

**IDENTIFIKASI *TRICHODINA SPP.* PADA IKAN AIR TAWAR
APTERONOTUS ALBIFRONS (BLACK GHOST) DI JAKARTA
AQUARIUM & SAFARI**

TUGAS AKHIR

WANDA RISMAULI OKTAVIYANI
C024231011



**PROGRAM PROFESI DOKTER HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**IDENTIFIKASI *TRICHODINA SPP.* PADA IKAN AIR TAWAR
APTERONOTUS ALBIFRONS (BLACK GHOST) DI JAKARTA
AQUARIUM & SAFARI**

TUGAS AKHIR

WANDA RISMAULI OKTAVIYANI
C024231011



**PROGRAM PROFESI DOKTER HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**IDENTIFIKASI *TRICHODINA SPP.* PADA IKAN AIR TAWAR APTERONOTUS
ALBIFRONS (BLACK GHOST) DI Jakarta AQUARIUM & SAFARI**

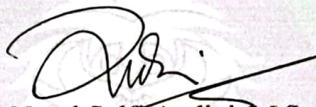
Disusun dan diajukan oleh:

WANDA RISMAULI OKTAVIYANI

C 024 23 1011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Pendidikan Profesi Dokter Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada tanggal **4 November 2024** dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,
Pembimbing Utama,


drh. Nurul Sulfi Andini, M.Sc
NIP. 199304222020015001

An. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin



Prof. dr. Agussalim Bukhari, M.Clin.Med Ph.D., Sp. GK(K)
NIP. 19700821 19903 1 001

Ketua
Program Pendidikan Profesi Dokter Hewan
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin



Dr. drh. Fika Yuliza Purba, M.Sc
NIP. 19860720 201012 2 004

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wanda Rismauli Oktaviyani
NIM : C024231011
Program Studi : Pendidikan Profesi Dokter Hewan
Fakultas : Kedokteran

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang saya susun dengan judul "**Identifikasi *Trichodina Spp.* pada Ikan Air Tawar *Apteronotus albifrons* (*Black Ghost*) di Jakarta Aquarium & Safari**" ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Selain itu, sumber yang dikutip oleh penulis lain telah disebutkan dalam teks dan telah dicantumkan dalam daftar pustaka. Apabila sebagian atau seluruhnya dari tugas akhir ini, terutama dalam bab hasil dan pembahasan, tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademik yang berlaku.

Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Makassar, 25 Oktober 2024



Wanda Rismauli Oktaviyani
NIM. C024231011

ABSTRAK

WANDA RISMAULI OKTAVIYANI. Identifikasi *Trichodina Spp.* pada Ikan Air Tawar *Apteronotus albifrons* (*Black Ghost*) di Jakarta Aquarium & Safari. Di bawah Bimbingan drh. Nurul Sulfi Andini, M.Sc

Ikan *Black Ghost* (*Apteronotus albifrons*) merupakan ikan yang berasal dari Sungai Amazon, Amerika Selatan. Ikan ini merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang dapat dibudidayakan di Indonesia dan merupakan salah satu jenis ikan yang dapat diekspor ke beberapa negara. Salah satu kendala dalam pemeliharaan ikan air tawar maupun ikan air laut yaitu ditemukannya ektoparasit salah satunya yaitu *Trichodina Spp.* *Trichodina Spp.* menyebabkan trichodiniasis yang dapat merusak tubuh yaitu kulit menjadi iritasi, hiperplasia, degenerasi, nekrosis pada sel epitel, serta adanya proliferasi dari sel lendir. Selain itu, *Trichodina spp.* dapat menyebabkan kematian pada inangnya. Tujuan penulisan dari studi kasus ini adalah untuk mengetahui cara identifikasi dan gambaran morfologi ektoparasit *Tricodina Spp.* yang menginfeksi ikan *Black Ghost* (*Apteronotus albifrons*). Metode yang dilakukan yaitu anamnesis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan lanjutan. Hasil *skin scrap* menunjukkan adanya infestasi *Tricodina Spp.* Pengobatan yang dapat digunakan adalah *copper oxycchlorine*, yaitu ikan akan direndam ke dalam air yang mengandung *copper oxycchlorine* 5 ppm

Kata Kunci: *Black Ghost*, *Skin scrap*, *Trichodina Spp.*

ABSTRAK

WANDA RISMAULI OKTAVIYANI. Identification of Trichodina Spp. on the Freshwater Fish *Apteronotus albifrons* (Black Ghost) at the Jakarta Aquarium & Safari. Under the guidance of Drh. Nurul Sulfi Andini, M.Sc

Black Ghost Fish (*Apteronotus albifrons*) is a fish that comes from the Amazon River, South America. This fish is one of the freshwater ornamental fish commodities that can be cultivated in Indonesia and is one type of fish that can be exported to several countries. One of the obstacles in keeping freshwater and seawater fish is the discovery of ectoparasites, one of which is *Trichodina Spp.* *Trichodina Spp.* causes trichodiniasis which can damage the body, namely irritation of the skin, hyperplasia, degeneration, necrosis of epithelial cells, and proliferation of mucous cells. In addition, *Trichodina spp.* can cause death to the host. The purpose of writing this case study is to find out how to identify and describe the morphology of *Trichodina Spp* ectoparasites. which infects Black Ghost fish (*Apteronotus albifrons*). The methods used are history taking, physical examination, follow-up examination. Skin scrap results showed an infestation of *Trichodina Spp.* The treatment that can be used is copper oxychlorine, namely the fish will be soaked in water containing 5 ppm copper oxychlorine

Keywords: *Black Ghost, Skin scrap, Trichodina Spp.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan nikmat kesehatan dan hikmat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Identifikasi *Trichodina Spp.* Pada Ikan Air Tawar *Apteronotus Albifrons* (Black Ghost) Di Jakarta Aquarium & Safari**” yang merupakan tugas akhir penulis untuk memenuhi sebahagian persyaratan guna mencapai gelar Dokter Hewan pada Program Studi Pendidikan Profesi Dokter Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Namun adanya doa, restu dan dorongan dari orang tua yang tidak pernah putus menjadikan penulis bersemangat untuk melanjutkan penulisan skripsi ini. Untuk itu dengan segala bakti penulis memberikan penghargaan setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada mereka: Ayahanda **I Wayan Supartha**; Ibunda **Rosmaini Boru Sirait**; dan saudara saya **Made Dwi Andini**.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih dengan penuh hormat kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Makassar beserta jajarannya.
2. **Prof. Dr. dr. Haerani rasyid, M.Kes, Sp.PD;KGH, Sp.GK**, selaku Dekan Fakultas Kedokteran beserta seluruh jajarannya.
3. **Dr. Drh. Fika Yuliza Purba, M.Sc**, selaku Ketua Program Profesi Dokter Hewan, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin.
4. **drh. Zainal Abidin Kholilullah, M.Kes** selaku penasehat akademik penulis selama menempuh pendidikan profesi dokter hewan.
5. **drh. Nurul Sulfi Andini, M.Sc** selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis. Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk waktu dan tenaga yang diberikan untuk membimbing penulis.
6. **drh. Zulfikri Mustakdir, M. Si** dan **drh. A. Magfirah Satya Apada, M. Sc** selaku dosen pembahas dan penguji. Terima kasih untuk setiap masukan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat memperbaiki kekuarangan dalam pengerjaan skripsi ini. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi Dokter dan keluarga.

7. Dosen pengajar yang telah membagikan ilmu, pengalaman dan pembelajaran selama penulis menempuh Pendidikan Profesi Dokter Hewan Universitas Hasanuddin. Semoga ilmu yang dibagikan kepada penulis dapat selalu diingat, diterapkan dan dibagikan kepada sekitar. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi Dokter/ Bapak/ Ibu dan keluarga.
8. Staf Tata Usaha Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Hasanuddin. Terima kasih untuk bantuan yang diberikan kepada penulis dalam pengurusan berkas administrasi. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi Ibu/Bapak dan keluarga.
9. Sahabat terkasih di rantauan, **Khusnul Putriawati, Ruhil Aziz Sarah, Ulfa Desianti Liding** dan **Umi Kaltsum Ghaliah Sadijah** yang sama-sama berjuang dari awal, berbagi suka duka dalam rantauan, yang tidak henti-hentinya mendoakan, memberikan dukungan, bantuan dan menyemangati untuk menyelesaikan segera Tugas Akhir
10. Sahabat rantau **qiqo, ebong, ijah** dan **mina** terima kasih banyak sering menyemangati dan mendengarkan keluh kesah penulis
11. Teman-teman angkatan 13 PPDH terkhususnya teman-teman kelompok 1 “**1Gwenchana**” Terima kasih untuk semua hal yang diberikan selama koasistensi.
12. Semua pihak yang tidak bisa dituliskan satu persatu oleh penulis. Terima kasih untuk bantuannya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan serta kemampuan penulis. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis memohon maaf. Harapannya skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap orang yang membaca. Terima kasih.

Makassar, 25 Oktober 2024

Wanda Rismauli Oktaviani
C024231011

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan.....	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1. Ikan Black Ghost	2
2.2. <i>Tricodina Spp.</i>	3
BAB 3 MATERI DAN METODE	7
3.1. Rancangan Penulisan.....	8
3.2. Tempat dan Waktu.....	8
3.3. Alat dan Bahan	8
3.4. Prosedur.....	8
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	10
4.1. Hasil.....	10
4.2. Pembahasan	12
BAB 5 PENUTUP	15
5.1. Kesimpulan.....	15
5.2. Saran	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan <i>Black Ghost (Apteronotus albifrons)</i>	2
Gambar 2. Mikroskopis <i>Trichodina Spp.</i>	3
Gambar 3. Ikan black ghost (<i>Apteronotus albifrons</i>) yang ditemukan mati pada tank QT.....	8
Gambar 4. Mikroskopis <i>Trichodina Spp.</i>	9
Gambar 5. Hasil pemeriksaan <i>gill clip</i>	9

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Tank QT 2 Juli 2024.....	8
--	---

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)* merupakan ikan yang berasal dari Sungai Amazon, Amerika Selatan. Ikan ini merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang dapat dibudidayakan di Indonesia dan merupakan salah satu jenis ikan yang dapat diekspor ke beberapa negara. Ikan ini mempunyai daya tarik bentuk dan warnanya serta pergerakannya ketika berada di dalam akuarium menambah keindahan dan keanggunan ikan ini sehingga disukai banyak orang. Ikan ini memiliki ciri utama berwarna biru sampai kehitaman dan kadang tampak hitam pekat, bentuk badan rata, sirip dada dan sirip perut menyatu pada pangkal ekor dan pada kepala terdapat garis putih sampai ke punggung. Pada bagian ekor juga terdapat garis putih pada bagian punggung, dan berbentuk cincin berwarna putih. Ikan ini mempunyai julukan ikan hantu atau ikan setan. Julukan tersebut kurang tepat karena penampakan ikan hias ini memiliki ciri fisik beberapa goresan atau garis putih dari kepala hingga mulut (Nurhidayat *et al.*, 2024).

Salah satu kendala dalam pemeliharaan ikan air tawar maupun ikan air laut yaitu ditemukannya agen infeksius seperti ektoparasit. *Trichodina Spp.* merupakan salah satu protozoa pada ikan air tawar maupun ikan laut. Hampir semua spesies ikan dapat terserang *Trichodina Spp.* Inang yang paling sering terserang *Trichodina Spp.* biasanya berasal dari famili *Cyprinidae* namun tidak menutup kemungkinan protozoa ini dapat menyerang famili lainnya. *Trichodina Spp.* akan mudah menginfeksi ikan jika kepadatan ikan dalam kolam tinggi, tingkat pemberian pakan yang tinggi, serta kualitas air yang rendah.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara identifikasi ektoparasit *Trichodina spp.* yang menginfeksi ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*?
2. Bagaimana gambaran morfologi ektoparasit *Trichodina spp.* pada ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*?

1.3. Tujuan

1. Untuk mengetahui cara identifikasi ektoparasit *Trichodina Spp.* yang menginfeksi ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*
2. Untuk mengetahui gambaran morfologi ektoparasit *Trichodina spp.* pada ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Black Ghost

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Berikut adalah klasifikasi ikan Black Ghost berdasarkan sistem taksonomi:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Kelas	: <i>Osteichthyes</i>
Ordo	: <i>Cypriniformes</i>
Famili	: <i>Apteronotidae</i>
Genus	: <i>Apteronotus</i>
Spesies	: <i>Apteronotus albifrons</i>



Gambar 1. Ikan *Black Ghost* (*Apteronotus albifrons*) (Nurhidayat *et al.*, 2024).

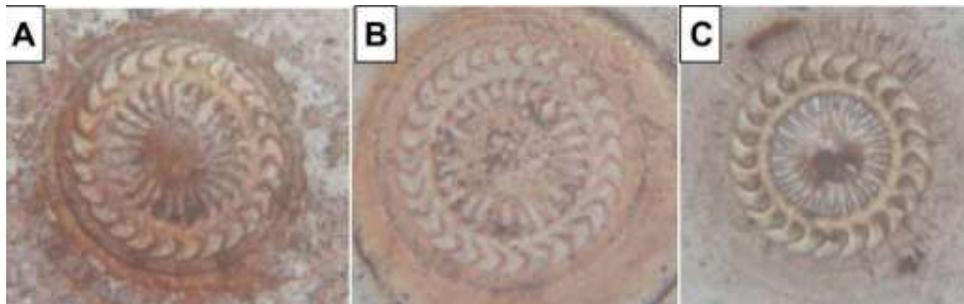
Ikan Black Ghost memiliki bentuk yang unik. Tubuhnya menyerupai persilangan antara ikan dan belut. Ikan Black Ghost memiliki sirip dubur, sirip perut, dan tubuh panjang menyerupai belut. Ikan *Black Ghost* (*Apteronotus albifrons*) merupakan ikan yang berasal dari Sungai Amazon, Amerika Selatan. Ikan ini merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang dapat dibudidayakan di Indonesia dan merupakan salah satu jenis ikan yang dapat diekspor ke beberapa negara. Ikan ini mempunyai daya tarik dengan bentuk dan warnanya serta pergerakannya ketika berada di dalam akuarium menambah keindahan dan keanggunan ikan ini sehingga disukai banyak orang. Dengan ciri utama berwarna biru sampai kehitaman dan kadang tampak hitam pekat, bentuk badan rata, sirip dada dan sirip perut menyatu pada pangkal ekor dan pada kepala terdapat garis putih sampai ke punggung, pada bagian ekor juga terdapat garis putih pada bagian punggung, dan berbentuk cincin berwarna putih. Ikan ini mempunyai julukan ikan hantu atau ikan setan. Julukan tersebut kurang tepat karena penampakan ikan hias ini memiliki ciri fisik yang memiliki beberapa goresan atau garis putih dari kepala hingga mulut (Nurhidayat *et al.*, 2024).

2.2. *Trichodina Spp.*

2.2.1. Klasifikasi Dan Morfologi

Trichodina sp. adalah parasit penyebab penyakit yang dinamakan trichodiniasis. Trichodiniasis merupakan penyakit parasit pada larva dan ikan kecil yang disebabkan oleh ektoparasit *Trichodina sp.* Selanjutnya menurut Anisah *et al.* (2005), beberapa penelitian membuktikan bahwa ektoparasit *Trichodina sp.* mempunyai peranan yang sangat penting terhadap penurunan daya kebal tubuh ikan dan terjadinya infeksi sekunder. Klasifikasi *Trichodina sp.* adalah sebagai berikut :

Filum : *Protozoa*
Sub filum : *Ciliophora*
Kelas : *Ciliata*
Sub Kelas : *Petrichida*
Ordo : *Mobilina*
Famili : *Trichodinidae*
Sub famili : *Trichodininae*
Genus : *Trichodina*



Gambar 2. Mikroskopis *Trichodina Spp.* dengan pembesaran 1000x A. *T. acuta*, B. *T. heterodontata*, C. *T. nobilis* (Riwidiharso *et al.*, 2019).

Trichodina Spp. pada (Gambar 1A) memiliki dentikel dengan bentuk *blade* melengkung seperti sabit dan pada bagian tengahnya lebar, spesies tersebut diduga *T. acuta*. *Trichodina Spp.* pada (Gambar 1B) memiliki dentikel dengan bentuk *blade* melengkung seperti sabit namun *blade* bagian tengah lebih sempit dibandingkan pada (Gambar 1A) spesies tersebut diduga *T. heterodontata*. *Trichodina spp.* pada (Gambar 1C) memiliki dentikel dengan bentuk *blade* seperti kipas dan *blade connection* lebih sempit dan memiliki jarak antar *blade connection* yang berjauhan, spesies tersebut diduga *T. nobilis*

Trichodina sp. adalah jenis protozoa yang termasuk ektoparasit pada ikan. Bentuk *Trichodina sp.* bulat bila dilihat dari samping bentuknya mirip bel sepeda, bila dilihat dari bawah di sekeliling mulutnya yang berada persis di tengah akan terlihat denticle (semacam gigi gerigi) dan di sekelilingi bulu getar berfungsi sebagai pergerakan pada permukaan inang. *Denticle* ini biasanya berjumlah antara 20 – 30 buah dan sering dipakai untuk mengidentifikasi spesies ini. Parasit ini bergerak dan menempel di permukaan tubuh ikan (Nurrochmah *et al.*, 2016).

2.2.2. Siklus Hidup

Trichodina sp. mempunyai siklus hidup yang sangat sederhana, yaitu mereka merupakan inang tunggal dan tidak menggunakan pergantian generasi atau penggandaan diri secara asexual pada inang. Reproduksi *Trichodina sp.* dengan pembelahan biner (membelah menjadi dua) dan konjugasi dengan temperatur optimum untuk reproduksi 20 - 29°C.

Menurut Islami *et al.* (2017), menambahkan bahwa *Trichodina sp.* menginfeksi dengan cara menempel di lapisan epitel ikan dengan bentukan ujung membran yang tajam (cakram). Setelah menempel, parasit segera berputar-putar sehingga merusak beberapa sel di sekitar tempat penempelannya, memakan sel-sel epitel yang hancur dan mengakibatkan iritasi yang serius. Pada lingkungan dengan populasi parasit yang cukup tinggi, umumnya apabila kadar bahan organik cukup tinggi, kondisi ini menjadi lebih berbahaya.

Penularan penyakit *Trichodinosis* melalui air dan kontak langsung antara ikan yang terinfeksi dan ikan yang sehat. Faktor yang mendukung berkembangnya parasit *Trichodina sp.* adalah menurunnya kadar oksigen dalam air hingga kurang dari 4 ppm, suhu air yang fluktuatif, dan bahan organik yang tinggi di dalam aquarium. *Trichodina sp.* mempunyai mobilitas yang tinggi dan dapat bertahan hidup tanpa inang selama dua hari. Kedua hal tersebut kemungkinan besar menjadi faktor yang mengakibatkan organisme ini mampu menginfeksi sebagian besar individu dalam suatu organisme.

2.2.3. Gejala klinis dan Patogenesis

Ikan yang terinfeksi *Trichodina sp.* mengalami iritasi pada kulit, terdapat bintik putih di bagian kepala dan punggung, nafsu makan hilang. Meningkatnya produksi lendir mengakibatkan tubuh ikan nampak bercahaya. Pada tubuh bagian luar terjadi pendarahan, warna tubuh kusam dan sering menggosokkan tubuhnya di tepi kolam (Yunarti *et al.*, 2023)

Gejala klinis ikan biasanya tampak bercahaya dikarenakan produksi lendir yang berlebihan dan tampak lemah, adanya luka pada kulit dan sirip sedikit hancur. Parasit dalam

jumlah banyak pada bagian insang ikan dapat mengganggu pernapasan. Pelekatan cakram menyebabkan kerusakan langsung pada epitel insang dan menghasilkan luka pada insang. Kematian tinggi umumnya terjadi pada ikan kecil menambahkan bahwa serangan parasit *Trichodina* sp. dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan kerusakan struktur insang yang pada akhirnya menyebabkan kematian (Yunarti *et al.*, 2023).

Parasit jenis ini menjadikan tubuh ikan hanya sebagai tempat pelekatan (substrat) dan mengambil partikel organik dari bakteri yang menempel pada kulit ikan, tetapi karena pelekatan yang kuat oleh kait pada cakram, menyebabkan sering kali timbul luka. Pelekatan pada insang juga mengakibatkan luka dan sering ditemukan sel darah merah dalam vakuola makanan *Trichodina* sp. Pada kondisi ini maka *Trichodina* sp, merupakan ektoparasit sejati (Oktaviana, 2022).

Infeksi berat parasit *Trichodina* sp. dapat menyebabkan kerusakan pada morfologi ikan. Kerusakan pada morfologi ikan ditandai dengan adanya luka pada sel epitel kulit sehingga menyebabkan iritasi. Hal ini disebabkan karena *Trichodina* sp. memiliki dentikel yang menyerupai gerigi yang menonjol pada bagian sisi anterior dan meruncing pada sisi posterior. Selain itu, ikan akan menunjukkan gejala dan tingkah laku seperti iritasi pada kulit, produksi mukus berlebih, insang pucat, nafsu makan menurun, sirip ekor rusak dan berwarna kemerahan akibat pembuluh darah kapiler pada sirip pecah, hingga menyebabkan kematian (Rahmaningsih, 2018).

Produksi mukus pada ikan yang terinfeksi parasit *Trichodina* sp. diinisiasi oleh sistem imun non spesifik yang berada pada sel epitel. Pada ikan teleostei memiliki sejumlah penghalang fisik terhadap infeksi antara lain kulit dan mukus. Mukus memiliki kemampuan menghambat kolonisasi mikroorganisma pada kulit, insang dan mukosa. Mukus ikan mengandung imunoglobulin (IgM). Imunoglobulin (antibodi) tersebut dapat menghancurkan patogen yang menginvasi. Adapun sisik dan kulit merupakan pelindung fisik yang melindungi ikan dari kemungkinan luka dan sangat penting perannya dalam mengendalikan osmolaritas tubuh. Kerusakan sisik atau kulit akan mempermudah patogen menginfeksi inang. Mukus selain sebagai pelindung fisik juga pelindung kimiawi karena mengandung lisozim, komplemen, protein-protein komplemen dan protease mirip tripsin yang dapat merusak sel-sel bakteri Gram negatif. Lisozim dapat menghancurkan dinding sel bakteri (peptidoglikan), komplemen akan menyerang pada lapisan ganda lipid (*lipid bilayer*) pada dinding sel, protein reaktif-C mengaktifasi komplemen, sedangkan anti protease akan menetralisasi eksotoksin.

Meskipun memiliki perlindungan fisik, antigen dapat masuk melalui permukaan epitel yang rusak, insang (terutama sesudah terjadinya stress osmotik), organ linea lateralis dan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan nikmat kesehatan dan hikmat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Identifikasi *Trichodina Spp.* Pada Ikan Air Tawar *Apteronotus Albifrons* (Black Ghost) Di Jakarta Aquarium & Safari**” yang merupakan tugas akhir penulis untuk memenuhi sebahagian persyaratan guna mencapai gelar Dokter Hewan pada Program Studi Pendidikan Profesi Dokter Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Namun adanya doa, restu dan dorongan dari orang tua yang tidak pernah putus menjadikan penulis bersemangat untuk melanjutkan penulisan skripsi ini. Untuk itu dengan segala bakti penulis memberikan penghargaan setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada mereka: Ayahanda **I Wayan Supartha**; Ibunda **Rosmaini Boru Sirait**; dan saudara saya **Made Dwi Andini**.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih dengan penuh hormat kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Makassar beserta jajarannya.
2. **Prof. Dr. dr. Haerani rasyid, M.Kes, Sp.PD;KGH, Sp.GK**, selaku Dekan Fakultas Kedokteran beserta seluruh jajarannya.
3. **Dr. Drh. Fika Yuliza Purba, M.Sc**. selaku Ketua Program Profesi Dokter Hewan, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin.
4. **drh. Zainal Abidin Kholilullah, M.Kes** selaku penasehat akademik penulis selama menempuh pendidikan profesi dokter hewan.
5. **drh. Nurul Sulfi Andini, M.Sc** selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis. Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk waktu dan tenaga yang diberikan untuk membimbing penulis.
6. **drh. Zulfikri Mustakdir, M. Si** dan **drh. A. Magfirah Satya Apada, M. Sc** selaku dosen pembahas dan penguji. Terima kasih untuk setiap masukan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat memperbaiki kekuarangan dalam pengerjaan skripsi ini. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi Dokter dan keluarga.

7. Dosen pengajar yang telah membagikan ilmu, pengalaman dan pembelajaran selama penulis menempuh Pendidikan Profesi Dokter Hewan Universitas Hasanuddin. Semoga ilmu yang dibagikan kepada penulis dapat selalu diingat, diterapkan dan dibagikan kepada sekitar. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi Dokter/ Bapak/ Ibu dan keluarga.
8. Staf Tata Usaha Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Hasanuddin. Terima kasih untuk bantuan yang diberikan kepada penulis dalam pengurusan berkas administrasi. Kiranya Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi Ibu/Bapak dan keluarga.
9. Sahabat terkasih di rantauan, **Khusnul Putriawati, Ruhil Aziz Sarah, Ulfa Desianti Liding** dan **Umi Kaltsum Ghaliah Sadijah** yang sama-sama berjuang dari awal, berbagi suka duka dalam rantauan, yang tidak henti-hentinya mendoakan, memberikan dukungan, bantuan dan menyemangati untuk menyelesaikan segera Tugas Akhir
10. Sahabat rantau **qiqo, ebong, ijah** dan **mina** terima kasih banyak sering menyemangati dan mendengarkan keluh kesah penulis
11. Teman-teman angkatan 13 PPDH terkhususnya teman-teman kelompok 1 “**1Gwenchana**” Terima kasih untuk semua hal yang diberikan selama koasistensi.
12. Semua pihak yang tidak bisa dituliskan satu persatu oleh penulis. Terima kasih untuk bantuannya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan serta kemampuan penulis. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis memohon maaf. Harapannya skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap orang yang membaca. Terima kasih.

Makassar, 25 Oktober 2024

Wanda Rismauli Oktaviyani
C024231011

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan.....	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1. Ikan Black Ghost	2
2.2. <i>Tricodina Spp.</i>	3
BAB 3 MATERI DAN METODE	8
3.1. Rancangan Penulisan.....	8
3.2. Tempat dan Waktu	8
3.3. Alat dan Bahan	8
3.4. Prosedur	8
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1. Hasil.....	10
4.2. Pembahasan	12
BAB 5 PENUTUP.....	15
5.1. Kesimpulan.....	15
5.2. Saran.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan <i>Black Ghost</i> (<i>Apteronotus albifrons</i>).....	2
Gambar 2. Mikroskopis <i>Trichodina Spp.</i>	3
Gambar 3. Ikan black ghost (<i>Apteronotus albifrons</i>) yang ditemukan mati pada tank QT.....	8
Gambar 4. Mikroskopis <i>Trichodina Spp.</i>	9
Gambar 5. Hasil pemeriksaan <i>gill clip</i>	9

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Tank QT 2 Juli 2024.....	8
--	---

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)* merupakan ikan yang berasal dari Sungai Amazon, Amerika Selatan. Ikan ini merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang dapat dibudidayakan di Indonesia dan merupakan salah satu jenis ikan yang dapat diekspor ke beberapa negara. Ikan ini mempunyai daya tarik bentuk dan warnanya serta pergerakannya ketika berada di dalam akuarium menambah keindahan dan keanggunan ikan ini sehingga disukai banyak orang. Ikan ini memiliki ciri utama berwarna biru sampai kehitaman dan kadang tampak hitam pekat, bentuk badan rata, sirip dada dan sirip perut menyatu pada pangkal ekor dan pada kepala terdapat garis putih sampai ke punggung. Pada bagian ekor juga terdapat garis putih pada bagian punggung, dan berbentuk cincin berwarna putih. Ikan ini mempunyai julukan ikan hantu atau ikan setan. Julukan tersebut kurang tepat karena penampakan ikan hias ini memiliki ciri fisik beberapa goresan atau garis putih dari kepala hingga mulut (Nurhidayat *et al.*, 2024).

Salah satu kendala dalam pemeliharaan ikan air tawar maupun ikan air laut yaitu ditemukannya agen infeksius seperti ektoparasit. *Trichodina Spp.* merupakan salah satu protozoa pada ikan air tawar maupun ikan laut. Hampir semua spesies ikan dapat terserang *Trichodina Spp.* Inang yang paling sering terserang *Trichodina Spp.* biasanya berasal dari famili *Cyprinidae* namun tidak menutup kemungkinan protozoa ini dapat menyerang famili lainnya. *Trichodina Spp.* akan mudah menginfeksi ikan jika kepadatan ikan dalam kolam tinggi, tingkat pemberian pakan yang tinggi, serta kualitas air yang rendah.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara identifikasi ektoparasit *Trichodina spp.* yang menginfeksi ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*?
2. Bagaimana gambaran morfologi ektoparasit *Trichodina spp.* pada ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*?

1.3. Tujuan

1. Untuk mengetahui cara identifikasi ektoparasit *Trichodina Spp.* yang menginfeksi ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*
2. Untuk mengetahui gambaran morfologi ektoparasit *Trichodina spp.* pada ikan *Black Ghost (Apteronotus albifrons)*

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Black Ghost

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Berikut adalah klasifikasi ikan Black Ghost berdasarkan sistem taksonomi:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Kelas	: <i>Osteichthyes</i>
Ordo	: <i>Cypriniformes</i>
Famili	: <i>Apterodontidae</i>
Genus	: <i>Apterodontus</i>
Spesies	: <i>Apterodontus albifrons</i>



Gambar 1. Ikan *Black Ghost* (*Apterodontus albifrons*) (Nurhidayat *et al.*, 2024).

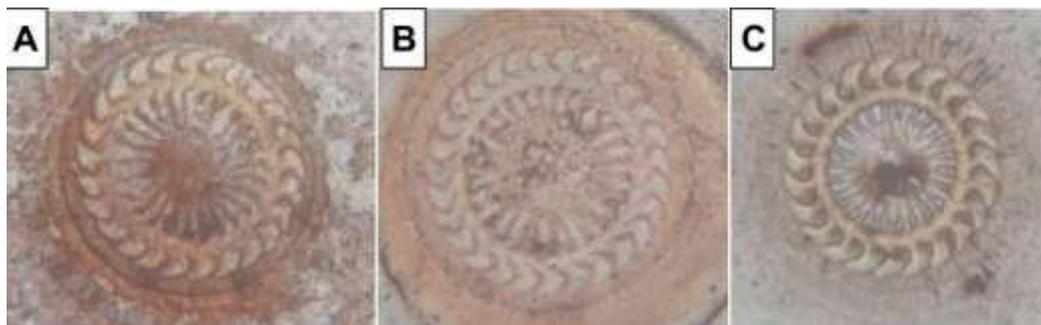
Ikan Black Ghost memiliki bentuk yang unik. Tubuhnya menyerupai persilangan antara ikan dan belut. Ikan Black Ghost memiliki sirip dubur, sirip perut, dan tubuh panjang menyerupai belut. Ikan *Black Ghost* (*Apterodontus albifrons*) merupakan ikan yang berasal dari Sungai Amazon, Amerika Selatan. Ikan ini merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang dapat dibudidayakan di Indonesia dan merupakan salah satu jenis ikan yang dapat diekspor ke beberapa negara. Ikan ini mempunyai daya tarik dengan bentuk dan warnanya serta pergerakannya ketika berada di dalam akuarium menambah keindahan dan keanggunan ikan ini sehingga disukai banyak orang. Dengan ciri utama berwarna biru sampai kehitaman dan kadang tampak hitam pekat, bentuk badan rata, sirip dada dan sirip perut menyatu pada pangkal ekor dan pada kepala terdapat garis putih sampai ke punggung, pada bagian ekor juga terdapat garis putih pada bagian punggung, dan berbentuk cincin berwarna putih. Ikan ini mempunyai julukan ikan hantu atau ikan setan. Julukan tersebut kurang tepat karena penampakan ikan hias ini memiliki ciri fisik yang memiliki beberapa goresan atau garis putih dari kepala hingga mulut (Nurhidayat *et al.*, 2024).

2.2. *Trichodina Spp.*

2.2.1. Klasifikasi Dan Morfologi

Trichodina sp. adalah parasit penyebab penyakit yang dinamakan trichodiniasis. Trichodiniasis merupakan penyakit parasit pada larva dan ikan kecil yang disebabkan oleh ektoparasit *Trichodina sp.* Selanjutnya menurut Anisah *et al.* (2005), beberapa penelitian membuktikan bahwa ektoparasit *Trichodina sp.* mempunyai peranan yang sangat penting terhadap penurunan daya kebal tubuh ikan dan terjadinya infeksi sekunder. Klasifikasi *Trichodina sp.* adalah sebagai berikut :

Filum : *Protozoa*
Sub filum : *Ciliophora*
Kelas : *Ciliata*
Sub Kelas : *Petrichida*
Ordo : *Mobilina*
Famili : *Trichodinidae*
Sub famili : *Trichodininae*
Genus : *Trichodina*



Gambar 2. Mikroskopis *Trichodina Spp.* dengan pembesaran 1000x A. *T. acuta*, B. *T. heterodentata*, C. *T. nobilis* (Riwidiharso *et al.*, 2019).

Trichodina Spp. pada (Gambar 1A) memiliki dentikel dengan bentuk *blade* melengkung seperti sabit dan pada bagian tengahnya lebar, spesies tersebut diduga *T. acuta*. *Trichodina Spp.* pada (Gambar 1B) memiliki dentikel dengan bentuk *blade* melengkung seperti sabit namun *blade* bagian tengah lebih sempit dibandingkan pada (Gambar 1A) spesies tersebut diduga *T. heterodentata*. *Trichodina spp.* pada (Gambar 1C) memiliki dentikel dengan bentuk *blade* seperti kipas dan *blade connection* lebih sempit dan memiliki jarak antar *blade connection* yang berjauhan, spesies tersebut diduga *T. nobilis*

Trichodina sp. adalah jenis protozoa yang termasuk ektoparasit pada ikan. Bentuk *Trichodina sp.* bulat bila dilihat dari samping bentuknya mirip bel sepeda, bila dilihat dari bawah di sekeliling mulutnya yang berada persis di tengah akan terlihat denticle (semacam gigi gerigi) dan di sekelilingi bulu getar berfungsi sebagai pergerakan pada permukaan inang. *Denticle* ini biasanya berjumlah antara 20 – 30 buah dan sering dipakai untuk mengidentifikasi spesies ini. Parasit ini bergerak dan menempel di permukaan tubuh ikan (Nurrochmah *et al.*, 2016).

2.2.2. Siklus Hidup

Trichodina sp. mempunyai siklus hidup yang sangat sederhana, yaitu mereka merupakan inang tunggal dan tidak menggunakan pergantian generasi atau penggandaan diri secara asexual pada inang. Reproduksi *Trichodina sp.* dengan pembelahan biner (membelah menjadi dua) dan konjugasi dengan temperatur optimum untuk reproduksi 20 - 29°C.

Menurut Islami *et al.* (2017), menambahkan bahwa *Trichodina sp.* menginfeksi dengan cara menempel di lapisan epitel ikan dengan bentukan ujung membran yang tajam (cakram). Setelah menempel, parasit segera berputar-putar sehingga merusak beberapa sel di sekitar tempat penempelannya, memakan sel-sel epitel yang hancur dan mengakibatkan iritasi yang serius. Pada lingkungan dengan populasi parasit yang cukup tinggi, umumnya apabila kadar bahan organik cukup tinggi, kondisi ini menjadi lebih berbahaya.

Penularan penyakit Trichodinosis melalui air dan kontak langsung antara ikan yang terinfeksi dan ikan yang sehat. Faktor yang mendukung berkembangnya parasit *Trichodina sp.* adalah menurunnya kadar oksigen dalam air hingga kurang dari 4 ppm, suhu air yang fluktuatif, dan bahan organik yang tinggi di dalam aquarium. *Trichodina sp.* mempunyai mobilitas yang tinggi dan dapat bertahan hidup tanpa inang selama dua hari. Kedua hal tersebut kemungkinan besar menjadi faktor yang mengakibatkan organisme ini mampu menginfeksi sebagian besar individu dalam suatu organisme.

2.2.3. Gejala klinis dan Patogenesis

Ikan yang terinfeksi *Trichodina sp.* mengalami iritasi pada kulit, terdapat bintik putih di bagian kepala dan punggung, nafsu makan hilang. Meningkatnya produksi lendir mengakibatkan tubuh ikan nampak bercahaya. Pada tubuh bagian luar terjadi pendarahan, warna tubuh kusam dan sering menggosokkan tubuhnya di tepi kolam (Yunarti *et al.*, 2023)

Gejala klinis ikan biasanya tampak bercahaya dikarenakan produksi lendir yang berlebihan dan tampak lemah, adanya luka pada kulit dan sirip sedikit hancur. Parasit dalam

jumlah banyak pada bagian insang ikan dapat mengganggu pernapasan. Pelekatan cakram menyebabkan kerusakan langsung pada epitel insang dan menghasilkan luka pada insang. Kematian tinggi umumnya terjadi pada ikan kecil menambahkan bahwa serangan parasit *Trichodina* sp. dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan kerusakan struktur insang yang pada akhirnya menyebabkan kematian (Yunarti *et al.*, 2023).

Parasit jenis ini menjadikan tubuh ikan hanya sebagai tempat pelekatan (substrat) dan mengambil partikel organik dari bakteri yang menempel pada kulit ikan, tetapi karena pelekatan yang kuat oleh kait pada cakram, menyebabkan sering kali timbul luka. Pelekatan pada insang juga mengakibatkan luka dan sering ditemukan sel darah merah dalam vakuola makanan *Trichodina* sp. Pada kondisi ini maka *Trichodina* sp, merupakan ektoparasit sejati (Oktaviana, 2022).

Infeksi berat parasit *Trichodina* sp. dapat menyebabkan kerusakan pada morfologi ikan. Kerusakan pada morfologi ikan ditandai dengan adanya luka pada sel epitel kulit sehingga menyebabkan iritasi. Hal ini disebabkan karena *Trichodina* sp. memiliki dentikel yang menyerupai gerigi yang menonjol pada bagian sisi anterior dan meruncing pada sisi posterior. Selain itu, ikan akan menunjukkan gejala dan tingkah laku seperti iritasi pada kulit, produksi mukus berlebih, insang pucat, nafsu makan menurun, sirip ekor rusak dan berwarna kemerahan akibat pembuluh darah kapiler pada sirip pecah, hingga menyebabkan kematian (Rahmaningsih, 2018).

Produksi mukus pada ikan yang terinfeksi parasit *Trichodina* sp. diinisiasi oleh sistem imun non spesifik yang berada pada sel epitel. Mukus juga berperan sebagai imunomodulator. Pada ikan teleostei memiliki sejumlah penghalang fisik terhadap infeksi antara lain kulit dan mukus. Mukus memiliki kemampuan menghambat kolonisasi mikroorganisma pada kulit, insang dan mukosa. Mukus ikan mengandung imunoglobulin (IgM). Imunoglobulin (antibodi) tersebut dapat menghancurkan patogen yang menginvasi. Adapun sisik dan kulit merupakan pelindung fisik yang melindungi ikan dari kemungkinan luka dan sangat penting perannya dalam mengendalikan osmolaritas tubuh. Kerusakan sisik atau kulit akan mempermudah patogen menginfeksi inang. Mukus selain sebagai pelindung fisik juga pelindung kimiawi karena mengandung lisozim, komplemen, protein-protein komplemen dan protease mirip tripsin yang dapat merusak sel-sel patogen (Ode, 2013).

Meskipun memiliki perlindungan fisik, antigen dapat masuk melalui permukaan epitel yang rusak, insang (terutama sesudah terjadinya stress osmotik), organ linea lateralis dan saluran pencernaan. Infeksi dari agen patogen dapat memicu terjadinya inflamasi. Inflamasi merupakan suatu respon seluler non-spesifik terhadap invasi patogen atau toksin. Inflamasi

ditandai dengan rasa sakit, pembengkakan, kulit, memerah (peradangan), suhu tubuh naik, atau kehilangan fungsi-fungsi fisiologis. Hal tersebut merupakan respon protektif awal tubuh dalam upaya menghalangi patogen dan menghancurkannya. Jika patogen telah masuk ke dalam tubuh, maka beragam respon pertahanan non-spesifik dan adaptif akan menghadangnya, respon tersebut berasal dari lisozim, komplemen, transferin, lektin, tripsin, dan agen-agen inflamasi. Pertahanan non-spesifik utama lainnya yaitu berupa sel-sel fagositik, yang utamanya terdiri dari monosit atau makrofag dan leukosit granulosit seperti neutrofil, basofil dan eosinofil. Monosit terdapat pada sirkulasi darah dan makrofag terdapat pada jaringan. Aktivasinya antara lain yaitu opsonisasi antigen. Untuk menjalankan aktivitasnya, monosit memerlukan hadirnya reseptor Fc untuk mengikat antibodi (Ode, 2013).

Pertahanan sistem imun spesifik pada ikan terdapat dua mekanisme yaitu sistem imun seluler yang diperantarai oleh Sel T dan sistem imun humoral yaitu sel B yang akan menghasilkan antibody. Sel Thelper yang dirangsang melepas sitokin yang kemudian mengaktifkan sel B dalam tiga tingkatan yaitu aktivasi, proliferasi dan diferensiasi menjadi sel plasma yang akan memproduksi imunoglobulin (Ig). Sel B yang diaktifkan selanjutnya memproduksi Ig, sementara itu sel B juga mengikat antigen melalui reseptor pada permukaan selnya. Kebanyakan antigen menimbulkan respon sel dengan bantuan sel T (*T-independent antigen*). Ikan hanya mensintesis satu kelas imunoglobulin (IgM). Sel-sel sitotoksik T membantu membunuh sel-sel yang terinfeksi viral serta sel-sel abnormal antibody akan disintesis ketika ada respon dari luar berupa antigen yang kemudian dipresentasikan oleh sel-sel yang bertugas mempresentasikan antigen (*Antigen presenting cells, APCs*), antara lain makrofag, sel-sel dendrit dan lymphocyte B (sel B). APCs akan mempresentasikan epitop (determinan antigen) kepada sel T helper melalui molekul MHC (*Major histocompatibility complex*) kelas II. Sel T akan menerima epitop-epitop tersebut menggunakan reseptor yang disebut TCR (*T-Cell receptor*). Setelah menerima kiriman epitop dari APCs, sel T helper kemudian meresponnya dengan mensekresi sitokin. Sitokin (seperti interleukin) tersebut selanjutnya diterima oleh sel B dan sel B akan merespon signal yang diterima dengan mengadakan proliferasi menjadi sel B memori dan sel-sel plasma. Sel B memori akan mengingat epitop yang pernah diterima dengan membentuk reseptor khusus yang secara spesifik mengenali epitop tersebut sehingga ketika epitop yang sama masuk ke dalam tubuh, dengan cepat akan dikenali oleh sel B dan dengan segera akan direspon. Sedangkan sel-sel plasma bertanggung jawab terhadap sintesis antibody (protein immunoglobulin) yang bertugas menghancurkan antigen sasarannya (Ode, 2013).

2.2.4. Pencegahan dan pengobatan

2.2.4.1. Pencegahan

Menurut Wardani (2021), pencegahan penyakit Trichodiniasis dapat dilakukan dengan pemberian makanan yang baik (mutu dan jumlahnya), kondisi air dalam cukup oksigen, suhu air kolam sesuai dengan kehidupan ikan yaitu antara 29° – 32 °C. Noga (2010) menambahkan bahwa pencegahan protozoa Trichodina sp. dengan mempertahankan kualitas air terutama stabilisasi suhu air $\geq 29^{\circ}\text{C}$, mengurangi padat penebaran ikan, menyaring air yang masuk ke kolam, menjaga kebersihan kolam budidaya dan meningkatkan frekuensi pergantian air.

2.2.4.2. Pengobatan

Ikan yang telah terinfeksi Trichodina sp. segera ditangkap dan dipindahkan ke dalam kolam atau bak tersendiri, kemudian diobati dengan cara direndam dalam larutan formalin 40 ppm selama 24 jam. Obat lainnya yang dapat digunakan adalah copper oxycchlorine. Caranya, ikan direndam ke dalam air yang mengandung copper oxycchlorine dengan dosis 5 ppm (Noga, 2010).