkan di dalam tube yang berisi alkohol 70%, selanjutnya dilakukan identifikasi molekuler dimulai dari ekstraksi DNA parasite, amplifikasi DNA parasite menggunakan PCR sampai sekuensing DNA parasite. Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut.

1. Ekstraksi DNA

Ekstraksi DNA dilakukan dengan menggunakan petunjuk QiaAmp Mini Kit (Anshary *et al.*, 2016) yaitu:

- 1) Sampel yang telah difiksasi menggunakan alkohol 70%.
- 2) Masukkan jaringan inang atau parasit utuh dalam tabung microsentrifus 1,5 mL dan tambahkan 100 μ L buffer ATL.
- 3) Tambahkan proteinase K 20 μ L, vortex untuk mencampurkan, dan inkubasi pada suhu 56 °C pada shaking water bath selama 3 jam atau lebih baik dilakukan semalam (overnight).
- 4) Sentrifugasi dengan spin down agar cairan yang melekat pada dinding tabung berkumpul di dasar tabung.
- 5) Tambahkan 200 μ L buffer AL pada sampel dan vortex selama 15 detik, lalu diinkubasi pada 70°C selama 10 menit. Selanjutnya sentrifus dengan spin down.
- 6) Tambahkan 200 μ L etanol (96 - 100%) pada sampel lalu vortex selama 15 detik. centrifus dengan spin down.
- 7) Pindahkan secara hati-hati sampel dari tabung micro ke dalam QiaAmp mini spin column, tutup lalu sentrifugasi pada kecepatan 8000 rpm selama 1 menit. Pindahkan QiaAmp mini spin column pada tabung koleksi yang baru, buang tabung yang mengandung filtrate.
- 8) Tambahkan 500 μ L AW1 pada QiaAmp mini spin column, lalu sentrifus pada 8000 rpm 1 menit, pindahkan QiaAmp mini spin Column pada tabung koleksi yang baru buang yang mengandung filtrate.
- 9) Tambahkan 500 μ L AW2, sentrifusi pada 14000 rpm selama 3 menit.
- 10) Buang filtrat dari tabung koleksi dan letakkan kembali QiaAMP mini spin column pada tabung koleksi yang sama. Lakukan sentrifud kembali pada 14000 rpm selama 1 menit.
- 11) Pindahkan QiaAmp mini spin column pada tabung mikrosentrifus 1,5 mL yang steril dan buang koleksi yang mengandung filtrate. Tambahkan 100 μ L nucleas free water/distille water pada spin column dan inkubasi pada suhu ruang selam 1 menit, lalu sentrifus pada 8000 rpm selama 1 menit.
- 12) Tambahkan kembali 100 μ L nuclease free water pada spin column, inkubasi pada suhu ruang selama 1 menit, lalu sentrifud pada 8000 rpm selama 1 menit.
- 13) Total DNA yang diperoleh sebanyak 200 μ L dan disimpan pada freezer - 20 °C sebelum digunakan.

2. Pembuatan master mix untuk PCR

Jenis primer yang digunakan dalam amplifikasi DNA parasit adalah primer universal yaitu primer forward BD1 (5'-GTCGTAACAAGGTTTCCGTA-3') dan reverse BD2 (5'-TATGCTAAATTCGGGT-3') yang ditentukan sesuai dengan golongan parasitnya. Primer yang digunakan menggunakan primer yang sudah dipublikasi pada jurnal, untuk parasit trematoda mengamplifikasi pada region ITS-5.8S.

Persiapkan komposisi PCR untuk 20 uL reaksi. Buat Master Mix dengan: primer BD1 1uL, primer BD2 1uL, Kod MM 10uL, DNA sampel 1 uL dan NFW 1 uL. Hidupkan thermal cycler dan masukkan tabung PCR pada *thermal cycler*. Jalankan PCR dengan mengatur kondisi PCR yaitu *Pre-denaturasi* 95°C selama 3 menit, *Denaturasi* 94 °c selama 1 menit, *Annealing* 58°C selama 1 menit, *Extension* 72 °c selama 2 menit dan *Final Extension* 72 °c selama 5 menit, 35 siklus.



telah diamplifikasi dilanjutkan dengan tahap elektroforesis, prosedur kerja agarose 1,5 % dengan menambahkan 1,5 gram agarose 100 mL TAE 1X. panaskan lih lalu biarkan sampai cukup dingin namun tidak sampai membeku. ose dalam cetakan yang sudah dilengkapi dengan sisir (comb).

- 3) Biarkan sampai membeku.
- 4) Pindahkan cetakan yang sudah mengandung agarose yang sudah beku ke dalam mesin elektroforesis. Isi dengan larutan TAE 1X sampai agarose terendam. Lepaskan cpmb/ sisir secara hati-hati.
- 5) Siapkan sepotong parafilm sebagai wadah untuk mencampur produk PCR dengan loading dye.
- 6) Pipet sebanyak 3 μ L loading dye untuk setiap sampel yang akan dielektroforesis dan letakan pada parafilm.
- 7) Ambil sebanyak 5 μ L produk PCR dan campur dengan loading dye yang sebelumnya telah diletakan diatas parafilm. Lakukan pemipetan berulang-ulang sampai produk PCR dan loading dye bercampur dengan merata.
- 8) Pipet produk PCR yang telah dicampur dengan loading dye dan masukkan ke dalam sumur agarose yang telah dibuat. Setiap sampel dimasukan pada sumur-sumur yang telah berbeda. Pada bagian paling kiri dari sumur biasanya disiapkan untuk marker/ladder, sedangkan sumur 1,2,3 dst diperuntukkan untuk sampel. Marker dimasukan pada sumur tanpa harus mencampur dengan loading dye.
- 9) Setelah selesai memasukan semua sampel dan marker, mesin elektroforesis ditutup rapat, kabel dari power dihubungkan ke mesin elektroforesis.
- 10) Proses elektroforesis dilakukan pada 120 volt selama 30 menit.
- 11) Selanjutnya gel yang ada pada cetakan dilepas dan dimasukan kedalam larutan pewarnaan Gel RED selama 10 menit, bilas dalam aquades.
- 12) Lakukan pengamatan pada UV transiluminator untuk melihat ada tidaknya pita pada ukuran bp yang dikehendaki.
- 13) Foto gel untuk melihat hasilnya.

4. Sequencing DNA

Persiapan campuran PCR untuk 50 μ L. Buat master mix dengan primer forward BD1 (5'-GTCGTAACAAGGTTTCCGTA-3') dan reverse BD2 (5'-TATGCTAAATTCGGGT-3'). sebanyak 2,5 μ L, HotStar Taq MasterMix 25 μ L, DNA sampel 3 μ L, Nuclease free water 17 μ L. Campuran dilakukan dengan menambahkan enzime pada tahap paling akhir. Hidupkan thermal cylear dan setting sesuai dengan kondisi PCR *Pre-denaturasi* 95 $^{\circ}$ C selama 3 menit, *Denaturasi* 94 $^{\circ}$ C selama 1 menit, *Annealing* 58 $^{\circ}$ C selama 1 menit, *Extension* 72 $^{\circ}$ C selama 2 menit dan *Final Extension* 72 $^{\circ}$ C selama 5 menit yang berlangsung selama 35 siklus. Masukkan tabung PCR pada thermal cycler. Jalankan PCR. Setelah selesai, produk PCR dapat disimpan dalam freezer 4 $^{\circ}$ C sebelum dilakukan elektroforesis, setelah pita DNA terlihat, sampel DNA dikirim untuk dilakukan sekuensing DNA. Produk PCR divisualisasikan pada agarosa 1,5%. Produk PCR yang menunjukkan pita bening pada analisis gel disiapkan untuk pengurutan. Sampel dikirim ke perusahaan komersial (1NS BASE Asia) melalui PT Genetika Science Indonesia untuk sekuensing DNA. Perangkat lunak Bio-Edit digunakan untuk mengedit dan memvalidasi data sekuensing mentah. Urutan yang dirakit diperiksa dan diselaraskan dengan urutan lain menggunakan Basic Local Alignment Search Tool (BLAST), yang tersedia di ([// blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi](http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi)) dan pohon filogenetik menggunakan metode Nearest neighbor Interchange (NNI) dengan 1000 kali pengulangan dengan software MEGA 11.

2.4.4. Pembuatan Preparat Parasit

a. Pewarnaan Metazoa

Parasit yang didapatkan pada bagian hati dan usus terutama dari golongan digenea, monogenea dan cestoda dilakukan pewarnaan berdasarkan prosedur kerja Anshary (2019) yaitu:

- 1) Parasit dikeluarkan dari tube, kemudian dimasukan kedalam cawan petri yang berisi alkohol 70%. masukan ke dalam cawan petri yang berisi pewarnaan carmin yang direndam overnight). Kelebihan zat warna pada parasit yang diakibatkan terlalu lama pada saat di carmin yang mengakibatkan parasite berwarna gelap. t warna dihilangkan dengan membilas spesimen pada larutan acid alkohol selama 10 sampai sel tubuh tidak memiliki zat warna lagi dan organ dalam menjadi berwarna pink.

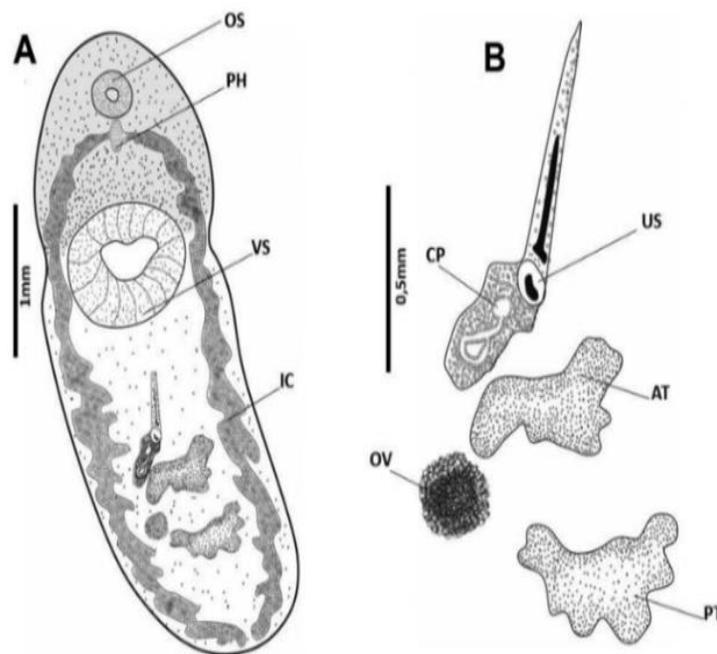


- 4) Parasit kemudian dipindahkan ke slide glass, kemudian ditutup menggunakan cover glass dan diikat menggunakan benang berwarna hitam
- 5) Spesimen dipindahkan pada larutan alkohol 70% sampai organ bagian dalam spesimen menjadi pink, semalaman (overnight).
- 6) Spesimen dipindahkan pada alkohol 85% selama 3 jam, kemudian
- 7) Spesimen dipindahkan pada alkohol 95% selama 3 jam, kemudian
- 8) Dipindahkan pada larutan alkohol 100% I semalaman (overnight)
- 9) Dipindahkan pada larutan alkohol 100% II semalaman (overnight)
- 10) Spesimen dijernihkan pada larutan xylene atau creosote atau limonene, selama 5 menit.
- 11) Diberikan 1 tetes entellan atau canada balsam pada slide glass dengan menggunakan batangan gelas, lalu ditutup dengan cover glass. Dan diberi pemberat hingga kering.
- 12) Amati dan kemudian foto menggunakan aplikasi Dinocapture 2.0.

2.4.5 Pengukuran Karakteristik Parasit

Pengamatan parasit dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dan diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri morfologinya dan mengukur organ-organ parasite tersebut dengan menggunakan buku Kabata (1985) dan referensi jurnal.

Adapun ciri morfologi yang digunakan untuk mengidentifikasi parasit dan cara pengukuran karakteristik parasite menurut Bera *et al.* (2021) ciri morfologi yang digunakan untuk mengidentifikasi penentuan parasit jenis *Clinostomum complanatum* (Gambar 12 dan Tabel 3).



Gambar 12. Metacercaria of *Clinostomum marginatum*, (Souza *et al.*, 2020)

Ket: OS - oral sucker, PH - pharynx, VS - ventral sucker, IC - intestinal cecum. B. Reproductive structures, US - uterine sac, CP - cirrus sac, OV - ovary, AT - anterior testis, PT - posterior testis



Tabel 3. Pengukuran karakteristik *Clinostomum complanatum*

Karakteristik	Pengukuran <i>Clinostomum complanatum</i>
	(mm) (Bera et al. 2021) (kisaran)
Panjang	5,22 - 9,81
Lebar	1,32 - 1,99
Panjang Oral sucker	0,22 - 0,31
Lebar Oral sucker	-
Panjang Ventral sucker	0,17 - 0,28
Lebar ventral sucker	0,32 - 0,67
Panjang Uterus	-
Lebar Uterus	-
Panjang Anterior testis	0,32 - 0,68
Lebar Anterior testis	0,18 - 0,47
Panjang Ovary	0,13 - 0,16
Lebar Ovary	0,37 - 0,79
Panjang Cirrus sac	0,20 - 0,37
Lebar Cirrus sac	0,11 - 0,16
Panjang Posterior testis	0,20 - 0,37
Lebar Posterior testis	0,45 - 0,51

2.4.6 Histopatologi

1) Tahap fiksasi usus

Usus yang terinfeksi parasit diambil satu persatu kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang berisi formalin 10% untuk mengawetkan jaringan. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam tissue cassette. Setelah itu diawetkan dan dimasukkan ke dalam larutan alkohol 70%.

2) Proses Alkohol bertingkat (Dehidrasi Bertingkat)

Usus yang telah diawetkan selanjutnya dimasukkan kedalam alkohol bertingkat yaitu Alkohol 70%, 80%, 90%, dan 95% selama 24 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam alkohol Alkohol 100% I, II, III, selama 24 jam untuk proses clearing. Selanjutnya sampel usus dimasukkan ke dalam xylol selama 1 jam, kemudian xylol II selama 30 menit, dan xylol III selama 30 menit (15 menit pertama dibiarkan di suhu ruang, 15 menit selanjutnya di dalam inkubator dengan suhu 56°C). Selanjutnya sampel usus direndam dalam paraffin, kemudian dilanjutkan proses cutting/potong menggunakan microtom dengan ketebalan 7 mm.

3) Tahap Pewarnaan HE/ Hematoxylin-Eosin (Deparafinisasi)

Tahap pewarnaan diawali dengan proses deparafinisasi yaitu dengan merendam jaringan pada larutan xylol I, xylol II, selama 30 menit dan dilanjutkan dengan merendam sampel pada alkohol 100%, 95%, 85% dan 70% selama 30 menit. Kemudian sampel direndam pada aquades dan dilanjutkan dengan merendam sampel pada larutan hematoxylin selama 10 menit, kemudian ditetesi dengan aquades dan direndam lagi pada larutan eosin selama 20 menit. Kemudian sampel dimasukkan kembali pada alkohol bertingkat 70%, 80%, 90%, 95%, 100% selama 1 jam dan larutan xylol selama 30 menit. Selanjutnya sampel ditutup dengan cover glass menggunakan entelan dan dibiarkan kering, setelah preparat kering, dilakukan pengamatan di bawah mikroskop untuk dilakukan pembacaan.

2.5 Parameter yang diamati

Adapun parameter yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.5.1 Gejala klinis ikan Sepat siam



ng diamati pada ikan Sepat siam adalah secara morfologi, melihat gejala klinis ikan sakit atau terinfeksi parasit. Kemudian ikan yang terinfeksi parasit akan dilanjutkan ke

2.5.2 Identifikasi parasit

a. Morfologi

Identifikasi morfologi adalah hasil pengamatan parasit yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dan stereo berdasarkan ciri morfologi (buku Kabata, 1985) serta mengukur organ-organ parasite yang merujuk pada pengukuran Bera *et al.*, (2021). Pengukuran dan gambar digital spesimen diperoleh dengan menggunakan menggunakan aplikasi Dinocapture 2.0 dan hasil pengukuran dikaitkan dengan berbagai referensi jurnal.

b. Molekuler

Identifikasi molekuler adalah hasil pengamatan ukuran Panjang pita DNA parasite berdasarkan berbagai referensi jurnal. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dzikowski *et al.*, (2004) menyatakan bahwa pada pita DNA *Clinostomum* berkisaran mulai dari ukuran 670 bp, 740 bp sampai 1.230 bp (*C. marginatum*) yang menggunakan primer ITS 18S.

2.5.3 Tingkat infeksi parasit

Adapun tingkat infeksi parasit dianalisis dengan parameter di bawah ini:

a. Prevalensi

Prevalensi adalah jumlah parasit yang terdapat pada ikan sampel. Adapun rumus yang digunakan adalah dari Williams & Bunkley (1996)

$$\text{Prev} = \frac{N}{n} \times 100\%$$

Dimana:

Prev = Prevalensi (%)

N = Jumlah ikan yang terinfeksi parasit (ekor)

n = Jumlah sampel yang diamati (ekor)

Tabel 4. Kriteria prevalensi infeksi parasit menurut Williams & Bunkley (1996).

No	Tingkat serangan	Keterangan	Prevalensi (%)
1.	Selalu	Infeksi sangat parah	100 - 99
2.	Hampir selalu	Infeksi parah	98 - 90
3.	Biasanya	Infeksi sedang	89 - 70
4.	Sangat sering	Infeksi sangat sering	69 - 50
5.	Umumnya	Infeksi biasa	43 - 30
6.	Sering	Infeksi sering	29 - 10
7.	Kadang	Infeksi kadang	9 - 1
8.	Jarang	Infeksi jarang	>1 - 0,1
9.	Sangat jarang	Infeksi sangat jarang	>0,1-0,01
10.	Hampir tidak pernah	Infeksi tidak pernah	>P0, 01

b. Intensitas

Intensitas merupakan jumlah rata-rata parasit yang terinfeksi pada ikan sampel. Adapun rumus yang digunakan adalah dari Williams & Bunkley (1996).



$$\text{Int} = \frac{\sum P}{N}$$

ΣP = Jumlah parasit yang menyerang (ind)
 N = Jumlah ikan yang terinfeksi parasit (ekor)

Tabel 5. Kriteria intensitas menurut Williams & Bunkley (1996).

No	Tingkat Infeksi	Intensitas (ind/ekor)
1.	Sangat rendah	<1
2.	Rendah	1 – 5
3.	Sedang	6 – 55
4.	Parah	51 – 100
5.	Sangat parah	>100
6.	Super infeksi	>1000

C. Factor kondisi

Faktor kondisi dihitung berdasarkan pola pertumbuhan panjang-bobot ikan. Adapun rumus yang digunakan adalah dari Pauly (1983).

$$\text{Faktor kondisi (K)} = 100 \times \frac{W}{L^3}$$

Dimana:

W = Berat ikan (gram)

L³ = Panjang ikan (cm)

2.5.4 Histopatologi

Organ usus ikan Sepat siam yang terinfeksi parasit diawetkan dengan formalin 10% kemudian dilakukan pengujian histologi di Laboratorium terpadu Kedokteran Hewan Fakultas kedokteran. Hasil histologi adalah hasil pengamatan kerusakan jaringan pada organ usus dengan menggunakan mikroskop binokuler dan hasil pembacaan dikaitkan referensi jurnal.

2.5.5 Kualitas Air

Kualitas air yang diukur menggunakan alat pengukuran kualitas air yang berupa pH diukur dengan pH meter, suhu diukur dengan termometer dan oksigen terlarut diukur dengan cara titrasi di laboratorium kualitas air. Pengukuran kualitas air dilakukan ketika pengambilan sampel ikan.

2.6 Analisis Data

Data identifikasi morfologi, molekuler, histopatologi dan kualitas air dari parasit yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan gambar dan tabel. Dan data tingkat infeksi (intensitas dan prevalensi) parasit dianalisis secara statistik dengan uji statistik non-parametrik (SPSS 25.0), intensitas di setiap lokasi di analisis menggunakan metode uji statistic Korelasi Spearman untuk menunjukkan adanya hubungan korelasi antara panjang dan berat tubuh terhadap jumlah parasit, dan prevalensi di setiap lokasi di analisis menggunakan metode uji statistic Chi- square untuk menunjukan ada atau tidak perbedaan tingkat infeksi di setiap lokasi dan disajikan dalam bentuk tabel maupun diagram.

