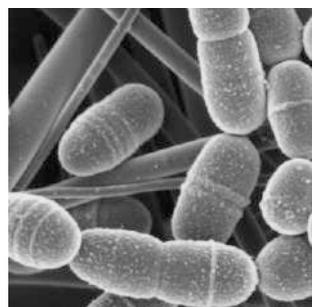
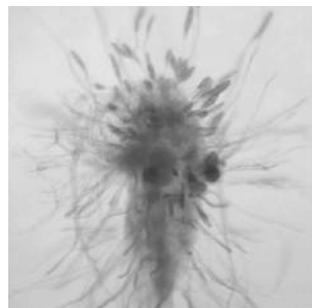
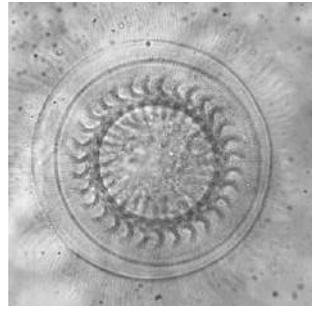


Parasit Biota Akuatik

Esti Handayani Hardi



Parasit Biota Akuatik

Esti Handayani Hardi

Editor : Susilo
Triana Fitriastuti
Kiswanto

Tata Letak : Agus Fitrianto

ISBN : XXX-XXX-XXXXXX-X-X
© 2015. Mulawarman University Press

Cetakan Pertama : Oktober 2015

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang.
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

Hardi, E. H., 2015. Parasit Biota Akuatik. Mulawarman University Press. Samarinda



**Mulawarman
University PRESS**

Penerbit
Mulawarman University PRESS
Gedung LPPM Universitas Mulawarman
Jl. Krayan, Kampus Gunung Kelua
Samarinda – Kalimantan Timur – INDONESIA 75123
Telp/Fax (0541) 747432; Email : mup@lppm.unmul.ac.id

Pengantar

Parasit biota akuatik merupakan salah satu mata kuliah wajib bagi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman. Mata kuliah ini juga ada di beberapa universitas di Indonesia, namun dengan nama yang beragam seperti Penyakit Ikan, Parasit dan Penyakit Ikan, serta Kesehatan Ikan. Ruang lingkup mata kuliah ini meliputi pengertian parasit, identifikasi parasit pada biota akuatik seperti jamur, protozoa, krustace, cacing yang juga dilengkapi dengan cara pencegahan dan pengendaliannya.

Buku ini menjabarkan tentang cakupan parasit pada biota akuatik, antara lain pengertian parasit, penyakit dan gangguan pada kesehatan biota akuatik; sifat adaptasi parasit pada tubuh inang; faktor-faktor eksternal dan internal yang berpengaruh terhadap serangan parasit pada biota akuatik; diagnosa dan penanggulangan penyakit; jamur, protozoa, krustace, cacing serta penyakit pada udang, serta menjabarkan juga mengenai penyakit non parasiter.

Buku ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah Parasit Biota Akuatik juga menjadi acuan dalam upaya mempelajari penyakit parasitik pada kultivan budidaya khususnya ikan, udang, kepiting dan biota budidaya lainnya.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan buku ini masih terdapat kekurangan, sehingga dibutuhkan saran dan masukan untuk perbaikan tulisan-tulisan mengenai parasit biota akuatik selanjutnya.

Samarinda, Oktober 2015

Esti Handayani Hardi

Daftar Isi

PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Bentuk-Bentuk Hubungan (Simbiosis)	1
B. Hama dan Patogen	2
C. Timbulnya Kejadian Penyakit Ikan	3
II. HUBUNGAN PARASIT DAN INANG PADA IKAN	
A. Adaptasi Parasit	10
B. Mekanisme Pertahanan Terhadap Kondisi Inang	13
C. Infeksi dan Infestasi	14
D. Cara Parasit Merugikan Inang	15
E. Sistem Pertahanan Inang Terhadap Parasit	17
III. FAKTOR EKSTERNAL SERANGAN PARASIT	
A. Pengertian Faktor Eksternal	20
B. Beberapa Faktor Eksternal Serangan Parasit	20
IV. FAKTOR INTERNAL SERANGAN PARASIT	
A. Pengertian Faktor Internal	26
B. Beberapa Faktor Internal Serangan Parasit	26
V. DIAGNOSA DAN PENANGGULANGAN	
A. Gejala Klinis Ikan yang Terinfeksi Patogen	29
B. Metoda Diagnosa Kesehatan Ikan	35
C. Teknik Pemeriksaan Penyakit Parasiter	47
D. Metoda Pencegahan Penyakit	50
VI. PENYAKIT JAMUR	
A. Jamur Ikan Air Tawar	53
B. Jamur Ikan Air Laut	56
VII. PENYAKIT PROTOZOA	
A. Protozoa Air Tawar	59
B. Protozoa Air Laut	72

VIII. PENYAKIT KRUSTACEA	81
IX. PENYAKIT CACING	
A. Cacing Monogenea	86
B. Digenea	90
C. Cestoda	92
D. Nematoda	94
X. PENYAKIT PADA UDANG DAN RUMPUT LAUT	95
XI. PENYAKIT NON PARASITER	
A. Kelainan Akibat Kondisi Lingkungan	102
B. Kelainan Akibat Polusi Logam Berat	105
DAFTAR PUSTAKA	108

Daftar Tabel

No.	Tubuh Utama	Halaman
5.1.	Gejala Tingkah Laku dan Perubahan Organ Luar Ikan <i>Amphiprion ocellaris</i> yang Terinfestasi Ektoparasit (Hardi, 2002)	30
5.2.	Hubungan Gejala Tingkah Laku Ikan Mas dengan Infeksi Ektoparasit yang Menginfeksi	31
5.3.	Pengaruh Infeksi Ektoparasit Pada Gerakan Reflek Terhadap Makanan Pada Ikan Mas	32
5.4.	Hubungan Perubahan Anatomi Luar dengan Infeksi Ektoparasit ...	33
5.5.	Patologi Anatomi Makroskopis Organ Luar Ikan Nila Pasca Diinjeksi <i>Streptococcus agalactiae</i> Tipe Berbeda	35
5.6.	Pembacaan Titer Antibodi	39

Daftar Gambar

No.	Tubuh Utama	Halaman
1.1.	Alur Munculnya Wabah Penyakit Pada Populasi Ikan (Sumber : Moller-Kiel 1986)	5
1.2.	Beberapa Ektoparasit yang Menginfeksi Ikan Laut	7
1.3.	Beberapa Endoparasit yang Menginfeksi Ikan Air Laut	8
1.4.	Beberapa Parasit yang Menginfeksi Ikan Mas	8
1.5.	Beberapa Parasit yang Menginfeksi Ikan Nila	9
6.1.	Ekor Ikan yang Terinfeksi <i>Saprolegnia fungus</i>	54
7.1.	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	60
7.2.	Siklus Hidup <i>I multifiliis</i> (Sumber: Wilfred Hass, diunduh pada tanggal 9 Januari 2013)	62
7.3.	<i>Tricodina</i> sp. (a) Tampak Ventral, (b) Tampak Atas.....	64
7.4.	<i>Ichthobodo</i> sp (Sumber : Graetzek, 1993).....	66
7.5.	Bentuk Spora <i>Henneگویا</i> sp. (kiri) dan <i>Myxobolus</i> sp. (kanan)	68
7.6.	<i>Epistylis</i> sp.	70
7.7.	<i>Brooklynella hostiles</i>	73
7.8.	<i>Oodinium</i> sp.	74
7.9.	Siklus Hidup <i>Oodinium</i> sp. (Sumber Moller-Kiel, 1983)	74
7.10.	<i>Cryptocaryon irritans</i>	75
7.11.	Siklus <i>Cliptocarion irritant</i> (Sumber Moller-Kiel, 1983)	76
7.12.	<i>Uronema marinum</i>	77
8.1.	<i>Ergasilus versicolor</i>	81

8.2.	<i>Caligus</i> sp.....	83
8.3.	<i>Lepeophtheirus</i> sp. (Sumber: Klik, Janse, Benz, 2011)	84
8.4.	<i>Chalimus</i> sp.	85
9.1.	<i>Dactylogyrus</i> sp.	87
9.2.	<i>Gyrodactylus</i> sp.	88
9.3.	<i>Diplectanum</i> sp.	89
9.4.	<i>Benedenia</i> sp.	90
10.1.	Hama Kerang Bakau/Temburung (<i>Thelescosium thleskium</i>) dan Ikan yang Ditemukan di Tambak dan Menjadi Sumber Penyakit WSSV	98
10.2.	Karapas Udang yang Terinfeksi WSSV (A) dan Karapas Udang Normal (B), serta Rod Shape Virus yang Menjadi Penyebab WSSV (Sumber foto: Takahashi <i>et. al</i> , 2003)	98
10.3.	Thallus Rumput Laut yang Terinfeksi Penyakit “ice-ice”	100
10.4.	<i>Vorticela</i> sp	101

Bab I.

Pendahuluan

A. BENTUK-BENTUK HUBUNGAN (SIMBIOSIS)

Secara alami, biota-biota perairan itu melakukan hubungan antara dua organisme baik dalam satu spesies maupun berbeda spesies, dimana interaksi tersebut berlangsung permanen berdasarkan hubungan saling menguntungkan atau pun tidak. Berdasarkan bentuk-bentuk interaksi itu, hubungan (simbiosis) dapat dikelompokkan dalam beberapa tipe, yakni :

- 1) **Komensalisme**, semua organisme saling berbagi sumber makanan yang sama. Hubungan ini saling menguntungkan antara satu sama lain. Contohnya adalah hubungan antara hiu dan ikan remora (*Echeneis remora*), ikan remora selalu berenang bersama hiu, menempel pada kulit hiu dengan sucker, dan memakan sisa-sisa makanan hiu.
- 2) **Epioiky**, terjadi ketika salah satu hewan tinggal di tubuh hewan lainnya, dan yang terakhir menyediakan makanan untuk yang lain. Contohnya adalah remis atau tritip yang menempel pada moluska atau kepiting, anemon laut yang tumbuh pada kepiting dan sebagainya. Epioiky ini dapat berkembang menjadi parasitisme dan merupakan bentuk hubungan yang dapat mengawali terjadinya eksternal parasit.
- 3) **Endoiky** merupakan sekumpulan hewan yang hidup di dalam tubuh hewan lainnya seperti dalam insang, mantel, paru-paru dan sebagainya. Hubungan tersebut hanya terjadi pada bagian tertentu saja, dan dapat berkembang menjadi internal parasit. Contohnya hubungan ikan *Mediterranean Carapus acus* dengan timun laut (*Holothuria tubulosa*). Dalam kondisi berbahaya, ikan akan bersembunyi di dalam kloaca timun laut. Tidak hanya itu, timun laut tidak hanya menjadi tempat persembunyian, melainkan ikan Mediterranean juga

memakan gonad dan pohon-pohon pernapasan pada timun laut tanpa menyebabkan gangguan pada timun laut karena organ yang dimakan merupakan organ yang mudah beregenerasi.

- 4) **Inquilinisme** terjadi ketika salah satu spesies memanfaatkan tempat tinggal spesies lainnya seperti sarang burung, sarang lebah, sarang semut dan sebagainya.
- 5) **Mutualisme** merupakan hubungan yang sangat dekat antara dua spesies dimana satu sama lain tidak dapat hidup sendiri atau terpisah (saling membutuhkan satu dengan yang lainnya). Contohnya adalah tumbuhan lumut, kombinasi alga dan jamur yang menyelubungi tumbuhan lumut tidak dapat hidup jika dipisahkan.
- 6) **Parasitisme** merupakan hubungan, salah satu menjadi parasit dengan memanfaatkan inangnya seperti menjadikan inang sebagai habitat dan sumber makanan. Parasit hidup pada inangnya. Tubuh inang menjadi lingkungan primer bagi parasit, sedangkan lingkungan hidup inang menjadi lingkungan sekunder bagi parasit. Hubungan parasitisme ini merupakan hubungan yang permanen. Parasit tidak menyebabkan kematian secara langsung terhadap inang, karena dia tidak memakan inang sekaligus namun hanya memanfaatkan sebagian dari tubuh inang (baik sebagai sumber makanan maupun sebagai tempat tinggal).

B. HAMA DAN PATOGEN

Hama merupakan organisme yang sifatnya mengganggu dan memangsa, dan umumnya adalah predator mulai dari tingkatan larva sampai ikan dewasa. Hama berukuran lebih besar dari ikan yang dimangsa dan tidak bersifat menular seperti halnya penyakit. Hama tidak selalu mematikan, akan tetapi luka yang ditimbulkannya dapat meningkatkan kerentanan ikan terhadap patogen. Beberapa contoh hama yang sering menjadi masalah pada budidaya adalah katak, ular, burung, larva serangga dan ikan-ikan liar yang bersifat karnivor atau pemangsa.

Patogen adalah organisme yang dapat menimbulkan penyakit dan terdiri atas dua golongan yaitu :

- 1) **patogen obligat**: yaitu patogen yang tidak hidup lama di perairan tanpa inang dan bisa menimbulkan penyakit pada ikan yang sehat pada saat kondisi lingkungan bagus. Sifat ini dijadikan metoda pengendalian penyakit tanpa menggunakan bahan kimia. Beberapa patogen yang termasuk ke dalam golongan patogen obligat adalah protozoa *Ichthyophthirius multifiliis*, berbagai jenis virus patogen pada ikan dan bakteri seperti *Renibacterium salmoninarum*, *Yersinia ruckeryi*, *Aeromonas salmonicida salmonicida*.
- 2) **patogen fakultatif (oportunistik)**: Sebagian besar patogen ikan umumnya termasuk ke dalam kelompok ini. Patogen fakultatif merupakan organisme yang normal dijumpai di perairan dan dapat hidup tanpa inang, dan menimbulkan penyakit hanya jika ada kondisi yang mendukung seperti menurunnya daya tahan tubuh ikan karena stress yang disebabkan oleh lingkungan, handling, memijah dan lain-lain. Faktor lain adalah kondisi lingkungan yang mendukung perkembangbiakan patogen seperti kandungan oksigen yang rendah dan kandungan bahan organik tinggi. Patogen yang termasuk ke dalam golongan ini adalah berbagai jenis protozoa seperti *Trichodina* sp, cacing *Dactylogyrus* sp dan jamur *Saprolegnia* sp, bakteri seperti *Aeromonas hydrophila*, dan *Vibrio harveyi*.

C. TIMBULNYA KEJADIAN PENYAKIT IKAN

Infeksi merupakan proses masuknya patogen pada inang dan dapat menyebabkan inang mengalami sakit ataupun tidak. Sakit dapat diartikan sebagai berkurang atau hilangnya rasa nyaman pada tubuh. Plumb (1994) mengemukakan bahwa sakit juga dapat diartikan sebagai proses morbid kondisi tubuh atau bagiannya dan adanya tanda-tanda klinis yang menunjukkan kondisi fisiologi dan histologi yang tidak normal. Penyakit dapat bersifat infeksi (bisa menular dari satu inang ke inang lainnya) atau noninfeksi. Penyakit infeksi biasanya disebabkan oleh parasit yaitu parasitik (protozoa, cacing, krustacea), bakteri, virus, jamur dan cendawan. Sedangkan penyakit non infeksius, biasanya disebabkan oleh lingkungan, nutrisi dan genetik. Lamanya sakit dapat berkisar dari waktu singkat dan mematikan (akut) sampai kronis dimana gejala

klinis tidak terlihat jelas dan hanya dapat dideteksi dengan nekropsis atau menggunakan uji khusus pada waktu yang tepat.

Seperti yang telah dikemukakan di atas, umumnya bakteri dan parasit yang mampu menyebabkan penyakit yang serius pada ikan adalah organisme yang normal dijumpai di lingkungan perairan dan bersifat patogen oportunistik. Walaupun mereka ada di suatu lingkungan perairan penyakit bisa saja tidak terjadi. Timbulnya penyakit merupakan akibat dari interaksi yang kompleks antara adanya inang (ikan) yang rentan, patogen yang virulen dan lingkungan dimana kedua faktor tersebut bertemu dalam satu waktu. Pemahaman terhadap proses-proses yang terjadi selama interaksi adalah sangat penting jika mempelajari diagnosa, pencegahan dan pengobatan.

Salah satu dari tanda yang paling awal bahwa suatu penyakit sedang menyerang dalam suatu populasi ikan adalah laju kematian yang meningkat secara nonspesifik. Ikan yang mati pada tahap ini bisa saja yang sangat rentan terhadap patogen yang ada atau bisa juga yang paling rentan terhadap kondisi lingkungan yang buruk sehingga memicu terjadinya epizootik. Berikut ini dikaji peranan masing-masing faktor dalam timbulnya penyakit ikan :

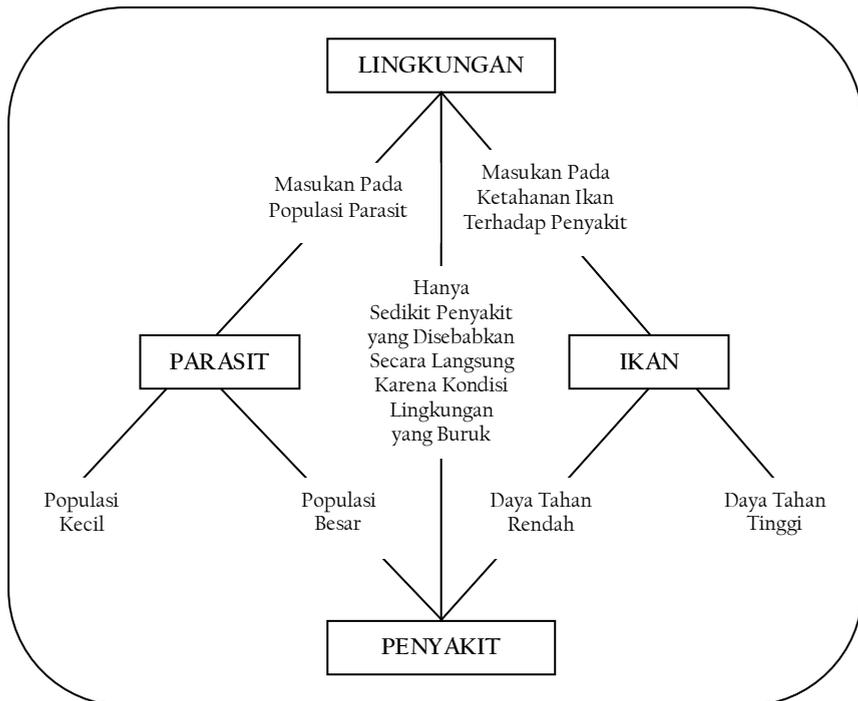
1) Lingkungan

Inang dan patogen dapat hidup dalam lingkungan (perairan) yang sama, dan berinteraksi tanpa timbulnya penyakit. Tapi jika salah satu dari ke tiga faktor tersebut berubah sehingga hubungan ketiganya juga berubah, penyakit bisa muncul dan menyebar. Warren (1984) pernah menggambarannya sebagai timbangan dimana kondisi lingkungan diibaratkan anak timbangan tambahan yang bisa bergeser ke salah satu faktor. Pergeseran tersebut bisa mempengaruhi inang secara positif atau negatif. Penyebab ketidakseimbangan ini harus ditentukan jika kita ingin mengembangkan pengertian tentang ketiga faktor dan peranan yang dimainkan masing-masing. Berbagai perubahan kualitas air yang mendadak atau mencapai kondisi ekstrim akan menimbulkan stress bagi ikan yang tentu saja akan menurunkan daya tahan ikan. Demikian juga berbagai bahan pencemar yang terdapat di perairan akan mempunyai pengaruh negatif pada sistem kekebalan yang akhirnya meningkatkan kerentanan ikan terhadap patogen. Berbagai penyakit yang dijumpai pada ikan budidaya seperti penyakit

yang disebabkan oleh protozoa *Trichodina*, udang berpendar (kunang-kunang) dan bercak putih yang umumnya muncul jika kandungan bahan organik di perairan tinggi dan kualitas air menurun. Pada serangan ringan, penggantian air dapat mengatasi masalah penyakit ini.

2) Inang yang Rentan

Jika inang tidak rentan, penyakit tidak akan timbul. Hal inilah yang menjadi dasar kegiatan immunisasi pada manusia. Tapi kerentanan terhadap suatu penyakit ditentukan tidak hanya oleh kekebalan akan tetapi kebiasaan manajemen budidaya lebih menentukan. Contohnya makanan dengan kualitas yang bagus dan suplai air yang bersih akan dapat mengurangi beberapa sumber penyakit yang potensial seperti menghindari pemasukan ikan baru dari panti benih yang lain. Salah satu factor yang meningkatkan kerentanan inang adalah adanya luka, borok, sisik lepas maupun sirip gripis baik akibat penanganan yang kurang baik ataupun karena parasit, ataupun juga stress karena transportasi dan handling, dan kualitas air yang tidak baik.



Gambar 1.1. Alur Munculnya Wabah Penyakit Pada Populasi Ikan
(Sumber : Moller-Kiel 1986)

Dalam tubuh ikan, mekanisme pertahanan bervariasi. Pertama adalah kulit, sisik dan membran lendir menghalangi masuknya racun, parasit, bakteri dan virus. Tingkatan selanjutnya bersifat fisiologi yaitu bekerjanya sel-sel fagosit, penghindaran (*avoidance mechanisms*), kemampuan hati untuk mendetoksifikasi racun/ kimia dari air dan makanan, penyimpanan beberapa logam dalam tulang, reaksi jaringan lokal. Garis pertahanan terakhir adalah yang bersifat spesifik melawan virus, bakteri dan parasit. Bekerjanya sistem kekebalan pada ikan tidak terlepas dari pengaruh faktor lingkungan perairan. Oleh sebab itu kedua faktor di atas harus dianalisa secara menyeluruh. Hal-hal yang menentukan kerentanan ikan adalah spesies, umur, kondisi nutrisi, kondisi fisiologi dan kepadatan.

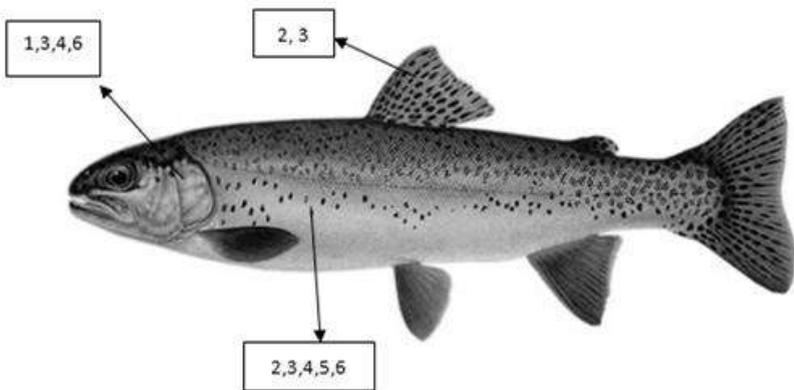
3) Patogen yang Virulen

Virulensi (patogenisitas) menunjukkan tingkat keganasan patogen dan kemampuannya dalam menimbulkan penyakit yang sifatnya relatif terhadap dosis dan waktu. Patogen ikan biasanya merupakan agen biologis yang terdiri atas cacing, protozoa, jamur, virus dan bakteri. Untuk itu harus diketahui sifat patogen, cara penyebaran, jalan masuk ke tubuh ikan (*port entry*) dan fasilitas budidaya, cara menghindari dan cara mengobatinya. Beberapa patogen bersifat obligat yang mempunyai virulensi tinggi seperti parasit protozoa penyebab penyakit bintik putih *Ichthyophthirius multifiliis*. Berbagai jenis virus juga merupakan patogen obligat namun dengan virulensi bervariasi. Beberapa bakteri patogen yang dijumpai di Indonesia seperti *Aeromonas hydrophila* adalah patogen fakultatif dengan virulensi bervariasi. Selain virulensi, faktor lain dari patogen yang menentukan timbul penyakit adalah viabilitas, strain, intensitas dan lain-lain.

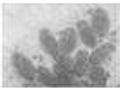
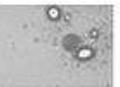
Dalam berbagai keadaan, ikan dapat hidup sehat walaupun dalam perairan tersebut selalu saja ada patogen fakultatif. Umumnya hanya jika stress lingkungan terjadi yang menyebabkan keseimbangan 'timbangan' bergeser ke arah penyakit dan patogen mempunyai kesempatan untuk berkembang biak dengan cepat. Jika ikan tidak dapat menyesuaikan diri dengan cepat, atau jika tindakan untuk memperbaiki keadaan tidak dilakukan, penyakit bisa terjadi. Jika kematian yang merugikan mulai terjadi, akuakultoris harus bertindak cepat. Dengan mengembalikan kualitas air ke kondisi yang optimal dan menggunakan obat-obatan yang tepat keseimbangan inang dan patogen dapat dikembalikan.

Parasit adalah organisme hidup diatas atau didalam organisme lain, dikenal sebagai induk semang atau inang. Parasit bisa berupa kelompok hewan maupun tumbuhan; berupa virus, bakteri, jamur, protozoa, cacing, antropoda. Umumnya parasit dibedakan menjadi dua berdasarkan organ targetnya yaitu ektoparasit dan endoparasit. Ektoparasit adalah golongan parasit yang hidup di luar atau di permukaan tubuh inang. Sedangkan endoparasit adalah golongan parasit yang selama hidupnya atau sebagian dari siklus hidupnya ada di dalam tubuh inang. Selain itu, dikenal juga istilah vektor yaitu golongan hewan atau tumbuhan yang menjadi pembawa agen parasit. Ektoparasit aalah masalah yang sering ditemukan menjadi kendala budidaya ikan. Walaupun jarang menjadi wabah, tapi infeksiya dapat terjadi sepanjang tahun. Perbedaan ektoparasit dan endoparasit adalah habitat hidup parasit di dalam tubuh inang. Ektoparasit ditemukan pada anatomi luar tubuh ikan: kulit, mukosa, sisik, sirip, operkulum, mata, insang, hidung. Sedangkan endoparasit biasanya ditemukan pada organ hati, saluran pencernaan, ginjal, jantung, daging, dan organ dalam lainnya.

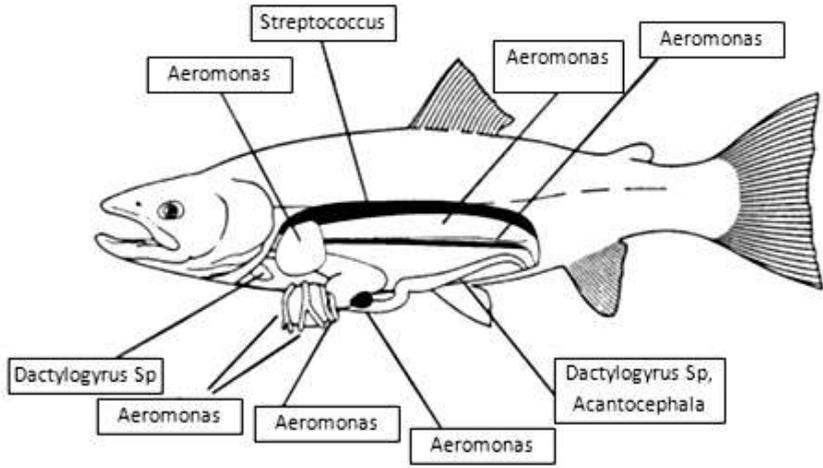
Beberapa parasit yang umum ditemukan pada organ dalam dan organ luar ikan air laut dapat dilihat pada Gambar 1.2 dan 1.3, sedangkan beberapa patogen yang menginfeksi ikan air tawar dapat dilihat pada Gambar 1.4 dan 1.5 berikut :



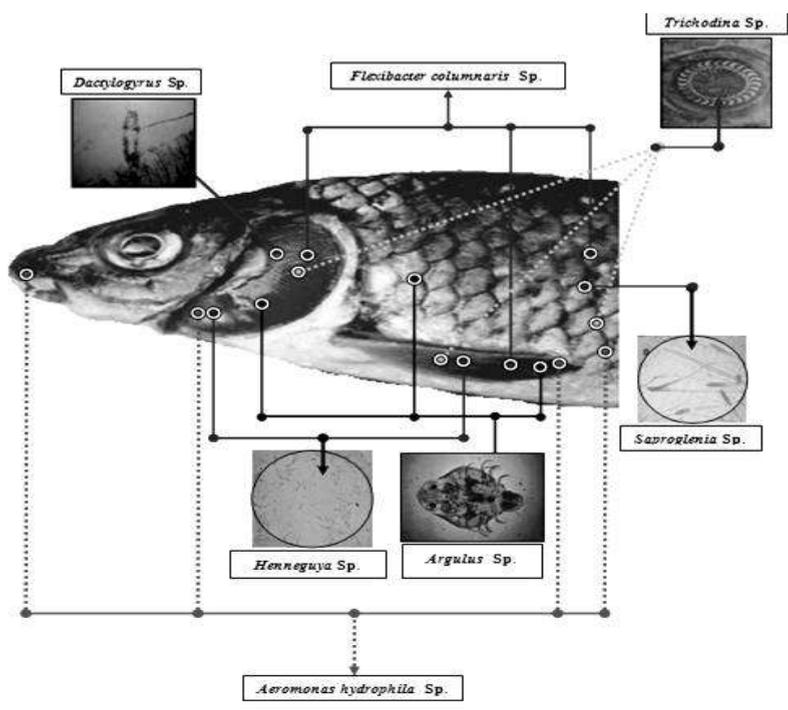
Keterangan :

- | | | | | | |
|--|-------------------|--|------------------|--|---------------------|
| 1.  | <i>Diplozoon</i> | 2.  | <i>Epistylis</i> | 3.  | <i>Gyrodactylus</i> |
| 4.  | <i>Trichodina</i> | 5.  | <i>Oodinium</i> | 6.  | <i>Dactylogyrus</i> |

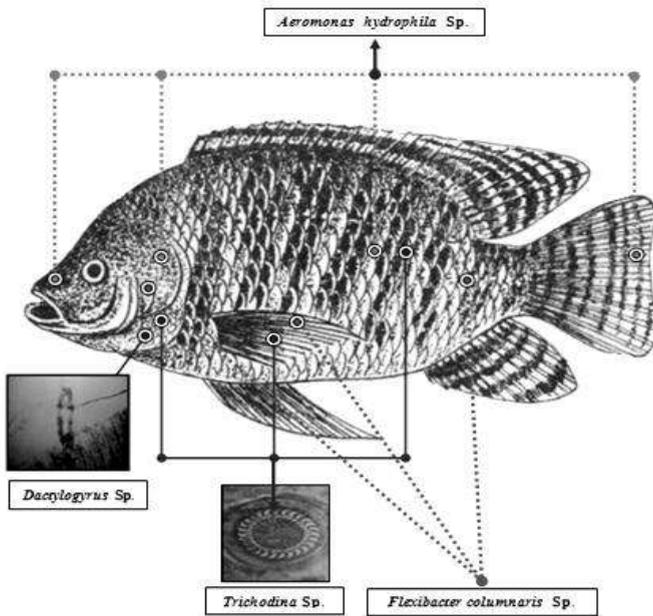
Gambar 1.2. Beberapa Ektoparasit yang Menginfeksi Ikan Laut



Gambar 1.3. Beberapa Endoparasit yang Menginfeksi Ikan Air Laut



Gambar 1.4. Beberapa Parasit yang Menginfeksi Ikan Mas



Gambar 1.5. Beberapa Parasit yang Menginfeksi Ikan Nila

Pada saat terjadi sebuah kasus kematian atau sakitnya hewan budidaya, maka perlu dilakukan suatu pemeriksaan. Untuk ketepatan pemeriksaan perlu dilakukan persiapan sampel hewan budidaya yang akan diperiksa. Agar hasil pemeriksaan tidak terjadi kerusakan sampel dan benar-benar menggambarkan kondisi ikan maupun perairan maka perlu dilakukan pemilihan ikan sampel dan penanganan ikan sampel sebelum dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan lebih lanjut. Adapun beberapa langkah yang harus dilakukan adalah:

1. Pemilihan ikan sampel, ikan yang akan dikirim untuk diperiksa terdiri atas:
 - a) Ikan yang diduga terinfeksi penyakit yaitu ikan menunjukkan gejala sakit seperti berenang lemah, adanya luka, sisik lepas, berlendir.
 - b) Ikan yang baru saja mati, kematian tidak lebih dari 1-2 jam
 - c) Ikan yang kondisinya sehat sebagai pembanding.

2. Penanganan ikan sampel

Jika ikan sampel hidup, maka ikan diletakkan dalam kantong plastik yang berisi air dan diberi oksigen. Dan jika ikan sampel mati, maka sebaiknya ikan disimpan dalam termos es atau dalam wadah yang berisi es (pendingin), untuk mengurangi kerusakan jaringan.

Bab II.

Hubungan Parasit dan Inang Pada Ikan

Pada umumnya parasit tidak berparasit pada berbagai jenis hewan, artinya hanya membutuhkan inang spesifik. Hidup parasitik itu bukanlah hidup sembarangan, melainkan hidup berpreferensi. Dengan kata lain, parasit itu umumnya mempunyai inang pilihan atau inang spesifik. Secara alami parasit itu menunjukkan derajat preferensi inang, disamping juga derajat preferensi jaringan tubuhnya sebagai habitat parasit. Derajat preferensi inang itu adalah produk adaptasi biologis yang diperoleh induknya dan diturunkan kepada keturunannya. Diduga derajat preferensi inang dapat berubah, makin tingginya derajat preferensi inang itu dapat menyebabkan perubahan pola penyebaran penyakit atau perubahan pola penularan penyakit yang disebabkan oleh parasit.

A. ADAPTASI PARASIT

Setiap parasit memiliki adaptasi spesifik untuk hidup pada tubuh inang termasuk morfologi dan fisiologi adaptasi. Adaptasi parasit menurut Raabe (1964) adalah keseluruhan karakteristik hewan yang dapat membatu dalam populasi untuk hidup, tumbuh dan bereproduksi menjadi lebih banyak, di bawah kondisi yang ada pada habitatnya.

1. Adaptasi Morfologi Parasit

Adaptasi morfologi merupakan adaptasi berupa bentuk parasit dan perlengkapan yang dimilikinya untuk dapat hidup di dalam tubuh inang. Yang termasuk adaptasi morfologi antara lain bentuk tubuh yang tergantung pada lokasi tempat parasit itu hidup dalam inang.

Adaptasi morfologi adalah penyesuaian yang disertai dengan perubahan atau modifikasi dari salah satu atau beberapa, atau bahkan semua bagian atau bagian-bagian alat tubuh sehingga bagian-bagian tubuh itu menjadi tertentu baik bentuk maupun sifatnya atau fungsinya. Modifikasi itu terjadi agar supaya parasit memperoleh kemampuan untuk dapat mengikuti segala persyaratan untuk hidup dalam tubuh inang.

Adaptasi ektoparasit yang menempel pada permukaan tubuh inang. Bentuk tubuh parasit yang menempel pada permukaan tubuh inang biasanya memiliki bentuk:

- Tubuh yang pipih (*clypeate*).
- Flattened dorso-ventrally (rata pada bagian perut).
- Slightly concave (cekung) pada salah satu sisi dan convex (cembung) pada sisi lainnya.
- Cekung pada sisi pelekat.
- Memiliki cakram penghisap.
- Parasit-parasit ini sulit dihilangkan atau dibersihkan dengan air, namun bisa dilepaskan dengan cara abrasi contohnya ciliata (*chilodonella*, *Trichodina*), branchiura, copepods (*Lepeophtheirus*, *Caligus*), trematoda (*Tristoma*, *Entobdella*, *Calicotyle*).

Adaptasi parasit yang hidup di dalam intra-intestinal, biasanya memiliki bentuk sebagai berikut:

- Biasanya berbentuk elongated (memanjang), ribbon-like yaitu seperti pita (cestoda), silinder atau spindle-shape atau gelondong (nematoda, acanthocephala).
- Bentuknya bulat pipih untuk memudahkan bergerak di dalam usus
- Adaptasi parasit pada inang seperti adanya keanekaragaman hook (pengkait), suckers (penghisap) dan clamps (alat penjepit) pada monogenea.
- Cestoda memiliki sucker yang kompleks strukturnya.
- Beberapa cacing memiliki sucker, ring dan hook, *Tetrarhynchidea* (pada ikan air laut) memiliki 4 probosces yang panjang yang ditutup oleh hook
- Acantocephala memiliki proboscis yang dibungkus dengan sederetan hook yang kuat.

- Parasit *copepods*: pada bagian cephalotorax memiliki organ pengait seperti anchor untuk menempel pada inang (*Lernaea*, *Lernaeocera*, *Sphyrion*, *Pennella*), memiliki *retained* yang dapat digunakan untuk berpindah dari satu tempat ketempat lain, juga memiliki hook pada antena, maxilliped dan appendages (*Cecrops*, *Caligus*).

Adaptasi endoparasit dalam tubuh inang, biasanya memiliki bentuk yang menyesuaikan dengan kondisi di dalam tubuh inang. Adaptasi bentuk biasanya berupa:

- Parasit yang hidup dalam usus seperti cestoda dan acanthocephala menempel pada saluran pencernaan. Sumber makanan menjadi hal penting, penyerapan osmotik dilakukan oleh permukaan tubuh parasit ini yang banyak mengandung kutikula (membungkus permukaan tubuhnya).
- *Elektron mikroskopik* mengungkapkan kegunaan cuticle (selaput luar) pada cestoda yang dibungkus dengan karakter microvilli yang sangat membantu meningkatkan absorbansi pada permukaan.

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi merupakan adaptasi yang terkait dengan fisiologi tubuh parasit untuk dapat hidup di dalam inang. Adaptasi fisiologi sangat bergantung dengan tempat parasit hidup. Beberapa parasit yang hidup di dalam saluran pencernaan ikan umumnya menghasilkan enzyme anti enzy pencernaan dengan tujuan untuk menetralsir, agar parasit tidak ikut tercerna pada saat inang mencerna makanan. Beberapa parasit juga membungkus dirinya dengan asam amino yang sama dengan asam amino inang dengan tujuan agar tidak kenali sebagai benda asing. Cacing schistomiasis melakukan Penyamaran antigenik (antigenic mimicry) yaitu parasit cacing dewasa dapat memperoleh antigenik jaringan inang untuk menyelubungi dirinya sehingga sistem imun inang gagal mengusir parasit cacing tersebut.

3. Adaptasi pada Indera Penglihatan Parasit

Organ penglihatan parasit umumnya disesuaikan dengan organ target tempatnya hidup pada inang. Beberapa hal yang dapat dijabarkan mengenai indera penglihatan parasit adalah sebagai berikut :

- Monogenea: sebagai indera penglihatan, monogenea memiliki pigmen mata (biasanya 2 pasang)
- Digenea trematoda memiliki 1 pasang mata pada tahap larva (miracidium dan cercaria) yang hidup di luar inang, dan tahap lainnya tidak memiliki alat pelengkap fotosintesis.
- Cestoda, nematoda dan acanthocephala alat penglihatannya terbatas bahkan tidak memiliki alat penglihat.
- Organ sensori internal parasit biasanya tersebar pada tubuh parasit seperti pada sucker, nematoda labia, dan pada ekor (nematoda jantan).

4. Adaptasi pada Mekanisme Pernapasan Parasit

Mekanisme pernapasan parasit belum dipelajari secara mendetail sejauh ini. Pada umumnya parasit belum memiliki alat pernapasan spesifik. Namun beberapa hal yang bisa dijelaskan mengenai mekanisme pernapasan parasit adalah:

- Parasit tidak memiliki organ respirator secara khusus, pertukaran gas terjadi pada permukaan tubuh.
- *Copepod* cenderung terjadi pernapasan pada struktur permukaan tubuhnya. Misalnya berbagai struktur seperti grapelike bubbles pada bagian ujung posterior thorax *Pennella*, *Lernaeolophus* dan jenis *Chondracanthus* biasanya memiliki berbagai macam papillae dan proses pernafasan terjadi pada bagian thorax.
- Ektoparasit menggunakan oksigen terlarut dalam air, sedangkan endoparasit mendapatkan energi dari dekomposisi glikogen dalam sel, menghasilkan (mengeluarkan) karbondioksida dan asam lemak.

B. MEKANISME PERTAHANAN TERHADAP KONDISI INANG

Secara alamiah, keberadaan parasit pada inang akan mengganggu sistem dalam tubuh inang yang bekerja. Inang akan melakukan berbagai cara untuk mengeliminasi keberadaan parasit dengan banyak cara. Parasit dalam usus memanfaatkan enzim pencernaan yang dihasilkan oleh inang. Hanya sebagian kecil saja yang mampu hidup dalam usus yaitu dengan memiliki kemampuan

menetralkan enzim yang dihasilkan inang, misalnya dengan menghasilkan bahan mucoproteid. Adaptasi parasit lainnya pada tubuh inang untuk menyesuaikan dengan tubuh inang yaitu jaringan tubuh parasit dan inang harus memiliki komposisi asam amino yang sama. Contohnya asam amino pada cestoda (*Hymenolepis diminuta*) dan inang (tikus) menunjukkan ada kesamaan 20 jenis asam amino (Goodchild and Wells, 1957).

C. INFEKSI DAN INFESTASI

Penyebaran parasit dari satu inang ke inang yang lain dalam satu populasi, dilakukan dengan cara yang beraneka ragam tergantung pada spesies dari parasit itu sendiri. Cara invansi parasit pada inang, dapat dilakukan dengan 4 (empat) cara, yaitu melalui kontak secara langsung, saluran pencernaan, phoresis (membutuhkan perantara/hewan pembantu) atau dengan cara menembus permukaan kulit.

1. Kontak Langsung

Invansi parasit terjadi melalui kontak secara langsung antara terjadi pada ikan sehat dengan ikan yang telah terinvansi parasit terlebih dahulu. Padat penebaran yang tinggi pada budidaya ikan menjadi salah satu penyebab penyebaran parasit melalui cara ini. Cara ini umumnya digunakan untuk penyebaran larva parasit dan terkadang juga parasit dewasa (digunakan oleh parasit yang memiliki siklus hidup yang sederhana), contohnya adalah parasit ciliata, *Trematoda monogenea*, copepoda, isopoda, branchiurans.

2. Melalui Saluran Pencernaan

Invansi parasit dengan cara melalui saluran pencernaan ini pada umumnya dilakukan setelah fase invasif dari parasit (telur, larva, spora) yang masuk ke dalam inang bersama makanan. Biasanya dilakukan oleh parasit yang memiliki siklus hidup yang kompleks, contohnya adalah jenis protozoa seperti *Coccidiomorpha* dan *Cnidosporidia*, *Digenea trematoda*, cestoda, nematoda dan acantocephala.

3. Phoresis (Membutuhkan Perantara/Hewan Pembantu)

Transportasi parasit ini dilakukan dari satu inang ke inang lain melalui hewan lain. Cara ini pada umumnya digunakan untuk jenis parasit darah

contohnya adalah jenis *Tripanosoma*, parasit branchiura memindahkan larva nematoda *Skrjabillanus* dari satu ikan ke ikan yang lain dalam satu populasi. Cercaria menunjukkan karakteristik adaptasi yaitu kemampuan menembus kulit ikan dan kemudian tumbuh dan berkembang dalam jaringan inang. Bagian yang terdiri dari mulut dilengkapi dengan sucker yang memiliki *stylets* untuk menusuk kulit. Kelenjar dalam alat penusuk menghasilkan enzim proteolytic yang dapat merusak jaringan inang, dan hal ini yang menjadi sarana migrasi dari cercaria.

4. Menembus Permukaan Kulit

Cara lain yang bisa dilakukan oleh cercaria dari *Digena trematoda* dengan menyerang jaringan kulit hingga berkembang menjadi fase berikutnya yaitu metacercaria.

D. CARA PARASIT MERUGIKAN INANG

Dalam hubungan antara parasit dan inang, maka sesungguhnya tidaklah menjadi tujuan parasit untuk merusak alat tubuh inang, apalagi sampai menyebabkan kematian inang. Parasit membutuhkan jaminan makanan dan tempat hidup untuk kelangsungan jenisnya. Terutama untuk jenis endoparasit jika inangnya sakit atau sampai mati, maka dia tidak mendapatkan jaminan makan.

Ada korelasi atau hubungan positif antara luasnya sebaran inang dan jenis parasit dengan kerugian yang ditimbulkan oleh parasit. Makin luas jenis parasit dan inang, maka makin tinggi kerugian yang ditimbulkan oleh parasit tersebut.

Kerusakan yang ditimbulkan dengan adanya parasit pada inang itu bertingkat tergantung pada jenis parasit, umur parasit jenis dan umur inang, perawatan inang, penyebaran geografis dari parasit.

Pada saat kondisi normal, sistem dalam tubuh inang terjadi secara normal, keberadaan parasit menyebabkan dampak yang beragam pada tubuh inang, dampak yang ditimbulkan oleh parasit pada inang antara lain: dapat berupa kerusakan secara mekanik, kekurangan makanan dan dampak keracunan.

1. Kerusakan Secara Mekanik

Di samping merugikan inang karena mengambil sebagian makanan atau menghisap darah, atau menghisap cairan tubuh, makan atau merusak jaringan tubuh inang, maka parasit yang bertubuh besar atau parasit yang berkumpul sebagai gumpalan benda asing dalam tubuh inang dapat menyebabkan timbulnya gangguan mekanik. Parasit yang memiliki organ penyerang (*hooks, clamps, suckers*) bisa menyebabkan kerusakan pada jaringan inang, yakni :

a) Kerusakan pada kulit dan insang ikan, contohnya :

- Sucker dan probosces dari digenea, cestoda dan acanthocephala menyebabkan kerusakan pada mukosa usus.
- Cercaria dari trematoda menembus kulit dan menyebabkan kerusakan jaringan dan bisa menyebar ke jaringan lain. Kerusakan ini dapat menjadi media perpindahan larva nematoda

b) Kerusakan pada usus akibat parasit antara lain: pengerasan pada usus, lemahnya gerakan peristaltik dan pencernaan terhambat, contohnya :

- *Triaenophorus* menghambat usus ikan.
- *Ligula* menghambat perkembangan gonad sama halnya dampak yang ditimbulkan oleh *Amphilina foliaceae* pada iikan sturgeons.

2. Kekurangan Makanan (Nutrien)

Parasit biasanya memakan makanan yang ada dalam tubuh inang (parasit dalam usus) atau mengambil sebagian nutrisi pada inang. Dampak pada inang mnyebabkan anemia. Kabata (1958) pernah menunjukkan bahwa investasi dari *Lernaeocera obtusa* menyebabkan penurunan kadar hemoglobin (Hb) dan jumlah lemak dalam hati. *Diphyllobathrium latum* pada usus manusia menyebabkan hilangnya vitamin B12 (44 %).

Parasit lain mengambil vitamin A, B kompleks, C dari inangnya. Parasit terkadang memakan darah atau jaringan pada inang, yang dapat menyebabkan hemoglobin ikan yang terinvestasi oleh *Lernaeocera branchialis* menjadi menurun dari 30-40 % menjadi 20-22 %. Jumlah total eritrosit menurun dari 902.500/mm menjadi 847.500/mm. Selain itu, adanya *kronik hypochromatic* dan hemolitik dan juga basofil dan *polychromatic eritrosit* meningkat, granulosit (heterofil dan basofil) yang umumnya ditemukan menyertai pendarahan dan radang insang.

3. Toxic dan Lytic Effects

Hasil dari metabolisme parasit dan sekresi dari kelenjar parasit dapat bersifat toksik bagi inang, misalnya cercaria menghasilkan enzim proteolytic yang dapat menghancurkan jaringan inang juga menjadi sarana perpindahan cercaria dalam tubuh inang. *Argulus* memiliki kelenjar venom pada bagian stylet yang digunakan untuk menusuk kulit masuk ke dalam aliran darah dan cairan tubuh. Hal ini menyebabkan iritasi pada kulit dan menghasilkan radang. Nematoda (*Anisakis*) menghasilkan racun, yang dapat menyebabkan asma dan parasit *Kudoa* (*Myxobolidae*), menghasilkan enzim proteolitik yang dapat menyebabkan otot daging menjadi lembek.

E. SISTEM PERTAHANAN INANG TERHADAP PARASIT

Sistem pertahanan inang terhadap parasit Sebagaimana hewan vertebrata lainnya, ikan memiliki sistem kekebalan/imunitas, hanya berbeda dengan vertebrata lainnya yaitu pada organ pembentuknya. Sistem imunitas ini berfungsi untuk melawan berbagai macam penyakit, yang meliputi sistem pertahanan spesifik dan non spesifik. Anderson dan Siwicki (1993) menyatakan bahwa respon imunitas spesifik memerlukan stimulasi terlebih dahulu dan bersifat khusus terhadap agen penginduksinya, keberadaannya dalam tubuh sangat berfluktuasi. Respon non spesifik bersifat umum dan keberadaannya bersifat permanen dalam tubuh ikan (Ellis, 1988).

Sistem pertahanan nonspesifik disusun dari penghalang fisik dan kimia (mukus, kulit sisik dan insang) dan pertahanan seluler (sel makrofag, lekosit seperti monosit, neutrofil, eosinofil dan basofil) terhadap serangan patogen. Salah satu dari kebanyakan pertahanan non spesifik umum dari ikan adalah sekresi jumlah mukus yang berlimpah selama keadaan stres, terutama karena penangkapan dan penanganan.

Mukus ikan yang menyelimuti permukaan tubuh, insang dan terdapat juga pada lapisan mukosa usus berperan menjerat mikroorganisme yang secara potensial membahayakan dan memusnahkan material asing dengan lisosim dan enzim proteolitik lain (Anderson, 1974). Ingram (1980) mengemukakan bahwa

mukus juga mengandung antibodi (pertahanan spesifik), aglutinin alamiah dan lisin yang berkemampuan mengeleminir patogen.

Kulit dan sisik ikan berperan dalam perlindungan mekanik terhadap infeksi patogen melalui penebalan kutikel ataupun hiperplasia sel-sel malphigi (Robert, 1989). Reaksi peradangan juga dapat terjadi disekitar situs masuknya patogen, dalam hal ini komponen lainnya yang berperan dalam proses pertahanan seluler seperti leukosit akan membanjiri situs untuk memfagosit patogen yang ada tersebut.

Jika mikroorganisme menembus penghalang fisik dari kulit dan sisik melalui abrasi atau memotong, pengenalan pengganggu asing menimbulkan reaksi peradangan. Jaringan makrofag dan sirkulasi migrasi monosit ke tempat fagositosis dan menghancurkan pengganggu. Neutropil dan leukosit lainnya juga tertarik ke abrasi, dimana mereka melepas enzim destruktif yang bertindak pada mikroorganisme target.

Respon imun spesifik dirangsang bereaksi terhadap antigen tunggal yang merupakan komponen patogen. Jika garis pertahanan pertama tidak berhasil, mikroorganisme mendapat kontrol secara cepat, berkembang, dan membunuh ikan. Namun, jika ada waktu yang cukup untuk aktivasi respon imun spesifik, respon tersebut dapat menolong ikan selama paparan primer dan berikutnya.

Pertahanan tubuh spesifik dilakukan oleh antibodi yang merupakan respon humoral. Ikan hanya memiliki satu kelas Ig yakni IgM (Robert, 1989) dengan berat molekulnya 700 kDa (Lobb, 1986) dan koefisien sedimentasi 16 S. IgM ini merupakan makroglobulin, kestabilan struktur molekulnya dilakukan oleh rantai J. Klasifikasi Ig didasarkan atas sifat fisika-kimia, kandungan karbohidrat dan komposisi asam amino molekul Ig (Rosenshein *et al.*, 1986). Imonoglobulin (Ig) ini selain terdapat dalam plasma darah juga ditemukan pada mukus, usus, cairan empedu dan dalam telur ikan mas (Robert, 1989).

Infeksi parasit merupakan infeksi yang merangsang lebih dari satu mekanisme pertahanan, yaitu kedua respon imun humoral dan seluler sekaligus. Makin besar ukuran parasit yang menyerang, makin banyak jumlah dan jenis antigennya yang akan membangkitkan respons imun tubuh. Infeksi parasit umumnya berlangsung kronis, antigen selalu beredar di dalam tubuh sehingga terjadi perangsangan yg terus menerus. Respon imun seluler lebih efektif

menghadapi protozoa intraseluler, sebaliknya antibodi efektif untuk parasit ekstraseluler dalam darah atau jaringan (contoh, malaria dan tripanosoma) karena antibodi tidak dapat melintasi membran sel inang untuk mencapai parasit intraseluler.

Ada sel yang berperan lebih banyak pada saat infeksi parasit yaitu sel eosinofil yang merupakan sel penghuni jaringan, keberadaannya dalam aliran darah sedikit, pada membran selnya terdapat reseptor IgG, IgE, IgM, C3b dan di dalam sitoplasmanya ada tiga butir-butir: fosfatase asam dan arilsulfatase, butir primer, butir sekunder. Butir sekunder memiliki *major basic protein* (MBP) yang bersifat toksik terhadap parasit dan produksi histamin, *eosinophil cationic neurotoxin* (EDN), *eosinophil peroksidase* (EPO), yang keduanya bias membunuh parasit.

Parasit di dalam tubuh inang juga melakukan perlawanan terhadap serangan dari sistem imun. Cara parasit menghindari dari sistem imun yaitu dengan cara-cara sebagai berikut :

1. Keanekaragaman antigenik (*antigenic variation*) : parasit memiliki gen antigen permukaan yang munculnya tergantung aktivitas masing-masing gen yang merupakan hasil adaptasinya, contoh plasmodium penyebab malaria
2. Penyamaran antigenik (*antigenic mimicry*): cacing dewasa bisa memperoleh antigenik jaringan inang untuk menyelubungi dirinya sehingga sistem imun inang gagal mengusir cacing, contoh Schistomiasis
3. Hidup di dalam makrofag dengan cara:
 - Mencegah fusi lisosom dan fagosom
 - Tahan terhadap pembunuhan dengan enzim
 - Menghindari lisosom masuk ke sitoplasma makrofag
4. Supresi respon imun : antigen yang dilepaskan parasit dapat mengganggu respon imun inang dengan mekanisme sebagai berikut:
 - Pengikatan dengan antibodi sehingga tidak dapat menyerang parasitnya
 - Memblok sel-sel efektor melalui pembentukan kompleks imun
 - Menginduksi toleransi sel B dan sel T
 - Aktivasi poliklonal banyak dihasilkan IgM dan IgG yang tidak spesifik
 - Aktivasi sel-sel supresor
5. Subversi sistem imun

Bab III.

Faktor Eksternal

Serangan Parasit

A. PENGERTIAN FAKTOR EKSTERNAL

Seperti sudah dijelaskan pada bab awal mengenai parasit dan penyakit itu sendiri, maka bab ini selanjutnya akan membahas tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap serangan parasit pada biota akuatik. Faktor eksternal yang dimaksud adalah faktor-faktor luar (dari ikan) yang berpengaruh terhadap tingkat patogenitas dari parasit itu maupun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kesehatan ikan sebagai inang, karena sistem ketahanan ikan sangat berpengaruh terhadap kemampuan parasit menginfestasinya. Pada saat kondisi ikan sebagai inang dalam keadaan baik maka, dia akan mampu menghalau masuknya parasit dalam tubuhnya. Faktor eksternal yang berpengaruh terhadap kondisi kesehatan ikan antara lain, lingkungan, vektor dan parasit itu sendiri.

B. BEBERAPA FAKTOR EKSTERNAL SERANGAN PARASIT

Parasit pada umumnya berada dalam suatu perairan dan biasanya memiliki waktu-waktu tertentu untuk memulai menginfeksi inang, dan faktor-faktor eksternal yang berpengaruh terhadap tingkat infestasi dari parasit terhadap inang adalah :

1. Lingkungan

Sistem pertahanan tubuh (sistem imun) dipengaruhi oleh keseimbangan dan ketidakseimbangan antara lingkungan dan ikan itu sendiri. Dalam kondisi normal, ikan berinteraksi dengan lingkungannya. Dalam interaksi ini semua sistem bekerja. Apabila kondisi perairan tempat ikan hidup telah mengalami perubahan karena ada bahan-bahan yang masuk secara terus menerus dalam

jangka waktu yang lama, maka akan menyebabkan perubahan pada sistem imunologi ikan. Hal ini terjadi karena sistem imunologi ikan berkaitan dengan sistem ketahanan tubuh, dimana ikan mempertahankan diri untuk tetap hidup dalam kondisi lingkungan yang berbeda dari kondisi normal. Sistem pertahanan tubuh ikan ini berkaitan dengan keberadaan sel-sel pertahanan tubuh seperti leukosit (monosit, neutrofil, eosinofil, basofil) dan trombosit. Selain itu berkaitan dengan bahan-bahan yang dikeluarkan oleh tubuh sebagai respon tubuh terhadap stress yang diteritanya seperti kortisol dan glukosa dalam plasma. Terganggunya sistem imun ikan sangat mempengaruhi daya tahan tubuh organisme dalam mengontrol infeksi penyakit yang menyerang.

a) Fisika Perairan

Parameter yang termasuk dalam fisika perairan, antara lain temperatur, salinitas (Tekanan Osmotik), kekeruhan/kecerahan, TDS/TSS, kuat arus, warna, rasa dan bau.

Temperatur dapat berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung biasanya berefek mematikan pada saat berada di atas ataupun di bawah suhu normal ($\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) tiap individu memiliki kisaran suhu yang berbeda sehingga dampak yang ditimbulkan juga bisa berbeda. Dampak lain yang lebih berbahaya adalah dampak yang tidak mematikan tetapi bersifat letal. Pada kisaran suhu ini ikan tidak mati namun masih dalam tahap mengganggu proses fisiologis dan metabolisme di dalam tubuhnya saja. pengaruh yang tidak langsung maksudnya adalah bahwa suhu ini sangat mempengaruhi kondisi kualitas air yang lain, artinya suhu dapat menjadi pemicu atau penurunan kualitas air yang lain seperti oksigen, karbondioksida dan pH. Pada saat suhu naik menyebabkan gas oksigen turun ini biasanya yang menyebabkan ikan hipoksia. Pada saat suhu turun, berpengaruh terhadap pH atau drajat keasaman yang akan di bahas pada kimia air pada sub bab berikutnya.

Salinitas termasuk dalam parameter dalam fisika air, meskipun salinitas juga terkait dengan faktor kimia air. Salinitas ini biasa diukur karena selain berkaitan dengan oksigen dan unsur atau senyawa kimia lain dalam perairan seperti unsur fosfor/P, calcium/Cl, brom/Br, dan iodium/I yang semuanya

berpengaruh terhadap pH. Salinitas ini masuk sebagai parameter fisika karena terkait dengan tekanan osmotik, masuk dalam parameter kimia karena ada senyawa NaCl yang terkait.

Kekeruhan dan kecerahan juga biasa di analisa. Kekeruhan dapat disebabkan karena faktor abiotik yaitu pasir, lumpur dan sebagainya sedangkan faktor biotik penyebabnya yaitu karena phytoplankton. Faktor ini berpengaruh karena adanya buangan sluge dari industri atau karena longsor, yang tentu saja akan berpengaruh terhadap kondisi ekosistem perairan. Sedangkan kecerahan yang diukur adalah sinar yang dipantulkan ke mata pengukur sedangkan kekeruhan adalah sinar yang diserap oleh perairan.

Keseluruhan faktor fisika perairan dapat berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap terjadinya suatu penyakit. Kualitas air (factor fisika) yang buruk dapat mempengaruhi kerentanan ikan terhadap suatu patogen, artinya pada saat kualitas air buruk maka kondisi kesehatan ikan akan mengalami penurunan dan pada saat itulah agen penyakit/patogen akan mudah untuk menginfeksi ikan/inang. Pengaruh tidak langsung, penurunan kualitas air (peningkatan bahan organik dari sisa pakan, feses) dapat menjadi factor pemicu pertumbuhan jenis patogen tertentu seperti *Trichodina*, *Ichtyoptirius multifillis*, *Aeromonas hydrophilla*. Pada saat jumlah patogen meningkat maka intensitas infeksi patogen tersebut pada inang akan meningkat pula.

b) Kimia Perairan

Beberapa parameter yang masuk dalam indikator kimia adalah : Asam basa, CO₂, gas oksigen (O₂), gas amonia (NH₃), amonium (NH₄⁺) dan gas lain (P₂, S₂, CH₄).

Asam basa perairan ini terkait dengan i) nilai basa (pH), ii) aciditas/alkalinitas, iii) kesadahan, iv) kalsium (Ca⁺⁺), v) buffer/larutan penyangga. Pengukuran pH ini dipentingkan karena parameter ini dapat menyebabkan ikan atau biota dalam suatu perairan mati mendadak. Itu disebabkan karena pada saat pH rendah, ion H⁺ tinggi ini menyebabkan ion - (negatif) dalam insang keluar dan ion + (positif) masuk ke dalam insang sehingga keseimbangan sel insang jadi tidak seimbang, akibatnya insang berlendir yang menyebabkan O₂ sulit diserap insang masuk ke dalam tubuh ikan.

Aciditas (kemasaman) dan alkalinitas (kebasaan) atau daya mengikat asam seperti Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Fe dan OH^- . Pada saat mengukur alkalinitas sebenarnya adalah mengukur ion-ion di atas. Ada dua macam alkalinitas yaitu pertama CO_3^- atau alkalinitas pp (phenol ptealin)/alkalinitas karbonat biasanya digunakan pada saat pH perairan $>8,1$ dan kedua HCO_3^- atau alkalinitas mo (methyl orange)/alkalinitas bikarbonat, yang biasa diukur pada saat pH perairan $3,2 - 8,1$. Jumlah kedua alkalinitas merupakan alkalinitas total.

Kesadahan terkait dengan uin Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} atau 3^+ . Arti dari kesadahan ini adalah :

- Air tidak sadah / tawar nilainya $0 - 50 \text{ mg/l CaCO}_3$
- Air sadah/payau nilainya $50 - 150 \text{ mg/l CaCO}_3$
- Air sangat sadah/laut nilainya $>150 \text{ mg/l CaCO}_3$

Kalsium (Ca^{++}) hanya dibutuhkan pada budidaya air tawar karena di perairan laut sudah banyak jumlahnya. Parameter ini sangat penting diukur untuk budidaya. Nilainya $> 12 \text{ mg/l Ca}^{++}$ (CaCl_2 , CaCO_3 , CaSO_4). Ion Ca^{++} berubah pada saat pH berubah. Buffer atau larutan penyangga adalah larutan yang bisa menahan perubahan pH karena penambahan asam/basa.

Parameter kimia lain yang biasa dianalisa pada perairan yang diduga ada stressor adalah karbondioksida (CO_2), gas oksigen (O_2), gas ammonia (NH_3) dan gas ammonium (NH_4^+) dan gas lainnya. Karbondioksida digunakan oleh tumbuhan untuk fotosintesis, berbahaya bagi ikan pada konsentrasi $< 5 \text{ mg/l}$. Pada saat CO_2 rendah atau tinggi ini dapat menjadi indikasi bahwa telah terjadi perubahan pada lingkungan perairan.

Gas oksigen sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup sehingga ini sangat penting diukur untuk mengetahui terjadi pencemaran atau tidak diperairan. Pada saat gas oksigen tinggi bisa membunuh ikan karena pada saat itu gas O_{16} berubah menjadi O_{18} dan gas ini yang bersifat racun.

Gas ammonia (NH_3) dan gas ammonium (NH_4^+) berbahaya bagi hewan. Gas BM yang kecil lebih mudah masuk ke dalam aliran darah dibandingkan dengan gas dengan BM yang lebih besar. Gas lain yang juga penting dianalisa adalah P_2 , S_2 dan CH_4 . gas-gas ini muncul karena oksidasi yang tidak sempurna dan berbahaya bagi ikan, khusus untuk gas S_2 , pada saat O_2 berlebihan akan menjadi H_2S . yang bersifat racun.

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. Selain itu, kondisi lingkungan yang sangat buruk (peningkatan bahan organik, amoniak) menjadi salah satu dari beberapa penyebab meningkatnya pertumbuhan patogen tertentu seperti *Trichodina* sp., dan cacing *Ascaropis* sp. dan *Camallanus* sp., sehingga pada saat pertumbuhan patogen meningkat, bisa menyebabkan intensitas penyerangan pada ikan meningkat juga yang akhirnya menyebabkan kejadian penyakit meningkat.

Dari penjelasan di atas dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa dampak lingkungan terhadap kejadian penyakit pada lingkungan budidaya memiliki dampak yang kuadratik, yaitu berpengaruh langsung terhadap biotaa (menyebabkan penyakit non infeksius karena faktor lingkungan dan menyebabkan penurunan kondisi kesehatan ikan) dan juga berpengaruh terhadap peningkatan jumlah patogen pada perairan.

2. Vektor

Vektor merupakan agen pembawa penyakit, biasanya hidup di perairan bersama hewan budidaya atau secara luas berarti pembawa atau pengangkut. Dalam parasitologi, vektor didefinisikan sebagai hewan yang memindahkan parasit stadium infeksi dari hewan penderita ke hewan penerima. Hewan yang memindahkan agen penyakit itu aktif bergerak dari satu tempat ke tempat lain, jadi dengan arah atau tujuan tertentu. Kelompok krustacea biasanya menjadi pembawa penyakit di areal tambak udang. Keberadaan vektor di areal budidaya sangat berpengaruh terhadap masuknya patogen dan serangan patogen terhadap ikan.

Ada tiga sumber yang secara nyata keberadaan hewan lain diluar kultivan budidaya membahayakan keberlangsungan budidaya yaitu:

- Hewan yang berperan sebagai host-antara parasit ikan, atau parasit yang memerlukan ikan sebagai host-antara. Misalnya: keong air, katak, moluska, burung.
- Hewan yang berfungsi sebagai vektor (pembawa penyakit). Misalnya leech
- Hama dan organisme pengganggu. misalnya ular, burung, larva insekta.

3. Parasit itu sendiri

Kondisi parasit juga sangat berpengaruh terhadap tingkat investasi pada inang. Biasanya parasit menyerang pada tahap-tahapan pertumbuhan tertentu. Parasit *Ichthyophthirius multifiliis* biasanya mulai menginfeksi pada tahap trophont. Selain jenis parasit, jumlah parasit juga berpengaruh terhadap tingkat investasi dari parasit.

Bab IV.

Faktor Internal Serangan Parasit

A. PENGERTIAN FAKTOR INTERNAL

Faktor internal yang berkaitan dengan serangan parasit pada biotik adalah faktor-faktor yang berkaitan dengan individu ikan itu sendiri sebagai inang. Kondisi kesehatan ikan memegang peranan penting dalam dapat tidaknya parasit menginvasi inang. Infeksi pada umumnya dimulai pada saat ada ketidakseimbangan antara lingkungan, parasit dan ikan sebagai inang. Ikan sebagai inang memiliki kendali untuk menjadikan infeksi menjadi sakit atau tidak. Seperti diketahui infeksi adalah patogen pada inang yang bisa atau tidak menimbulkan penyakit sedangkan sakit/penyakit : penyimpangan dari kondisi normal atau kondisi sehat. Penyimpangan kondisi sebagai akibat dari infeksi patogen, defisiensi nutrisi, toxicant, lingkungan atau genetik

B. BEBERAPA FAKTOR INTERNAL SERANGAN PARASIT

Faktor internal yang mempengaruhi tingkan investasi parasit pada biota akuatik antara lain :

1. Genetika

Genetik memegang peranan penting dalam susunan komponen sistem imun ikan. Jaringan limfoloid ikan merupakan jaringan yang bertanggungjawab terhadap sistem imun ikan. Susunan jaringan limfoloid yang tidak sempurna atau yang mengalami kelainan akan lebih menyebabkan ketahan tubuh, atau sistem imun ikan tidak sempurna. Perbedaan jenis ikan pada umumnya juga berpengaruh terhadap komponen-komponen sistem imunnya. Keberadaan komponen sistem imun pada biota akutik menjadi penentu dalam sistem

pertahan tubuh terhadap serangan patogen maupun kondisi lingkungan. Ada beberapa patogen yang ditemukan hampir disemua jenis ikan air tawar namun juga ada patogen spesifik yang ditemukan hanya pada jenis ikan tertentu. Ikan nila umumnya memiliki sistem pertahanan tubuh yang baik sehingga jenis patogen yang ditemukan tidak sebanyak pada ikan jenis mas.

2. Nutrisi

Nutrisi juga sangat mempengaruhi kesehatan ikan, pakan yang seimbang antara nutrien, mineral, protein, lemak, karbohidrat sesuai dengan kebutuhan si ikan sangat penting agar tidak terjadi malnutrisi. Karena ada penyakit non infeksius yang disebabkan karena kekurangan ataupun kelebihan nutrisi. Ikan yang kekurangan vitamin A pada pakannya cenderung mengalami eksoptalmia (mata menonjol) pada mata, eksoptalmia juga dapat terjadi karena faktor infeksi patogen namun dengan kondisi yang berbeda. Jika eksoptalmia yang disebabkan oleh patogen adalah karena pembesaran atau hiperplasia pada sel choroid mata, sedangkan jika kekurangan vitamin A biasanya disebabkan karena adanya hiperplasia pada pembuluh darah di mata. Nutrisi dalam pakan sangat berpengaruh terhadap status kesehatan suatu organisme. Pakan yang masuk ke dalam tubuh dimanfaatkan untuk metabolisme tubuh, salah satunya adalah proses ketahanan tubuh, sehingga pakan yang seimbang sesuai dengan yang dibutuhkan akan menunjang proses dalam tubuh (sistem pertahanan tubuh akan berfungsi dengan baik).

3. Jenis dan Umur Ikan

Jenis dan umur ikan juga berpengaruh terhadap tingkat investasi parasit. Ikan yang berumur lebih muda atau ukuran benih dan juvenil lebih rentan terinfeksi parasit dan menyebabkan sakit dibandingkan dengan ikan dewasa, karena terkait dengan kesiapan dari sistem pertahanan tubuhnya. Ada jenis-jenis ikan yang cenderung lebih resisten terhadap serangan penyakit dibandingkan dengan jenis ikan lainnya. Ikan yang bersisik biasanya lebih tahan terhadap serangan ektoparasit dibandingkan dengan ikan yang tidak bersisik. Hasil riset menyatakan bahwa ikan yang berusia lebih tua biasanya jenis patogen yang menginfeksi lebih sedikit dibandingkan dengan ikan yang berumur lebih muda. Artinya jenis patogen yang menginfeksi ikan berumur lebih muda biasanya lebih

banyak atau lebih beragam dibandingkan ikan yang berumur lebih tua pada jenis yang sama.

4. Aktivitas Ikan

Aktivitas ikan juga secara tidak langsung berpengaruh terhadap tingkat kesehatan ikan dan juga serangan parasit. Salah satu cara penyebaran penyakit adalah melalui kontak dengan ikan yang terinfeksi sehingga ikan-ikan dengan aktivitas tinggi cenderung lebih sering berinteraksi dengan ikan lain yang menyebabkan lebih mudah terinfeksi penyakit infeksius. Selain itu, ikan-ikan yang beruaya seperti ikan salmon cenderung akan lebih sering terinfeksi parasit karena habitatnya yang luas, dari daratan hingga lautan yang luas.

Bab V.

Diagnosa dan Penanggulangan

A. GEJALA KLINIS IKAN YANG TERINFEKSI PATOGEN

Untuk mengamati perubahan abnormalitas pada ikan yang terinfeksi suatu parasit dapat dilihat melalui gejala klinis tingkah laku ikan, berupa perubahan pola renang, perubahan pada anatomi organ luar dan adanya perubahan pada organ dalam baik berupa perubahan pola warna, bentuk maupun konsistensinya. Secara lebih mendalam kondisi suatu organisme akuatik dapat dilihat melalui pengamatan hematologi dan histologinya. Tahapan pengamatan dan prosedur diagnosa akan dijabarkan sebagai berikut :

1. Perubahan Pola Berenang

Perubahan pola renang dapat digunakan sebagai deteksi awal terjadinya serangan patogen, karena pengamatan parameter ini relatif mudah yaitu pengamatan secara langsung tanpa melakukan nekropsi atau pembedahan. Beberapa perubahan pola renang yang biasa diamati untuk mengetahui adanya serangan parasit berupa perubahan gerakan pada kolom air (berenang di permukaan, melayang atau di dasar akuarium), perpindahan badan (lemah atau agresif), bentuk cara berenang (berulang, berputar dan tidak beraturan) dan gerakan operkulum dan pengamatan dilakukan selama 5 menit.

Perubahan pola renang biasanya terjadi setelah 6 jam pasca infeksi, tergantung dari parasit yang menginfeksi, kondisi inang dan kondisi perairan. Hasil penelitian Hardi *et al.* (2011) menyatakan bahwa perubahan pola renang yang muncul pada inang yang terinfeksi patogen biasanya ikan cenderung agresif dengan sirip punggung yang mengembang atau berenang lemah di dasar akuarium. Perubahan terjadi biasanya mulai jam ke-6 pasca infeksi yaitu pola

renang ikan yang tidak beraturan dan cenderung soliter yaitu berenang terpisah dari kelompok. Jenis atau type dari parasit itu sendiri juga sangat berpengaruh terhadap gejala renang yang muncul pada ikan yang terinfeksi. Perubahan pola renang ini dapat digunakan untuk penditeksian dini adanya serangan parasit, agar serangan tidak menjadi wabah. Namun terkadang perubahan pola renang yang terjadi pada ikan yang terinfeksi parasit tersebut hampir sama antara parasit yang satu dengan parasit yang lain. Namun tetap dapat digunakan sebagai pertanda adanya serangan parasit. Di bawah ini dijabarkan beberapa perubahan pola renang ikan hias air laut yang terinfestasi parasit.

Tabel 5.1. Gejala Tingkah Laku dan Perubahan Organ Luar Ikan *Amphiprion ocellaris* yang Terinfestasi Ektoparasit (Hardi, 2002)

No	Jenis Parasit	Organ Target	Gejala Tingkah Laku	Gejala Pada Organ Luar
1	<i>Trichodina</i> sp	Sisik, kulit, insang sirip	<ul style="list-style-type: none"> • Berenang normal • Ikan megap-megap • Berenang lambat, agak miring dan ada yang berenang aktif • Menggosokan tubuh ke dinding akuarium 	<ul style="list-style-type: none"> • Sirip atau sisik banyak yang lepas • Sirip dada gripis • Tubuh berlendir • Warna kulit kusam • Insang tampak pucat dan terlihat ada pembengkakan
2	<i>Brooklynella</i> sp.	Sisik, kulit dan sirip	<ul style="list-style-type: none"> • Berenang normal • Ikan megap-megap • Berenang cepat, terkadang diam di dasar akuarium • Berenang lambat, lemah, megap-megap 	<ul style="list-style-type: none"> • Ada bercak merah dan luka di daerah terinfeksi • Tubuh tampak kusam • Produksi lendir berlebih • Sisik mulai lepas
3	<i>Criptocaryon</i> sp.	Kulit	<ul style="list-style-type: none"> • Berenang cepat, terkadang diam di dasar akuarium • Mengibaskan sirip 	<ul style="list-style-type: none"> • Tubuh berlendir
4	<i>Oodinium</i> sp.	Sisik, kulit, insang, sirip	<ul style="list-style-type: none"> • Berenang aktif, megap-megap • Berenang lambat, agak miring dan lemah • Mengibaskan ekor • Menggosokan tubuh dan sirip ke dinding akuarium 	<ul style="list-style-type: none"> • Produksi lendir berlebih • Sisik mudah lepas • Tubuh, insang tampak pucat dan terjadi pembengkakan di insang
5	<i>Dactylogyrus</i> sp.	Insang, sisik	<ul style="list-style-type: none"> • Megap-megap • Berenang lambat, agak miring dan lemah 	<ul style="list-style-type: none"> • Sisik mudah lepas • Insang tampak kemerahan

Tabel 5.1. Lanjutan

No	Jenis Parasit	Organ Target	Gejala Tingkah Laku	Gejala Pada Organ Luar
6	<i>Gyrodactylus</i> sp.	Sirip	<ul style="list-style-type: none"> • Berenang aktif, megap-megap • Menggosokan tubuh dan sirip ke dinding akuarium • Ikan berenang lambat dan terkadang diam di dasar akuarium 	<ul style="list-style-type: none"> • Produksi lendir berlebih sehingga tubuh agak kusam • Sisik mudah lepas
7	<i>Pseudanisakis</i> sp.	Sisik, kulit	<ul style="list-style-type: none"> • Megap-megap • Berenang lambat, agak miring dan lemah 	<ul style="list-style-type: none"> • Sisik mudah lepas • Tubuh berlendir • Warna tubuh kusam
8	<i>Argulus</i> sp.	Sisik	<ul style="list-style-type: none"> • Berenang aktif • Menggosokan tubuh ke dinding akuarium 	<ul style="list-style-type: none"> • Sisik mudah lepas • Tubuh berlendir

Gejala tingkah laku atau pola renang dapat dijadikan sebagai indikasi adanya serangan patogen (ektoparasit dan endoparasit), beberapa gejala tingkah laku ikan mas yang dibudidayakan dalam karamba di sepanjang sungai Mahakam Wilayah Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai tampak pada tabel berikut :

Tabel 5.2. Hubungan Gejala Tingkah Laku Ikan Mas dengan Infeksi Ektoparasit yang Menginfeksi

Jenis Ektoparasit	Gejala Tingkah Laku		
	Ikan Berenang Miring dan Gaspang	Tubuh Ikan Mengkilap	Warna Tubuh Kusam
<i>Diplozoon</i>	✓	X	X
<i>Epistylis</i>	✓	X	✓
<i>Gyrodactylus</i>	✓	X	X
<i>Trichodina</i>	✓	X	X
<i>Oodinium</i>	X	X	X
<i>Dactylogyrus</i>	✓	✓	✓

Tabel di atas menunjukkan bahwa gejala awal yang tampak jika ikan mengalami gangguan dalam hal ini terinfeksi parasit adalah ikan berenang lemah, miring dan berenang gasping. Ikan yang terinfeksi *Dactylogyrus* menunjukkan tubuh yang mengkilap ini biasanya disebabkan karena produksi lendir yang berlebih. *Dactylogyrus* biasanya menginfeksi bagian kulit ikan.

Lendir atau mucosa merupakan zat yang diproduksi tubuh yang salah satu fungsinya untuk mempertahankan diri terhadap bahan asing (antigen), dengan cara memproduksi makrofag. Makrofag merupakan satu diantara sistem imunitas selluler (*mediated celluler*) yang berfungsi memfagosit antigen. Jika ada sesuatu benda atau bahan asing yang menempel di tubuh ikan, ikan akan mengeluarkan lendir untuk memfagosit antigen tersebut. Antigen tidak hanya berupa agen penyebab penyakit, kondisi perairan yang berubahpun dapat memicu produksi lendir.

Warna alimen baru tubuh yang kusam biasanya tampak karena ikan produksi lendirnya menurun dan ikan tampak "kasat" ini juga dapat disebabkan karena banyaknya benda asing yang menempel ditubuhnya sehingga tubuh mengeluarkan lendir secara berlebihan yang mengakibatkan produksi lendir menurun draktis.

2. Tingkah Laku Makan

Perubahan pada gejala klinis tingkah laku ikan yang dapat diamati lainnya adalah perubahan tingkah laku makan. Ikan yang terinfeksi parasit biasanya mengalami perubahan nafsu makan, biasanya pakan yang dimakan berkurang bahkan nafsu makan bisa hilang sama sekali. Perubahan pola makan yang dapat diamati adalah dengan mengamati respon ikan terhadap pakan yang diberikan. Data yang dikumpulkan termasuk jumlah pakan yang dimakan, jumlah pakan yang tidak dimakan, waktu menangani setiap pakan (waktu dari pakan pertama dimakan hingga dia mencari atau memakan pakan lainnya kembali).

Tabel 5.3. Pengaruh Infeksi Ektoparasit Pada Gerakan Reflek Terhadap Makanan Pada Ikan Mas

Jenis Ektoparasit	Gerakan Reflek Terhadap Makanan Lemah
<i>Diplozoon</i>	X
<i>Epistylis</i>	✓
<i>Gyrodactylus</i>	✓
<i>Trichodina</i>	✓
<i>Oodinium</i>	X
<i>Dactylogyrus</i>	X

Gerak reflek terhadap pakan yang lemah biasanya karena akumulasi dari gejala tingkah laku ikan yang mengalami gangguan. Keberadaan ektoparasit umumnya tidak menyebabkan kematian secara langsung pada ikan namun nafsu makan yang menurun secara terus-menerus karena adanya parasit ditubuhnya itulah yang menyebabkan kematian pada ikan.

3. Perubahan Anatomi Organ Luar dan Organ Dalam

Perubahan yang diamati pada anatomi luar berupa kondisi mata, operkulum, warna tubuh, kondisi sirip, pendarahan atau kelainan lainnya, sedangkan perubahan anatomi dalam berupa perubahan warna, bentuk dan konsistensi organ otak, saluran pencernaan, hati dan ginjal ikan. Selain gejala tingkah laku ikan yang abnormal, ikan mas yang dibudidayakan di karamba menunjukkan adanya perubahan anatomi organ luar seperti yang tertuang dalam tabel berikut :

Tabel 5.4. Hubungan Perubahan Anatomi Luar dengan Infeksi Ektoparasit

Jenis Ektoparasit	Perubahan Patologi Anatomi Luar										
	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Gejala
<i>Diplozoon</i>			X			X				X	6
<i>Epistylis</i>			X								8
<i>Gyrodactylus</i>											9
<i>Trichodina</i>		X	X							X	6
<i>Oodinium</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	0
<i>Dactylogyrus</i>	X		X		X	X				X	5

Keterangan :

- N = Ikan tampak normal, tidak ada perubahan patologi anatomi luar
- 1 = Mulut kemerahan dan terdapat luka
- 2 = Luka di bagian operculum dan kepala beraturan
- 3 = Exthalmus/adanya luka pada mata
- 4 = Insang berdarah dna letaknya tidak beraturan
- 5 = Sisik lepas
- 6 = Terdapat luka di permukaan tubuh dan perut
- 7 = Luka/kemerahan di semua bagian sirip tubuh
- 8 = Sirip ekor kemerahan dan gripis
- 9 = Terdapat luka di bagian punggung

Tabel 5.4. menggambarkan ikan-ikan yang terinfeksi ektoparasit ini biasanya menunjukkan perubahan anatomi organ luar yang hampir sama, tergantung organ target parasit itu sendiri. Golongan protozoa seperti *Trichodina* dan *Oodinium* biasanya menginfeksi permukaan tubuh ikan dan tidak jarang

ditemukan juga di organ insang. Parasit ini masuk ke insang bersama air. Ciliate jenis ini menyerang epitel kulit yang menyebabkan iritasi dikarenakan oleh gerakan tubuhnya. Iritasi yang tampak berupa kemerahan pada organ yang terinfeksi dan infeksi pada jumlah yang banyak akan menyebabkan adanya luka. Selain itu karena rusaknya epitel kulit tak jarang menyebabkan adanya sisik yang lepas, sehingga sering ditemukan ikan yang sebagian sisiknya tidak ada. Menurut Kabata (1985) perkembangbiakan parasit ini dilakukan di tubuh inang sehingga efek yang ditimbulkan cukup buruk. Parasit *Trichodina* bisa ditemukan pada jumlah yang sedikit artinya dalam menginfeksi dia bersifat soliter atau tunggal dan tiap individu dapat menyebabkan kerusakan yang luas.

Infeksi awal pada insang akan menyebabkan insang tampak berdarah dan lembaran insang tampak lengket tidak beraturan, ini disebabkan karena gerakan cilianya yang merusak epitel insang. Pada infeksi tingkat lanjut insang akan tampak pucat karena darah yang banyak keluar.

Jenis-jenis cacing baik monogenea, digenea maupun nematoda biasanya masuk ke dalam bagian endodermis, ini dikarenakan parasit-parasit tersebut memiliki jangkar atau alat hisap yang dapat menembus jaringan yang lebih dalam. Dalam menginfeksi juga bersifat soliter atau tidak bergerombol. Organ target yang diinfeksi oleh golongan ini bisa lebih luas. Cacing-cacing itu dapat ditemukan pada bagian mata, hidung, permukaan tubuh, sirip, dan anus. Kerusakan yang ditimbulkan dapat lebih parah jika dibandingkan dengan infeksi protozoa.

Infeksi awal *Gyrodactyllus* dapat menyebabkan munculnya kemerahan dan sisik lepas, infeksi yang lebih jauh dapat muncul ulcus lalu luka pada permukaan tubuh atau organ yang terinfeksi lainnya. Tak jarang parasit ini ditemukan pada bagian sirip-sirip ikan. Gerakan ikan yang terinfeksi biasanya mengibaskan siripnya pada saat berenang. Hal tersebut merupakan cara ikan untuk melepaskan parasit yang menempel pada siripnya. Dampak yang ditimbulkan berupa munculnya kemerahan dan menyebabkan sirip gripis atau sirip seperti terpotong tapi tidak beraturan.

Dactylogyrus, jenis monogenea selain *Gyrodactyllus* lebih sering ditemukan di insang ikan. Sama halnya dengan *Gyrodactyllus*, parasit ini memiliki jangkar yang dilengkapi bar yang dapat menembus kulit bagian dalam. Infeksi pada

insang menyebabkan insang berdarah ini disebabkan karena jangkar-jangkarnya mampu merobek pembuluh darah di insang ini yang menyebabkan insang tampak menggumpal dan lengket. Tidak jarang darah muncul dan bercampur lendir. Infeksi lanjutan dapat menyebabkan insang pucat karena banyaknya darah keluar.

Pada penelitian tersebut ditemukan *Diplozoon* pada insang. Dampak yang ditimbulkan hampir sama dengan infeksi *Dactylogyrus*. Parasit yang infeksiya bersifat koloni adalah parasit *Epistylis*, parasit ini selalu ditemukan bergerombol, bentuknya seperti balon terbang yang bertali. Sehingga tidak mengherankan jika akibat yang ditimbulkan dari infeksi parasit ini sangat luas. Ciri spesifik dari infeksi parasit ini adalah adanya kemerahan, beberapa atau keseluruhan sisik lepas, dan tak jarang muncul luka yang melebar.

Berdasarkan pengamatan Hardi (2011) pada ikan nila yang diinjeksi *S. agalactiae*, menunjukkan perubahan makroskopis pada anatomi organ luar (mata, operkulum dan kepala) dan anatomi organ dalam (otak, ginjal) berupa perubahan warna dan konsistensi. Tabel 5.5 menjabarkan gejala klinis pada ikan pasca diinjeksi *S. agalactiae* tipe β -hemolitik dan non-hemolitik.

Tabel 5.5. Patologi Anatomi Makroskopis Organ Luar Ikan Nila Pasca Diinjeksi *Streptococcus agalactiae* Tipe Berbeda

Patologi Anatomi Organ Luar Secara Makroskopis	Waktu Terjadi (Pasca Injeksi) (jam)	
	Non-Hemolitik	β -Hemolitik
Garis vertical tubuh menghitam	6	24
Clear operculum	24	72
Mata mengkerut	24	264
Eksoptalmia & purulens	96	120
Pendarahan di mata	24	X
Ulcer pada kepala	264	X
Abses pada perut	336	X
“C” shape	288	X

Keterangan : (X) tidak ditemukan adanya gejala

B. METODA DIAGNOSA KESEHATAN IKAN

Beberapa langkah diagnosa terhadap perubahan abnormalitas pada ikan yang terinfeksi suatu parasit dapat dilakukan dengan berbagai pengamatan dan pengukuran sebagai berikut :

1. Pengamatan *Mean Time to Death* (MTD)

Pengamatan *Mean Time to Death* (MTD) dilakukan untuk mengetahui rerata waktu kematian ikan uji yang terinfeksi *S. agalactiae*, yang dihitung menurut Kamiso (2001) dalam Murdjani (2002) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MTD = \frac{\sum_{i=1}^n ai \cdot bi}{\sum_{i=1}^n bi}$$

Keterangan:

MTD = *Mean Time to Death* (rerata waktu kematian)

A = waktu kematian (jam)

B = jumlah ikan mati setiap waktu pengamatan

Pengamatan MTD ini dilakukan untuk mengetahui waktu rata-rata kejadian suatu penyakit menyebabkan kematian pada inang. Ini untuk membantu dalam penanganan pada saat terjadi wabah. Patogen yang bersifat akut biasanya menyebabkan kematian kurang dari 24 jam pasca infeksi dan biasanya ikan-ikan terinfeksi patogen ini akan mengalami kematian yang cepat dan dalam jumlah yang banyak sehingga pencegahan lebih tepat dilakukan dengan melakukan pencegahan dari sistem budidayanya atau bila perlu diberikan imonostimulan dan atau vaksinasi. Contoh penyakit yang bersifat akut adalah bakteri *Vibrio harvey* pada udang, bakteri *Aeromonas salmonicida* pada ikan mas dan koi herpes virus (KHV) pada ikan mas.

Sedangkan patogen yang waktu MTD-nya lebih dari 24 jam biasanya termasuk dalam patogen akut, yaitu waktu kematian terjadi dalam waktu yang lama, dan yang lebih menonjol dari tanda-tanda serangan penyakit ini adalah adanya perubahan pada gejala klinis baik tingkah laku, patologi anatomi organ luar maupun dalam ikan. Serangan bakteri *Streptococcus agalactiae* dan *S. iniae* lebih bersifat kronis karena kematian biasanya terjadi setelah 96 jam pasca injeksi.

2. Pengamatan Gambaran Darah

Pengamatan gambaran darah diawali dengan pengambilan darah ikan dengan jarum suntik dari vena caudalis. Pengukuran parameter gambaran darah antara lain diferensial leukosit, total leukosit serta total eritrosit dilakukan mengikuti prosedur Blaxhall dan Daisley (1973).

Secara terperinci, pengukuran gambaran darah ikan dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

a. Kadar Hematokrit Metode Anderson dan Siwicki (1993)

- Sampel darah dimasukkan dalam tabung mikrohematokrit sampai 4/5 bagian tabung, sumbat ujungnya (bertanda merah) dengan kretoseal;
- Sentrifus dengan sentrifus hematokrit selama 15 menit dengan kecepatan 3500 rpm;
- Kadar He dinyatakan sebagai % volume padatan sel darah.

b. Total Leukosit Metode Blaxhall dan Daisley (1973)

- Sampel darah dihisap dengan pipet sampai skala 0.5 (pipet yang digunakan adalah pipet khusus pengukuran leukosit), dilanjutkan dengan menghisap larutan Turk's sampai skala 11, goyangkan pipet agar bercampur homogen;
- Buang tetesan pertama, tetesan berikutnya dimasukkan ke dalam hemasitometer dan tutup dengan kaca penutup;
- Perhitungan dilakukan pada 5 kotak besar hemasitometer;
- Jumlah lekosit = jumlah sel lekosit terhitung $\times 50 \text{ sel/mm}^3$

c. Diferensial Leukosit Metode Blaxhall dan Daisley (1973)

- Buat sediaan ulas darah, keringkan di udara, fiksasi dengan methanol 5 menit;
- Bilas dengan akuades, keringkan, warnai dengan pewarna Giemsa 15 menit;
- Cuci dengan air mengalir dan keringkan di atas kertas tisu;
- Hitung jenis-jenis lekosit sampai berjumlah 100 sel.

d. Total Eritrosit Metode Blaxhall dan Daisley (1973)

- Sampel darah dihisap dengan pipet bersekala sampai 0.5, selanjutnya hisap larutan Hayem sampai skala 101, goyangkan agar bercampur homogen;
- Buang tetesan pertama, berikutnya ditetaskan ke dalam hemasitometer dan tutup dengan kaca penutup;
- Perhitungan dilakukan pada 5 kotak kecil hemasitometer;
- Jumlah eritrosit = jumlah eritrosit terhitung $\times 10^4 \text{ sel/mm}^3$

3. Pengukuran Indeks Fagositik

Pengukuran indeks fagositik dilakukan dengan metode Anderson dan Siwicki (1995) dengan cara mengambil sebanyak 50 µl darah dimasukkan ke dalam Effendorf, ditambahkan 50 µl suspensi *Staphylococcus aerus* dalam PBS (10^7 sel/ml), dihomogenkan dan diinkubasi dalam suhu ruang selama 20 menit. Membuat sediaan ulas dan dikeringudarakan. Dilanjutkan dengan mengfiksasi dengan metanol selama 5 menit dan dikeringkan, diwarnai dengan cara merendam kedalam pewarna Giemsa selama 15 menit, dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan dengan tissue, selanjutnya diamati dan dihitung jumlah sel yang menunjukkan proses fagositosis dari 100 sel fagosit teramati.

4. Pengukuran Titer Antibodi

Pengukuran titer antibodi dengan uji mikrotiter aglutinasi. Secara terperinci prosedur pengukurannya terdiri dari dua tahap yaitu :

a. Persiapan Serum

Serum darah ikan diambil dengan cara mengambil darah pada vena caudalis dan ditampung dalam eppendorf, kemudian disentrifugasi pada 3000 rpm selama 3 menit. Setelah serum terpisah dari sel darah, serum dipisahkan dan diinkubasi pada suhu 44°C selama 20 menit untuk mengaktifkan komplemen (Sakai, 1987). Serum selanjutnya dapat disimpan dalam refrigerator pada suhu 4°C untuk pengamatan titer antibodi.

b. Pengukuran titer antibodi

Pengukuran titer antibodi dilakukan dengan mengambil larutan PBS sebanyak 25 µl dan dimasukkan ke dalam mikropate pada lubang 1 sampai 12, selanjutnya dimasukkan serum darah pada lubang 1 sebanyak 25 µl kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga lubang ke-11. Bakterin sebanyak 25 µl dimasukkan ke dalam lubang 1 sampai 12, campuran dihomogenkan dengan cara menggoyangkan mikropate secara perlahan. Selanjutnya disimpan selama 2 jam dalam inkubator pada suhu 37°C , dilanjutkan dengan menyimpan ke dalam refrigerator 4°C semalaman, titer antibodi ditentukan dari lubang terakhir yang masih ditemukan reaksi aglutinasi.

Tabel 5.6. Pembacaan Titer Antibodi

Nomor lubang pengamatan (n)	Pengenceran serum	Titer antibodi (-log ₂)
1	1 : 4	2
2	1 : 8	3
⋮	⋮	⋮
11	1 : 4096	12
12		Kontrol

5. Pengukuran Patologi Klinik Darah

Kadar hemoglobin diukur menurut metode Sahli dengan Sahlinometer (Wedemeyer dan Yasutake, 1977), kadar hematokrit diukur menurut metode Anderson dan Siwicki (1995); kadar glukosa darah juga diamati dalam setiap perlakuan, mengikuti metoda Wedemeyer dan Yasutake (1977).

a. Kadar hemoglobin metode Sahli dengan Sahlinometer (Wedemeyer dan Yasutake, 1977).

- Isi tabung sahlometer dengan larutan HCl 0.1 N sampai angka 10 (garis skala paling bawah pada tabung sahlometer);
- Tempatkan tabung tersebut diantara 2 tabung dengan warna standar;
- Ambil darah ikan dari tabung eppendorf dengan pipet sahli sebanyak 0.02 ml;
- Bersihkan ujung pipet, masukkan darah ke dalam tabung Sahli dan diamkan 3 menit;
- Tambahkan akuades dengan pipet tetes sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan gelas pengaduk sampai warnanya tepat sama dengan warna standar;
- Kadar hemoglobin dinyatakan dalam %.

b. Kadar glukosa darah dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- Sebanyak 3.5 ml larutan campuran O-toluidin-asam asetat glacial;
- Tambahkan plasma sebanyak 0.05 ml;
- Panaskan dalam air mendidih selama 10 menit;
- Baca OD-nya pada 635 nm spektrofotometer;
- Kadar glukos plasma (mg/100 ml) adalah

$$\frac{\text{Absorban Sampel}}{\text{Absorban Standar}} \times \text{Konsentrasi Standar}$$

6. Pengamatan Histopatologi Ikan

Pengamatan histopatologi ikan dilakukan untuk mengetahui kerusakan jaringan ikan yang terinfeksi patogen infeksius maupun yang non infeksius lainnya. Pemeriksaan dapat dilakukan terhadap ikan sakit atau yang diduga sakit dan yang sudah mati. Pemeriksaan kondisi hewan di tempat pemeliharaan dan lingkungan sangat membantu dalam menentukan diagnosa nanti. Dalam pemeriksaan awal sebaiknya dilihat bagaimana lingkungan sekitar, dan kebiasaan hidup hewan.

Pemeriksaan ikan misalnya, yang diamati adalah pemeriksaan luar dan organ dalam meliputi pemeriksaan luar dan pemeriksaan dalam. Pemeriksaan luar meliputi pertumbuhan, cacat dan abnormalitas; kulit : warna, produksi mucus, sisik, parasit, perlu dilakukan scraping dan wet mount; sirip : warna dan keadaan, perlu dilakukan wet mount; insang : warna, keadaan, produksi mucus, adanya benda asing atau parasit, perlu dilakukan wet mount; mata : kekeruhan atau adanya exophthalmia. Sedangkan pemeriksaan organ dalam meliputi rongga tubuh : warna, kedalaman dan adanya timbunan cair (wet mount dari cairan) dan rongga visceral : ukuran, bentuk, warna konsistensi letak, bidang sayatan, perlu dilakukan usapan tekan (*impression smears*) dan *wet mount*.

Jumlah ikan yang diperlukan untuk pengambilan sampel tidak selalu sama tergantung pada penyebab penyakitnya. Penyakit yang disebabkan oleh: bahan toksik diperlukan 2 – 3 ekor ikan sakit dari berbagai macam spesies; infeksi bakteri atau virus diperlukan 3 – 10 ekor ikan sakit; dan jamur dan parasit memerlukan 10 – 15 ekor ikan dengan gejala patogenesis.

Spesimen untuk pemeriksaan di laboratorium sebaiknya berasal dari ikan sakit atau baru saja mati, ikan mati lebih dari 6 jam tidak dapat dijadikan sampel karena hasilnya kurang akurat.

a. Preparasi Preparat

Fiksasi jaringan bertujuan untuk mematikan sel dan mengeraskan jaringan secara cepat. Jaringan yang berasal dari ikan cenderung cepat

membusuk. Jika larutan fiksatif tidak tersedia maka jaringan dapat disimpan ke dalam refrigerator. Untuk pemeriksaan ikan yang berukuran kecil, (panjang \pm 10 cm) harus dilakukan sayatan memanjang pada bagian ventral mulai belakang mendibula hingga rectum dan melepas otot yang menutupi sisi perut agar mempermudah proses fiksasi.

Jika lebih besar dari 10 cm, jaringan hendaknya dipotong lebih kecil agar larutan fiksatif dapat menembus jaringan dengan cepat. Jaringan jangan lebih dari 0,5 cm dan dimasukkan ke dalam larutan fiksatif sebanyak 20x volume organ. Guna membantu diagnosa penyakit, sebaiknya tiap organ atau jaringan yang diambil mewakili bagian yang terinfeksi atau rusak dan bagian yang normal agar diperoleh pembanding. Pengambilan foto makroskopik sesudah nekropsis akan sangat membantu diagnosa penyakit.

b. Teknik Fiksatif

Ada beberapa larutan fiksatif yang dapat digunakan, tergantung pada jenis jaringan, spesies ikan dan tujuan pemeriksaan. Macam larutan-larutan tersebut adalah sebagai berikut :

1) Buffered formalin

- 37-40% formaldehyde 100 cc
- Distilled water 900 cc
- Sodium Phosphate monobasic 4 g
- Sodium Phosphate dibasic (anhydrous) 605 g

2) Larutan Bouin

- Picric acid, saturated aqueous solution 750 cc
- 37-40 % formaldehyde 250 cc
- Glacial acetic acid 50 cc

3) Larutan Davidson

- Formaldehyde 4% 220 ml
- Ethyl alcohol 95% 330 ml
- Asam asetat glacial 115 ml
- Aquadest 335 ml

4) Larutan Carnoy

- Alkohol absolut 60 cc
- Chloroform 30 cc
- Asetic acid glacial 10 cc

5) Larutan Dekalsifikasi

- Sodium chloride (36%) 50 cc
- Aquades 42 cc
- Hydrochloric acid (pure) 37 % 8 cc

c. Teknik Emmbeding

Sampel yang sudah dipotong kecil pada bagian yang mengalami perubahan dimasukkan ke dalam kaset yang sudah diberi label kemudian dilakukan proses dehidrasi untuk mengeluarkan air dari dalam jaringan dengan menggunakan alkohol secara bertahap mulai dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi, agar organ sampel tidak mengkerut. Selanjutnya dilakukan clearing (penjernihan) dengan menggunakan xylene, chloroform atau benzene dan diikuti dengan emmbeding dengan paraffin. Macam larutan dan lama pencelupan dapat dilakukan seperti tiga metode dibawah ini :

1) Metode I

- Alkohol 80% 1-2 jam
- Alkohol 95% (2X) @ 1-2 jam
- Alkohol absolute (3X) @ 1-2 jam
- Xylene (2X) @ 1-2 jam
- Paraffin cair (3X) @ 1 jam
- Diblock dalam paraffin dan didinginkan cepat.

2) Metode II

- Alkohol 80% (2X) @ 1-2 jam
- Alkohol 95% (2X) @ 1-2 jam
- Alkohol absolute (3X) @ 1-3 jam
- Chloroform (2X) @ 1-2 jam
- Paraffin cair (3X) @ 1 jam
- Diblock dalam paraffin dan didinginkan cepat.

3) Metode III

- Alcohol 80% (2X) @ 1-2 jam
- Alcohol 95% (2X) @ 1-2 jam
- Alcohol absolute (3X) @ 1-2 jam
- Benzene 1-2 jam
- Paraffin cair (3X) @ 1 jam
- Diblock dalam paraffin dan didinginkan cepat.

d. Pemotongan Jaringan

Blok paraffin yang sudah berisi jaringan atau organ sempel diletakkan pada holder yang sesuai untuk mikrotom. Permukaan blok dipotong bagian tepinya sehingga hanya disisakan paraffin yang ada jaringannya. Setelan diatur sedemikian rupa agar permukaan sayatan sejajar dengan mata pisau, maka dilakukan pemotongan jaringan dengan ketebalan $6\mu - 7\mu$. Hasil potongan yang tipis dan menyerupai pita ditaruh di atas permukaan air didalam waterbath (40°), diusahakan jaringan mengembang dengan baik. Jaringan kemudian diangkat dan menempel pada gelas obyek yang telah diolesi dengan mayer's egg albumin. Preparat jaringan dibiarkan semalam atau disimpan dalam incubator 37°C agar melekat erat pada gelas objek dan tidak terlepas saat pewarnaan.

Mayer's egg dibuat dari campuran putih telur sebanyak 50cc dan glycerin sebanyak 50 cc. Setelah dicampur dan disaring dengan baik kemudian diberi larutan thymol agar tahan lama.

e. Pewarnaan

Pewarnaan pada sampel histology yang sudah dibuat sangat bergantung dengan tujuan pengamatan. Beberapa pewarna sederhana yang biasa digunakan untuk pengamatan kerusakan pada jaringan dan sel ikan adalah :

1) Pewarna Hematoxylin dan Eosin

Ada beberapa tahapan yang harus dipersiapkan antara lain :

- Persiapan Pewarna Harris's Hematoxylin, meliputi persiapan beberapa bahan antara lain : Haematoxylin crystals (5 g), Alcohol absolut (50 cc), Ammonium atau potassium alum (100 cc), Distilled water (1000 cc), dan

Mercuric oxide (2.5 g). Larutkan hematoksin di dalam Alkohol dan alum didalam air dengan cara dipanaskan, campurkan dua larutan tersebut dan dipanaskan hingga mendidih. Larutan diambil dari pemanas dan ditambah dengan mercuric oxide. Panaskan larutan hingga berwarna purple kurang lebih 1 menit dan taruh diatas basin berisi air dingin. Setelah dingin tambahkan 2-4 cc asam asetat glacial tiap 100 cc larutan.

- Persiapan larutan Acid Alcohol berupa Alkohol 70% (1000 cc) dan Asam hydrochlorat (10 cc).
- Persiapan larutan Eosin Alcohol berupa Eosin Y yang dilarutkan di air (2 g), Distilled water (160 cc) dan Alkohol 95% (640 cc)

Prosedur pengecatan yang dilakukan melalui langkah sebagai berikut :

- Preparat direndam dalam xylene sebanyak 2X masing-masing 5-10 menit
- Alkohol absolute dan Alkohol 95% masing-masing 2X selama 1-2 menit
- Harris's hematoksin selama 10 menit
- Dicuci dalam air selama 4-10 celup
- Diferensiasi dalam 1% acid alcohol selama 4-10 celup
- Dicuci dengan air mengalir selama 15 menit
- Diwarnai dalam 1% eosin selama 15 detik-2menit
- Pindahkan potongan jaringan ke dalam Alkohol 95%, Alkohol absolut masing-masing sebanyak 2X selama 1 menit
- Jernihkan dalam xylene sebanyak 3X selama 2 menit untuk masing-masing.
- Tutup dengan Canada balsem/etellan
- Dari pewarnaan ini akan diperoleh hasil : inti berwarna biru, sitoplasma berwarna merah muda.

2) Pewarna Periodic Acid Schiff (PAS)

Pewarnaan ini bertujuan untuk menunjukkan adanya timbunan glikogen pada jaringan yang diamati. Beberapa tahapan yang harus dipersiapkan yaitu :

- Persiapan larutan fiksatif Gendre's fluid atau formalin 10% yang terdiri atas Picric acid solution dalam alcohol 95% (80 ml), Formalin (15 ml), dan Asam asetat glacial (5 ml).

- Persiapan larutan Coleman's Feulgen, dengan cara melarutkan 1 g basic fuchsin di dalam 200cc distilled water panaskan hingga mendidih. Setelah dingin tambahkan 2 g potassium metabisulfit dan 10 cc asam hydrochloride. Biarkan selama 24 jam, kemudian tambahkan 0,5 g norit. Kocok 1 menit saring dengan kertas saring berulang kali hingga larutan tidak berwarna.
- Persiapan larutan Asam periodic 0.5%, yang terdiri atas Periodic acid (0.5 g) dan Distilled water (100 cc).
- Persiapan larutan Asam hydrochloride normal, yang terdiri atas Asam hidrokloride (83.5 cc) dan Distilled water (916.5 cc)
- Persiapan larutan Light green counterstain, yang terdiri atas Light green crystal (0.2 g), Distilled water (100 cc), dan Asam asetat glacial (0.2 cc).

Prosedur pengecatan yang dilakukan melalui langkah sebagai berikut :

- Hilangkan paraffin dengan xylene
- Alcohol absolut, dilanjutkan dengan Alcohol 95%
- Larutan asam periodic 0.5% selama 5 menit
- Masukkan dalam Coleman's Feulgen selama 15 menit
- Air mengalir selama 10 menit hingga nampak warna merah muda
- Warnai dengan light green counterstain selama beberapa detik
- Alcohol 95%, dilanjutkan dengan Alcohol absolut 2X
- Xylen 2X
- Tutup dengan Canada balsem atau etellan

3) Pewarna Giemsa

Pengecatan ini bertujuan untuk menunjukkan adanya riketsia atau metaserkaria dalam jaringan atau organ. Larutan yang digunakan adalah zenker atau formalin 10%. Larutan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Larutan Buffered Water pH 6.5, yang terdiri atas buffer salts (pH 6.8) sebanyak 1 g dan distilled water sebanyak 1000 cc.
- Larutan Giemsa Stain, yang terdiri atas giemsa stain sebanyak 1 cc dan buffered water pH 6.8 sebanyak 50 cc.
- Larutan Stok rosin Alcohol, yang terdiri atas rosin sebanyak 10 g dan alcohol absolut sebanyak 100 cc.

- Larutan Working Rosin Alcohol, yang terdiri atas stok rosin Alcohol sebanyak 10 cc dan Alcohol 95% sebanyak 40cc.

Prosedur pengecatan yang dilakukan melalui langkah sebagai berikut :

- Hilangkan paraffin dengan xylen 2X. pindahkan ke Alcohol absolut dan Alcohol 95%
- Bilas dengan distilled water
- Masukkan dalam buffered water pH 6.8 selama 30-60 menit
- Warnai dengan Giemsa stain selama 8-24 jam
- Masukkan ke dalam working rosin Alcohol, periksa di bawah mikroskop hingga metacercaria tambapp berwarna violet
- Alcohol absolut 3X
- Xylen 2-3X
- Tutup dengan cover yang diberi Canada balsem/etellan

4) Pewarna Oil Red O Fat Stain

Beberapa larutan yang harus dipersiapkan pada pewarnaan ini adalah :

- Larutan Oil red O, yang terdiri atas Oil red O sebanyak 1-2 g, ↑ 70% sebanyak 50 cc, dan Aceton sebanyak 50 cc.
- Larutan Glycerin Jelly, yang terdiri atas Gelatin sebanyak 10 g, distilled water sebanyak 60 cc yang dipanaskan hingga gelatin larut dan tambahkan Glycerin sebanyak 70 cc dan Phenol sebanyak 1 cc.

Prosedur pengecatan yang dilakukan melalui langkah sebagai berikut :

- Celupkan hasil potongan frozen dalam Alcohol 70% selama 1 detik
- Taruh didalam oil red O selama 5 menit
- Cuci cepat dengan Alcohol 70%, kemudian cucii dengan air
- Warnai dengan Harris's hematoxylin selama beberapa menit dan cuci dengan air
- Pindahkan ke ammonia water atau acetic water 1% hingga didapat warna yang sesuai
- Cuci dengan air, tutup dengan glycerin jelly
- Dari pewarnaan ini akan diperoleh : lemak berwarna orange hinga merah menyala dan inti berwarna biru.

7. Tingkat Kelangsungan Hidup Relatif

Tingkat kelangsungan hidup relatif (*Relative Percent Survival/RPS*) beberapa penelitian ada yang menggunakan pengukuran tingkat kelangsungan hidup relatif Ellis (1988):

$$RPS = \left(1 - \frac{\text{per cent vaccinate mortality}}{\text{per cent control mortality}} \right) \times 100$$

C. TEKNIK PEMERIKSAAN PENYAKIT PARASITER

1. Pemeriksaan ektoparasit

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mencari dan menentukan identitas ektoparasit tergolong protozoa, metazoa, cacing, golongan crustacea dan arthropoda pada biota akuatik baik ikan, udang, kepiting, molusca dan gastropoda. Pemeriksaan ektoparasit memerlukan ikan segar yang hidup atau baru saja mati dan dalam keadaan basah, karena beberapa cacing parasit akan berpindah jika inangnya mati. Akibatnya lokasi yang normal bagi parasit tersebut di tubuh ikan menjadi tidak pasti. Jika nekropsi terpaksa ditunda, ikan harus disimpan dalam kulkas (*refrigerator*) atau *cooler* dan diberi es.

Pemeriksaan bagian luar tubuh ikan dimulai dengan mengamati dengan teliti keadaan bagian luar tubuh ikan secara umum dan dilanjutkan dengan memeriksa lendir dari lamella insang, tubuh, sirip, hidung dan mulut dengan mikroskop. Pemeriksaan ektoparasit dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- a) Catat spesies ikan, perairan asal, nomor sampel dan tanggal pemeriksaan.
- b) Perhatikan tingkah laku ikan dan catat gejala klinis tingkah laku yang ada, seperti berenang dengan lesu, terkejut, menggesekkan tubuh ke pinggir akuarium.
- c) Catat gejala klinis yang terdapat pada bagian luar tubuh seperti luka kecil, borok, lendir yang berlebihan, warna yang tidak normal, bentuk tubuh, lendir yang berlebihan atau adanya struktur seperti benang. Beberapa protozoa seperti *Henneguya* sp dan *Myxobolus* sp membentuk kista berwarna

putih. Ikan yang terinfeksi *Ichthyophthirius multifiliis* akan terlihat seperti butiran garam pada bagian yang terinfeksi, sedangkan ikan yang terinfeksi jamur akan terdapat struktur seperti gumpalan kapas. Jika ikan anda terinfeksi *Argulus* sp anda akan melihat “kutu” yang berjalan di badan ikan. Sedangkan jika ikan anda terinfeksi *Lernaea* sp anda akan melihat adanya struktur seperti benang merah yang menjuntai dari tubuh ikan.

- d) Bunuh ikan dengan cara deserebrasi, timbang beratnya dan letakkan pada sterofom dengan bagian kepala berada pada sebelah kiri anda, kemudian ukur TL nya.
- e) Letakkan 1-2 tetes akuades atau air yang bersih pada kaca objek.
- f) Dengan menggunakan tepi kaca penutup kikis lendir dari bagian tubuh yang menunjukkan gejala klinis dan letakkan pada kaca objek yang sudah diberi air dengan bagian yang mengandung lendir mengarah ke bawah.
- g) Periksa dengan mikroskop. Mulailah dengan pembesaran kecil (100x) dan lanjutkan ke pembesaran yang lebih tinggi.
- h) Gambar dan identifikasi parasit dengan menggunakan buku yang telah ditentukan.
- i) Untuk pemeriksaan lamella insang, ulangi langkah 5, kemudian dengan menggunakan gunting berujung lancip potong beberapa lembar lamella insang letakkan pada kaca objek dan tutup dengan kaca penutup. Beri sedikit tekanan agar sista protozoa dan trematoda pecah sehingga dapat dilakukan pengamatan dengan lebih baik. Untuk mendapatkan hasil yang baik, hindari memotong tulang rawan insang.
- j) Periksa bagian rongga hidung, mulut dan mata.

2. Pemeriksaan Endoparasit

Pemeriksaan endoparasit biasanya dilakukan setelah pemeriksaan ektoparasit. Pemeriksaan parasit yang biasanya dapat terlihat adalah golongan protozoa, metazoa, cacing, golongan crustacea dan arthropoda pada biota akuatik baik ikan, udang, kepiting, molusca dan gastropoda. Prosedur yang dilakukan yaitu, membuka rongga tubuh ikan dan memeriksa organ dalam satu persatu antara lain ginjal, hati, usus, lambung, limpa dan jantung.

Terkadang daging ikan menjadi media yang baik untuk pertumbuhan parasit pada ikan. Parasit tersebut umumnya dapat dilihat dengan mata secara langsung. Namun untuk mengidentifikasi memerlukan mikroskop. Tahapan prosedur pemeriksaan endoparasit yaitu :

- a) Catat spesies ikan, perairan asal, nomor sampel dan tanggal pemeriksaan.
- b) Perhatikan tingkah laku ikan dan catat gejala klinis tingkah laku yang ada, seperti berenang dengan lesu, terkejut, menggesekkan tubuh ke pinggir akuarium.
- c) Catat gejala klinis yang terdapat pada bagian luar tubuh seperti luka kecil, borok, lendir yang berlebihan, warna yang tidak normal, bentuk tubuh, lendir yang berlebihan atau adanya sista dibawah permukaan kulit. Beberapa cacing trematoda digenea akan membentuk sista berwarna kuning, putih atau hitam di bawah permukaan kulit terutama pada ikan liar. Jika anda menemukan sista ambil dan periksa dengan mikroskop sebelum anda membuka rongga tubuh.
- d) Dengan menggunakan pinset dan gunting runcing-tumpul, buka rongga perut ikan seperti pada gambar. Hati-hati jangan sampai merusak atau mengenai organ dalam.
- e) Amati kondisi tiap tiap organ dalam. Mulailah dari bagian terluar dan catat kelainan yang dijumpai seperti warna dan ukuran yang tidak normal, bentuk, adanya kista parasit, pembengkakan, bercak darah dan sebagainya. Cacing Nematoda sering dijumpai bebas di rongga tubuh, dibawah peritoneum atau mesenteris. Ambil parasit dengan hati hati dan amati.
- f) Dengan hati-hati pisahkan hati dan saluran pencernaan dan gonad. Letakkan masing masing organ pada petri dish yang sudah diisi akuades.
- g) Amati dengan teliti dengan mata telanjang. Periksa permukaan hati untuk sista cacing. Ambil parasit yang anda jumpai, letakkan pada kaca objek yang sudah disiapkan, tutup dengan kaca penutup dan periksa dengan mikroskop.
- h) Amati saluran pencernaan dari luar. Perhatikan jika terjadi benjolan atau luka. Selanjutnya buka saluran pencernaan. Pada organ ini anda bisa menemukan cacing *Cestoda*, *Acanthocephala*, *Nematoda* dan *Trematoda Digenea*.
- i) Sayat tipis daging ikan. Periksa jika terdapat sista cacing Nematoda (*Anisakis* sp)

- j) Periksa gonad. Cacing *Phylometra* sp sering ditemukan di gonad dan kadang di saluran pencernaan ikan.
- k) Gambar dan identifikasi dengan menggunakan buku yang sudah ditentukan
- Jika ditemukan parasit dalam sista, buka sistanya terlebih dahulu dan biasanya cacing dapat terlihat di dalam sista. Pada pemeriksaan endoparasit, spesimen tidak boleh dibiarkan kering, harus selalu terendam cairan.

D. METODE PENCEGAHAN PENYAKIT

Dalam sektor budidaya ini, manajemen kesehatan ikan tidak bisa dilepaskan. Budidaya yang ramah lingkungan lebih dipilih agar budidaya berlangsung secara terus menerus dan berkelanjutan. Jika dulu penanganan penyakit dilakukan setelah terjadinya wabah yang menyebabkan kematian ikan budidaya, sekarang penanggulangan penyakit dimulai dari awal budidaya. Secara terperinci akan dijelaskan di bawah ini.

Usaha yang bisa dilakukan untuk pencegahan penyebaran penyakit adalah pencegahan dan pengobatan. Pencegahan lebih dipilih karena ini bisa dilakukan secara bertahap dan mudah dilakukan sedangkan pengobatan biasanya membutuhkan biaya banyak. Upaya proteksi yang bisa dilakukan meliputi :

1. Pengadaan Air Bebas Patogen

Upaya mendapatkan sumber air yang bebas patogen merupakan syarat mutlak bagi keberhasilan budidaya (Kabata, 1985). Kualitas air yang masuk dalam petakan budidaya hendaknya dilakukan monitoring kualitas airnya. Upaya yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan pengendapan, penyaringan dan pemusnahan gas beracun baik secara fisik maupun biologik terhadap sumber air. Disarankan juga unit budidaya memiliki fasilitas air yang dapat diatur debitnya sesuai kebutuhan.

2. Pemberian Pakan Bebas Patogen

Selain melalui air, patogen juga dapat masuk menembus pertahanan ikan lewat pakan. Oleh karena itu pakan buatan maupun pakan tambahan yang diberikan baik kualitas dan kuantitasnya harus dikontrol sehingga bebas

patogen. Kenyataan yang ada bahan baku pakan yang terbuat dari tepung ikan atau ikan segar tidak diperlukan secara sempurna sehingga memungkinkan terjadi infeksi sporozoa dan trematoda oleh karena itu pemberian pakan sebaiknya diperhatikan hygiene pakan, cara pemberian dan penyimpanan perlu diperhatikan agar transmisi parasit dan penyakit tidak terjadi pada hewan budidaya.

3. Hygiene

Kebersihan tidak hanya dilakukan terhadap pelaksana, tempat bekerja dan lingkungan, akan tetapi dilakukan terhadap seluruh fasilitas, media dan hewan budidaya sehingga memenuhi standard kesehatan dan keselamatan kerja.

- a) Desinfeksi habitat, desinfeksi habitat meliputi kegiatan pencucian dan pemeliharaan keberhasilan air, dasar kolam/bak, reservoir, kanal dan habitat ikan lain, melalui pengeringan secara periodik. Perbaikan, pengangkatan Lumpur dan levelling dasar kolam dilakukan secara rutin sehingga air dapat terbuang dengan sempurna. Pengeringan setidaknya dilakukan setiap siklus budidaya.
- b) Desinfeksi alat, untuk mencegah tersebarnya patogen dari satu kolam ke kolam lain, alat-alat yang digunakan harus didesinfeksi. Setiap set alat hanya digunakan untuk kolam tertentu dan tidak di campur. Setiap selesai menggunakan, harus direndam pada larutan desinfeksi. Pelaksana juga disarankan selalu mencuci tangan dan kaki/sepatu sebelum dan sesudah memasuki unit budidaya.
- c) Desinfeksi ikan, ikan hendaknya didisinfeksi setiap 6 bulan sekali atau dalam satu siklus produksi dilakukan 2-3 kali desinfeksi. Kegiatan ini bisa diterapkan untuk semua jenis dan ukuran ikan dengan tujuan mencegah infeksi ektoparasit. Bahan yang digunakan untuk desinfeksi antara lain : larutan garam, larutan ammonia, copper sulphate, potassium permanganat dan lain-lain.

4. Memisahkan Ikan yang Baru Masuk

Ikan-ikan yang datang dari daerah lain sebaiknya dilakukan aklimatisasi terlebih dahulu di tempat terpisah/tersendiri untuk mengadaptasikan dengan wadah budidaya baru juga untuk mencegah penyebaran penyakit apabila ikan

yang baru datang ini membawa bibit penyakit yang bisa menularkan ikan budidaya lain.

5. Kontrol Terhadap Ikan Liar

Kontak antara ikan budidaya dengan ikan liar harus dicegah, karena ikan liar seribng membawa patogen yang membahayakan ikan budidaya pada kepadatan tinggi. Penggunaan saringan pada bagian saluran pemasukan dan pengeluaran adalah salah satu cara mencegah masuknya ikan liar. Upaya lain yang bisa dilakukan adalah dengan memberikan larutan sumithion (1 ppm) dan akar tuba (5 ppm).

6. Vektor dan Pengendalian Hama

Ada tiga sumber yang secara nyata keberadaan hewan lain diluar kultivan budidaya membahayakan keberlangsungan budidaya yaitu :

- a) Hewan yang berperan sebagai host-antara parasit ikan, atau parasit yang memerlukan ikan sebagai host-antara. Misalnya: keong air, katak, moluska, burung.
- b) Hewan yang berfungsi sebagai vector (pembawa penyakit). Misalnya leech
- c) Hama dan organisme pengganggu. misalnya ular, burung, larva insekta.

7. Vaksinasi dan Imunostimulan

Kegiatan ini sudah banyak dilakukan baik menggunakan baghan kimia maupun bahan alami yang berasal dari tumbuhan. Penggunaannya relative aman dan relative murah, hanya penerapannya membutuhkan keahlian dan kebiasaan. Pada intinya pilihan ini bisa digunakan untuk meningkatkan ketahanan tubuh ikan budidaya terhadap serangan patogen, karena sejalan dengan perkembangan kegiatan budidaya, maka keberadaan, keragaman patogen yang menginfeksi juga meningkat.

Bab VI

Penyakit Jamur

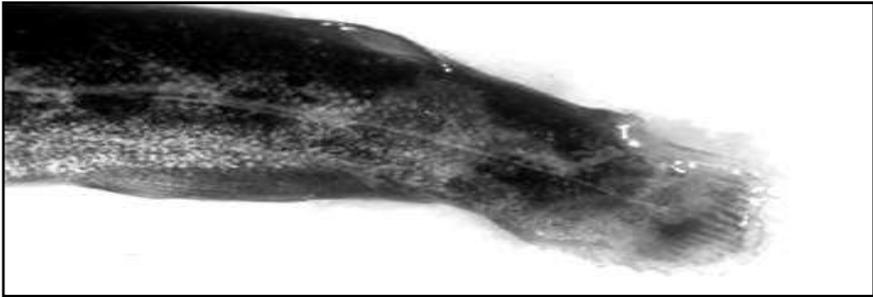
A. JAMUR IKAN AIR TAWAR

Beberapa jenis penyakit jamur yang termasuk berbahaya untuk ikan antara lain adalah golongan *Aphanomyces* yaitu *Aphanomyces*, *Branchiomyces* dan *Ichthyophonus*. Jamur *Aphanomyces* dilaporkan menyerang lobster air tawar, crayfish, sea mullet, yellow fin bream, dan sand whiting. Jamur ini menyerang organ persendian dan pergerakan. Ikan yang terserang mengalami paralisis, terlihat diam terlentang di dasar akuarium atau kolam sampai mati. Tidak ada respon terhadap rangsangan eksternal yang diberikan. Jaringan yang terinfeksi umumnya daerah persendiaan berwarna kekuningan atau cokelat dan mengalami nekrosis. *Aphanomyces* merupakan parasit obligat, menginfeksi daerah lunak persendian dan ruas abdomen. Jamur ini membentuk hifa di sepanjang syaraf ventral dan ganglion otak. Keadaan ini menimbulkan gangguan serta kerusakan organ lokomotor dan juga sistim kekebalan dari ikan yang terinfeksi. Dari tempat penetrasi akan terbentuk zoosporangium dan zoospora akan dilepas ke dalam air untuk selanjutnya menginfeksi ikan baru.

1. Order Saprolegniales

Penyakitnya disebut juga saprolegniasis (Cotton Wool Disease), biasanya terdapat pada air tawar dan substrat, dapat juga menjadi parasit tanaman dan hewan. Jamur ini bersifat saprolitik yaitu mengambil nutrien dari sisa-sisa makhluk hidup dan merupakan parasit oportunistik yang terbiasa ada di lingkungan perairan. Beberapa jenis ikan air tawar dan telur ikan, sering dilaporkan terinfeksi jenis jamur ini bahkan menjadi patogen utama.

Cara mendiagnosa ikan yang terinfeksi jamur ini adalah dengan melihat tanda-tanda klinis pada kulit, insang dan permukaan tubuh ikan atau telur yang terinfeksi, yaitu adanya selaput berwarna putih seperti kapas menjumbai (hifa jamur) menutupi daerah terinfeksi. Ujung hifa jamur yang matang biasanya mengandung *zoospora biflagellated*. Jamur ini dapat diisolasi menggunakan tepung jagung atau kentang agar yang diinkubasi pada suhu sekitar 25-28 °C



Gambar 6.1. Ekor Ikan yang Terinfeksi *Saprolegnia fungus*

2. *Aphanomyces astaci* = *A. magnusii*

Jamur ini merupakan Penyebab penyakit crayfish plague yang menyerang lobster air tawar. Ikan yang terinfeksi menunjukkan gejala klinis seperti timbul kematian besar pada siang hari, berenang dan bergerak tidak beraturan dan sering terjatuh terbalik dan tidak dapat kembali lagi.

3. *A. Invadans* = *A. piscicida* = *A. invanderis*

Tanda-tanda klinis ikan atau biota yang terinfeksi antara lain: nafsu makan menurun, warna tubuh ikan menjadi lebih gelap/hitam, ikan berenang di bawah permukaan air dan menjadi hiperaktif. Beberapa ikan akan muncul titik merah (red spot) kemudian akan muncul di permukaan tubuh seperti kepala, operkulum atau pangkal ekor, sebagai awal terbentuknya koreng. Pada infeksi berat akan timbul koreng (ulcer) dengan kecoklatan yang mirip dengan gejala ikan yang terinfeksi bakteri *Aeromonas*. Beberapa ikan yang telah dilaporkan terinfeksi jamur ini adalah ikan gabus, ikan mas, dan ikan sepat siam.

4. Golongan *Branchiomycetes*

Branchiomycosis merupakan penyakit ikan yang disebabkan jamur *Branchiomyces sanguinis*. Inang definitif dari jamur ini dilaporkan meliputi *Cyprinus*

carpio, *Tinca tinca*, *Carrasius auratus*, *Esox lucius*, *Gasterosteus aculeatus*, dan *Salmonid*. Tanda-tanda klinis serangan Branchiomycosis meliputi adanya nekrosis pada insang yang berwarna keputihan. Ikan mengalami kesulitan bernafas atau asphyxia, megap-megap di permukaan air. Insang memperlihatkan tanda-tanda hemorhagik. Ikan terlihat berkumpul di daerah pemasukan air dan tidak mau makan. Kejadian infeksi dipengaruhi oleh suhu perairan. Infeksi hanya terjadi pada musim panas, terutama pada bulan Juli–Agustus di daerah yang bermusim empat. Morbiditas penyakit ini dapat mencapai 50 %, sedang pada infeksi yang bersifat akut dapat menimbulkan kematian sebanyak 30–50 % dari populasi ikan yang terinfeksi dalam waktu 2–4 hari, terutama diakibatkan karena terjadinya anorexia.

Jamur Branchiomycosis merupakan penyebab penyakit gill rot (*B. sanguinis* dan *B. demigrans*). Umumnya menyerang ikan air tawar : karper, cat fish, guppy, japanese eel, rainbow trout. Faktor penting yang memicu infeksi jamur ini adalah adanya kontaminasi bahan organik, blooming algae, suhu > 20 °C, oksigen rendah dan pH rendah (5.8 – 6.5)

Branchiomycosis akut dapat dikenali dengan terjadinya nodul putih pada insang sebagai suatu luka patogenomonik. Infeksi dari jamur ini dapat terjadi secara langsung dari spora yang menempel pada insang atau dengan cara tertelan. Penyebaran infeksi didukung oleh kandungan bahan organik dari perairan dan suhu di atas 20 °C. Penyumbatan pembuluh darah insang karena adanya infeksi jamur ini seringkali terjadi dan menimbulkan hiperplasia. Selanjutnya terjadi pula fusi lembaran insang yang menyebabkan nekrosis yang meluas. Keadaan ini menyebabkan berkurangnya daya ikat oksigen. Pada infeksi yang berat, jamur ini membentuk kista pada lembaran insang yang menyerupai suatu nodul berwarna keputihan. Spora yang terlepas dari jaringan insang akan berhamburan dalam air dan mengendap di dasar kolam menjadi sumber infeksi.

Jenis *Branchiomyces sanguinis* dan *B. demigrans* ditemukan pada filamen, kapiler darah dan jaringan insang ikan. Unit reproduksinya adalah symcytium yaitu pembesaran dari bagian hyphae tertentu yang memproduksi spora aseksual. Keduanya melepaskan spora melalui tabung symcytium, bedanya *B. sanguinis* melepaskan spora ke lamela atau filamen insang sedangkan *B. demigrans* melepaskan ke lingkungan.

Kedua jamur itu dapat diisolasi dengan menumbuhkan pada temperatur 14-35°C dengan temperatur optimum 23-32°C, sedangkan pada suhu 32°C serangan akan lebih kondusif. Media yang digunakan adalah buatan peptone dan glukosa dengan pH 5.8 dan bisa ditumbuhkan pada media SDA (*Sabourands Dextrose Agar*). Cara penularan melalui air dan jaringan insang. Spora jamur akan menyerang insang, tumbuh dan berkembang membentuk hyphae, dimana Hyphae akan menembus epithelium insang. Jenis *B. sanguinis* menyukai jaringan insang yang kadar oksigennya tinggi. Sedangkan *B. demigrans* menyukai jaringan yang kandungan oksigennya rendah. Mycelium jamur membesar ke jaringan, akan menurunkan suplai darah dan menyebabkan nekrosis jaringan insang.

Jaringan yang mengalami nekrosis, mengandung hyphae jamur dan symcytium dengan spora yang masak akan melepaskan spora ke lingkungan. Spora tersebut akan menyerang insang tanpa proses pematangan terlebih dahulu. Beberapa hyphae dan spora dapat masuk ke peredaran darah, oleh karena itu, beberapa jamur ditemukan di hati ikan yang sakit.

Gejala-gejala ikan yang terinfeksi *branchiomyces* baik akut maupun subakut, akan menunjukkan gejala lemah dan letargik. Kesulitan bernafas dan kurang tahan terhadap pengangkutan/transportasi. Insang yang terinfeksi mengalami nekrosis, berwarna putih sampai coklat. Ikan yang terinfeksi kronis biasanya tidak menunjukkan adanya gejala penyakit.

Untuk mendiagnosa ikan perlu diketahui sejarah adal ikan, gejala yang timbul dan identifikasi patogen. Ikan yang berasal dari daerah endemik dan mengalami gangguan pernapasan, patut dicurigai terinfeksi patogen ini. Pengamatan jamur dapat dilakukan dengan mengambil sampel insang yang mengalami nekrosa dan diamati di bawah mikroskop jika ditemukan hyphae atau spora di jaringan menunjukkan infeksi positif. Pengamatan lanjutan dengan menggunakan media SDA pH 5.8 dan diinkubai 25-30 °C.

B. JAMUR IKAN AIR LAUT

Ichtyosporidium hoferi (*Ich*) atau dikenal dengan sebutan *Ichthyophonus* adalah jamur penyebab penyakit *Ichthyophoniasis* yang merupakan penyakit infeksi sekunder (Riddell and Alexander, 1991).

1. Kisaran Inang

Jamur ini biasanya menyerang sendiri atau tidak disertai penyerangan jenis jamur lain. Penyebaran inang tidak terbatas pada ikan air laut tetapi tersebar pada ikan air tawar, seperti golongan krustacea, elasmobrancia dan teleost, amphihi, reptile (Reichenbach-Klinke, 1954-1955, 1957; Mc Vicar, 1982). Penyakit ini tidak menginfeksi atau tidak beresiko pada manusia dan mamalia. Hasil penelitian Spanggaard dan Huss (1996) menunjukkan bahwa jamur masih bertahan hidup selama 3 menit pada suhu 40 °C. Jamur tersebut ditemukan pada 35 spesies ikan laut dan 48 spesies ikan tawar. Bahkan Spanggaard *et al.* (1994) berhasil mengumpulkan 80 spesies ikan sebagai inang jamur ini.

2. Geographical Distribution

Dari hasil pengamatan, Ic yang diidentifikasi dari jaringan inang yang terinfeksi menunjukkan adanya karakteristik morfologi yang berbeda (luka yang tampak nyata). Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya perbedaan tahap perkembangan, fase seksual, bentuk dan ukuran jamur pada saat menginfeksi. Perbedaan bentuk jamur yang menginfeksi bias berbeda antar inang, kondisi inang hidup (kualitas air). Keberadaan Ic dipengaruhi oleh pH, CO₂, glukosa, salinitas perairan. Ukuran diameter spora Ic berkisar 10-250 µm. ini menyerang granuloma jaringan. Temperatur pembatas Ic 25°C pada pH rendah selama 4-5 jam.

3. Siklus Hidup

- a) Resting spore: dinding sel tipis, memiliki granular cytoplasma dibungkus oleh ribosom, terkadang memiliki mitokondria dengan tubular cristae dan beberapa inti, disekitar spora dikelilingi oleh lingkaran kecil dan besar yang merupakan reaksi dari jaringan inang yang terinfeksi. Phase ini bertahan 3-5 jam pada berbagai PH.
- b) Hyphae (phase kecambah) : phase ini kadang bercabang, tahap ini hampir sama seperti yang ditemukan pada inang yang telah mati.
- c) Uninucleate stages: setelah dinding pecah, bentuk ini memiliki kemampuan amoeboid mampu berpindah dari 1 inang ke tempat lain dan mampu bertahan 1-5 hari, dan ini diduga sebagai endospores (tahap menginfeksi).

4. Respon Inang

Ichthyophonus merupakan antigen tingkat tinggi yang menyebabkan respon humoral (antibodi). Tanda klinis dan patologi adalah berat tubuh turun, mata menonjol, tampak bintik-bintik gelap pada kulit sedangkan gejala tingkah laku berenang tidak normal.

Bab VII.

Penyakit Protozoa

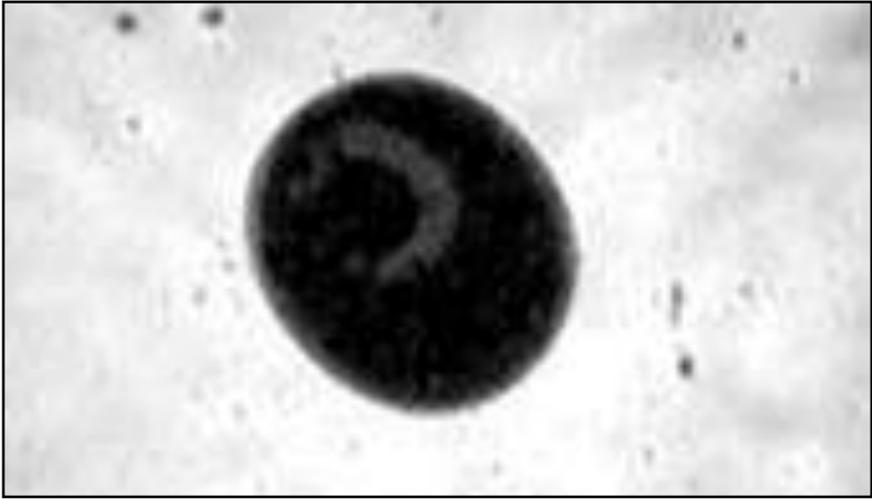
A. PROTOZOA AIR TAWAR

1. *Ichthyophthirius multifiliis*

a. Biologi dan Distribusi Geografis

Ichthyophthirius multifiliis (sinonim= “Ich”) adalah salah satu dari protozoa ektoparasit yang paling penting pada ikan. Protozoa berambut getar ini termasuk dalam kelas Olygohymenophorea, ordo Hymenostomatioda, famili Ophryoglenidae, genus *Ichthyophthirius*. Parasit *I. multifiliis* adalah satu-satunya spesies dalam genus ini. Penyakit yang ditimbulkan disebut Ichthyophthiriasis, white spot, bintik putih dan Ich. Ich adalah parasit obligat yang mempunyai distribusi geografis yang sangat luas di dunia dan menyerang semua jenis ikan air tawar di seluruh dunia. Penyakit ini merupakan penyakit serius yang menyebabkan kematian yang tinggi dan kerugian ekonomi pada ikan konsumsi maupun ikan hias air tawar tropis. Serangan Ich sangat ganas pada kondisi akuarium yang volume airnya sangat terbatas. Parasit *I. multifiliis* cukup sering ditemukan pada ikan salmon kultur, akan tetapi efek yang ditimbulkan tidak separah pada ikan tropis.

Sel *I. multifiliis* berbentuk bulat/oval dan silia yang terdapat di seluruh permukaan tubuh (holotrich). Ich merupakan parasit protozoa ikan terbesar. Trofozoit atau trofon atau tomon (Ich dewasa) memiliki diameter sel 0,5–1,0 mm, membenamkan diri di bawah lendir di lapisan epidermis ikan dan dapat terlihat sebagai bintik putih dengan mata telanjang. Makronukleus besar berbentuk seperti huruf C atau tapal kuda dan hanya terlihat pada organisme yang dewasa. Makronukleus Ich yang masih muda tampak berbentuk seperti sosis (Gambar 7.1).



Gambar 7.1. *Ichthyophthirius multifiliis*

b. Gejala Klinis

Ikan yang terinfeksi parasit *Ichthyophthirius multifiliis* ini akan menunjukkan gejala klinis penyakit Ichthyophthiriasis antara lain:

- Adanya bintik putih atau abu abu pada kulit, insang dan sirip yang tertelatak di bawah lapisan lendir. Ini adalah gejala klinis yang khas dari penyakit ini. Dalam beberapa kasus infestasi hanya terbatas pada insang.
- Warna tubuh memudar dan adanya produksi lendir yang berlebihan
- Ikan lesu, nafsu makan berkurang dan bernafas dengan megap megap.
- Ikan menggosok goskkan badannya ke dinding kolam, berenang tidak normal dan gelisah.

c. Diagnosa

Diagnosa penyakit Ich dilakukan dengan cara mengamati gejala klinis terutama adanya bintik putih dan dipastikan dengan pemeriksaan lendir kulit, sirip dan insang dengan mikroskop. Trofon terlihat berbentuk bulat sampai oval, bergerak menggelinding lambat dengan menggunakan silia yang dapat terlihat objektif berkekuatan tinggi. Nukleus berbentuk tapal kuda sering terlihat dan merupakan kunci identifikasi. Theron bersilia pada tahap infeksi yang berenang bebas berbentuk buah persik, bergerak aktif dan berdiameter 30- 45 mm.

d. Patogenesis, Siklus Hidup, Penularan dan Epizootologi

Parasit ini mempunyai siklus hidup yang kompleks meliputi beberapa tahap perkembangan pada inang maupun di lingkungan. Menurut Post (1987) bintik putih yang terlihat pada ikan yang sakit adalah trofon (Ich yang matang). Pada akhirnya, trofon membesar, menerobos epitel ikan, dan terjatuh ke dasar kolam atau akuarium dimana dia melekat pada berbagai benda yang tersedia seperti kerikil, kayu, batu atau selang. Trofon mensekresikan lapisan gelatin yang tebal dan membentuk kista.

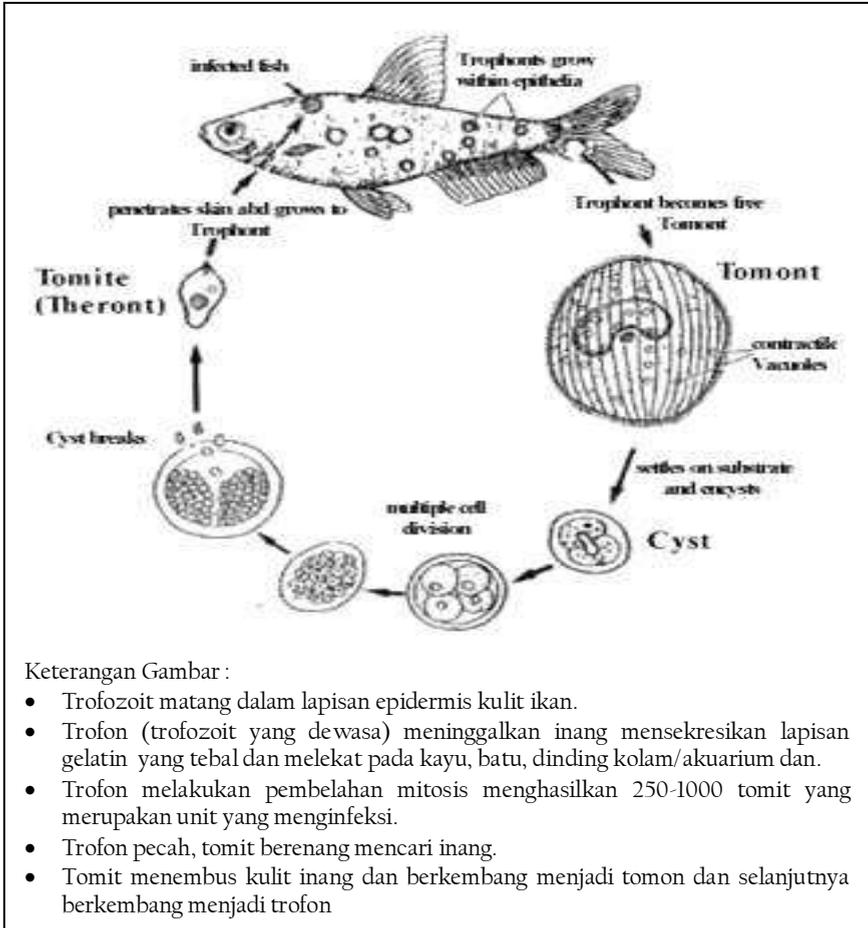
Waktu yang dibutuhkan untuk perkembangannya sangat tergantung pada suhu. Suhu optimum untuk reproduksi adalah 26-27 °C, dan waktu yang dibutuhkan adalah 10-12 jam. Semakin rendah suhu semakin lama waktu yang dibutuhkan. Pada suhu 22 °C butuh 3-4 hari, mencapai 11 hari pada suhu 15 °C dan hampir 30 hari pada 10 °C (Gratzek, 1993). Melihat rentang suhu ini, ikan air tawar tropis lebih rentan terhadap penyakit Ichthyophthiriasis.

Post (1987) mengemukakan bahwa trofozoit yang melekat pada substrat atau tumbuhan di dasar mulai mengalami mitosis segera setelah perlekatan. Sel anak ini menghasilkan enzim hyaluronidase yang menyebabkan sista koyak. Satu sel trofon dapat menghasilkan 250-1000 tomit (Ich muda, sering juga disebut teron). Tomit lepas ke perairan dan selanjutnya berkembang menjadi theront yang merupakan tahap infeksi.

Tomit berbentuk oval sampai memanjang, panjang sel 30-45 µm dan seluruh permukaan tubuh tertutup silia. Tomit ini berenang aktif dan jika bertemu inang, melekat secara aktif menembus epitel kulit dan insang, dimana mereka tumbuh menjadi tomon dan selanjutnya berkembang menjadi trofozoit dan terlihat sebagai bintik putih. Trofozoit berkembang menjadi trofon yang siap untuk melanjutkan siklus reproduksi. Tomit bersilia yang baru “menetas” dan berenang bebas harus menemukan inang dalam waktu 48 jam, kalau tidak mati. Akan tetapi tomit masih bersifat infeksi sampai 4 hari, dan jika tidak menemukan inang, infektifitas dari tomit menurun. Setiap tomit dilengkapi dengan perfortarium yaitu organel yang digunakan untuk menembus kulit ikan.

Ich terutama merupakan penyakit ikan budidaya dan tidak bersifat inang khusus (non-host specific). Penyakit biasanya terlihat beberapa hari setelah ikan baru dimasukkan ke wadah budidaya. Jika tidak dilakukan pengendalian

kematian bisa mencapai 100 % terutama pada kepadatan tinggi dan suhu air hangat. Ikan yang tidak bersisik seperti lele lebih rentan terhadap penyakit ini. Akan tetapi ikan mas koki, walaupun bersisik, juga sangat rentan terhadap Ich. Di perairan subtropis, penyakit ini bersifat musiman



Keterangan Gambar :

- Trofozoit matang dalam lapisan epidermis kulit ikan.
- Trofon (trofozoit yang dewasa) meninggalkan inang mensekresikan lapisan gelatin yang tebal dan melekat pada kayu, batu, dinding kolam/akuarium dan.
- Trofon melakukan pembelahan mitosis menghasilkan 250-1000 tomit yang merupakan unit yang menginfeksi.
- Trofon pecah, tomit berenang mencari inang.
- Tomit menembus kulit inang dan berkembang menjadi tomon dan selanjutnya berkembang menjadi trofon

Gambar 7.2. Siklus Hidup *I. multifiliis* (Sumber: Wilfred Hass, diunduh pada tanggal 9 Januari 2013)

Ikan yang terinfeksi kemudian sembuh menjadi lebih tahan terhadap infeksi yang berikutnya. Hasil penelitian Davis (1996) pada suatu infeksi buatan menunjukkan tidak terjadi perubahan mencolok pada kimia serum. Indikasi ini menunjukkan bahwa imunisasi mungkin dilaksanakan. Antibodi penggumpal (agglutinating antibody) terdeteksi pada ikan yang diinokulasi dengan trofon yang dilemahkan dengan formalin (formalin-fixed trofon) dan kelulushidupan

ikan 100% ketika dilakukan uji tantang dengan tomit dalam jumlah kecil. Pada kondisi in-vitro, antisera ikan yang diimunisasi mampu mengimobilisasi dan menggumpalkan theront (Clark *et al* 1988 dalam Woo 1992).

Woo (1992) juga mengemukakan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa silia dari Siliata lain yang hidup bebas dan kerabat dekat Ich, *Tetrahymina pyriformis* ketika diinokulasikan ke dalam ikan mampu melindungi ikan tersebut dari Ich. Diduga hal ini karena adanya antibodi penggumpal dalam lendir ikan yang telah diimunisasi yang mampu menghentikan pergerakan teron sehingga mencegah terjadinya infeksi. Selam infeksi akut, mukus pada permukaan tubuh mempunyai aktivitas imobilisasi tinggi sedangkan yang dalam serum rendah. Kondisi ini terbalik beberapa bulan kemudian setelah ikan sembuh. Ikan yang diimunisasi juga lebih tahan terhadap ektoparasit flagellata *Ichthyobodo necator*.

e. Pengendalian

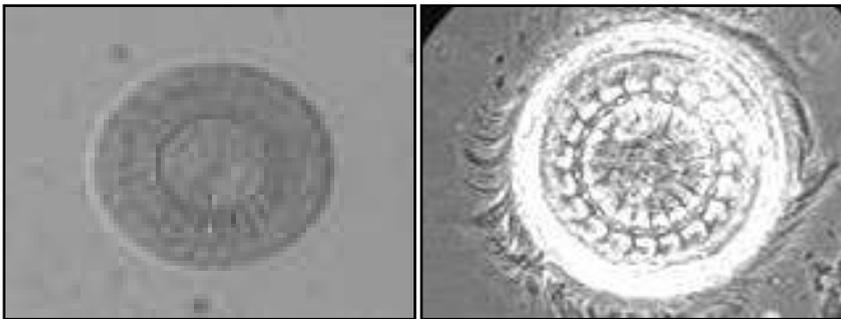
Ich yang membenamkan diri dibawah lendir di kulit dan insang ikan umumnya tahan terhadap terapi bahan kimia, oleh sebab itu sasaran terapi adalah Ich yang berada di air. Cara pengendalian Ich adalah sebagai berikut:

- Pencegahan merupakan cara pengendalian yang terbaik. Pencegahan dapat dilakukan dengan mengkarantinakan ikan dan tumbuhan air yang datang, minimum 3 hari tergantung pada suhu air, menggunakan peralatan terpisah untuk setiap wadah dan desinfeksi peralatan. Ich dapat menular melalui jaring dan serok.
- Meningkatkan aliran air.
- Mengurangi kepadatan.
- Memindahkan ikan dan membiarkan kolam/akuarium tanpa ikan selama beberapa hari. Sebaiknya selama periode ini suhu dinaikkan karena pada suhu tinggi laju reproduksinya akan meningkat. Dengan cara ini, tomit akan mati karena tidak menemukan inang. Metoda tersebut memanfaatkan sifat *I. multifilis* yang merupakan patogen obligat.
- Terapi dengan metoda perendaman. Obat yang digunakan adalah KMnO_4 2-4 ppm selama 30 menit sampai 1 jam, NaCl 3 % selama 1 jam dan Malachyte green 1,5 ppm selama 6 jam. Terapi dapat diulangi sesuai kebutuhan.

2. Trichodina

a. Biologi dan Distribusi Geografis

Trichodinid meliputi beberapa genera dalam famili Trichodinidae yaitu Trichodina, Trichodinella dan Tripartiella. Sel berbentuk seperti topi atau piring terbang dengan silia pada seluruh pinggirnya. Sisi adoral (anterior) berbentuk cembung membentuk organ pelekat yang kompleks yang disebut juga lempeng pelekat. Struktur ini terdiri dari dentikel yang tersusun membentuk lingkaran yang konsentris (Gambar 7.3). Ketiga genera ini dibedakan dari silia pada spiral adoral dan dentikel. Genus Trichodina mempunyai silia spiral adoral mendekati 360° dengan dentikel yang berkembang baik. Genus Trichodinella mempunyai spiral silia adoral kurang dari 180° dan duri dentikel yang tidak berkembang baik, sedangkan, sedangkan genus Tripartiella mempunyai duri dentikel yang berkembang dengan baik (Kabata, 1985).



Gambar 7.3. *Trichodina* sp. (a) Tampak Ventral, (b) Tampak Atas

Penyakitnya secara kolektif disebut trichodiniasis. Distribusi geografis penyakit ini adalah air tawar dan air laut di seluruh dunia. Dengan demikian hampir semua ikan rentan terhadap infeksi Trichodina. Trichodinids merupakan patogen oportunistik dengan rentang inang yang luas.

b. Gejala Klinis

Ikan yang terinfeksi ringan (1-2 ekor) tidak menunjukkan gejala klinis terinfeksi. Akan tetapi kondisi dapat berkembang menjadi parah jika ada faktor pemicu perkembangan Trichodina seperti kandungan bahan organik yang tinggi dan kepadatan yang tinggi. Gejala klinis ikan yang terinfeksi Trichodina adalah sebagai berikut :

- Berbagai tingkat kerusakan pada kulit seperti epitel terkikis dan lepas, luka luka kecil dan sisik lepas.
- Produksi lendir yang berlebihan
- Sirip koyak dan geripis
- Hiperplasia pada insang menyebabkan ikan sukar bernafas.
- Lesu dan nafsu makan berkurang.

c. Diagnosa

Diagnosa dilakukan dengan mengamati preparat ulas lendir kulit, sirip dan insang di bawah mikroskop. Dalam keadaan tertelungkup akan terlihat sel terlihat seperti topi dan bergerak dengan cepat sedangkan jika dalam kondisi terlentang terlihat seperti roda sepeda. Dentikel tersusun seperti jari jari sepeda.

d. Patogenesis, Siklus Hidup, Penularan dan Epizootologi

Trichodina merupakan ektoparasit yang menginfeksi kulit dan insang ikan. Menurut Graetzek (1993) parasit yang menginfeksi kulit mempunyai rentang inang lebih luas dan berukuran lebih besar, sedangkan yang menginfeksi insang bersifat inang khusus dan organ khusus serta berukuran lebih kecil. Siklus hidup langsung, dan reproduksi secara aseksuil dengan pembelahan biner. Infeksi Trichodiniasis berat menunjukkan kualitas lingkungan budidaya yang kurang baik, kepadatan tinggi, dan kurangnya sanitasi lingkungan. Infeksi trichodina sering bersamaan dengan infeksi protozoa dan patogen lain.

Parasit ini mampu bertahan hidup sampai 2 hari tanpa ikan, beberapa bahkan bisa hidup pada kaki katak dan krustase planktonis. Kondisi ini dapat menjadi sumber infeksi bagi ikan. Trichodinids berkembang biak dengan pesat pada kolam yang airnya tidak mengalir, terutama dipanti benih dan kolam pembesaran dengan populasi yang tinggi.

Efek yang merugikan dari parasit ini terjadi karena perpindahannya. Dentikel yang terbuat dari kitin akan mengikis epitel ketika dia bergerak yang menyebabkan iritasi kulit. Selanjutnya epitel mengalami hiperplasia, degenerasi (terkikis dan lepas), dan nekrosis diikuti oleh proliferasi sel lendir. Gangguan proses pernafasan karena adanya parasit pada insang dan kulit merupakan akibat yang paling serius dari trichodiniasis dan dapat mematikan pada larva.

e. Pengendalian

Cara pencegahan terbaik adalah menciptakan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi parasit yaitu desinfeksi kolam, mencegah kodok dan udang-udangan masuk ke kolam, dan mengatur kepadatan ikan. Pengobatan dilakukan dengan cara terapi menggunakan metoda perendaman dalam larutan NaCl 2,5 % selama 3 jam dan dilakukan 3 hari berturut turut, atau bisa juga menggunakan terapi yang sama seperti pada infeksi Ichthyophthiriasis.

3. *Ichthyobodo* sp (*Costia* sp)

a. Biologi dan Sebaran Geografis

Ichthyobodo sp (sinonim *Costia* sp) termasuk famili Bodonidae. Penyakit yang ditimbulkan disebut Ichthyobodiasis atau costiasis yang disebabkan oleh parasitisme yang berlebihan dari organisme ini. Parasit ini berbentuk seperti tetesan air, berukuran sangat kecil dan bersifat sesil. Sejauh ini terdapat 2 spesies *Ichthyobodo* yang menjadi parasit ikan yaitu *I. necatrix* dan *I. pyriformis*. *I. necatrix* berukuran panjang 10-20 μm dan lebar 5-10 μm , sedangkan *I. pyriformis* berukuran lebih kecil. Penyebarannya dalam air tawar dan kadang air payau. Inang yang rentan adalah ikan air tawar terutama ikan liar dan berudu.



Gambar 7.4. *Ichthobodo* sp (Sumber : Graetzek, 1993)

b. Gejala Klinis

Gejala klinis ikan yang terinfeksi costiasis menunjukkan bercak-bercak kusam dan selaput keputihan pada kulit yang meluas serta ditutupi oleh lendir yang banyak terutama di tempat parasit melekat, sirip koyak koyak dan lepas, insang pucat dan tertutup lendir, nafsu makan berkurang, dan ikan tampak bernafas megap megap.

c. Diagnosa

Diagnosa dilakukan sesuai gejala klinis dan dikonfirmasi dengan pemeriksaan lendir tubuh, dan insang. Dibawah mikroskop organisme ini mungkin agak sukar untuk didiagnosa terutama bagi pemula karena ukurannya yang kecil. Hasil yang terbaik akan diperoleh dengan spesimen segar pada perbesaran 200X atau 400X. Parasit ini terlihat berbentuk seperti tetesan air yang melekat pada epitel insang dan kulit melalui struktur seperti tangkai yang sebetulnya adalah flagel, berukuran kira-kira sebesar sel darah merah. Gambar 7.4 menggambarkan *Ichthyobodo* bergerak aktif ke kiri dan kanan (*flickering*). *Ichthyobodo* melepaskan diri dari inang segera setelah inangnya mati dan bisa saja yang terlihat dalam pengamatan adalah bentuk yang berenang bebas.

d. Patogenesis, Siklus Hidup, Penularan dan Epizootologi

Ichthyobodo adalah parasit obligat dan menancapkan tubula kecil ke dalam jaringan tubuh inang untuk memperoleh makanan. Parasit ini memakan sel-sel epitel yang lepas dan sisa-sisa sel. Efek yang merugikan bagi inang adalah karena parasit ini menyerang sel hidup sehingga dapat menghancurkan epitel insang dan kulit. Hal ini menyebabkan *Ichthyobodo* mempunyai kemampuan berkembang biak yang sangat tinggi (Post 1987). Parasit ini hanya bisa hidup lebih kurang 1 jam diluar ikan (Gratzek 1993).

Ichthyobodo mempunyai siklus hidup langsung melalui pembelahan biner (Thune 1993). Penularan melalui kontak langsung atau paparan dalam air yang sudah mengandung ikan yang terinfeksi dalam waktu beberapa jam. Penyakit ini terutama dijumpai di perairan tropis. Akan tetapi karena ukurannya yang sangat kecil dan melepaskan diri dari inang segera setelah inangnya mati, menyebabkan lebih sukar dalam melakukan diagnosa.

e. Pengendalian

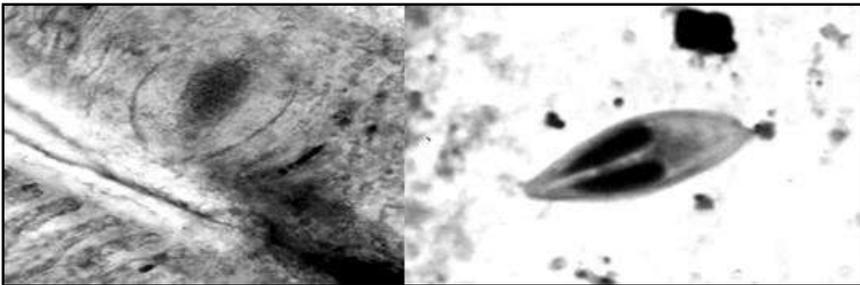
Pengendalian *Ichthyobodiasis* dapat dilakukan dengan cara memperbaiki kondisi budidaya, mengurangi kepadatan, dan menghindari ikan liar. Parasit ini rentan terhadap terapi antiprotozoal yang umum digunakan. Gratzek (1993) menyarankan treatment dalam 25 ppm formalin selama 4–8 jam, diikuti dengan penggantian air sampai 75%. Terapi Post (1987) lebih menyarankan melakukan perendaman dalam Malachyte green 0,1–0,15 ppm selama 1–2 jam dan diulangi

setiap 2 hari. Terapi ini hanya bisa digunakan untuk ikan hias. Terapi lain yang terbukti efektif adalah perendaman dalam larutan NaCl 1% selama 15–30 menit.

4. *Henneguya* sp.

a. Biologi dan Distribusi Geografis

Henneguya termasuk dalam famili Myxobolidae, yang merupakan salah satu dari genera protozoa myxosporidia yang menginfeksi ikan air tawar tropis. Parasit ini kosmopolit dan menginfeksi berbagai spesies ikan air tawar di dunia. *Henneguya* sering dijumpai pada insang dan sirip punggung ikan liar dan berbagai jenis ikan hias seperti ikan mas koki (Desrina *et al*, 2001) dan corydoras dan ikan budidaya terutama ikan gurami. Spora *Henneguya* sp terdapat dalam sista, berbentuk fusiform atau oval, mempunyai 2 kapsul polar, dan struktur seperti ekor yang khas pada genus ini. Jenis myxosporidia lain yang sering dijumpai pada ikan di Indonesia adalah *Myxobolus*. Bentuk spora oval dan tidak mempunyai ekor. Beberapa spesies memiliki sifat inang spesifik. Post (1987) mengemukakan bahwa di Amerika Serikat sudah teridentifikasi 17 spesies dan di Eropa sebanyak 18 spesies. Dikemukakan juga bahwa jenis yang terdapat pada suatu perkolaman bisa saja berbeda dengan perkolaman yang lain.



Gambar 7.5. Bentuk Spora *Henneguya* sp. (kiri) dan *Myxobolus* sp. (kanan)

b. Gejala Klinis

Gejala klinis yang khas pada henneguyasis adalah adanya sista putih umumnya berdiameter 0,5–1,0 mm yang terdapat di dalam dan diantara lamella, sirip punggung, sirip perut, usus, jantung, ginjal, limpa dan kadang kadang sepanjang mesenter. Jumlahnya sedikit sampai banyak, ukurannya bervariasi dari mikroskopis sampai berdiameter beberapa milimeter. *Henneguya postexilis*

yang biasanya ditemukan di interlamella ikan lele amerika dapat mengakibatkan kematian pada ukuran larva. Myxozoa lain yang sering ditemukan di Indonesia adalah genus *Myxobolus*. Genus ini mempunyai sista yang lebih besar (diameter sampai 3 mm) berbentuk oval dan berwarna putih/pink. Sporanya berukuran lebih besar, berbentuk oval/sferis, dengan 2 kapsul polar dan tidak mempunyai “ekor”.

c. Diagnosa

Diagnosa penyakit henneguyasis adalah dengan memperhatikan adanya sista pada pengamatan eksternal tubuh. Sista diambil dan diletakkan pada kaca objek dan dipecahkan dengan memberi sedikit tekanan pada kaca penutup. Dibawah mikroskop akan terlihat ribuan spora Henneguya. Cara lain adalah dengan mengamati seksi histologi dari area yang terinfeksi dan identifikasi spora yang tipikal. Spora diklasifikasikan menurut genus berdasarkan posisi kapsul polar di dalam spora. Sepintas sista Henneguya mirip dengan benjolan yang disebabkan bakteri *Mycobacterium* sp yang menyebabkan penyakit TBC ikan. Akan tetapi hasil pengamatan sista dengan mikroskop perbesaran 400x akan mampu membedakannya. Penyakitnya disebut henneguyasis.

d. Patogenesis, Siklus Hidup dan Penularan

Henneguya merupakan parasit Myxosporidia yang paling sering ditemui. Graetzek (1993) mengemukakan infestasi myxosporidia umum dijumpai pada pengamatan post-mortem ikan airtawar tropis liar. Sista yang ditemukan di sirip dan tubuh umumnya tidak berbahaya bagi inang, akan tetapi mengganggu penampilan dan mengurangi keindahan ikan. Sista yang menempel di lamella dapat menyebabkan terganggunya aliran darah di insang, menimbulkan hiperplasia dan kematian. Sista bisa saja menghilang, kemungkinan karena pecah. Hal ini menyebabkan lepasnya spora ke perairan dan mampu menginfeksi ikan lain. Siklus hidup parasit ini masih belum diketahui akan tetapi mungkin membutuhkan inang perantara yang umumnya ditemukan di alam.

e. Pengendalian

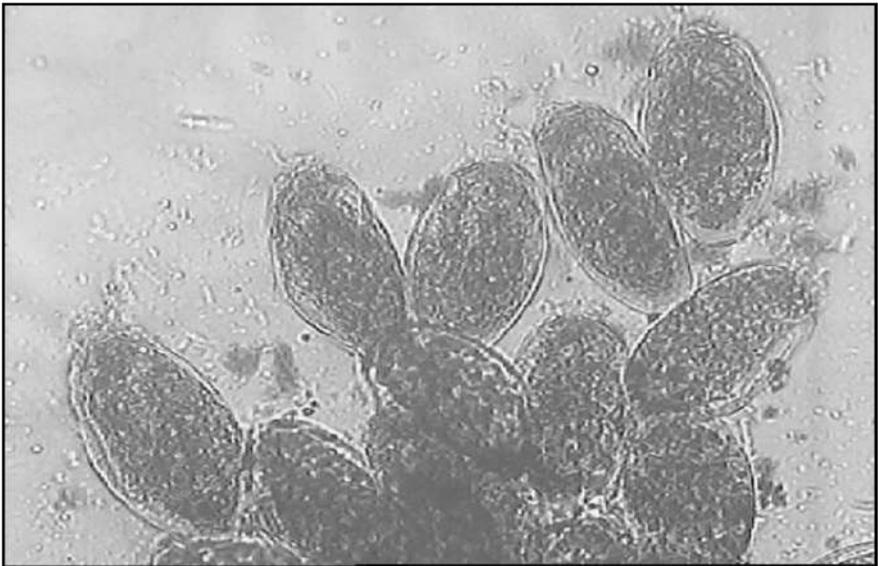
Cara terbaik mengendalikan parasit ini adalah dengan pencegahan yaitu menghindari ikan yang terinfeksi. Jika ikan yang terinfeksi sedikit, sista dapat

dipecahkan satu persatu dan luka yang ditimbulkan diolesi dengan antiseptik. Tentu saja hal ini harus dilakukan diluar wadah budidaya dan air yang dipakai selama pengobatan tidak dibuang ke perairan. Belum ada kemoterapi yang efektif untuk mengatasi parasit ini.

5. *Epistylis* sp.

a. Biologi dan Sebaran Geografis

Epistylis sp. (sinonim *Heteropolaria* spp) berbentuk lonceng dengan tangkai yang bercabang cabang dan tidak berkontraksi (Gambar 11). Parasit ini hidup berkoloni, sesil dan melekat. Penyakit yang ditimbulkan disebut epistylia. Parasit ini hidup di air tawar di seluruh dunia dan belum diketahui apakah merupakan ektokomensal atau parasit. Ada beberapa spesies *Epistylis* yang hidup pada kulit, sirip dan insang ikan. Organisme ini melekat pada inang dengan sebuah tangkai yang transparan dan dalam jumlah kecil bersifat ektokomensal atau mutual.



Gambar 7.6. *Epistylis* sp.

Epistylis sp menginfeksi ikan air tawar dan laut di seluruh dunia. Di Indonesia, parasit ini umumnya dijumpai pada ikan air tawar budidaya seperti ikan mas, ikan lele dan ikan gurami, atau yang dipelihara di akuarium terutama ikan mas koki.

b. Gejala Klinis

Gejala klinis ikan terinfeksi *Epistylis* sp antara lain nafsu makan yang mulai berkurang, ikan berenang dengan lesu dan kadang kadang diam di dasar, ikan sukar bernafas (megap-megap), warna tubuh menjadi lebih gelap dengan bercak bercak pucat berlendir pada berbagai bagian tubuh, hiperplasia epitel insang dan kulit, dan produksi lendir berlebihan atau berkurang memberikan tampilan bercak putih, putih keabuan atau kemerahan pada insang dan kulit.

c. Diagnosa

Diagnosa penyakit ini dengan pengamatan organisme dalam preparat segar yang diambil dari lendir kulit, sirip dan potongan lamella insang. Dibawah mikroskop, organisme ini transparan dan secara khas terlihat berbentuk seperti serumpun bunga. Sel berbentuk seperti tabung yang panjang dengan silia pada ujung distal dan makronukleus berupa organel yang berbentuk tapal kuda dan berkontraksi. Tangkai bercabang dua dan membentuk koloni. Panjang tangkai masing-masing spesies sangat bervariasi. Gerakan kontraksi dari sel membantu mengenali parasit ini. Preparat harus segera diamati karena organisme ini mudah mati karena kekeringan.

d. Patogenesis, Siklus Hidup, Penularan dan Epizootiologi

Semua ikan air tawar terutama yang dibudidayakan pada dasarnya rentan terhadap infestasi *Epistylis* sp. Organisme ini umumnya adalah ektokomensal, menimbulkan iritasi pada insang dan kulit ataupun kerusakan yang lebih parah jika kondisi menguntungkanannya. Reproduksi dengan pembelahan longitudinal.

Epistylis biasanya hadir dalam jumlah kecil pada permukaan insang dan kulit ikan sehat. Kepadatan yang tinggi dan malnutrisi bisa merubah kondisi kesehatan ikan sehingga menguntungkan parasit. *Epistylis* memakan sel-sel insang yang lepas dan plankton. Polusi air diikuti dengan iritasi pada permukaan tubuh bisa menyebabkan hiperplasia pada insang dan kulit serta peningkatan sel-sel epitel yang lepas. Peningkatan suplai makanan akan diikuti dengan peningkatan tajam populasi *Epistylis* sp. *Epistylis* yang melekat dalam jumlah besar pada kulit menyebabkan iritasi. Akibatnya destruksi epitel insang dan kulit berlebihan yang berakibat langsung pada kematian, invasi bakteri, jamur dan parasit lain.

Parasit ini dapat menimbulkan kematian terutama pada kolam yang kepadatannya tinggikan air tidak mengalir atau aliran airnya lambat. Epizootik dapat terjadi kapan saja jika kondisi manajemen budidaya tidak baik sehingga memicu sifat habitasi *Epistylis* dari ektokomensal atau mutual menjadi parasit.

e. Pengendalian

Pengendalian dapat dilakukan dengan mengurangi faktor pemicu yaitu mengurangi kepadatan, polusi dan kandungan bahan organik yang berlebihan. Peningkatan aliran air atau penyaringan air akuarium yang lebih cepat dapat mengurangi populasi *Epistylis* sp dan siliata secara umum. Terapi yang digunakan dan metoda pemberiannya sama dengan untuk *Trichodina* sp.

B. PROTOZOA AIR LAUT

Pada umumnya patogen golongan protozoa yang menginfeksi ikan air tawar hampir sama dengan patogen yang menginfeksi ikan air tawar namun ada beberapa golongan protozoa yang endemis menginfeksi ikan air laut, antara lain:

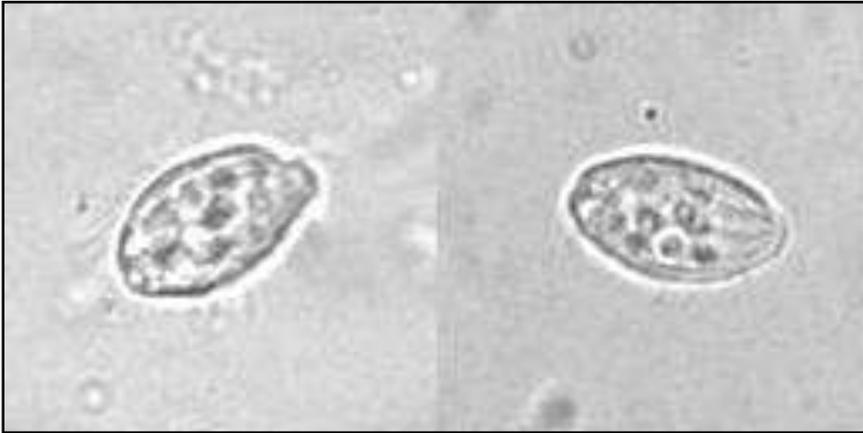
1. *Brooklynella hostilis*

Protozoa yang satu ini dikenal juga dengan nama *Chilodonella* sp di air tawar yang termasuk dalam phylum Ciliophora, kelas Kinetophragmenophorea, famili Chilodonellidae dan genus Brooklynella. Makronukleus berbentuk oval berukuran 18 x 12 μm , terdiri dari 13-22 mikronukleus dan beberapa vakuola kontraktil kecil.

Inang yang sering diserang adalah ikan laut, terutama yang termasuk dalam Amphyprion, Dacyllus, dan Caetodon. Protozoa ini menyerang kulit dan beberapa di insang. Kasus penyerangan banyak ditemukan di berbagai lokasi di perairan/laut. Berdasarkan tanda klinis dan patologi, patogen ini memakan sel darah dan jaringan debris sehingga menyebabkan kerusakan pada jaringan kulit, yang disebabkan kondisi air yang menurun atau buruk.

Tanda-tanda klinis yang ditunjukkan oleh ikan yang terserang antara lain kulit tampak kusam, terkadang karena produksi lendir yang berlebih, tampak seperti ada lapisan yang menutupi permukaan kulit, mata ikan tampak sayu, haemorrhage dan petechiae pada insang, inflamation. Sementara tingkah laku

ikan yang terserang seringkali menunjukkan gejala kesulitan bernafas, ikan berenang pelan, berada di bawah permukaan air atau dekat sumber air, dan gasping.

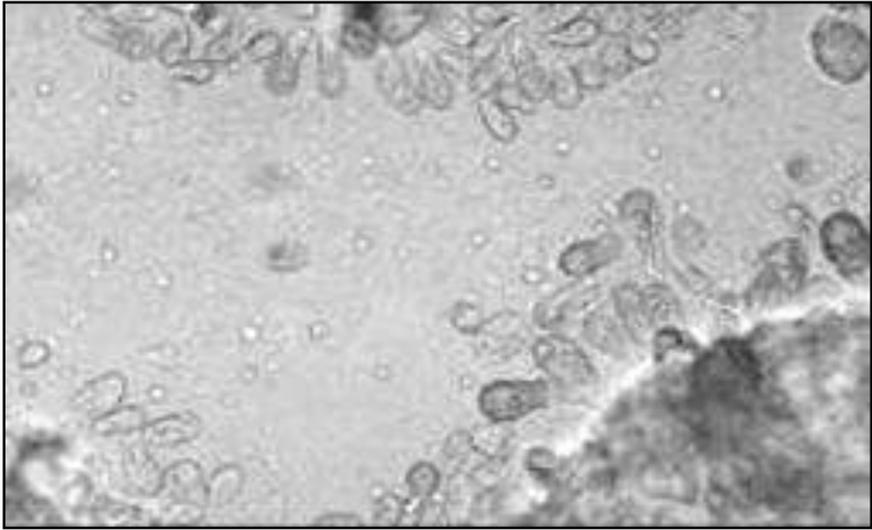


Gambar 7.7. *Brooklynella hostiles*

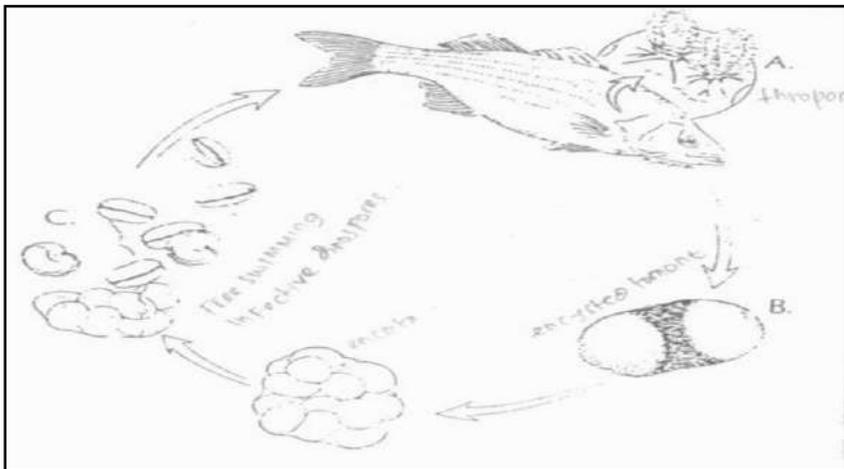
2. *Oodinium ocellatum*

Jenis ini juga dikenal dengan nama *Amyllocladus* sp pada ikan air tawar yang termasuk ke dalam Phylum Sarcomastigophora, Subphylum Mastigophora (flagellates), Class Phytomastigophorea (phytoflagellates), Ordo Dinoflagellida, dan Genus Oodinium. Jenis ini berbentuk bulat kuning berukuran 50-60 μm . bergerak menggunakan akar rizoit (cilia) dengan siklus hidup dimulai dari Trophont, kemudian menjadi encysted tomont, lalu palmela hingga menjadi free swimming infective dinospores. Tomont mulai membelah pada suhu 23-27°C. terhambat suhu 16-30 °C, salinitas 50 ppt

Jenis ini sering menyerang ikan air laut dengan kondisi yang menurun atau buruk, terutama pada jenis ikan *Amphiprion percula*, *Dacyllus melanurus*, dan *monodactyllus argenteus*. Awalnya, jenis ini menyerang insang kemudian menyebar ke kulit, sirip juga ginjal. Tanda klinis dan patologi yang dapat ditemukan pada ikan yang terserang antara lain bintik merah, hyperemia, haemorrhage, anorexia, depression, dyspnea (berenang dekat permukaan air dengan kesulitan bernafas). Ikan yang terserang menunjukkan gejala tingkah laku seperti megap-megap, ikan berenang pelan, berada di bawah permukaan air atau di dekat sumber air, dan gasping.



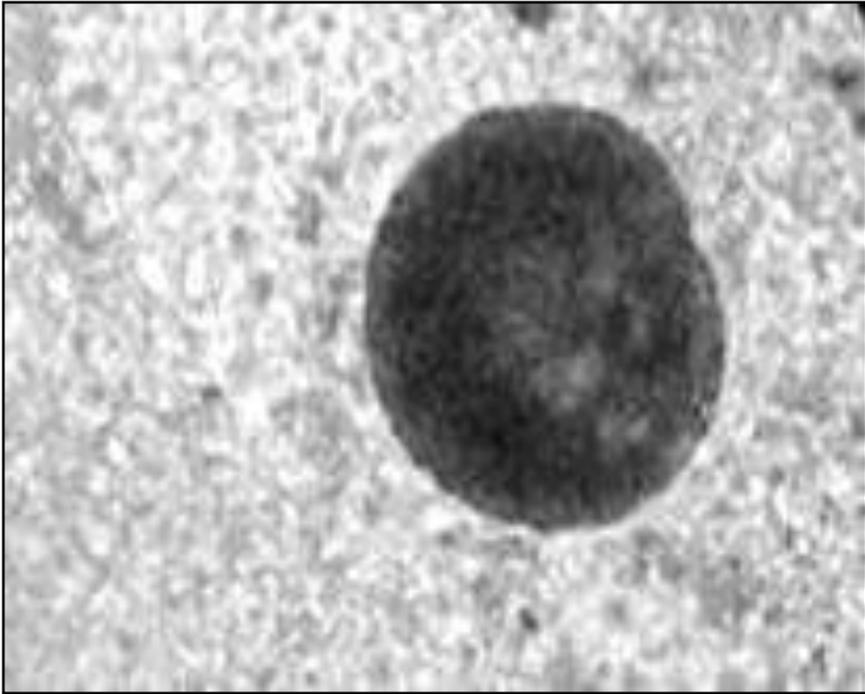
Gambar 7.8. *Oodinium* sp.



Gambar 7.9. Siklus Hidup *Oodinium* sp (Sumber Moller-Kiel, 1983)

3. *Cryptocaryon irritans*

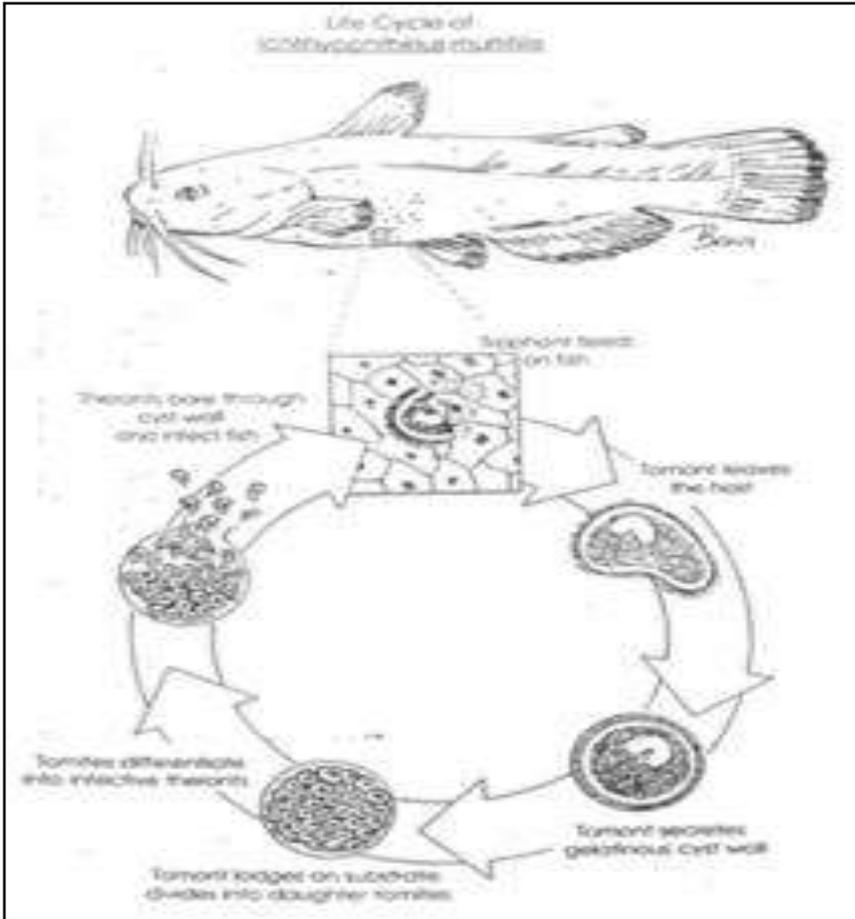
Jenis dari Genus *Cryptocaryon* ini termasuk dalam Phylum Ciliophora, Class Oligohymenophora, Subclass Hymenostomata, Ordo Hymenostomatida, Subordo Ophryoglenina, dan Family Ichthyophthiriidae. Protozoa ini menyerang ikan air laut yang ditemukan pertama kali di Jepang pada tahun 1938. Bagian yang diserang umumnya adalah insang yang kemudian menyebar ke bagian kulit, sirip dan ginjal.



Gambar 7.10. *Cryptocaryon irritans*

Bentuk Theront yang menginfeksi berbentuk pipih ukuran 25-60 μ m panjangnya memiliki 2 inti yaitu makro dan mikronuklei. Makronuklei trophont memiliki 4 lobe yang masing-masing berukuran 10 μ m panjang dan 8 μ m lebar yang terdiri dari 1 atau 2 nukleoli. Siklus hidup dimulai dari Trophont memakan ikan, lalu tomont meninggalkan inang dan menghasilkan gelatin sebagai kista pelindung, tomont menempel di substrat dan berkembang menjadi tomont dewasa, hingga tomit berkembang dan berubah menjadi theront yang pecah dan menginfeksi inang dan tomont berkembang secara budding. Faktor pendukung perkembangan adalah trophont mampu bertahan pada ikan selama 3-7 hari dan pertumbuhannya optimal pada suhu 23-30°C. Pecahnya kista terjadi dalam waktu 24 jam pada suhu 25°C.

Tanda klinis dan patologi dari ikan yang diserang antara lain haemorrhage pada kulit, produksi lender lebih banyak. Sering menyebabkan ulcer yang disertai dengan serangan *Pseudomonas* spp. Sementara tingkah laku ikan yang terserang menunjukkan gejala megap-megap, gasping, menggosokkan tubuh ke dinding atau dasar aquarium.



Gambar 7.II. Siklus *Cliptocarium irritant* (Sumber Moller-Kiel, 1983)

4. *Trichodina heterodentata*

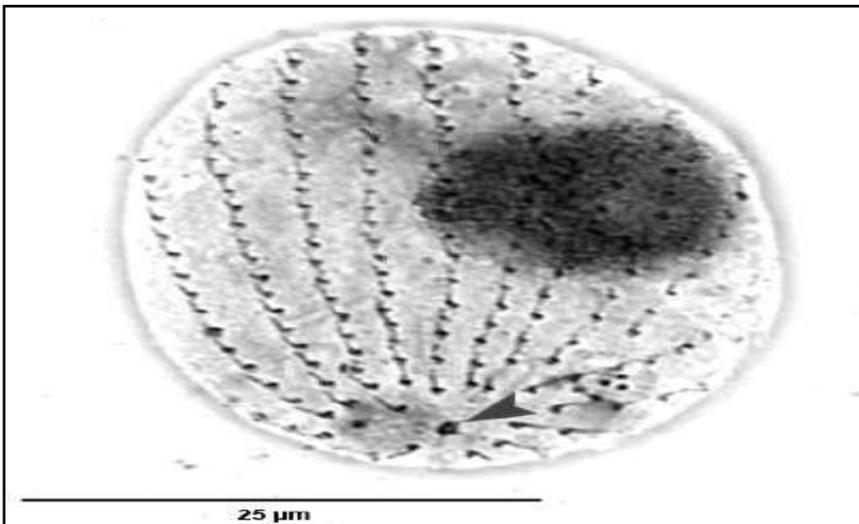
Jenis ini tergolong dalam Phylum Ciliophora, Ordo Peritrichida, Subordo Mobilina, Family Trichodinidae dan Genus Trichodina. Pada umumnya, jenis ini ditemukan di perairan/laut Philipina. Bentuk *adhesive disc* berukuran 38-60 μm , denticulate ring 23-51 dan denticles 22-30. Ciri umum dari jenis ini adalah memiliki dentikel dan mampu bergerak memutar mempunyai cilia. Protozoa ini dapat tahan lebih dari 2 hari tanpa inang dan dapat berpindah dari 1 inang ke inang lainnya dengan menggunakan cilia. Bahan organik yang tinggi dalam perairan dan rendahnya aliran air, suhu, pH, O_2 dan amoniak menjadi faktor pendukung perkembangan patogen ini.

Jenis ini biasanya menyerang bagian insang, kemudian lanjut ke kulit hingga sirip ikan. Tanda klinis dan patologi yang ditunjukkan oleh ikan yang terserang umumnya terdapat pigmen berwarna merah pada kulit dan terjadi pendarahan. Sementara gejala tingkah laku ikan yang terserang umumnya sulit bernafas karena operkulum tertutup, berenang tidak normal dan menggosokkan tubuh ke dinding aquarium.

5. *Uronema marinum*

Jenis dari Genus *Uronema* yang dikenal dengan nama lain *Tetrahymena pyriformis* di air tawar ini termasuk ke dalam Phylum Ciliophora dan Ordo Scuticociliatida. Jenis ini berukuran 30-50 μm dan memulai siklus hidupnya dari memakan sel darah dan cellular debris kadang ditemukan di ginjal dan perut ikan. Faktor pendukung perkembangan protozoa ini adalah transportasi selama 24-48 jam dalam air yang pH rendah, ammonia tinggi, dan bahan organik DO rendah.

Ikan yang terserang menunjukkan tanda klinis dan patologi berupa bintik putih pada bagian tubuh yang terinfeksi dan menjadi luka, ulcer dipenuhi oleh cilia, serta peningkatan produksi lendir. Sedangkan gejala tingkah laku ikan yang terserang umumnya megap-megap, berenang di dekat permukaan air dengan kesulitan bernafas, menggosokkan tubuh di dinding dan dasar aquarium.



Gambar 7.12. *Uronema marinum*

6. *Kudoa* sp.

Parasit *Kudoa* termasuk dalam genus *Kudoa* (Myxozoa : Myxosporea) yang menginfeksi daging ikan. Parasit ini menimbulkan kerugian yang cukup besar karena kista yang menyebabkan luka pada daging. Contohnya adalah *Kudoa amamlensis* pada *Seriola quinqueradiata* dan *K. thyrsites* pada ikan salmon Atlantik (*Salmo solar*), ini menyebabkan kerusakan yang berat yang disebabkan oleh enzim proteolitik yang dihasilkan (Tsuyuki *et al*, 1982). Enzim ini dihasilkan parasit untuk tumbuh dan berkembang pada jaringan daging ikan.

- *K. muscoliquefaciens* pada *Xiphias gladius* (Sword fish)
- *K. paniformis* pada *Merluccius productus* (Pacific hake)
- *K. clupeidae* pada *Clupea harengus* (Atlantic herring)

Parasit ini termasuk dalam class Myxosporea, family Kudoidae dan genus *Kudoa*. Myxosporea dibedakan menjadi dua yaitu Bivalvulida Shulman, 1959 yaitu myxospore dengan dua valve dan Multivalvulida Shulman, 1959 yaitu myxospore dengan tiga atau lebih valve.

Lom dan Dykova (1992) menyatakan bahwa multivalvulida memiliki valve yang berbentuk radial simetri yang didalamnya terdapat polar kapsul berbentuk spora. Hanya dari genus *Unicapsula* Davis, 1924 yang memiliki kapsul polar tunggal dan tiga spora valve. Yang termasuk dalam multivalvulid menurut Lom dan Dykova (1992) adalah:

- *Trilospora* (Noble, 1939)
- *Unicapsula* (Davis, 1924)
- *Kudoa* (Meglitsch, 1947)
- *Pentacapsula* (Naidenova dan Zaika, 1970)
- *Hexacapsula* (Arai dan Matsumoto, 1953), dan
- *Septemcapsula* (Hsieh dan Chen, 1984).

Class yang baru-baru ini ditemukan adalah class Actinosporea dimana tahapan siklus hidupnya terjadi di air tawar seperti myxosporean. Menurut Ied Kent *et.al.* (1994), class Actinosporea berada satu tingkat di atas Myxosporea. Class Actinosporea, genus *Tertractinomyxon* (Ikeda, 1912) merupakan spesies yang mengalami perubahan dari myxospore menjadi Multivalvulida. Anggota

genus *Kudoa* yang pertama adalah *Chloromyxum*, yang memiliki polar kapsul dan myxospore dengan 4 valve (Meglitsch, 1947).

Seperti diketahui, semua spesies *Kudoa* menginfeksi ikan air laut dan estuarin. Dari hasil laporan Lom *et al.* (1983), multivalvulid myxosporean (*Kudoa*) ditemukan pada ikan *Osmerus mordax* di danau air tawar Canada. Inang *Kudoa* hampir sama dengan inang class Myxospora (Shulman, 1966), misalnya *K. thyrsites* ditemukan pada lebih dari 20 ekor ikan, sedangkan McDonald dan Margolis (1995) menemukan *K. thyrsites* di 11 spesies ikan.

Dengan menggunakan SSU rDNA, Hervio *et al.* (1997) melaporkan bahwa *K. thyrsites* ditemukan pada ikan Pacific hake, Atlantic salmon dan *Aulorhynchus flavidus*. Shaw *et al.* (1997) menemukan *K. thyrsites* pada ikan Tube-snout; yaitu kultivan laut komersial di kolam salmon Colombia pada ikan *Thysites atum* yang berasal dari Afrika Selatan (99 %).

Lom dan Dykova (1992) menggambarkan perkembangan *Trophozoite myxosporean* di inang, mereka mengalami fase poliferatif di jaringan atau organ berbeda dari fase akhir (fase extrasporogonik) yang lepas dari fase sporogonik. Fase proliferaatif terlihat hampir sama dengan kelompok myxosporean tapi belum bisa dikatakan *Kudoa*. Moran *et al.* (1999) menggambarkan bahwa *K. thyrsites* menghasilkan tahap extrasporogonik yang masuk dalam aliran darah dan tahap itu berpindah ke inang lain dengan jalan menginfeksi darah pada bagian intraperitoneal. Dalam percobaan *K. thyrsites* menginfeksi 2–23 ekor *atlantic salmon*.

Satu parasit hidup di bagian daging inang, plasmodium tidak mengalami pembelahan tapi berkembang menjadi ukuran yang sangat besar, diikuti dengan perkembangan myxospores. Dengan spesies histozoic, nutrisi mencapai sukses dalam arti pinocytotik aktif berpindah dari satu inang ke inang lain. Proses sporogonesis *K. Lunata* (cf. Lom dan Dykova, 1988) dan *K. paniformis* (cf. Stehr, 1986) terjadi dengan perpindahan electron microscopy. Lom dan Dykova (1988) menyatakan bahwa polysporic plasmodia tanpa menghasilkan pansporoblas pada *K. lunata*, *K. paniformis*, *K. thyrsites*. Spesies *Kudoa* berasal dari trophozoit kecil yang menghasilkan 8 myxospore yang tidak terdapat bentuk pansporoblash.

Perkembangan vegetatif terjadi di bagian daging cardiac selama 4 minggu dalam bentuk post-exposure dan di bagian daging somatik selama 5,5 bulan dalam bentuk perkembangan post-exposure penuh myxospores ditemukan pada 64% ikan Atlantik salmon pada 6 bulan p.e. Infeksi daging tidak terdeteksi sampai 9 minggu infeksi. Tahap pertama 25 (4%) ikan Atlantic salmon positif terinfeksi. Dengan menggunakan PCR 8 dari 10 (80%), Atlantik Salmon terinfeksi pada 6 minggu pertama dan 7 dari 10 (70%) terinfeksi pada 9 minggu.

Inflammation merupakan pertahanan pertama untuk menghindari infeksi myxosporean (Lom dan Dykova, 1992). Respon inang biasanya tidak ditemukan sampai parasit berhasil menjadi sporogony dan plasmodium berisi myxospores muda. Menurut Lom *et al* (1983) dan Voelker *et al* (1978), hubungan antara inang dan parasit sangat tergantung dengan spesies dan perkembangan parasit dalam inang.

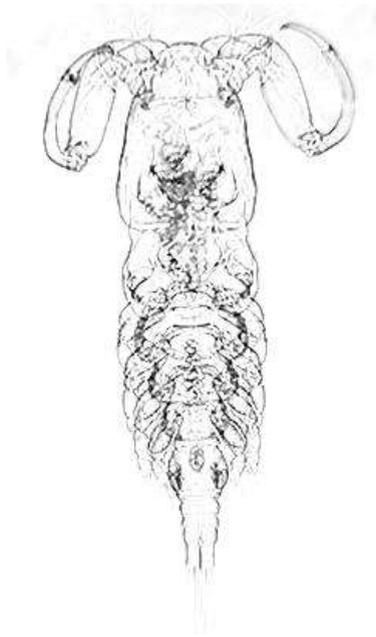
Bentuk pseudocyst dengan tipe kista pada daging menimbulkan reaksi nekrotik dan dinding pseudocyst memacu perbaikan inflammation. Anderson (1985) menyatakan bahwa pertahanan inang adalah dengan membentuk sel amplop. Pada saat daging inang penuh plasmodium, baru terjadi pembengkakan. Respon ini dicirikan dengan phagocytic infiltrasi, granuloma dan bentuk kapsul (Morado dan Sparks, 1986). Respon inang terhadap capsule parasit adalah dengan membentuk fibroblast. Daging yang terinfeksi akan menjadi gelap hal ini disebabkan oleh berkurangnya melanin.

Bab VIII.

Penyakit Krustacea

1. *Ergasilus versicolor*

Jenis ini termasuk dalam Phylum Arthropoda, Class Crustacea, Subclass Copepoda, Ordo Poecilostomatoida, Family Ergasilidae dan Genus Ergasilus. Inangnya adalah mullet culture di kawasan Mediterranea (terdapat 33 spesies di Laut Telost). Tubuhnya memiliki cephalotorax yang lebarnya 2 kali panjangnya, dorsoventral pipih, anteriornya pendek, posteriornya berbentuk truncate, punya 1 pasang mata dekat anterior, ada 4 segmen. Abdomennya terdiri dari 3 segmen. Ukuran p 1.3-1.7 mm dan l 0.4-0.7 mm. Jenis ini hanya betina yang menjadi parasit, dengan menyerang insang bagian dalam dan menyebabkan luka.



Gambar 8.1 *Ergasilus versicolor*

<http://www.glsc.usgs.gov/greatlakescopepods/Detail.php?GROUP=Parasite&SPECIES=Ergasilus%20versicolor>

Ergasilus versicolor adalah ergasilid yang berbentuk relatif ramping, dengan cephalothorax tidak berlapis. Segmen pertama bagian antena tidak bertingkat atau berlapis dan tidak terdapat gigi pada segmen lainnya. Namun bagian sensilla menonjol pada bagian tengah segmen ke-2, dekat posterior dan anterior ujung segmen ke-3. endopod kaki pertama adalah dua pasang; dan kaki ke-5 terdiri dari 2 papila, bagian ventral pertama menjadi 5 kali lebih pendek dan masing-masing membawa sebuah seta di ujung terminal.

Tanda klinis yang ditunjukkan oleh ikan terserang adalah hiperplasia sel epitel, anemia, dan haemorrhage. Sementara tingkah laku ikan yang terserang biasanya menunjukkan gejala lemah, berenang gasping, dan operculum terbuka. Kondisi lingkungan buruk dan bahan organik tinggi menjadi penyebab serangan yang didukung oleh meningkatnya suhu di dalam air.

Beberapa ikan yang dilaporkan terinfeksi *Ergasilus versicolor* terdapat di kawasan Great Lakes terdiri atas *Ameiurus nebulosus* (brown bullhead), *Culaea inconstans* (brook stickleback), *Ictalurus punctatus* (channel catfish), *Noturus flavus* (stonecat). Selain itu, juga ditemukan di Amerika Utara yakni pada jenis *Ameiurus natalis* (yellow bullhead), *Ameiurus melas* (black bullhead), *Catostomus commersoni* (white sucker), *Erimyzon oblongus* (creek chubsucker), *Erimyzon sucetta* (lake chubsucker), *Erimyzon tenuis* (sharpfin chubsucker), *Ictiobus bubalus* (smallmouth buffalo), *Ictiobus cyprinellus* (bigmouth buffalo), *Ictalurus furcatus* (blue catfish), *Lepisosteus osseus* (longnose gar), *Lepisosteus platostomus* (shortnose gar), *Lepisosteus spatula* (alligator gar), *Minytrema melanops* (spotted sucker), *Moxostoma macrolepidotum* (shorthead redhorse), *Moxostoma poecilurum* (blacktail redhorse), *Mugil cephalus* (striped mullet), *Pogonias cromis* (black drum), dan *Pylodictus olivaris* (flathead catfish).

2. *Caligus Epidemicus*

Jenis ini termasuk dalam Phylum Arthropoda, Class Crustacea, Subclass Copepoda, Ordo Siphonostomatoida, Family Caligidae, dan Genus Caligus. Jenis ini berada pada inang berupa ikan air laut, terutama menyerang kulit dan operculum.



Gambar 8.2. *Caligus* sp.

http://www.sciencefish.com/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=19

Ciri-ciri bentuknya antara lain caligus betina seluruh tubuhnya ditutupi cangkang dorsal. Cephalotoraxnya panjang, posteriornya lembut. Bagian lateralnya dilengkapi marginal membrane. Bagian posterior ada thorax zone. Keempat kaki terletak lebih dekat posterior dari pada cephalotorax, bentuk pendek, tubuh lebar antara 1-9 mm. Siklus hidupnya diawali dari telur, kemudian nauplius berenang bebas, nauplius II sebelum molting menjadi larva yang menginfeksi (copepodit).

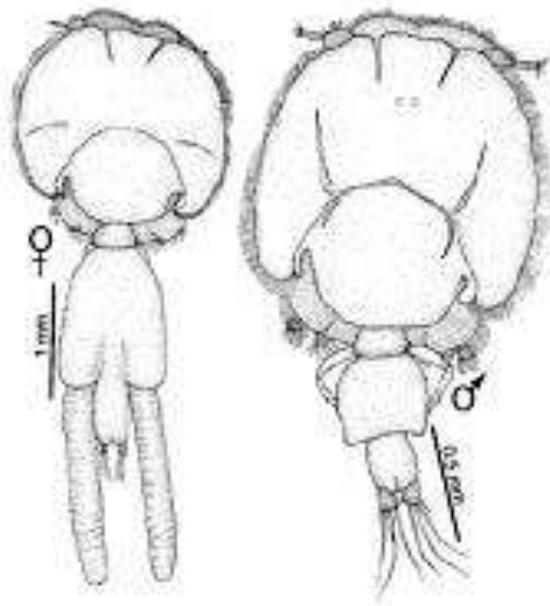
Ikan yang terserang menunjukkan tanda klinis dan patologi berupa hipertropi dan haenaorrhage. Sementara gejala tingkah laku dari ikan biasanya menunjukkan pola berenang yang tidak teratur dan menggosokkan tubuh ke benda keras. Penyebab penyerangan umumnya karena suhu yang rendah

3. *Lepeophteirus* sp.

Jenis ini banyak ditemukan pada ikan salmon, yang umumnya menyerang bagian mulut dengan menggunakan cephalotorax yang terletak pada sucker. *Lepeophteirus* jantan berukuran 6.7 mm, sementara yang betina berukuran 14-22

mm. Siklus hidup diawali dari nauplius, kemudian menjadi copepodid, lalu chalimus pertama, hingga tumbuh dewasa. Jenis ini mampu bertahan selama 8-9 minggu pada suhu 6 °C, sekitar 6 minggu pada 9-12 °C dan sekitar 4 minggu pada suhu 18°C.

Ikan yang terserang umumnya menunjukkan tanda klinis dan patologi berupa erosi lapisan epitel dan haemorrhage. Sedangkan gejala tingkah laku yang ditunjukkan oleh ikan yang terserang biasanya berenang berputar-putar (*whirling swimming*), seluruh permukaan tubuh ditutupi oleh kutu (*sea lice*). Penyebab penyerangan diduga disebabkan oleh adanya suhu yang rendah dan bahan organik yang tinggi.



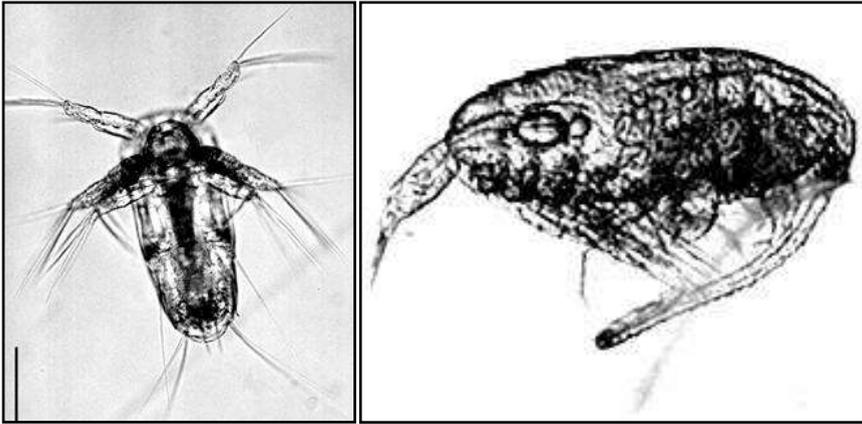
Gambar 8.3. *Lepeophtheirus* sp. (Sumber: Klik, Janse, Benz, 2011)

4. *Chalimus* sp.

Jenis ini termasuk dalam Phylum Arthropoda, Class Crustacea, Subclass Copepoda, Ordo Siphonostomatoida dan Family Cecropidae. Bentuk besar, bagiann segmen thoracic ditutupi piring. Kepala ada segmen thoracic pertama. Segmen kedua dan ketiga sama besar atau lebih kecil dan terdiri dari sepasang bagian dorsal dan sepasang lateral plate. Segmen ke empat terdiri dari sepasang

dan agak besar, dilengkapi dengan plate yang ditutupi bagian genital. Ketiga pasang dorsal plate terbangun dari segmen genital dan ditutupi oleh segmen abdomen.

Jenis ini sering ditemukan di bagian luar tubuh ikan, yang menyerang bagian insang hingga menimbulkan peradangan. Pendukung perkembangan jenis ini umumnya dikarenakan kondisi perairan buruk dan suhu tinggi. Tanda klinis dan patologi dari ikan yang diserang adalah peradangan pada insang. Sementara tingkah laku ikan yang terserang umumnya menunjukkan gejala sulit bernafas dan berenang berputar-putar (*whirling swimming*).



Gambar 8.4. *Chalimus* sp.

Bab IX.

Penyakit Cacing

A. CACING MONOGENEA

1. Monogenea Air Tawar

Jangkar merupakan organ pelekak yang paling sering ditemui pada monogenea. (1-2 pasang) yang diikat pada palang penghubung (>1) dengan berbagai bentuk. Kait tepi dijumpai pada hamper semua spesies di Asia Tenggara kecuali *Diplozoon*. Kait tepi ini tersusun pada pinggir opisthaptor, tapi dapat juga di dalam. Pada *Diplozoon* kait tepi diganti oleh clamps. Kadang ada yang mempunyai alat pelekak tambahan yang disebut *squamodisc*, yang dilengkapi dengan cicin khitin.

Monogenea tidak mempunyai rongga tubuh, organ-organ terdapat pada embedded dalam parenkima. Kebanyakan monogenea mempunyai siklus hidup langsung dan membutuhkan hanya satu inang. Umumnya ovipar, mengeluarkan telur, lalu menetas menghasilkan larva bersilia, kemudian mencari inang baru, selanjutnya melekat pada cacing dewasa. Kelompok vivipar adalah dari famili Gyrodactylidae, langsung melekat, memungkinkan untuk membentuk populasi besar dan terdiri atas hampir setengah dari spesies monogenea yang telah diketahui.

a) *Dactylogyrus* sp. (Family : Dactylogiridae)

Opisthaptor mempunyai 14 kait tepi, dua diantaranya terletak jauh di tepi, dekat jangkar. Ujung jangkar yang runcing mengarah ke punggung. Mempunyai 1-2 palang penghubung. Titik mata 2 pasang mempunyai 4 lekukan dikepala. Merupakan salah satu genus monogenea terbesar, mempunyai inang yang terbatas. Ditemukan hamper disemua ikan air tawar dan kadang-kadang

ikan air laut. *C. idellus*, lele, ikan mas, tambakan, gurami, patin, sepat air, sepat rawa, mas koki.



Gambar 9.1. *Dactylogyrus* sp.

b) *Actinocleidus* sp (Family : Dactylogiridae)

Bagian anterior tidak mempunyai lekuk. Opisthaptor berbentuk bulat (seperti piring), ukurannya relative kecil (10% dari panjang tubuh). 14 kait tepi, 2 pasang jangkar, 2 buah palang penghubung antara jangkar bentuknya seperti V. Jenis ini ditemukan pada ikan lele di Indonesia.

c) *Diplectanum* sp. (Family : Diplectanidae)

Tubuh memanjang, lekuk di kepala bisa ada bisa tidak, opisthaptor terpisah dari tubuh, 14 kait tepi, 2 pasang jangkar, 3 palang melintang mempunyai squamodisc. 2 pasang bintik mata, parasit ikan laut.

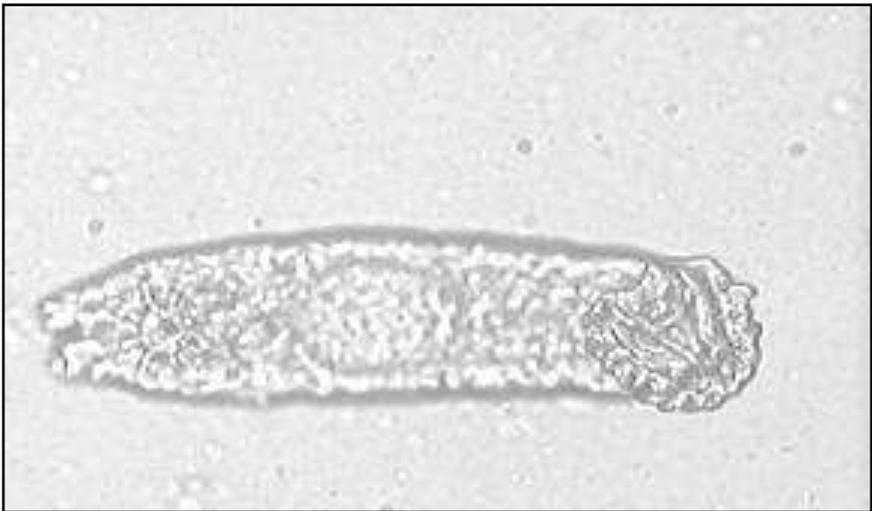
Patogenesis yang dibahas, *Dactylogyrus* untuk mewakili dan paling banyak dijumpai. Efek lokal yang terjadi pada infeksi monogenea pada insang hyperplasia pada epitel insang, bahkan sampai ke daerah yang tidak ada cacingnya. Telangiectasis (gill blood blister) yang sering ditemui. Jaringan tempat melekat terkikis dan pada bagian pinggir mengalami proliferasi

(pembengkakan). Produksi lender meningkat banyak sekali mengganggu pernafasan. Warna insang memudar dan membengkak. Nafsu makan berkurang yang akhirnya mengakibatkan pertumbuhan terhambat. Ikan megap-megap, lesu, sel-sel darah putih (monosit dan neutrofil) meningkat.

d) *Gyrodactylus sp.* (Family : Gyrodactilidae)

Tubuh ramping, kecil, anterior bifid (berlekuk-lekuk). Opisthaptor mempunyai 16 kait tepi 1 pasang jangkar dan seterusnya dihubungkan oleh 2 buah bar. Tidak mempunyai bintik mata. Vagina tidak ada. Uterus mengandung embryo, dapat mencapai 3 generasi, vivipar. Jumlah spesies 100, ditemukan di kulit lele, mas, gabus, patin, sepat dan ikan-ikan akuarium.

Ikan yang terserang menunjukkan kulit pucat, epithelium mengalami hyperplasia. Lender berlebihan, membentuk lapisan putih abu-abu, luka, bagian yang rusak menjadi gelap yang parah, kulit terkelupas.



Gambar 9.2. *Gyrodactylus sp.*

2. Monogenea Air Laut

a) *Diplectanum sp.* (Family : Diplectanidae)

Jenis ini termasuk dalam Phylum Platyhelminthes, Class Monogenea, Subclass Polyonchoirnea, Genus Diplectanum dan Family Diplectanidae. Bentuk tubuh subcircular atau ova tanpa lekukan kepala, opisthaptornya terpisah dari tubuh, memiliki 14 marginal hook dan dua pasang anchor yang dilengkapi

dengan bar. Bagian ventral dan dorsal memiliki squasmodic digunakan untuk melekatkan diri ke inang. Memiliki 2 pasang mata, ovarium panjang, memiliki vagina. Ukuran 1-1.5 mm.

Jenis ini sering menyerang ikan air laut, terutama pada bagian insang dan kulit. Siklus hidupnya mirip dengan *gyrodactyllus*. Kondisi kualitas air yang buruk, nutrisi yang kurang pada inang menjadi salah satu faktor pendukung perkembangan jenis ini. Ikan yang terserang biasanya menunjukkan tanda klinis dan patologi berupa Haemorrhage di insang dan operkulum terbuka. Ikan akan kesulitan bernafas dan lemah berenang.



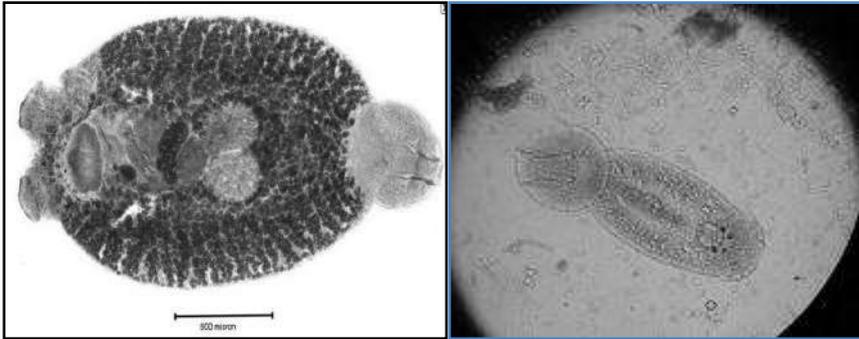
Gambar 9.3. *Diplectanum* sp.

b) *Benedenia* sp. (Family : Capsalidae)

Jenis ini termasuk dalam Phylum Platyhelminthes, Class Monogenea, Subclass Polyonchoinea, Genus *Benedenia* dan Family Capsalidae. Jenis ini sering ditemukan di dekat kepala dan mulut ikan air laut seperti *Liza carinata*, *Crenimugil crenilabris*, *Mugil auratus*, *Mugil capito* dan sebagainya. Bentuknya bulat, ukuran 2-5 mm, memiliki 2 adhesive disc di bagian anterior. Panjang telur 0.8-1.2 μ m, telur bertahan selama 5-8 hari. Faktor pendukung perkembangan jenis ini adalah pH yang tinggi dan kondisi perairan yang menurun kualitasnya, serta kurangnya cahaya matahari.

Infeksi berat akan menunjukkan adanya lesy di mulut, ikan menjadi kurus karena nafsu makan berkurang. Parasit ini memakan epithelium sel inang sehingga menyebabkan erosi dan hilangnya lapisan dermis, biasanya diikuti

dengan infeksi bakteri yang berasosiasi dengan inflammation dan necrosis pada lapisan dan septicemia biasanya menyebabkan kematian. Ikan lemah berenang, menyendiri. Ada korelasi positif antara intensitas dengan panjang inang, intensitas dengan peningkatan patologi



Gambar 9.4. *Benedenia* sp

B. DIGENEA

Umumnya endoparasit tubuh tidak bersegmen, oval, mempunyai 2 organ pelekat pada bagian anterior (sekitarnya) terdapat penghisap oral (oral sucker) dan pada bagian ventral terdapat penghisap ventral (acetabulum).

Siklus hidup melibatkan lebih dari 1 induk, yang meliputi beberapa tahap morfologi bilogi yang berbeda. Siklus hidup meliputi telur, miracidia, sporokista, serkaria, metaserkaria, dewasa, kadang tidak semua tingkatan diatas dijalani.

Ikan berperan sebagai inang perantara ke-2 atau terakhir. Jika sebagai inang perantara ke-2, cacing ditemukan dalam bentuk metaserkaria yang membentuk kista pada berbagai jaringan dan organ, jika ikan dimakan oleh inang terakhir/ sebenarnya, barulah siklus hidup ini selesai dan cacing dewasa baru terbentuk. Jika tidak, tahapan perkembangan terhenti sampai iakn mati. Metaserkaria masuk ke tubuh ikan karena serkaria mampu menembus kulit dan bergerak menuju organ target. Jika ikan yang menjadi inang definit, akan ditemukan cacing dewasa pada saluran pencernaan, yang melekat melalui acetabula. Cacing ini masuk bersama infertebrata dan ikan kecil yang menjadi makanan ikan.

Beberapa jenis Digenea dewasa yang ditemukan akan dijelaskan secara singkat berikut ini :

1. Orientocreadium (Family : Allocreadiidae)

Tubuh memanjang oral sucker terletak subterminal, pharing besar. Acetabulum terletak agak pertengahan. Ovari terletak antara testes dan acetabulum. Ukuran 1.04-2.58 x 0.22-0.77 mm. Ditemukan di intestine lele, gabus.

2. Gauhatiana (Family : Macroderoididae)

Tubuh memanjang, membengkak pada ujung-ujungnya. Oral sucker besar, subterminal, pharing berkembang dengan baik, esophagus panjang. Acetabulum hampir sama besar dengan oral sucker terletak pertengahan agak anterior. Contoh adalah ikan lele.

3. Opegaster (Family : Opecoelidae)

Tubuh berbentuk, fusiform, bagian posterior bulat anterior, runcing. Oral sucker tidak terlalu berkembang terletak subterminal. Diameter acetabulum + 2x oral sucker, terletak antara anterior dan 1/3 bagian tubuh. Ukuran 1.13 x 0.27 mm. Inangnya adalah lele, gabus. Siklus hidup Digenea dimulai dari telur yang keluar bersama feses dari inang definit, menetas menjadi miracidium (larva yang berenang bebas), menembus moluska (inang perantara) mengalami reproduksi aseksual, serkaria bebas, menembus/termakan ikan (inang perantara 2/ akhir), dewasa. Metaserkaria (kista), dimakan inang akhir. Larva clinostomum, kulit, rongga tubuh, otot, warna putih/ kuning.

4. Prosorhynchus (Family : Bucephalidae)

Tubuh memanjang, tidak punya oral sucker, mulut terletak dipertengahan tubuh. Tidak punya ventrl sucker. Ukuran panjang 0.82-1 mm, lebar 0.25-0.26 mm. Ditemukan di otot, lambung dan intestine kakap.

5. Pseudimetadena (Family : Cryptogonimidae)

Tubuh agak oval, pendek, membulat,oral sucker terletak agak ke tengah testes dibelakang acetabulum, ditemukan di lambung, usus kecil, caeca kakap.

Tingkat larva cercaria mempunyai kelenjar penembus

1. *Clinostomoides*, *Clinostomidae*, Metacercaria dengan ke-2 ujung membulat. Anterior I buah lebar dari posterior. Oral sucker subterminal acetabulum 2 kali ukuran oral sucker terletak 1/3 panjang tubuh dari ujung anterior. Ukuran 2.8 x 1.1 mm. Kista ditemukan dalam insang dan rongga insang ikan gabus dan lele.
2. *Clinostomum*, Tubuh membulat, oral sucker subterminal. Acetabulum besar dari oral sucker terletak antara pertengahan tubuh dan depan. Kista ditemukan di jaringan ikan gurami, sepat rawa, gabus, kista berwarna kuning.

Cacing jenis ini yang dewasa tidak terlalu menimbulkan kerusakan pada jaringan, tapi competitor untuk mendapatkan makanan. Yang metacercaria merusak jaringan tempat masuk dan jalur yang dilalui untuk sampai ke organ target. Kesatuan atau kekompakan jaringan terganggu, karena pada waktu baru masuk metacercaria bergerak aktif menuju organ target. Menimbulkan iritasi dan setelah sampai membentuk kista. Efeknya tergantung jumlah dan ukuran dan lokasi. Dapat menimbulkan nekrosis. Jika banyak dapat menyebabkan organ tidak berfungsi sebagaimana mestinya dan kematian, terutama pada larva dan ikan-ikan kecil. Kista Trematoda di insang dapat menimbulkan penyakit zoonosis, contoh : *Clinostomum complanatum*.

Pencegahan dilakukan dengan membersihkan kolam dari inang perantara akhir (contohnya: mamalia kecil, burung pemakan ikan), mengangkat tempat siput menempel, dan memasang pagar. Terapi untuk metacercaria belum ada yang efektif.

C. CESTODA

Cacing pita, ditemukan di saluran pencernaan ikan ALLAT. Tubuh mempunyai saluran pencernaan dan rongga tubuh. Umumnya mempunyai organ pelekat (hold fast organ), yang disebut scolex. Leher tidak bersegmen, sisanya disebut strobila. Strobila bersegmen disebut proglofid 1/I proglofid mengandung organ reproduksi jantan dan betina, merupakan unit yang terpisah. Organ tidak sama matangnya jadi 1 x lain kali betina. Ikan inang akhir atau

perantara, siklus hidup melalui 1-2 inang perantara, terutama invertebrate, kadang-kadang vertebrata.

Jumlah, letak, sucker pada scolex, identifikasi. Scolex, kadang dilengkapi dengan sucker, grooves (lekukan), kait, duri, kombinasi atau tidak sama sekali.

Telur, larva berenang bebas cercarium, inang perantara, pleurocercid. Proceroid, inang perantara II (ikan), kista rongga saluran pencernaan, pleurocercid, ikan karnivor, burung, mamal, dewasa.

Cestoda pada ikan host-specific, siklus hidup sangat bervariasi pada ikan : saluran pencernaan, jika inang perantara, diluar saluran pencernaan bisa pada organ apa saja. Kerusakan satu buah parah, tapi tergantung organ transmisi selalu melibatkan rantai makanan.

1. *Proteocephalus*, *Proteocephalidae*, Scolex mempunyai 4 sucker, seperti cangkir tidak mempunyai duri/ kait, contoh : lele, gabus, ikan carnivore/ omnivore inang sebenarnya. Panjang 15 cm, lebar 1.5 mm.
2. Senga, Fam. *Ptychobothriidae*, Scolex mempunyai apical dick dengan kait besar mencapai lebih dari 50 buah. Contoh : Senga pahangensi
3. *Cyatocephalus* sp, *Cyatocephalidae*, Scolex mempunyai sucker berbentuk corong, intestine lele.

Larva yang bermigrasi dapat menyebabkan kerusakan ekstensif di hati, limpa, sinyal, saluran pencernaan saling melekat. Jika ikan inang perantara, cacing masuk pada tahap larva, bermigrasi dalam tubuh, menimbulkan reaksi inflamasi dan proliferasi sel. Larva yang telah dewasa, sedikit merusak jaringan, mengambil makanan inang, zat metabolit yang dihasilkan, merubah komposisi darah. Ada kemungkinan penyakit zoosis, dapat mengurangi nilai jual, kesuburan, contoh : krustase.

Dalam jumlah banyak, pertumbuhan terhambat, kurus, anemia rentan terhadap infeksi sekunder. Jika menginfeksi organ-organ penting (Jantung, ginjal, limpa, gonad) walaupun dalam jumlah kecil dapat menimbulkan gangguan fungsi dan kematian. Gonad jadi tidak produktif. Terapi yang dilakukan untuk cacing Digenea dengan total dosis 250 mg/kg ikan, dewasa, larva (*proceroid*), Naebendazole 100 mg/ kg ikan/hari selama 14 hari.

Pencegahan yang dapat dilakukan adalah membunuh inang perantara, putus siklus hidup dan inang definit, jangan beri makan ikan mentah. Terapi

belum ada yang efektif. Selain itu, dapat juga dilakukan desinfeksi pada kolam. Cestoda mempunyai kemampuan reproduksi yang tinggi. Perubahan ekosistem sehingga menguntungkan bagi cacing akan meningkatkan populasi cacing dengan pesat.

D. NEMATODA

Tubuh bilateris simetris, punya pseudocolom dan gut. Tubuh silindris. Mempunyai alat pencernaan yang lengkap esophagus, intestine dan anus. Cacing ini dijumpai dalam bentuk larva atau dewasa pada ikan air tawar dan air laut. Umumnya Nematoda dewasa inang infeksi lambung dan intestinal ikan. Tapi ada juga yang hidup di rongga tubuh gonad dan otot seperti *philonema* dan *philometra*. Larvanya dapat ditemui pada hampir semua jaringan, contohnya adalah dari genera. *Philonema*, *centracaecum*, *Anisolis* dan *Spiroxys*. Cacing : dapat merusak berbagai organ karena gerakan migrasinya.

Nematoda mempunyai alat kelamin yang terpisah dan umumnya yang parasit pada ikan adalah ovipar. Telur dilepaskan ke air, larva, arthropoda (inang perantara I), terus berkembang, dimakan ikan, dewasa dan kista (larva) dalam jaringan/rongga tubuh inang perantara II, ikan karnivor, burung, mamalia, semapi dewasa.

Cacing ini dapat menimbulkan tukak dan inflamasi, contoh : *Camallamus*. Larva *Eusfoongyloides* sp, intestine dan p rongga pentoneal warna merah, kista. *Camallus*, cacing merah keluar dari anus.

Bab X.

Penyakit Pada Udang dan Rumput Laut

Munculnya penyakit udang pada umumnya merupakan hasil interaksi yang tidak seimbang anatar tiga komponen yaitu inang yang lemah, patogen yang ganas serta kualitas lingkungan yang memburuk. Kendala Penyakit dalam Budidaya Udang Windu (Parasit) Dapat menyebabkan penurunan berat badan, penurunan kualitas, kepekaan terhadap infeksi virus/bakteri dan beberapa parasit dapat menyebabkan kemandulan (Bopyrid).

1. Parasit Protozoa

a) Zoothamniosis

Golongan ini yang sering ditemukan menginfeksi udang dan rumput laut adalah *Zoothamnium penaei*. Jenis ini termasuk dalam Phylum Protozoa, Class Ciliata, Ordo Peritricha, Famili Vorticellidae, dan Genus Zoothamnium.

Morfologi dari zootanium adalah hidup berkoloni, sangat jarang ditemukan sendiri, bewarna keputih-putihan, menempel dengan semacam akar dan batang (pedicle), pediclenya bercabang 2, kemudian dari 2 cabang 2 cabang menjadi 3. Zooid bersifat dimorph besar bentuk globuler, 1 koloni bentuk dan bentuknya sama.

Inang parasit ini adalah udang dan ikan baik air laut, payau, tawar semua stadia, namun tidak jarang ditemukan juga pada rumput laut dan kepiting. Siklus Hidup dilakukan dengan pembelahan sel secara paralel dengan axis panjang tubuh, berasal dari satu batang 2 zooid yg bersilia

b) Epistylia

Golongan yang umum ditemukan adalah *Epistylis* sp yang termasuk dalam klasifikasi Phylum Protozoa, Class Oligohymenophorea, Ordo Peritricha, Famili

Epistylidae, dan Genus Epistylis. Sedangkan spesiesnya cukup banyak, salah satunya adalah *E. mubellaria*.

Morfologi dari parasit ini memiliki makronukleus kecil, bertangkai, tidak berkontraktil, selnya mampu berkontraksi, capsilia kecil-kecil berpasangan mengandung benang melingkar, ukuran selnya panjang : $51.00 \pm 2.00\mu\text{m}$, Lebar : $25.00 \pm 3.850\mu\text{m}$ Siklus Hidup : siklus hidup parasit ini sama dengan zoo.

Induk semang parasit ini umum ditemukan pada seluruh jenis ikan, kepiting, udang dan rumput laut. Siklus hidup: Zooid membelah secara transversal 2, 4, 8, dan seterusnya, untuk memprbesar koloni, berenang bebas menempel, kondisi cocok berkemang biak lebih cepat, $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$ jam tergantung jenis spesies.

c) Vorticelliasis

Golongan yang sering ditemukan menginfeksi ikan adalah *Vorticella* sp. yang termasuk dalam klasifikasi Phylum Protozoa, Class Ciliata, Ordo Peritricha, Famili Vorticellidae, dan Genus Vorticella. Spesies yang berhasil diidentifikasi sebanyak 84 spesies.

Morfologi jenis ini termasuk senang hidup soliter, menempel dan kontraktil; bentuk seperti lonceng; tangkai pipih, silindris; daerah sekitar mulut (peristome) besar, bersilia; sel ada yang makro dan mikro nucleus; vakuola kontraktil 1- 2 buah dan sel bening kekekuningan/kenijauan. Ukuran zooid adalah panjang $38.00 \pm 7.909\mu\text{m}$; lebar $25.20 \pm 4.970\mu\text{m}$. Ukuran panselnya panjang $40.86 \pm 9.442\mu\text{m}$ dan lebar $31.88 \pm 8.709\mu\text{m}$

Ketiga parasit tersebut merupakan parasit jenis fakultatif yang umum ada dalam perairan terutama jika didukung faktor-faktor seperti : oksigen rendah (<3 ppm), bahan organik tinggi, padat tebar tinggi dan perubahan musim yang ekstrim.

2. Parasit Cacing

- a) Cacing Cestoda, yaitu: *Polycephalus* sp., bentuk cyste dari cacing ini terdapat dalam jaringan ikat di sepanjang syaraf bagian ventral. Dan *Parachristianella monomegantha*, berparasit dalam jaringan intertubuler hepatopankreas.

- b) Cacing Trematoda: *Opecoeloides* sp., yang ditemukan pada dinding proventriculus dan usus.
- c) Cacing Nematoda: *Contracaecum* sp., menyerang hepatopankreas udang yang hidup secara alamiah

3. Parasit Isopoda

Parasit ini dapat menghambat perkembangan alat reproduksi udang. Parasit ini menempel di daerah branchial insang (persambung antara insang dengan tubuh udang), sehingga menghambat perkembangan gonad (sel telur) pada udang.

4. Penyakit Viral dan Bakteri

a) WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)

Penyakit ini sangat umum ditemukan menginfeksi udang, kepiting dan rumput laut. Gejala yang menonjol adalah timbulnya bintik-bintik putih pada karapas udang atau kepiting dengan diameter 0,5-2 mm. Udang yang terinfeksi dalam keadaan lemah, berenang ke permukaan, kemudian mendekat ke pematang dan mati. Kematian yang disebabkan virus ini bisa terjadi sangat cepat biasanya hanya dalam waktu antara 3-5 hari sejak gejala kematian pertama teramati kematian dan kematian dapat mencapai 100%.

Penyebab penyakit WSSV adalah virus SEMBV (*Systemic Ectodermal and Mesodermal Baculo Virus*) yang merupakan virus DNA (*Dioxyribonucleic Acid*), berbentuk batang (*bacilliform*). Organ yang terinfeksi virus adalah kaki renang, kaki jalan, insang, lambung, otot abdomen, gonad, intestinum, karapas, jantung sehingga menimbulkan infeksi yang sistemik (menyeluruh). Stadia utama yang terinfeksi adalah pada saat terjadi molting karena karapas dalam kondisi lunak, sehingga menimbulkan pola bercak pada saat pasca molting karena kerusakan sel ektodermal yang mengakibatkan penimbunan kalsium ke karapas terganggu. Beberapa faktor lingkungan yang mendukung terjadinya peningkatan serangan virus ini adalah :

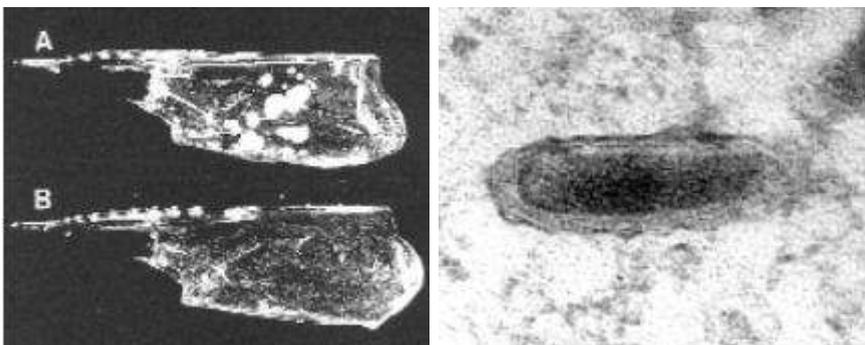
- *Blooming* fitoplankton yang akhirnya mengalami kematian secara mendadak, hal ini menyebabkan terjadinya perubahan pada kualitas air.

- Kadar oksigen rendah.
- Terjadi fluktuasi pH harian yang besar.
- Rendahnya temperatur air.
- Turun hujan secara mendadak.
- Pengelolaan pakan yang kurang baik.

Penularan virus ini bisa melalui organism liar di dalam tambak seperti kepiting, cacing, kerang-kerangan, ikan liar bahkan udang yang terinfeksi dan mati yang kemudian di makan oleh udang yang sehat. Beberapa hama yang pernah dilaporkan menjadi carier virus ini adalah kerang bakau/temburung (*Thelescosium thleskium*).



Gambar 10.1. Hama Kerang Bakau/Temburung (*Thelescosium thleskium*) dan Ikan yang Ditemukan di Tambak dan Menjadi Sumber Penyakit WSSV.



Gambar 10.2. Karapas Udang yang Terinfeksi WSSV (A) dan Karapas Udang Normal (B), serta Rod Shape Virus yang Menjadi Penyebab WSSV (Sumber foto: Takahashi *et. al*, 2003)

b) Vibriosis

Vibriosis adalah salah satu masalah penyakit utama dalam kerang dan ikan budidaya yang banyak menyebabkan kematian udang budidaya seluruh dunia (Lightner & Lewis, 1975; Adams, 1991; Lightner et al, 1992; LavillaPitogo *et.al.*, 1996; Lavilla-pitogo *et.al.*, 1998; Chen *et al.*, 2000). Bakteri ini termasuk gram negative, motil fakultatif anaerob dan termasuk dalam family Vibrionaceae. Bakteri ini biasa ditemukan menginfeksi golongan kustacea laut seperti udang. *Vibrio* didistribusikan secara luas dalam budaya memfasilitasi seluruh dunia. – Vibriosis disebabkan oleh bakteri gram negatif dalam keluarga Vibrionaceae. Wabah dapat terjadi ketika faktor lingkungan mengalami perubahan yang berfluktuasi (Sizemore and Davis, 1985). Sebenarnya exoskeleton udang menjadi penghalang yang efektif terhadap patogen akan menembus permukaan luar krustasea, namun *Vibrio* spp. dapat masuk ke tubuh melalui luka di bagian exoskeleton atau pori-pori (Jiravanichpaisal dan Miyazaki, 1994; Alday-Sanz *et al.*, 2002).

Bakteri ini merupakan pathogen oppurtunistik pada saat tubuh inang mampu melakukan pertahanan secara lamai untuk menekan pertumbuhannya (Lightner, 1993). Pada system intensif, shellfish, kondisi stress seperti padat penebaran yang tinggi dapat menyebabkan meningkatnya serangan infeksi patogen. Infeksi bakteri vibrio sering juga disebut sebagai black shell disease, tail rot, septic hepatopancreatic necrosis, brown gill disease, swollen hindgut syndrome dan luminous bacterial disease atau bakteri berpendar.

Beberapa gejala yang menonjol pada saat udang terinfeksi bakteri vibrio antara lain :

→ Lemah → kehilangan nafsu makan → kehilangan warna tubuh dan adanya nekrosis pada hepatopancreas yang disertai dengan “clumping“ (kerusakan pada saluran pencernaan) → adanya warna merah pada tubuh → jaringan insang berwarna kekuningan → adanya bintik putih pada otot abdominal → Melanisasi → munculnya *granulomatous encapsulation*, necrosis dan inflammasi pada organ (lymphoid organ, insang, hati dan sebagainya) → Luminescence atau berpendar.

5. Penyakit Pada Rumput Laut

Beberapa penyakit yang biasa ditemukan pada budidaya rumput laut antara lain :

- a) Penyakit “ice-ice”, penyakit ini menyerang bagian thallus yang menyebabkan warna memudar, pucat dan thallus menjadi rapuh mudah patah. Beberapa penelitian menunjukkan penyakit ini disebabkan oleh beberapa patogen yang menginfeksi secara bersamaan. beberapa patogen adalah *Vibrio*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, parasit *Vorticella*, *Zoothamnium*, *Oodinium*, *Trichodina*. Selin itu, faktor lingkungan seperti arus, suhu dan kecerahan perairan menjadi faktor pemicu penyakit ini.



Gambar 10.3. Thallus Rumput Laut yang Terinfeksi Penyakit “ice-ice”

- b) Penyakit *pitting* – terjadi pada lapisan korteks dimana rongga terbentuk karena adanya luka.
- c) Penyakit “*tip darkening*” – biasanya karena disebabkan umur rumput laut yang sudah tua didukung juga dengan cuaca dingin yang menyebabkan warna rumput laut pucat atau kusam.
- d) Penyakit “*tip discoloration*” – biasanya disebabkan karena adanya paparan udara dari musim dan kondisi perairan yang buruk.

e) Penyakit *epiphytism dan algal parasitism* – penyakit ini disebabkan karena adanya serangan hama atau serangga yang merusak thallus. Keberadaan alga alga berpigmen (Rhodophytes), menyebabkan gerakan air menjadi lambat atau air menjadi keruh yang mengakibatkan berkurangnya suplay oksigen.

Apabila pada budidaya udang, tampak adanya bercak putih pada bagian kepala, atau kaki hal ini mungkin disebabkan oleh parasit atau jamur. Diagnosa secara tepat diperlukan karena berkaitan dengan penanggulangannya. Parasit yang biasa ditemukan pada diagnosa di atas adalah jenis protozoa, ciliata yaitu *Vorticela*. *Vorticella* biasanya muncul pada kondisi perairan yang buruk dan kadang-kadang ditemukan pada udang liar, namun kadang-kadang gejala terinfestasi parasit tersebut hilang setelah udang molting karena biasanya *Vorticella* ini menyebabkan ekor udang gripis dan permukaan tubuh udang muncul bercak-bercak putih. Jika udang yang telah terinfestasi parasit pada bagian kepala dan tubuh, kemungkinan udang akan mengalami kekurangan kemampuan untuk makan sehingga menyebabkan kelaparan.

Parasit yang menginfeksi udang biasanya sitemukan hampir sama dengan parasit-parasit yang menginfeksi ikan air laut. Jenis-jenisnya pun beragam baik protozoa, kelompok krustacea, nematoda.



Gambar 10.4. *Vorticella* sp.

Bab XI.

Penyakit Non Parasiter

A. KELAINAN AKIBAT KONDISI LINGKUNGAN

Umumnya penyakit non-parasiter disebabkan karena kondisi lingkungan tempat ikan/biota hidup. Masalah bisa timbul karena:

1. Manajemen kolam strategis

tergantung pada ukuran kolam, treatment yang dilakukan pada kolam/ keberadaan bahan organik dan anorganik dan komponen kimia (Boyd 1995)

2. Kedalaman kolam

Hal ini berkaitan dengan masukan dan keberadaan oksigen yang berdampak/ sensitive pada pertumbuhan ikan-ikan muda (juvenile). Contohnya adalah larva diurnal benthik yang berada di daerah termoklin bermigrasi ke daerah dingin, ini terkait dengan keberadaan oksigen, banyak mengalami kematian.

3. Pakan

Frekwensi dan kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan. Penyakit yang disebabkan oleh pakan ini berbagai macam terkait dengan bahan beracun pada pakan (Patton & Couch,1984), contohnya Swimbladder inflation, perkembangan gel renang sensitif terhadap bahan toxic (Marty *et al*, 1990), dan kualitas dari indikator lingkungan secara umum (Sinderman,1979).

4. Genetik

Kelainan yang terjadi dalam sistem budidaya dapat terjadi karena turunan apabila keragaman genotip menjadi penyebabnya (Liao *et al*,1993). Penyakit infeksius dan kontaminan pada sumber air ini menyebabkan kelainan pada patologi (Robert,1989).

5. Faktor lain

Kelainan yang terlihat terkadang menyulitkan aquaculturis menentukan penyebab utama karena banyaknya faktor yang berpengaruh, contohnya kelainan operkulum ikan disebabkan penyakit infeksi yang menyebabkan operkulum terbuka dan tidak bisa menutup. Faktor kimia air juga bisa menyebabkan hal ini.

Kelainan atau abnormalitas pada ikan yang disebabkan oleh bahan-bahan non parasiter dapat berupa:

1. Pertumbuhan tidak normal/ kelainan bentuk pada tulang belakang

Pertumbuhan tidak normal atau kelainan pada bentuk tulang belakang ikan sering ditemui, penyebabnya bisa disebabkan oleh faktor infeksi atau non infeksi. Bentuk-bentuk kelainan itu dapat dalam bentuk scoliosis, lordosis. Scoliosis/lordosis merupakan kelainan bentuk pada cabang lengkung tulang belakang (Sindermann, 1990). Kondisi Scoliosis/Lordosis dapat menyebabkan kematian pada beberapa kasus. Faktor pemicu penyakit ini dapat disebabkan oleh makanan (kekurangan nutrisi/malnutrisi) atau masalah lingkungan.

a) Malnutrisi

Penyakit yang disebabkan karena kekurangan nutrisi dalam pakan seperti, vitamin, mineral, protein, karbohidrat dan lemak. Contoh penyakit malnutrisi misalnya ikan kekurangan asam amino, seperti tryptophan, kekurangan vitamin C. Pemberian vitamin C bisa membantu penyembuhan. Kekurangan nutrisi dalam pakan dapat menyebabkan ikan mengalami kelainan pada tulang belakang seperti scoliosis/lordosis. Sebanyak 45 % ikan mengalami Scoliosis dan Lordosis pada budidaya Chanlel clatfish yang diberi pakan kurang Vitamin C dan hanya 39 % pada ikan kontrol yang diberi pakan kandungan Vitamin C normal (Lovell, 1973)

b) Lingkungan

Kelainan bentuk ini karena faktor pencahayaan yang kurang, temperatur dan salinitas pH (Oyen *et al* 1991). Suhu berpengaruh melalui cara yaitu:

- Larva hidup dalam lingkungan perairan dimana suhunya optimal

- Suhu shock meningkatkan kelainan pada spinal, saat adanya peningkatan atau penurunan yang mendadak pada suhu air dalam konisi Fase Kritis. Awal pertumbuhan dapat menyebabkan 100% embrio mengalami scoliosis.
- Suhu yang tinggi dapat menyebabkan permukaan organ sistem menjadi asynchronous dan ini merupakan abnormalitas.

Selain suhu, keberadaan bahan polutan dalam perairan juga bisa menjadi faktor penyebab terjadinya Scoliosis. Bahan polutan yang dapat menyebabkan kelainan tersebut antara lain Zin C, organochlorine, organophosphate, logam berat dan pestisida, serta fungisida (*Malacwhite green*)

c) Infeksi Patogen

Scoliosis/lordosis juga dapat disebabkan oleh adanya infeksi patogen seperti virus, jamur, protozoa dan bakteri. Infeksi dari *Myxobolus buri* dapat menyebabkan kelainan pada bagian spinal ikan.

d) Treatment Pencegahan Penyakit,

Pada saat penggunaan bahan antibakterial untuk mencegah terinfeksi telur oleh bakteri, juga dapat menyebabkan Scoliosis/lordosis pada benih.

2. Kelainan Pada Kepala dan Rahang (Pictman *et al*1990)

Ikan budidaya maupun ikan di perairan umum sering ditemukan mengalami kelainan pada bagian kepala dan rahang. Kondisi itu disebabkan temperatur dan kondisi penerangan atau cahaya (Bolla dan Holmefjord,1988). Contohnya adalah ikan *Atlantic halibut* (*Hippoglossus hippoglossus* L).

3. Kelainan pada Sirip

Kelainan pada bagian sirip ikan juga sering ditemukan yang disebabkan oleh faktor kimia dan fisika air, genetik faktor, infeksi/luka, termal shock, kekurangan vitamin C menyebabkan kelainan pada ekor.

4. Kelainan pada Insang

Kelainan bagian insang ikan menyebabkan melemahnya/ melembeknya cartilage insang yang menunjukkan adanya penyimpanan pada filament insang. Kelainan pada insang dapat disebabkan oleh faktor-faktor di bawah ini : genetik, lingkungan, mal nutrisi dan kekurangan Vitamin C.

5. Kelainan pada Kulit

Terjadi pigmentasi pada kulit yang terjadi saat metamorphosis pada juvenil, biasanya terjadi pada kukltur intensif, malnutisi (kekurangna Vitamin C). Logam berat meyebabkan albino pada *chanlel catfish* (Rutherford *et al*,1990)

6. Kelainan pada Mata

Kelainan pada mata dapat berupa, mata menonjol, mata mengalami pendarahan, mata mengkerut atau pertumbuhan mata tidak normal. Faktor-faktor penyebabnya adalah karena faktor genetik dan pakan.

B. KELAINAN AKIBAT POLUSI LOGAM BERAT

Sejalan dengan perkembangan teknologi dan penambahan manusia, banyak aspek kehidupan yang dapat menjadi sumber polusi logam berat yaitu bidang pertambangan, pertanian, kegiatan kehutanan, pembuangan sampah. Bahan yang termasuk logam berat bahaya antara lain Cd, Cu, Hg dan Zn. Bahaya karena dapat bersifat alergi, mutagen dan kankerogens. Kondisi dan keberadaan bahan-bahan tersebut tergantung pada kondisi perairan seperti pH, suhu, komposisi ion, alkalinitas, konsentrasi bahan-bahan organic yang terakumulasi dalam tubuh ikan.

Keberadaan logam berat dalam air tergantung pada kualitas air, seperti pH, salinitas, suhu dan keberadaan bahan organik. Misalnya zat Hg, bentuk ion dapat masuk ke dalam epithelial membran, dimana prosesnya sangat dipengaruhi oleh:

1. Kimia Air

Bahan logam dapat digolongkan menjadi 3 ion, yaitu: logam dalam air yang sederhana; ion logam kompleks dengan anorganik; dan ion logam kompleks dengan bahan organik seperti asam amino, asam.

2. Suhu dan DO

Logam berat dan suhu tinggi menyebabkan ketahanan hidup rendah dibandingkan hanya pada suhu rendah. Peningkatan toxicity dari logam berat menyebabkan penuingkatan cairan membran dan peningkatan aktifitas enzim

3. Kesadahan dan pH

Kesadahan berpengaruh terhadap tingkat racun logam berat (terutama Cu) dengan bentuk karbonat atau dengan penyerapan pada CaO_2 . Cu dan Mg berlomba dengan ion atau logam berat dalam aktif di jaringan ikan dan ini berdampak terhadap tingkat racun logam berat. Kesadahan tinggi tingkat racun logam berat tinggi.

4. Salinitas

Salinitas berpengaruh terhadap ginjal dan hepatopankreas. Jalur dan mekanisme penyerapan logam berat dalam tubuh ikan masuk dalam tubuh melalui insang (pernafasan), usus (pencernaan) dan kulit (pengangkutan atau penyerapan).

Penyerapan dan masuknya logam berat ke dalam tubuh organisme tergantung kualitas air, aktifitas metabolisme, fase pertumbuhan, bentuk/keberadaan logam berat, interaksi/hubungan logam berat dan transportasi protein dan penyerapan ion lain. Bahan Cd dan Zn menyebabkan terganggunya penyerapan/metabolisme calcium pada ikan. Sedangkan Gabungan Ca, Cd dan Zn di ikan air tawar mengganggu kerja sel chloride insang

Tingkat racun Cd, Cu, Zn dan Hg pada jalur yang berbeda. Misalnya Ca dapat mempengaruhi tingkat toksisitas dari Cd namun apabila bertemu dengan Zn maka toksisitasnya akan menurun. Penyebaran masing logam berat berbeda pada organ ikan. Tergantung pada kebutuhan nutrisi (Cu dan Zn) dan daya tarik menarik dalam sistem. Logam Cd sangat berhubungan dengan kondisi jaringan (Nethyl Hg).

Dampak logam berat pada ikan dapat dilihat pada histologi jaringan dan sel ikan, haematologi (gambaran darah), komposisi plasma, enzimatik, reproduktif dan tingkah laku dan kebiasaan hidup.

1. Besi (Zn)

Keberadaan zat Zn pada lingkungan dapat berdampak pada morfologi insang ikan yang akhirnya mempengaruhi sel cholid, rusaknya lamella sekunder insang, sel darah, menyebabkan menurunnya peredaran O_2 dalam darah, terhambatnya kerja enzim Ca-ATPase , menurunnya pH darah, rendahnya pengambilan O_2 pada hati, feeding rate menurun, menurunnya sintasan dan HR (*Hatching Rate*).

2. Tembaga (Cu)

Keberadaan Cu di perairan dapat menyebabkan kelainan pada morfologi insang, kerusakannya dapat berupa rusaknya lamella sekunder insang, hilangnya atau berkurangnya sel spesifik di insang, penurunan sel mukus dan peningkatan sel choride di insang, menyebabkan chemoreceptor dan mechanyoreceptor serta mempengaruhi ntingkah laku, menyebabkan lesi pada epitelium dan kerusakan pada organ penciuman.

Dampak lain dari daya racun Cu terhadap proses fisiologis dalam tubuh biota akuatik adalah mempengaruhi konsumsi O₂, penurunan produksi antibodi, penurunan osmolaritas plasma Na, mengganggu pertukaran ion transepithelium, penghambatan kerja Na-K-ATPase dan penurunan Lematocrit dan serum protein (Corticol), mempengaruhi rendahnya pertumbuhan reproduksi (sexual), produksi telur, spawning, penetasan telur, penetasan prematur, sintasan, sirip punggung tidak tumbuh.

3. Kadmium (Cd)

Keberadaan Cu di perairan dapat mempengaruhi metabolisme Ca dalam tubuh, terjadinya peningkatan produksi sel mukus di usus dan insang, peningkatan produksi sel chloride di bagian epitel operkular, menghambat kerja alkaline phosphate dan Ca ATPase, meningkatkan aktifitas ALA-D, menyebabkan kerusakan pada proximal tubuli ← Pembelahan mitokondria dan reticulum endoplasmite, menyebabkan kecacatan pada vertebrata, nekrosis sel lobule boundary, haemorrhage, oedema pada yolk absorbsion, pertumbuhan tidak sempurna pada sirip ekor.

4. Merkury (Hg)

Keberadaan Cu di perairan dapat menyebabkan peningkatan produksi mukus, nekrosis pada sel epitel, hiperplasia epitel, terhambatnya kerja aktifitas Na-K-ATPase, embrio, kelangsungan hidup menurun dan percepatan penetasan telur.

Daftar Pustaka

- Adam, SM. 1990. Status and use of biological indicator for evaluating the effect of stress on fish. *A.Fish.Society Symposium* 8: 1-8
- Alcaide, EE., Sanjuan, F. de la Gandara, A Garcia-Gomez. 2000. Susceptibility of amberjack (*Seriola dumerili*) to bacterial fish pathogens. *Bull.Eur. Assoc. Fish Pathol.* 20:153-156.
- Almendras, JME. 2001. Immunity and biological methods of disease prevention and control. In: Health management in aquaculture. G.D. Liopo, C.R. Lavilla and E.R. Cruz-Lacierda (Eds.). Aquaculture Departement Southeast Asian Fisheries Development Center, Philippines:111-136.
- Anderson, DP. 1974. Fish immunology. Hongkong: TFH Publication Ltd. pp 182
- Anderson, DP., AK Siwicki. 1995. Basic hematology and serology for fish health programs. Paper presented in second symposium on diseases in Asian Aquaculture "Aquatic Animal Health and the Environment". Phuket, Thailand. 25 – 29th October 1993. 17 hal
- Anderson, DP.1990. immunological indicators : Effects of environmental stress on immun protection and disease outbreaks. *A.Fis. society Symposium* 8 : 38-50
- Austin B., DA Austin. 2007. Bacterial fish pathogens. Fourth Edition. New York: Praxis Publishing Ltd. pp 552
- Blaxhall, PC., KW Daisley. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *J. Fish Biol.* 5: 577-581
- Bullock, GL. 1971. Diseases of fishes. Book 2A: Bacterial diseases of fishes. TFH Pub. Neptune pp. 42-50.
- Clem, LW., E Faulman, NW Miller, C Ellsaesser, CJ Lobb, MA Cuchens. 1985. Monocytes as accessory cells in fish immune responses. *Developmental and comparative immunology* 9: 803 – 809
- Evenberg, D., de Graaff D, Fleuren W, van Muiswinkel WB. 1986. Blood changes in carp (*Cyprinus carpio*) induced by ulcerative *Aeromonas salmonicida* infections. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 12: 321-330.

- Fange, R. 1982. A comparative study of lymphomieloid tissue in fish. *Developmental and comparative immunology* (Supplement) 2: 23 – 33.
- Ferguson, HW. 1989. Systemic pathology of fish. Iowa State University Press: Ames. pp 263
- Fujaya, Y. 2004. Fisiologi Ikan. Penerbit Rineka Cipta. 179 hal.
- Hinton, DE and DJ Lauren. 1990. Integrative histopathological approaches to detecting effects of environmental stressors of fishes. *American Fisheries Society Symposium*, 8:51-66
- Kamiso, HN. 1996. Vibriosis pada ikan dan alternatif cara penanggulangannya. *J. Perikanan UGM (GMUJ.Fish Sci)* 1 (1): 78 – 86
- Kawahara, E and S Nomura. 1990. Lethality and immunogenicity of *Aeromonas salmonicida* extracellular products to salmonids in R. Hirano and I. Hanyu (Eds), Proc. Of The Second Asian Fisheries Forum, Tokyo Japan, 17-22 April 1989. 671-674
- Lamas, J., Y Santos, D Bruno, AE Toranzo and R Anadon. 1994. A comparison of pathological changes caused by *Vibrio anguillarum* and its extracellular products in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *J. of Fish Pathology*, 29 (2):79-89.
- Lusiastuti, AM. 2009. Potensi imunogenik sel utuh (*whole cell*) *Streptococcus agalactiae* yang diinaktivasi dengan formalin untuk pencegahan penyakit Streptococcosis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Laporan Penelitian Hibah Penelitian Bagi Peneliti dan Perekayasa Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Pusat Riset Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan : 1-16
- Mueller M, De la Pena A, Derendorf H. Issues in pharmacokinetics and pharmacodynamics of anti-infective agents: kill curves versus MIC. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 2004;48:369-77.
- Murdjani, M. 2002. Identifikasi dan patologi bakteri *Vibrio alginolyticus* pada ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) [Desertasi]. Malang: Program Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya.
- Pasaribu, FH., N Dalimunthe dan M Poeloengan. 1990. Pengobatan dan pencegahan penyakit ikan bercak merah. Prosiding Seminar Nasional II Penyakit Ikan dan Udang 16-18 Januari. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian: 143-152.
- Rahadjo, MF. 1985. Ichthyologi. Bogor: Institut Pertanian Bogor : 45-60

- Roth, JA. 1988. Virulence mechanism of bacterial pathogens. American Society for Microbiology, USA. pp 317
- Sirirat, T., J Intuseth, J Chanphong, K Thompson, S Chinabut, A Adams. 1999. Characterisation of *Aeromonas hydrophila* Extracellular Products with Reference to Toxicity, Virulence, Protein Profiles and Antigenicity. *Asian Fisheries Science* 12: 371-379
- Subowo. 1993. *Imunobiologi Klinik*. Penerbit Angkasa. Bandung: 265 hal.
- Wedemeyer, GA., WT Yasutake. 1977. Clinical methods for the assessment of the effect on environmental stress on fish health. Technical Papers of the U.S. Fish and Wildlife Service. US depert. Of the Interior. *J. Fish and Wildlife Service* 89: 1 – 17