



DIKTAT MATA KULIAH

Fish Parasites

an introduction

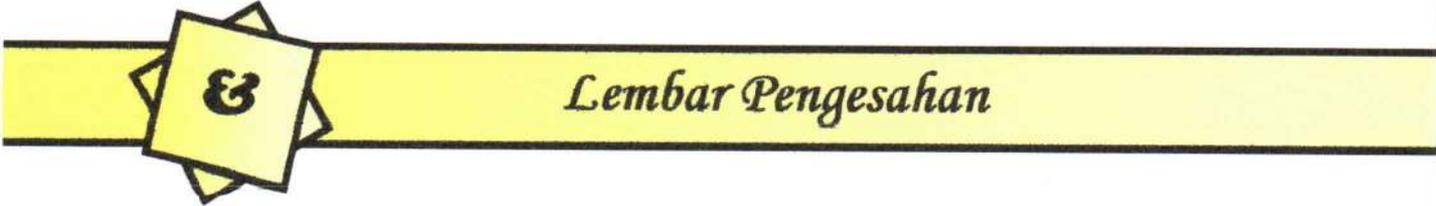
Dibiayai oleh APBNP 2011
Universitas Bangka Belitung

2011

Andri Kurniawan

Terima kasih kepada

**Semua pihak yang telah memberi dukungan moril dan
materil untuk selesainya Diktat Mata Kuliah
Fish Parasites: An Introduction**



&

Lembar Pengesahan

DIKTAT MATA KULIAH

**Fish Parasites:
An Introduction**

DISUSUN OLEH:

ANDRI KURNIAWAN, S.Pi., MP

PROGRAM STUDI D3 PERIKANAN

Mengetahui,
Dekan
Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi

Penulis,

Dr. Eddy Nurtjahya, M.Sc

Andri Kurniawan, S.Pi., MP

Pengembangan sektor budidaya perairan merupakan salah satu manivestasi kebijakan yang mengarah pada optimalisasi potensi sumber daya alam dimana diharapkan sektor ini dapat menyokong pembangunan perekonomian bangsa. Tidak berlebih bila dikatakan bahwa sektor budidaya perairan merupakan salah satu ujung tombak dalam mendatangkan devisa negara dari sektor non migas.

Keberhasilan suatu usaha budidaya tidak terlepas dari masalah penyakit ikan, khususnya serangan mikroorganismen maupun makroorganismen yang bersifat parasitik. Serangan parasit memang dapat dikatakan tidak seganas serangan virus maupun bakteri. Akan tetapi, parasit dapat memberi kontribusi sebagai jalan masuk bagi serangan organismen infeksi lainnya sebagai bentuk dari serangan sekunder dari proses infeksi primer parasit. Lebih jauh hubungan parasitisme ini dapat mengakibatkan penyakit infeksius di lingkungan tersebut. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui jenis parasit yang berada dalam ruang lingkup budidaya perairan sehingga dapat melakukan tindakan pencegahan ataupun pengobatan.

Penulis berharap keberadaan diktat ini dapat memberikan informasi awal tentang parasit penyebab penyakit di dalam sektor budidaya perairan dan semoga bermanfaat bagi semua *stakeholder* budidaya perairan.

Pangkalpinang, 05 September 2011

Penulis

1. Lingkungan Budidaya.....	1
2. Permasalahan Penyakit Ikan.....	14
3. Karakteristik Parasit.....	24
4. Penyakit Protozoa (<i>Protozoa Disease</i>).....	28
5. Penyakit Metazoa (<i>Metazoa Disease</i>).....	41
6. Penyakit Fungal (<i>Fungal Disease</i>).....	53
6.1 Karakteristik Fungal.....	53
6.2 Penyakit Fungal.....	58
7. Pengendalian Penyakit Parasit.....	66

1. Interaksi Faktor Penyebab Penyakit	15
2. Waktu Serangan Penyakit Ikan	16
3. Serangan Penyakit pada Ikan	17
4. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	30
5. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Cryptocaryon</i> sp.....	31
6. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Ichthyobodo necator</i>	32
7. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Trichodina</i> sp	33
8. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Oodinium</i> sp	34
9. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Epistylis</i> sp	35
10. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Myxobolus</i> sp	35
11. <i>Myxosoma</i> sp (a), <i>Henneguya</i> sp (b), dan <i>Thelohanellus</i> sp (c).....	36
12. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Zoothamnium</i> sp.....	37
13. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Trypanasoma</i> spp	38
14. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Hexamita</i> sp	39
15. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Sphaerospora</i> sp.....	39
16. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Eimeria</i> spp	40
17. Bentuk Serangan (a) serta Morfologi <i>Dactylogyrus</i> (b) dan <i>Gyrodactylus</i> (c)	42
18. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Trematoda Digenea</i>	43
19. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Cestoda</i>	44

20. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Nematoda</i>	44
21. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Acantocephala</i> sp.....	46
22. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Clynostomum</i> sp.....	46
23. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Piscicola</i> sp.....	47
24. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Lernea</i> sp.....	48
25. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Ergasilus</i> sp.....	49
26. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Argulus</i> sp.....	50
27. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Calingus</i> sp (<i>Caligus</i> sp).....	50
28. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Aega</i> sp.....	51
29. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Nerocila</i> sp.....	51
30. Kelompok <i>Mollusca</i> dan <i>Chordata</i>	52
31. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Saprologina</i> sp.....	60
32. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Achlya</i> sp.....	60
33. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Aphanomyces</i> sp.....	61
34. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Ichtyosporidium</i> sp.....	62
35. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Branchiomyces</i> sp.....	63
36. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Fusarium</i> sp.....	63
37. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Exophiala</i> sp.....	64
38. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Leganedium</i> sp.....	65
39. Bentuk Serangan dan Morfologi <i>Phoma</i> sp.....	65
40. Struktur Kimia Curcumin.....	74

1. Kelarutan Oksigen pada Tekanan 760 mg Hg dengan Suhu dan Salinitas Berbeda	3
2. Hubungan Kadar CaCO ₃ dan Derajat Kekerasan Air	11
3. Fisiologi Komperatif Antara Fungi dan Bakteri.....	54
4. Ciri-Ciri Utama Kelas Fungi	58
5. Chemical Composition of The Volatile Constituents Of <i>Nigella sativa L</i>	77
6. Jenis dan Daftar Obat Ikan Sesuai dengan Klasifikasinya.....	84

Lingkungan hidup organisme perairan adalah air. Oleh karena itu, apabila dikaitkan dengan teknik budidaya perikanan, maka yang menjadi pijakan awal dalam berbudidaya adalah membudidayakan air agar menjadi berkualitas sebagai media organisme tersebut. Di dalam konteks lingkungan budidaya, air dan ikan memang tidak bisa dipisahkan. Air bukan hanya media berenang bagi ikan, namun segala aktivitas dan reaksi biokimia kehidupannya sangat berkaitan erat dengan air. Oleh karena itu, kualitas air sangat mempengaruhi kualitas kehidupan ikan tersebut. Karakteristik fisika, kimia, dan biologi suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan organisme akuatik, termasuk kesehatan, pertumbuhan, dan bahkan perkembangbiakannya. Berkaitan dengan aktivitas pencegahan dan pengendalian penyakit, faktor-faktor fisika, kimia, dan biologi perairan menjadi parameter lingkungan yang sangat penting terhadap timbulnya penyakit, baik infeksi maupun non infeksi.

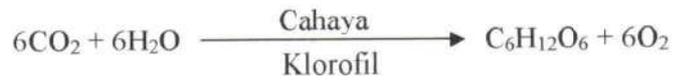
Beberapa faktor fisika yang mempengaruhi kualitas air antara lain suhu, salinitas, kecerahan, kedalaman air, oksigen terlarut, nitrogen, dan kekerasan (*hardness*). Faktor kimia lingkungan perairan meliputi beberapa parameter, antara lain pH dan alkalinitas, bahan organik, amoniak, nitrit dan nitrat, H₂S, potensial redoks, dan lainnya. Sedangkan faktor biologi mencakup keberadaan plankton, mikroorganisme, serta organisme perairan lainnya.

a) Oksigen Terlarut

Oksigen adalah unsur yang jumlah kelarutannya paling banyak kedua setelah nitrogen terdapat di dalam suatu perairan. Apabila diperhatikan dari kepentingan untuk budidaya perairan, kandungan oksigen terlarut menempati urutan teratas dikarenakan oksigen yang diperlukan oleh organisme perairan dalam proses pernafasan harus terlarut di dalam air. Keberadaan oksigen terlarut di perairan budidaya merupakan salah satu faktor pembatas, yaitu salah satu faktor dimana ketersediaan di dalam perairan dapat mempengaruhi kehidupan organisme di perairan tersebut. Apabila oksigen terlarut tidak mencukupi kebutuhan suatu organisme di dalam perairan, maka segala aktivitas organisme tersebut akan menjadi terhambat.

Keberadaan oksigen di dalam perairan dapat disebabkan oleh proses difusi atau persinggungan air dengan udara. Selain itu, organisme fotosintetik di perairan tersebut sangat berperan penting dalam proses *supply* (pelepasan) maupun *demand* (penggunaan) oksigen di dalam perairan. Organisme fotosintetik pada siang hari akan melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan oksigen bagi lingkungannya. Keberadaan oksigen tersebut akan menambah kandungan oksigen terlarut di dalam perairan. Akan tetapi, jumlah organisme fotosintetik perlu diperhatikan agar tidak menjadi ancaman pada malam hari. Hal ini dikarenakan kebutuhan organisme fotosintetik akan oksigen pada malam hari menjadi sangat tinggi yang dikhawatirkan dapat menjadi pesaing bagi organisme perairan yang dibudidayakan. Penurunan oksigen terlarut dapat diperburuk oleh mikroorganisme yang mengambil oksigen untuk menghancurkan sisa bangkai ikan dan sisa tumbuhan yang mati sehingga dapat mengakibatkan konsentrasi oksigen menurun. Penurunan ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme pengurai dalam menguraikan bahan organik melalui proses oksidasi. Semakin banyak bahan organik yang terdapat di perairan, maka akan dapat

mengakibatkan meningkatnya aktivitas mikroorganisme. Hal ini dapat diartikan juga bahwa akan semakin meningkatnya konsumsi oksigen oleh mikroorganisme tersebut atau semakin berkurangnya kandungan oksigen di perairan. Keberadaan oksigen dihasilkan melalui proses fotosintesis seperti reaksi berikut:



Faktor suhu dan salinitas juga memberi kontribusi terhadap oksigen yang terlarut di dalam perairan. Suhu yang tinggi dapat mengakibatkan rendahnya kadar oksigen di perairan. Faktor salinitas juga memiliki hubungan berbanding terbalik dengan kelarutan oksigen. Semakin tinggi salinitas, maka semakin rendah kelarutan oksigen di air. Hubungan relatif antara suhu, salinitas, dan kelarutan oksigen di perairan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelarutan Oksigen pada Tekanan 760 mg Hg dengan Suhu dan Salinitas Berbeda

Suhu	Salinitas (ppt)/Oksigen (mg/l atau ppm)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
24	8,4	8,3	8,1	7,8	7,6	7,4	7,1	6,9
25	8,1	8,0	7,7	7,5	7,3	7,1	6,8	6,6
26	7,8	7,7	7,5	7,3	7,0	6,8	6,6	6,4
27	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,4	6,4	6,1
28	7,3	7,2	7,0	6,9	6,6	6,3	6,1	5,9
29	7,1	7,0	6,9	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8
30	6,9	6,8	6,7	6,5	6,2	6,1	5,9	5,7

Sumber: Beveridge *et al.*, (1985) dalam Ghufran dan Tancung (2007)

Konsumsi oksigen terlarut pada masing-masing ikan akan berbeda-beda. Secara umum, ikan membutuhkan konsentrasi oksigen di atas 5 ppm, walaupun ada beberapa jenis ikan yang mampu hidup pada kondisi oksigen di bawah 3 ppm. Pada perairan

dengan konsentrasi oksigen di bawah 4 ppm, beberapa jenis ikan masih mampu bertahan hidup, akan tetapi nafsu makannya mulai menurun. Beberapa penelitian menyatakan bahwa konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya perairan adalah antara 5-7 ppm. Beberapa ikan-ikan yang memiliki alat pernafasan tambahan mampu hidup pada perairan dengan kandungan oksigen rendah, seperti lele dan gurami.

b) Karbondioksida

Karbondioksida atau yang dikenal juga dengan nama asam arang memiliki struktur kimia CO_2 yang sangat mudah larut di dalam suatu larutan. Gas karbondioksida merupakan hasil proses respirasi ataupun oleh penguraian zat organik. Karbondioksida di dalam air dapat berada dalam bentuk CO_2 bebas terlarut dan karbonat terikat. Karbondioksida sangat mudah larut dalam pelarut, termasuk air. Pada kadar tertentu, karbondioksida ini merupakan racun di suatu perairan. Pada umumnya, karbondioksida di perairan alami sebesar 2 mg/l. Pada konsentrasi yang tinggi, di atas 10 mg/l karbondioksida dapat bersifat racun dikarenakan keberadaannya di dalam darah dapat menghambat pengikatan oksigen oleh hemoglobin.

Karbondioksida bersifat kontra dengan oksigen. Karbondioksida lebih mudah larut dibandingkan dengan oksigen sehingga sering menempati tempat oksigen di dalam air. Kenaikan karbondioksida di dalam air akan menghalangi proses difusi oksigen sehingga mengurangi konsumsi oksigen dan sebagai implikasinya adalah organisme perairan akan aktif sekali bernafas dan bahkan terlalu susah dikarenakan kurangnya kandungan oksigen di perairan. Hal ini berimbas pada penggunaan kalori dalam jumlah besar. Pada dasarnya, ikan memiliki naluri yang kuat dalam mendeteksi kandungan karbondioksida dan akan berusaha menghindari daerah dengan kadar CO_2 yang tinggi.

c) Derajat Keasaman

Derajat keasaman merupakan salah satu indikator kondisi perairan yang ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan. Derajat keasaman juga diistilahkan pH (*puissance negatif de H*), yaitu nilai logaritma dari kepekatan ion-ion hidrogen (H^+) yang terlepas di dalam suatu liquid atau cairan. Nilai pH menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol/liter) pada suhu tertentu yang dinyatakan dengan rumus $pH = -\log (H^+)$. Nilai pH yang cocok untuk ikan air tawar berkisar antara 6,5-7,5 dan 8,5 untuk ikan laut. Akan tetapi, ada sebagian jenis ikan yang hidup dengan baik pada pH antara 5-9. Pada lingkungan yang berubah terlalu asam atau tidak toleransi di bawah 5,5 atau terlalu alkali di atas 8,0 akan menyebabkan reaksi abnormal di dalam tubuh ikan.

Perubahan pH yang mendadak akan mengakibatkan ikan meloncat-loncat, berenang sangat cepat, tampak seperti kekurangan oksigen, dan bahkan mengalami kematian. Sedangkan perubahan pH perlahan akan menyebabkan lendir keluar berlebihan, kulit menjadi putih, dan mudah terinfeksi oleh mikroorganisme infeksi. Nilai pH suatu perairan juga dapat mempengaruhi tingkat kesuburan perairan tersebut dikarenakan pengaruh dari kehidupan jasad renik. Perairan yang bersifat asam akan kurang produktif dan bahkan dapat menyebabkan kematian organisme. Selain itu, kondisi keasaman yang tinggi menyebabkan kandungan oksigen terlarut akan berkurang. Hal ini berdampak pada konsumsi oksigen yang menurun dan selera makan berkurang.

Kondisi perairan dengan nilai $pH < 4,5$ akan menyebabkan perairan beracun bagi ikan. Pada nilai pH 5-6,5 dapat menghambat pertumbuhan dan ikan menjadi sensitif terhadap bakteri dan parasit. Pada nilai pH 6,5-9,0 merupakan pH optimal bagi

pertumbuhan ikan. Sedangkan pada pH di atas 9,0 berdampak pada pertumbuhan yang terhambat. Perairan yang banyak terkandung karbondioksida biasanya memiliki nilai pH cenderung asam ($< \text{pH}7$). Di daerah-daerah tambang ataupun lokasi yang banyak mengandung pirit (FeS_2) cenderung pH perairan bersifat asam dan penurunan pH akan lebih sering terjadi. Oleh karenanya, penggunaan kapur pertanian dapat digunakan sebagai media untuk menaikkan nilai pH menjadi pH optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan.

Nilai alkalinitas perairan juga berperan penting dalam penentuan nilai pH. Alkalinitas merupakan konsentrasi total dari unsur basa-basa yang terkandung di dalam air (mg/l). Di dalam suatu perairan, basa-basa tersebut biasanya berbentuk ion karbonat atau bikarbonat. Ion basa karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) merupakan parameter alkalinitas di perairan yang tidak hanya mempengaruhi nilai pH, akan tetapi juga pertumbuhan plankton serta pertumbuhan dan perkembangan budidaya perairan.

d) Suhu

Suhu sangat berhubungan erat dengan aktivitas organisme, baik organisme daratan maupun perairan. Suhu dapat mempengaruhi sebaran organisme di suatu ekosistem atau habitat. Selain itu, sebaran suhu secara vertikal ternyata dapat mempengaruhi distribusi mineral di dalam perairan karena dimungkinkan terjadinya pembalikan lapisan air. Apabila dikaitkan dengan aktivitas metabolisme organisme perairan, maka perubahan suhu air dapat mempengaruhi laju kehidupan dan pertumbuhannya. Perubahan suhu perairan yang drastis dapat mengakibatkan organisme tersebut mati dikarenakan terjadinya perubahan daya angkut darah. Hal ini akan berakibat pada rendahnya kemampuan mengambil oksigen (*hypoxia*) yang disebabkan oleh menurunnya detak jantung dan terjadi degenerasi sel darah merah sehingga proses

respirasi terhambat atau terganggu. Selain itu, penurunan kemampuan konsumsi oksigen juga dapat terkait bahwa suhu juga secara tidak langsung akan berkaitan dengan kelarutan oksigen di dalam perairan. Semakin tinggi suhu perairan, maka semakin rendah daya larut oksigen di dalam perairan atau sebaliknya.

Kisaran suhu optimal bagi kehidupan organisme perairan tropis antara suhu 28-32°C. Pada kisaran suhu tersebut, konsumsi oksigen mencapai 2,2 mg/g berat tubuh/jam. Sedangkan di bawah suhu 25°C, konsumsi oksigen hanya mencapai 1,2 mg/g berat tubuh/jam dan terjadi penurunan nafsu makan ikan. Pada kaidah biokimiawi, kenaikan suhu 10°C akan mempercepat laju reaksi biokimiawi dua kali lipat. Meskipun demikian, tidak selalu kenaikan yang terus membentuk garis linear akan berdampak pada kecepatan laju reaksi yang meningkat. Reaksi tersebut pasti akan mencapai titik optimal terhadap suhu tertentu.

Lebih jauh apabila diamati bahwa suhu yang rendah akan dapat menyebabkan aktivitas ikan menjadi kurang aktif, bergerombol, serta tidak mau berenang dan makan. Hal ini berpengaruh pada menurunnya kemampuan ikan untuk merespon penyakit yang muncul atau kemampuan imunitasnya menurun. Sedangkan suhu yang meningkat akan menyebabkan pergerakan ikan meningkat, aktivitas makan yang meningkat, serta menyebabkan metabolisme berlangsung begitu cepat sehingga kotoran lebih banyak dan dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang pada akhirnya juga dapat mengganggu kesehatan ikan. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan suhu optimal perairan bagi pertumbuhan dan perkembangan organisme yang dibudidayakan.

e) Salinitas

Salinitas merupakan parameter keberadaan garam-garam di suatu perairan atau total material yang terlarut di dalam air. Salinitas juga dapat diartikan sebagai kadar

seluruh ion-ion yang terlarut di dalam air. Pada umumnya, salinitas dihitung dengan satuan ppt (*part per thousand*), yaitu gram material yang terlarut di dalam satu liter air. Klasifikasi air berdasarkan salinitas perairan tersebut antara lain air tawar memiliki salinitas 0-3,0 ppt, air payau memiliki salinitas 3,0-30,0 ppt, dan air laut memiliki salinitas > 30,00 dengan salinitas dalam keadaan normal 35 ppt tergantung pada lokasinya.

Salinitas perairan sangat berhubungan dengan proses osmoregulasi, yaitu proses pertukaran cairan tubuh ikan dan air di lingkungannya karena adanya pengaruh perbedaan konsentrasi garam. Osmoregulasi merupakan suatu bentuk upaya organisme untuk mengendalikan keseimbangan ion di dalam tubuh ikan. Keseimbangan tekanan osmosis sangat penting dikarenakan organisme harus menyeimbangkan antara substansi tubuh dengan lingkungannya. Osmoregulasi terjadi melalui peristiwa osmosis, yaitu perpindahan cairan dengan konsentrasi garam rendah ke cairan dengan konsentrasi garam tinggi melalui suatu lapisan membran semipermeabel.

Pada ikan air tawar, konsentrasi garam dan substansi osmosis lainnya di dalam tubuh ikan lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungannya. Oleh karena itu, terjadi transfusi cairan dari lingkungan ke dalam tubuh ikan melalui insang maupun permukaan tubuh. Cairan di dalam tubuh ikan yang berlebih kemudian akan dikeluarkan melalui urine sehingga pada ikan air tawar lebih banyak mengeluarkan urine dibandingkan dengan ikan air laut. Ikan air laut mengalami peristiwa yang berkebalikan dengan ikan air tawar dimana cairan tubuh ikan akan keluar menuju lingkungan akibat perbedaan konsentrasi garam yang lebih rendah dibandingkan dengan lingkungannya. Hal ini menyebabkan banyak cairan tubuh ikan akan berkurang. Oleh karena itu, ikan air laut

akan cenderung lebih banyak minum serta mengeluarkan urine lebih sedikit dan pekat dibandingkan dengan ikan air tawar.

f) Nitrogen

Di dalam suatu perairan, nitrogen berbentuk senyawa amoniak (NH_3), nitrit (NO_2), dan nitrat (NO_3). Amoniak, nitrit, maupun nitrat berasal dari hasil samping proses metabolisme perombakan makanan, terutama protein baik dalam bentuk kotoran (feses dan urine) maupun sisa pakan yang tidak dimakan oleh ikan. Pada budidaya intensif, pemberian pakan yang berlebih dan penebaran yang tinggi dapat mempercepat terbentuknya amonia maupun nitrit di perairan. Senyawa amoniak maupun nitrit merupakan racun bagi suatu perairan. Selain itu, nitrat (NO_3) juga merupakan senyawa racun, meskipun daya racunnya relatif kecil dimana nitrat merupakan hasil oksidasi amoniak dan terutama nitrit yang juga sangat mudah larut. Amoniak memiliki dua bentuk di dalam suatu perairan, yaitu NH_4 (*ionized ammonia*) yang kurang beracun dan NH_3 (*unionized ammonia*) yang beracun bagi perairan. Keberadaan kedua bentuk amoniak di dalam perairan dikenal dengan total amoniak. Di dalam perairan, kedua bentuk amoniak tersebut dalam keseimbangan seperti persamaan reaksi berikut:



Total amoniak ini dapat terukur dan sangat bergantung pada suhu dan pH. Hubungan ketiganya berbanding lurus, yaitu semakin tinggi pH dan suhu, maka semakin tinggi konsentrasi NH_3 sehingga semakin kuat daya racun yang dihasilkan. Nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) merupakan hasil dari oksidasi amoniak. Secara alami, perombakan ini dapat terjadi pada proses nitrifikasi dan nitratasi dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Proses nitrifikasi maupun nitratasi berlangsung pada

kisaran suhu 25-30°C dengan pH 7-8. Reaksi nitrifikasi dan nitratasi oleh bakteri

Nitrosomonas dan *Nitrobacter* seperti reaksi berikut:



g) Kesadahan (Kekerasan)

Kesadahan atau kekerasan (*hardness*) disebabkan oleh banyaknya mineral dalam air yang berasal dari bebatuan dalam tanah, baik dalam bentuk ion maupun molekul. Kandungan terbesar dalam air sadah mengandung elemen (*major element*), yaitu kalsium (Ca^{++}), kalium (K^+), magnesium (Mg^{++}), dan natrium (Na^+). Ion-ion tersebut dapat berikatan dengan CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , NO_3^- , dan PO_4^- . Kandungan mineral-mineral ini yang menjadi parameter keasaman dan kekerasan air.

Kesadahan atau kekerasan air berbeda dengan keasaman air, meskipun berkaitan erat. Derajat keasaman diukur sebagai nilai pH, sedangkan nilai derajat kekerasan air biasanya dinyatakan dengan °dH (*degree hardness*) dimana nilai ini menggunakan nilai standar yang dinyatakan oleh kadar Ca^{++} dan Mg^{++} dalam bentuk CaCO_3 atau CaO dan MgO (mg/l air). Kadar kalsium lebih umum digunakan karena signifikan dan jumlahnya biasanya lebih banyak dibandingkan dengan magnesium. Hubungan antara keberadaan CaCO_3 dengan derajat kekerasan air disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan Kadar CaCO_3 dan Derajat Kekerasan Air

Istilah	Kadar CaCO_3 (mg/l)	Kekerasan (°dH)
Soft (lunak)	0-50	0-3
Moderately soft (agak lunak)	50-100	3-6
Slightly hard (sedang)	100-200	6-12

Hard (keras)	300-450	16-25
Very hard (sangat keras)	> 450	> 25

Sumber: Andrew *et al.*, (1988) dalam Lesmana (2005)

h) Senyawa Beracun

Senyawa lain yang juga berperan sebagai faktor penentu kualitas air adalah H_2S dan PH_3 . Kedua senyawa ini menyebabkan bau busuk yang menyengat dan sangat beracun bagi ikan. Kedua senyawa ini merupakan hasil dekomposisi bahan organik, terutama protein dalam kondisi anaerob. Selain H_2S dan PH_3 , sejumlah logam berat juga dapat menjadi cemaran bagi lingkungan perairan. Beberapa logam berat yang mempengaruhi kualitas perairan antara lain timah, besi, air raksa, seng, khrom dan lainnya. Logam berat ini dapat berasal dari aktivitas industri yang dibuang ke dalam perairan.

Senyawa beracun yang juga mencemari lingkungan perairan antara lain sianida, khlor, phenol, insektisida, herbisida, ataupun limbah rumah tangga yang mempengaruhi kualitas air dan kesehatan ikan secara langsung atau tidak langsung. Phenol adalah salah satu zat yang berbahaya bersifat neurotoksin kuat. Phenol dalam bentuk volatile phenol dan monophenol (cresol, phenic aid) adalah racun bagi tubuh yang akan diserap dan terakumulasi dalam lemak tubuh organisme. Selain itu, residu herbisida dan pestisida dari aktivitas pertanian sering juga dijumpai di dalam perairan dimana akumulasi residu-residu tersebut di dalam perairan akan memberi pengaruh negatif pada lingkungan, serta kerusakan jaringan atau bahkan kematian bagi organisme yang di dalam metabolisme tubuhnya terakumulasi residu dalam jumlah yang tidak normal atau berlebih.

i) Kecerahan

Parameter kecerahan merupakan cahaya yang mampu diteruskan ke dalam air. Kemampuan cahaya menembus hingga dasar perairan dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti suspensi partikel halus, adanya jasad renik, dan warna perairan tersebut. Keberadaan jasad renik dapat mempengaruhi kecerahan perairan, terutama plankton dikarenakan oleh aktivitas plankton yang bergerak di perairan maupun kemampuan plankton untuk menghasilkan pigmen yang akan mewarnai perairan. Tidak selalu keberadaan plankton menguntungkan. Apabila dikaitkan dengan kecerahan suatu perairan, keberadaan plankton yang menyebabkan kecerahan kurang dari 25 cm kedalaman *secchi disk* dapat dikatakan berbahaya.

j) Faktor Biologi

Faktor biologi turut mempengaruhi kualitas perairan. Faktor biologi yang sering mempengaruhi kualitas air adalah keberadaan plankton, baik fitoplankton maupun zooplankton. Fitoplankton maupun zooplankton akan berkaitan erat dengan beberapa faktor kualitas perairan lainnya, seperti oksigen terlarut, keberadaan amoniak dan turunannya, serta termasuk agen infeksius penyakit, baik bakteri, jamur, maupun mikroorganisme lainnya.

Faktor biologi yang dimaksud juga berkenaan dengan keberadaan mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, maupun organisme parasit lainnya. Faktor biologi berhubungan dengan faktor-faktor fisika kimia perairan. Selanjutnya, keberadaan faktor biologi dapat mempengaruhi keberadaan organisme patogen di perairan. Oleh karenanya, penting memperhatikan kualitas air dalam rangka pencegahan dan pengendalian penyakit ikan. Lingkungan yang tidak baik untuk kehidupan ikan merupakan indikator bahwa perairan tersebut optimal bagi pertumbuhan dan

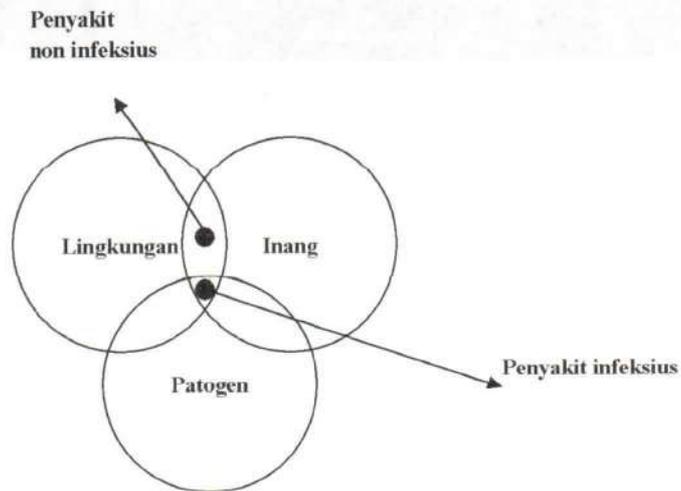
perkembangan bibit penyakit. Dalam konteks penyakit ikan yang disebabkan oleh parasit, faktor lingkungan dapat menjadi media yang baik bagi parasit yang ditemukan alami di perairan tersebut (obligat) maupun fakultatif (hasil introduksi dari perairan lainnya).

Penyakit dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang dapat menimbulkan gangguan suatu fungsi atau struktur dari alat tubuh atau sebagian alat tubuh baik secara langsung maupun tidak langsung. Penyakit juga dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang dapat menimbulkan gangguan baik fisik maupun fisiologis dimana gangguan ini dapat disebabkan oleh organisme lain, kondisi lingkungan atau campur tangan manusia. Sedangkan sakit adalah suatu kondisi dimana terjadi gangguan atau ketidaknormalan pada fungsi fisik maupun fisiologis tubuh organisme.

Apabila dihubungkan dengan ikan, maka penyakit ikan adalah suatu kondisi yang tidak normal yang ditandai dengan penurunan kemampuan tubuh ikan secara bertahap atau langsung dalam mempertahankan atau memelihara fungsi normal fisik maupun fisiologis ikan. Pada prinsipnya penyakit yang menyerang ikan sama dengan penyakit yang menyerang organisme lainnya dimana penyakit tersebut tidak datang begitu saja.

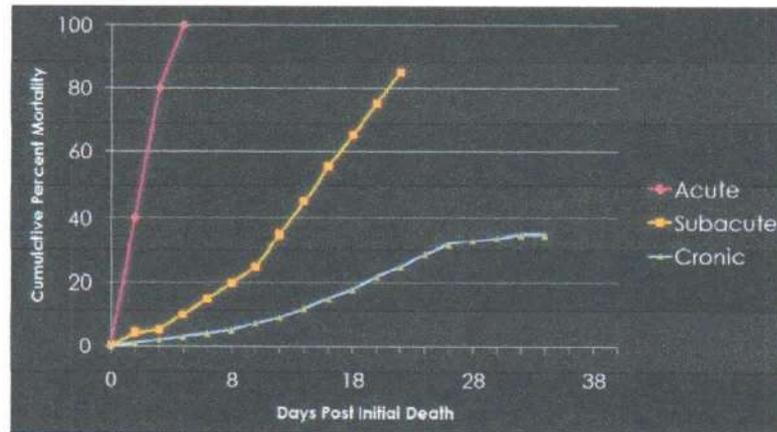
Penyakit yang menyerang organisme, termasuk ikan terjadi melalui proses hubungan dengan beberapa faktor, yaitu faktor lingkungan, kondisi inang, dan adanya organisme maupun mikroorganisme patogen. Hal ini berarti juga bahwa penyakit dapat terjadi manakala adanya interaksi yang tidak seimbang antara faktor biotik (organisme maupun mikroorganisme) dan faktor abiotik (lingkungan) di dalam suatu ekosistem dimana ikan tersebut berada. Penyakit yang melibatkan mikroorganisme dan parasit

lebih dikenal dengan istilah penyakit infeksi (*infectious disease*) serta penyakit yang disebabkan oleh selain organisme infeksi, misalnya faktor fisika kimia perairan, stress, dan sebagainya dikenal dengan istilah penyakit non infeksi (*non infectious disease*). Keterkaitan interaksi ketiga komponen tersebut dapat menyebabkan penyakit seperti digambarkan pada irisan lingkaran pada Gambar 1.



Gambar 1. Interaksi Faktor Penyebab Penyakit

Beberapa agen infeksius (patogen), seperti jamur, parasit, virus, maupun bakteri memberi kontribusi terhadap terkendalanya perkembangan sektor perikanan budidaya. Sakit bahkan kematian yang dialami ikan dapat berlangsung secara kronis hingga akut. Faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi terjadinya penyakit yang bahkan mengarah pada kematian. Beberapa gambaran serangan penyakit yang terjadi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Waktu Serangan Penyakit Ikan

Transmisi penyakit ikan secara umum dapat terjadi secara vertikal dan horizontal. Secara vertikal, penyakit ditularkan dari induk (*parental*) ke keturunannya (*offspring*). Sedangkan secara horizontal, penyakit disebarkan melalui kontak fisik ikan dan lingkungan yang sehat dengan ikan yang sudah terjangkit penyakit. Oleh karena itu, informasi tentang gejala-gejala ikan sakit sangat penting sehingga dapat dilakukan pengobatan. Beberapa gejala ikan yang sakit antara lain ikan malas untuk makan, pergerakan yang tidak beraturan dan tidak normal, peningkatan aktivitas respiratori, perubahan warna, perubahan bentuk, pergerakan sering ke dasar perairan, kerusakan pada jaringan (organ) eksternal dan internal, peningkatan lendir, *ascites* (penggelembungan), *necrosis* (kerusakan jaringan), *exophthalmia* (akumulasi cairan di mata), *hemorrhage* (pendarahan internal), *septicemia* (keracunan darah), *ulcer* (borok), *granuloma* (bintil), kerusakan ekor (*fin rot*), timbul bercak putih (*white spot*), *dropsy* (penggembungan tubuh dan diikuti sisik-sisik yang mekar seperti sisir) dan bahkan kematian. Beberapa contoh ikan yang terserang penyakit disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Serangan Penyakit pada Ikan

Perubahan atau kelainan yang disebabkan oleh faktor-faktor penyakit dapat dikenali secara patologis anatomis maupun hispatologis pada ikan. Beberapa perubahan atau kelainan terjadi pada struktur organ tubuh dan tingkah laku ikan. Secara garis besar anatomi, struktur organ tubuh ikan, dan tingkah laku dapat mengalami perubahan oleh karena terjangkit penyakit atau oleh karena pengaruh lingkungan dalam waktu yang lama. Beberapa organ yang sering diinfeksi oleh agen infeksius antara lain kulit, sisik, insang, mata, hidung, lubang tubuh, organ internal, sistem peredaran darah, sistem syaraf, dan sistem reproduksi.

a) Kulit dan Sisik

Kulit dan sisik merupakan organ eksternal yang sering terinfeksi oleh agen infeksius. Organ eksternal ini menjadi salah satu parameter visual untuk melihat gejala ikan yang terserang penyakit. Kulit dan sisik merupakan jaringan kontak awal tubuh

ikan dengan lingkungannya. Kedua-duanya memberikan kemungkinan besar bagi patogen untuk menginfeksi. Kulit yang pada dasarnya merupakan bagian terluar dapat dengan mudah dirusak oleh berbagai faktor baik organik maupun anorganik serta secara mekanik. Sementara itu, sisik merupakan tempat yang lemah dan juga berpotensi besar untuk diinfeksi oleh patogen. Ikan yang terserang penyakit di bagian kulit akan terlihat jelas, pucat, dan berlendir. Banyak mikroorganisme menginfeksi atau membentuk sista di bawah atau di pangkal sisik yang mengakibatkan kulit kasar, memecahkan lapisan kulit luar, menimbulkan luka, dan menyebabkan luruhnya sisik. Ikan yang terinfeksi di kulit biasanya akan menggosok-gosokkan tubuhnya pada benda-benda yang ada di sekitarnya.

b) Operkulum dan Insang

Permukaan luar operkulum tidak begitu disukai parasit, tetapi bagian dalam merupakan bagian yang rentan dari serangan parasit. Parasit dapat berpindah ke insang atau sebagian lain tetap berada di operkulum. Parasit eksternal banyak yang terdapat di perairan dan membenamkan diri dalam lendir ataupun lamellae insang. Sejumlah parasit hanya menimbulkan gangguan yang tidak berbahaya dan sebagian lainnya menjadikan serangan ini masalah serius. Insang merupakan bagian penting dalam struktur tubuh ikan dan karena berhubungan langsung dengan alam sekitarnya. Oleh karena itu, kondisi insang sangat rentan terhadap gangguan parasit (biotik) maupun oleh faktor lingkungan (abiotik). Berbagai jenis patogen dapat hidup dengan nyaman pada bagian-bagian insang karena dengan mudah memperoleh asupan oksigen dan makanan. Serangan penyakit pada insang dapat berdampak susah bernafas, tutup insang mengembang, dan warna insang menjadi pucat.

c) Mata dan Hidung

Mata dan hidung merupakan organ yang juga sering menjadi lokus atau tempat terjadinya infeksi. Mata maupun hidung merupakan salah satu diantara organ lainnya yang menjadi tempat ideal dikarenakan pada mata dan lendir hidung menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh agen infeksius untuk tumbuh dan kembangnya. Meskipun mata ikan memiliki lapisan perlindungan yang baik, akan tetapi organ ini menjadi salah satu tempat yang sering diinfeksi. Salah satu bentuk infeksi pada mata adalah terbentuknya *exophthalmia* akibat serangan bakteri, jamur, virus, maupun parasit.

Selain mata, pada hidung ikan yang berfungsi sebagai penyaring ketika air masuk ke dalam tubuh juga sering menjadi tempat bersarangnya penyakit. Air yang mengandung bibit penyakit, termasuk parasit akan masuk ke dalam organ-organ internal dan menyebabkan kerusakan pada organ internal tersebut. Selain itu, kerusakan dapat terjadi juga pada organ eksternal dikarenakan pada lapisan epitel hidung ikan mengandung banyak lendir yang merupakan media tumbuh bagi penyakit. Kondisi ini sudah pasti akan turut mempengaruhi bahkan dapat mengganggu metabolisme fisiologis ikan.

d) Lubang Tubuh

Tempat lain yang dapat menjadi lokasi menguntungkan bagi sumber penyakit ikan adalah lubang-lubang tubuh untuk fungsi faalnya. Lubang-lubang tubuh ini merupakan jalan masuk yang baik bagi sumber penyakit. Beberapa sumber penyakit memanfaatkan lubang-lubang tubuh untuk masuk dan invasi menyerang organ yang lebih dalam daripada sekedar serangan eksternal. Lubang mulut, anus, rongga telinga, termasuk pori-pori kulit merupakan daerah rawan untuk dimasuki oleh sumber penyakit baik penyakit

infeksius maupun non infeksius melalui proses osmoregulasi yang terjadi antara tubuh ikan dengan lingkungan sekitarnya.

e) **Organ Internal**

Organ internal dapat mengalami kerusakan yang lebih parah daripada organ eksternal, meskipun serangan penyakit tersebut terkadang belum tampak parah secara eksternal. Saluran pencernaan adalah salah satu organ internal yang sangat potensial sebagai tempat terjadinya serangan penyakit. Hal ini dikarenakan saluran pencernaan sangat terbuka bagi masuknya sumber penyakit parasit dari lingkungan luar, terutama melalui pakan.

Selain saluran pencernaan, organ hati, pankreas, dan ginjal juga menjadi indikator serangan penyakit. Hal ini berarti bahwa organ-organ internal yang rusak dapat menjadi tempat untuk mengetahui bentuk serangan penyakit tersebut, baik yang disebabkan secara biologis maupun akibat faktor fisika kimia perairan yang tidak ideal bagi tumbuh kembang ikan di lingkungannya.

Organ lainnya yang tidak luput dari serangan penyakit adalah gelembung renang. Gelembung renang sering dijadikan habitat oleh jenis-jenis cacing dan *Protozoa*. Meskipun demikian, tidak menutup kemungkinan serangan bakteri, jamur, maupun virus akan lebih berbahaya apabila menyerang gelembung renang dibandingkan dengan serangan parasit. Kondisi fisika kimia lingkungan yang tidak baik juga akan dapat mengganggu optimalisasi mekanisme pengendalian laju pertukaran gas dari tubuh ke lingkungan atau sebaliknya yang dilakukan oleh gelembung renang ikan. Selain gelembung renang, jaringan interal yang sering diserang penyakit adalah otot yang merupakan lokasi kaya akan komponen makanan. Otot dapat menjadi habitat yang baik

bagi beberapa jenis parasit untuk bermukim. Beberapa jenis parasit menjadikan otot sebagai inang perantara. Beberapa bentuk invasi otot oleh serangan parasit, yaitu:

1. Parasit menembus kulit dan otot dari luar dan kemudian berdiam di dalamnya dengan membentuk suatu sista atau serkaria. Beberapa contoh organisme infeksi tersebut adalah siliata dan cacing *Trematoda*.
2. Parasit masuk ke otot dari dalam tubuh dan membentuk pleroserkoid seperti yang ditunjukkan oleh aktivitas cacing pita di otot.
3. Parasit menembus otot dari dalam dan berdiam di tempat ini untuk melengkapi siklus hidupnya, seperti *Mikrosporidea (Protozoa)*.
4. Parasit masuk dari luar dan merusak otot, seperti golongan parasit *Lerneae* sp dan kerabatnya yang lain.
5. Otot mengalami peradangan dikarenakan serangan mikroorganisme infeksi, seperti jamur, bakteri, dan virus.

f) Sistem Peredaran Darah dan Sistem Syaraf

Darah merupakan media berupa protein yang menjadi nutrisi yang sangat diperlukan oleh mikroorganisme untuk hidup. Hal ini menjadikan sistem peredaran darah merupakan vektor atau jalan yang baik untuk mendistribusikan sumber penyakit ke dalam seluruh tubuh. Di dalam konteks ini, jantung sangat berperan di dalam peredaran darah. Apabila sistem peredaran darah diinfeksi penyakit, maka dapat dipastikan bahwa serangan tersebut juga mengarah ke jantung sebagai pusat kendali peredaran darah. Penyakit yang menyebabkan aktivitas jantung terganggu dapat dikenali melalui oedema, yaitu pembengkakan karena menumpuknya cairan dalam rongga tubuh (*ascites*). Tanda-tanda kegagalan aktivitas jantung lainnya selain *fluid filled body cavity (ascites)* atau buncit adalah mata menonjol (*exophthalmia*) dan daging badan menjadi

lembut. Kegagalan kinerja jantung dan kerusakan sistem peredaran darah dapat disebabkan oleh serangan bakteri, virus, hifa dari jamur, logam berat ataupun limbah yang menstimulir sel darah putih (leukosit) bertambah secara abnormal dan sel darah merah (eritrosit) berkurang jumlahnya (anemia).

Beberapa kelompok anemia yang terjadi adalah *anemia hemolisis* dimana produksi eritrosit adalah normal, akan tetapi pemusnahannya terjadi dengan cepat. Pemusnahan ini dapat disebabkan karena bakteri patogen ataupun oleh parasit *Protozoa* dan racun. Bentuk anemia lainnya adalah anemia berdarah (*hemorrhage anemia*) dimana eritrosit berkurang karena keluar melalui saluran darah yang pecah. Pecahnya saluran darah dapat disebabkan oleh luka atau serangan agen infeksius. Selain *anemia hemolisis* dan *hemorrhage anemia*, *anemia hipoplastis* dapat terjadi pada ikan yang diserang penyakit dengan kondisi kematian eritrosit berlangsung normal, akan tetapi pembentukan eritrosit baru sangat lamban. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor gizi buruk, serta penyinaran dan suhu yang relatif tinggi.

Selain peredaran darah, sistem syaraf ikan juga dapat diinfeksi oleh agen penyakit. Beberapa virus dapat menyebabkan kerusakan pada otak dan susunan syaraf. Kerusakan pada syaraf akan berdampak pada ketidakseimbangan tingkah laku ikan yang dapat diamati secara visual sebagai penanda bahwa ikan dalam keadaan sakit.

g) Sistem Reproduksi

Sistem reproduksi dijadikan sebagai tempat infeksi penyakit. Bukan hanya itu, beberapa sumber penyakit memanfaatkan sistem reproduksi ini untuk menularkan penyakit tersebut dari induk (*parental*) ke anaknya (*offspring*). Bukan hanya sebagai jalan perantara penularan penyakit. Sistem reproduksi juga dijadikan oleh berbagai jenis parasit *Protozoa* sebagai tinggal, terutama di dalam gonad, ovari, ataupun testis. Organ-

organ ini kemudian dirusak oleh parasit dan mikroorganisme infeksius lainnya seperti bakteri, virus, dan jamur serta melakukan transfusi penyakit kepada anakan yang selanjutnya akan membawa penyakit tersebut ke keturunan berikutnya maupun lingkungan.

Parasitisme merupakan suatu bentuk hubungan antara dua jenis organisme atau dimana parasit hidup pada atau di dalam dan merugikan inangnya. Konteks hubungan parasitik ini adalah sekelompok organisme memperoleh keuntungan dari hubungan tersebut, khususnya dapat mengambil nutrisi makanan dari organisme inang untuk mempertahankan eksistensi parasit tersebut. Parasit merupakan sekelompok makhluk hidup yang menggantungkan sebagian atau seluruh siklus hidupnya kepada organisme inang (*host*) untuk mendapatkan makanan, mempertahankan kelangsungan hidup, tumbuh, dan berkembang biak.

Di dalam perkembangbiakannya, parasit dikelompokkan berdasarkan (1) tingkat ketergantungan parasit terhadap inang, (2) lama hubungan parasitisme yang ditimbulkan, (3) kemampuan suatu parasit menyerang spesies-spesies yang menjadi inangnya, (4) kemampuan parasit menyerang organ-organ pada inangnya, dan (5) kompleksitas daur hidup parasit. Sifat parasit berdasarkan ketergantungan pada inang, antara lain:

- a) Parasit sejati atau parasit obligat, yaitu kelompok parasit hanya dapat hidup apabila ada inangnya. Parasit obligat dapat diartikan juga sebagai kelompok parasit yang memang terdapat secara alami di perairan tersebut. Kondisi perairan yang buruk dapat menyebabkan perkembangan parasit menjadi sangat pesat dan sulit dikendalikan

- b) Parasit fakultatif adalah parasit yang dapat hidup walau tidak ada inangnya atau suatu kelompok parasit yang terdapat di perairan dikarenakan introduksi dari lingkungan luar.

Pengelompokan parasit berdasarkan lama hubungan parasitisme yang terjadi dan ditimbulkan, antara lain parasit permanen dimana organisme ini menjadi parasit pada seluruh stadia hidupnya dan parasit yang bersifat temporer, yaitu parasit yang menempel pada inangnya pada sebagian dari siklus hidupnya.

Pengelompokan parasit berdasarkan kemampuan parasit menyerang spesies yang menjadi inangnya antara lain parasit yang mampu menyerang berbagai spesies ikan sehingga bersifat tidak inang spesifik dan parasit yang hanya menyerang spesies ikan tertentu adalah parasit yang bersifat inang spesifik. Selain itu, berdasarkan jenis organ yang diserang, parasit dapat dikelompokkan menjadi (a) ektoparasit, yaitu parasit yang akan menyerang organ luar inangnya, (b) parasit yang hidupnya pada organ dalam inang disebut endoparasit, dan (c) parasit yang keberadaannya terdapat di organ dalam sampai organ luar inang disebut mesoparasit.

Sifat parasit lainnya adalah berdasarkan kemampuan parasit menyerang organ-organ pada inangnya. Berdasarkan sifat ini, parasit dikelompokkan menjadi parasit yang bersifat organ spesifik, yaitu hanya dapat hidup pada organ tertentu dan parasit yang bersifat tidak organ spesifik. Distribusi parasit menyerang beberapa organ, yaitu parasit integument, parasit sistem vascular, parasit mata, parasit sistem syaraf sentral, parasit sistem skeletal, parasit viscera dan muskulatur, dan parasit saluran pencernaan. Parasit juga dapat dikelompokkan berdasarkan kompleksitas daur hidupnya, yaitu parasit dengan daur hidup langsung dimana parasit ini hanya membutuhkan satu jenis inang, yaitu inang definitif, serta parasit dengan daur hidup tidak langsung yang membutuhkan

inang antara dan inang definitif dalam perkembangannya. Inang dimana berlangsungnya hubungan parasitisme dibagi berdasarkan (1) tingkat pertumbuhan dari parasit yang menyerangnya, (2) tingkat kematangan dari parasit yang menyerangnya, (3) inang antara, yaitu inang yang diserang parasit pada stadia muda atau larva dimana pada inang antara ini parasit dapat tumbuh ke dalam stadia selanjutnya tetapi tidak dapat mencapai kematangan reproduksi, (4) inang definitif, yaitu inang dimana parasit dapat mencapai kematangan seksual dan bereproduksi, (5) inang paratenik atau inang transpor merupakan inang yang diserang parasit hanya untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya dan mengantarkan parasit tersebut ke inang definitif.

Salah satu faktor kegagalan budidaya perikanan yang saat ini banyak dihadapi adalah kematian yang disebabkan oleh penyakit akibat serangan parasit. Masalah ini cukup serius dan tidak jarang menyebabkan kematian induk. Seperti halnya mikroorganisme akuatik, beberapa organisme yang bersifat parasit pada hewan akuatik dapat mengganggu kesehatan ikan yang akhirnya berpengaruh pada kualitas dan kuantitas produksi ikan terutama yang berukuran benih. Parasit biasanya lebih banyak menyerang ikan-ikan yang dibudidayakan daripada ikan-ikan yang hidup secara liar di perairan bebas. Hal ini disebabkan karena kepadatan ikan yang dibudidaya lebih tinggi daripada ikan yang hidup secara bebas di alam.

Kondisi yang disebabkan oleh serangan parasit memang tidak segenas serangan bakteri, jamur, atau virus. Akan tetapi, serangan parasit ini dapat mempercepat terjadinya serangan sekunder oleh agen infeksius lainnya, baik bakteri, jamur, maupun virus. Serangan sekunder inilah yang dianggap lebih berbahaya dibandingkan dengan serangan primer yang disebabkan oleh parasit. Meskipun demikian, penyakit yang disebabkan oleh parasit tidak dapat dianggap remeh. Bentuk serangan parasit juga dapat

menyebabkan kematian massal, walaupun biasanya berjalan lambat, bertahap, dan tidak secepat serangan bakteri, jamur, atau virus. Serangan parasit dapat terlihat secara eksternal dan internal. Oleh karenanya, berdasarkan lokasi penempelan parasit dapat dijumpai di bagian organ eksternal dan bagian internal. Parasit yang dijumpai pada tempat atau bagian permukaan tubuh ikan, seperti kulit, sirip, dan insang disebut sebagai *ektoparasit* (parasit eksternal). Sedangkan parasit yang hidup pada tubuh internal ikan dan otot daging disebut *endoparasit* (parasit internal).

Beberapa gejala serangan *ektoparasit* dapat dilihat secara visual, yaitu terbentuknya luka di bagian organ eksternal ikan yang akan menjadi vektor terjadinya serangan sekunder, baik oleh bakteri, jamur, maupun virus. Sedangkan gejala serangan *endoparasit* bisa diamati dengan membelah organ internal ikan, maka akan dapat dilihat akibat dari serangan endoparasit tersebut. Berdasarkan ukurannya, parasit eksternal (*ektoparasit*) maupun parasit internal (*endoparasit*) yang menyerang berbagai jenis ikan dapat dikategorikan ke dalam parasit yang bersifat protozoik (*Protozoa*) dan parasit non protozoik (*Metazoa*), seperti *Platyhelminthes*, *Aschelminthes* atau *Nemathelminthes*, *Acantocephala*, *Annelida*, *Arthropoda*, *Mollusca*, serta *Chordata*.

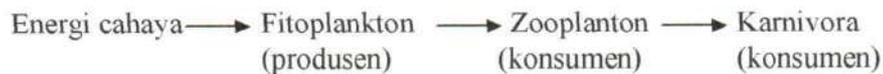
Protozoa berasal dari bahasa Yunani, terdiri atas kata *proto* dan *zoon* yang berarti binatang pertama. *Protozoa* merupakan organisme protista eukariotik, uniseluler, dan beberapa spesies membentuk koloni, pembelahan dilakukan secara aseksual. Beberapa bentuk gerakan *Protozoa*, yaitu (a) pasif, melekat pada inang; (b) aktif tanpa organel, tetapi dengan kontraktile fibrila; (c) aktif dengan kaki-kaki semu atau pseudopodia, flagella, dan silia. Lebih dari 64.000 spesies *Protozoa* yang telah dikenal yang diperkirakan 32.000 spesies berupa fosil, 22.000 merupakan makhluk hidup yang hidup bebas, dan 10.000 memiliki sifat parasit.

Ukuran dan bentuk *Protozoa* sangat beragam, yaitu berbentuk lonjong atau membola, memanjang, dan ada juga yang polimorfik (mempunyai berbagai bentuk morfologi pada tingkat yang berbeda dalam siklus hidupnya). Sel *Protozoa* yang khas terbungkus oleh sitoplasma. Banyak juga yang dilengkapi dengan lapisan luar sitoplasma (*ektoplasma*) yang dapat dibedakan dari sitoplasma bagian dalam (*endoplasma*). Setiap sel *Protozoa* paling tidak mempunyai satu nukleus, meskipun beberapa mempunyai nukleus bahu rangkap (*multiple nuclei*). Sejumlah *Protozoa* membentuk struktur kerangka yang memberikan kekakuan pada sel-selnya yang dinamakan cangkang atau cangkerang (*shell*) dimana lapisan ini terdiri atas bahan organik yang diperkuat dengan zat anorganik, seperti kalsium karbonat atau silika. Beberapa *Protozoa* juga dapat membentuk sista (selundang) untuk melindungi dirinya

dari bahaya kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kekeringan, kehabisan nutrisi makanan, dan perubahan faktor lingkungan yang drastis, serta dapat juga digunakan sebagai bentuk vegetatif.

Protozoa berkembangbiak melalui proses aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual berlangsung dengan pembelahan (pembagian sel). Sedangkan reproduksi seksual terjadi secara konjugasi, yaitu penyatuan fisik sementara antara dua individu yang diikuti dengan pertukaran bahan nukleus (dijumpai pada *Siliata*).

Protozoa berperan sebagai dalam rantai makanan, termasuk berguna bagi komunitas di lingkungan akuatik. Kelompok fitoplankton (organisme seperti tumbuhan) dan zooplankton (organisme seperti hewan) menjadi penghubung dalam rantai makanan seperti berikut ini:



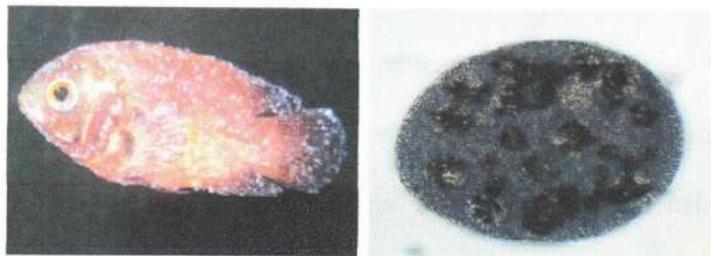
Beberapa *Protozoa* dapat berperan untuk menjaga keseimbangan ekosistem melalui proses penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang akan digunakan oleh organisme lainnya. Meskipun demikian, ada juga beberapa *Protozoa* yang menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan, termasuk ikan.

Protozoa penyebab penyakit pada ikan dapat dimasukkan ke dalam tujuh filum, yaitu *Sarcomastigophora* (dibagi menjadi 3 subfilum; *Mastigophora* yang memiliki flagella meskipun tidak pada seluruh fase hidupnya, *Opalinata* berflagel banyak pada seluruh tubuh dan fase hidupnya, dan *Sarcodina* yang bergerak dengan *pseudopodia* dan flagella ditemukan pada fase perkembangan awal daur hidupnya saja), serta *Labyrinthomorpha*, *Ciliophora*, *Apicomplexa*, *Microspora*, *Myxospora*, dan *Acetospora*.

A. Penyakit *Ichthyophthirius multifiliis*

Penyakit yang paling sering dijumpai pada ikan di akuarium dan sangat susah diberantas adalah penyakit *white spot* yang disebabkan oleh kelompok parasit *Ichthyophthirius*. Parasit *Ichthyophthirius multifiliis* bergerombol dalam jumlah puluhan bahkan ratusan sehingga terlihat sebagai bintik putih (*white spot*) sehingga disebut *white spot disease*. Protozoa ini bersarang pada lapisan lendir kulit dan sirip ikan, mampu merusak lapisan insang, merusak sel-sel lendir ikan serta menyebabkan pendarahan yang sering terlihat pada sirip dan insang ikan. Serangan penyakit ini biasanya terjadi pada musim hujan, yaitu pada saat suhu berkisar 20-24°C dan pada musim kemarau, serangannya bersifat sporadis saja.

Gejala klinis yang disebabkan oleh *I. multifiliis* antara lain pergerakan ikan hiperaktif atau kadang kala malas dan cenderung mengapung di permukaan air, nafsu makan turun dan menjadi lemah, timbul bintik-bintik putih terutama pada sirip, tutup insang, permukaan tubuh, dan ekor, serta memperlihatkan gejala *flashing* yang memantulkan cahaya pada menjelang tengah hari atau malam hari. Selain itu, ikan juga tampak sering menggosok-gosokkan tubuh ke pematang atau tepi kolam atau akuarium, dasar kolam, atau benda keras di sekelilingnya. Bentuk serangan *I. multifiliis* dan morfologi *I. multifiliis* disajikan pada Gambar 4.

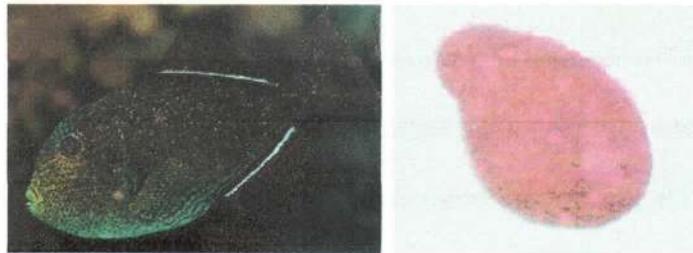


Gambar 4. Bentuk Serangan dan Morfologi *Ichthyophthirius multifiliis*

B. Penyakit *Cryptocaryon* sp

Protozoa ini juga merupakan agen penyebab penyakit *white spot* pada ikan. Penyakit yang ditimbulkan lebih dikenal dengan nama *cryptocaryoniosis*. Adapun ciri-ciri parasit *Cryptocaryon* sp antara lain menyerupai buah pear yang dilengkapi dengan silia pada permukaan tubuhnya, berukuran 40-400 μm , serta bergerak aktif di bawah kulit dan ephitel insang. Parasit dewasa akan meninggalkan inang dan berenang bebas selama beberapa jam dan berubah menjadi kista yang berdiam di dasar bak untuk tumbuh dan berkembang lebih lanjut. Fase belum dewasa disebut *trophon* berbentuk buah pear, sedangkan dewasa berbentuk bulat dan kemudian membentuk kista yang disebut *toman* dimana setelah 6-8 hari akan berkembang menjadi parasit muda yang mampu hidup tanpa inang tidak lebih dari 24 jam.

Cryptocaryon sp menyerang pada ikan hias dan tidak jarang juga menyerang ikan konsumsi seperti kakap putih, kakap merah, dan kerapu. Parasit ini biasanya menyerang bagian insang dan kulit. Gejala klinis yang ditimbulkan adalah nafsu makan berkurang dan ikan menjadi lesu, mata suram dan sisik ikan lepas, terdapat bintik-bintik putih pada insang dan permukaan tubuh, serta terjadi peningkatan produksi mucus atau lendir. Penyakit ini dapat mudah menular dan menyebabkan kematian massal pada waktu singkat. Bentuk serangan dan morfologi *Cryptocaryon* sp disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk Serangan dan Morfologi *Cryptocaryon* sp

C. Penyakit *Ichthyobodo necator*

Ichthyobodo necator yang dikenal juga dengan nama *Costia necatrix* merupakan *Protozoa* penyebab penyakit *costiasis*. *Protozoa* ini berbentuk buah pear berukuran 6-12 μm dengan sepasang flagella panjang dan sepasang flagella pendek sehingga dapat bergerak bebas. Parasit *I. necator* menyerang pada bagian eksternal ikan seperti kulit dan insang. Gejala klinis ikan yang terserang antara lain timbulnya mucus yang berlebihan, nafsu makan hilang dan ikan terlihat sangat lemah, warna tubuh yang terinfeksi menjadi gelap atau keabu-abuan, kulit luar rusak dan terjadi pendarahan, tampak sering menggosok-gosokkan tubuh ke pematang atau tepi kolam atau akuarium, dasar kolam, atau benda keras di sekelilingnya, dan dapat menyebabkan kematian massal, terutama pada benih ikan. Bentuk serangan dan morfologi *I. necator* disajikan pada Gambar 6.

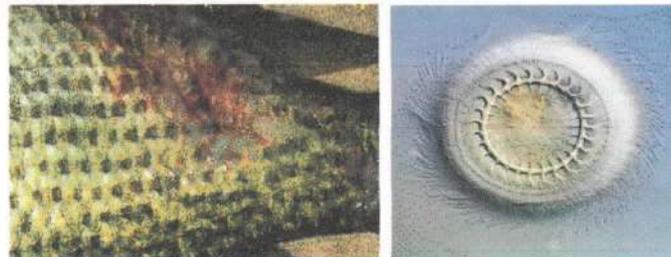


Gambar 6. Bentuk Serangan dan Morfologi *Ichthyobodo necator*

D. Penyakit *Trichodina* sp

Trichodina sp merupakan *Protozoa* penyebab penyakit *trichodiniasis* (penyakit gatal). *Trichodina* sp memiliki berbentuk bundar seperti cawan atau topi yang berukuran 50-100 μm . Secara mikroskopis, *Trichodina* sp terlihat seperti lingkaran transparan dengan sejumlah silia. *Trichodina* sp dan *Cyclochaeta* sp merupakan spesies yang sama, sebab bentuknya tidak berbeda. Namun, ada juga peneliti yang memisahkannya menjadi dua genus dari Family *Urceolaridae*.

Biasanya *Trichodina* sp menyerang pada bagian kulit, sirip, kepala, dan insang sehingga menyebabkan iritasi. Gejala klinis ikan yang terserang *Trichodina* sp antara lain terdapat bintik-bintik putih terutama di bagian kepala dan punggung, nafsu makan hilang dan ikan menjadi sangat lemah, produksi mucus bertambah sehingga tubuh ikan tampak mengkilap, sering dijumpai terjadinya pendarahan dan warna tubuh kusam, memperlihatkan gejala *flashing* yang memantulkan cahaya pada menjelang tengah hari atau malam hari, serta sering menggosok-gosokkan tubuh ke pematang atau tepi kolam atau akuarium, dasar kolam, atau benda keras di sekelilingnya. Bentuk serangan dan morfologi *Trichodina* sp disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Bentuk Serangan dan Morfologi *Trichodina* sp

E. Penyakit *Dinoflagellata*

Penyakit yang disebabkan oleh Golongan *Dinoflagellata* memiliki ciri-ciri penyakit beludru (*velvet*). Penyakit ini juga dikenal dengan nama penyakit ikan koral (*coral fish disease*) atau *oodiniasis*. Secara morfologi, *Dinoflagellata* memiliki ukuran diameter tubuh 100 μm , terdapat flagella, dan penempelan pada sel inang dilakukan dengan pseudopodia. Salah satu spesies yang patogen adalah *Oodinium* sp dimana Protozoa *Oodinium* sp yang sering menyerang ikan berasal dari spesies *O. pillularis* dan *O. Ocellatum* yang dimasukkan ke dalam Filum *Saccomastigophora*.

Serangan parasit *Oodinium* sp tertuju pada berbagai jenis ikan air tawar dengan menunjukkan gejala klinis antara lain ikan yang sakit bergerak cepat dan liar, kadang-

kadang gerakan ikan menjadi lemah, kulit dan insang tertutup mucus kuning tua, pengamatan histologis menunjukkan kehadiran organisme berbentuk oval, sering megap-megap di permukaan perairan, terjadi kerusakan pada kulit dan insang, adanya pendarahan, inflamasi, dan *necrosis* di bagian insang, serta dapat mengakibatkan kematian massal. Bentuk serangan *Protozoa Oodinium* sp dan morfologi *Oodinium* sp disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Bentuk Serangan dan Morfologi *Oodinium* sp

F. Penyakit *Epistylis* sp

Epistylis sp merupakan *Protozoa* penyebab penyakit *epistylialiasis* atau *red sore disease*. *Protozoa* ini bertangkai dan memiliki bulu getar, hidup bebas dan melekat pada tanaman air, sering dijumpai pada ikan-ikan liar bersisik, ikan mas, gurami, lele, ikan budidaya terutama *Salmo salar* dan *Ichthaurus punctatus*, dan lain sebagainya. Selain menyerang telur ikan, *Epistylis* sp juga menyerang pada bagian kulit, sisik, sirip, dan insang dengan gejala klinis serangan antara lain ikan yang sakit menunjukkan adanya borok yang tumbuh di kulit, sisik, atau sirip, terjadi pendarahan, serta memperlihatkan gejala *flashing*. Bentuk serangan *Epistylis* sp dan morfologi *Epistylis* sp disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk Serangan dan Morfologi *Epistylis* sp

G. Penyakit *Myxobolus* sp

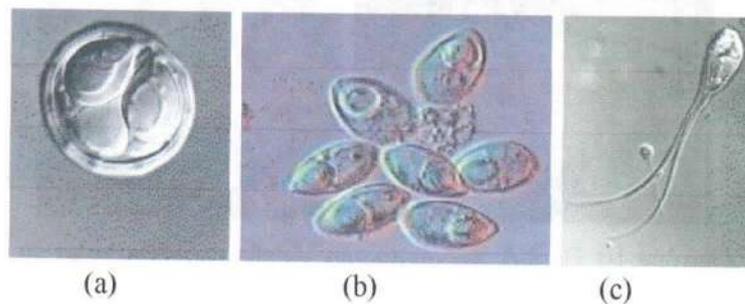
Myxobolus sp merupakan *Protozoa* penyebab penyakit *myxosporeasis* atau *myxosporidiosis*. *Protozoa* ini memiliki ukuran yang kecil, yaitu sekitar 10-20 μm sehingga sering tertelan oleh ikan. Di dalam usus ikan, spora akan melepaskan sejenis anak panah yang terikat dengan semacam benang halus ke polar kapsulnya dan apabila anak panah mencapai dinding usus, maka spora akan bergantung pada dinding usus. Selanjutnya akan terjadi infeksi dengan gejala klinis antara lain timbul bintil berwarna kemerah-merahan yang sebenarnya merupakan kumpulan dari ribuan spora dimana bintil ini sering menyebabkan tutup insang selalu terbuka. Pada ikan yang terserang terdapat benjolan menyerupai tumor, terjadi gangguan pada sirkulasi pernafasan, *necrosis*, serta penurunan fungsi organ pernafasan. Bentuk serangan *Myxobolus* sp dan morfologi *Myxobolus* sp disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Bentuk Serangan dan Morfologi *Myxobolus* sp

Selain *Myxobolus* sp, penyakit *myxosporeasis* atau *myxosporidiosis* dapat disebabkan oleh *Protozoa* lain yang memiliki karakter serangan mirip dengan *Myxobolus* sp. Ketiga *Protozoa* yang turut andil sebagai agen infeksi penyakit *myxosporeasis* atau *myxosporidiosis* adalah *Myxosoma* sp, *Henneguya* sp *Thelohanellus* sp. Jenis *Myxosoma* sp menimbulkan bengkak di sekitar punggung ikan seperti bisul dan apabila pecah akan mengeluarkan cairan keruh berwarna kemerahan atau seperti nanah. *Myxosoma cerebralis* merupakan salah satu parasit yang menginfeksi telinga dan merusak tulang rawan telinga. Penyakit ini disebut juga *whirling diseases* karena ikan akan berenang berputar-putar pada porosnya dengan kepala menghadap ke atas.

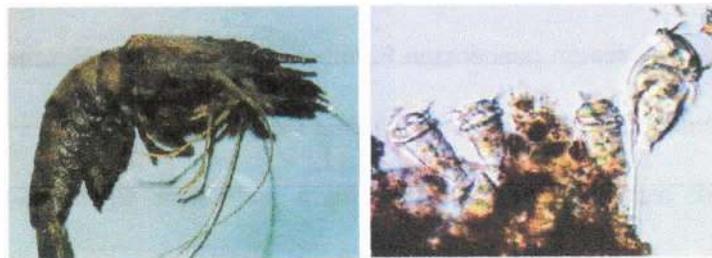
Jenis lainnya adalah *Henneguya* sp yang membentuk kista dan ditemukan di dalam atau pada organ pernafasan dan menimbulkan pembengkakan jaringan dan pada infeksi yang berat menimbulkan kematian. Sedangkan *Thelohanellus* sp menyebabkan penyakit bisul berwarna putih seperti kista yang terdapat di bawah kulit. Parasit ini juga ditemukan pada insang, hati, ginjal, dan dinding usus. Gejala klinis tidak berbeda jauh dengan serangan *Myxobolus* sp, yaitu adanya kista atau bintil pada insang, kulit, ginjal, dan bagian lainnya, kerusakan alat pernafasan, *necrosis*, dan bahkan menyebabkan kematian ikan. Pada Gambar 11 disajikan morfologi *Myxosoma* sp (a), *Henneguya* sp (b), dan *Thelohanellus* sp (c).



Gambar 11. *Myxosoma* sp (a), *Henneguya* sp (b), dan *Thelohanellus* sp (c)

H. Penyakit *Zoothamnium* sp

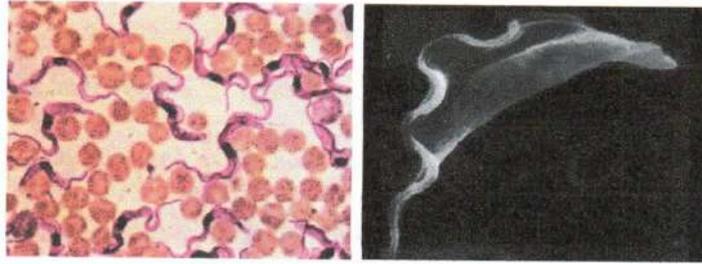
Protozoa ini merupakan penyebab penyakit *zoothamniumiosis*. *Protozoa* ini biasanya menyerang ikan kakap putih (*Lates calcalifer* dan *Psammoperca waigiensis*) di tambak atau keramba. Selain itu, *Zoothamnium* sp juga ditemukan menyerang udang windu. Gejala klinis serangan seperti pada umumnya, yaitu nafsu makan berkurang dan ikan kelihatan lesu, terdapat bintik-bintik seperti lumut di permukaan tubuh, dan produksi mucus yang berlebih. Bentuk serangan *Zoothamnium* sp dan morfologi *Zoothamnium* sp disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Bentuk Serangan dan Morfologi *Zoothamnium* sp

I. Penyakit *Trypanasoma* spp

Protozoa dari jenis *Trypanasoma* spp adalah agen infeksi penyakit *tripanasomiosis*. *Protozoa* ini memiliki flagella serta hidup di darah yang ditularkan oleh lintah ketika menghisap darah. Gejala klinis serangan antara lain ikan mengalami kekurangan darah atau anemia, pergerakan kurang gesit, sering megap-megap di permukaan perairan, terjadi kerusakan kulit dan insang yang disertai dengan pendarahan, serta dapat juga menyebabkan terjadinya kegagalan produksi. Serangan *Trypanasoma* spp umumnya terjadi pada musim kemarau. Bentuk serangan dan morfologi *Trypanasoma* spp disajikan pada Gambar 13.

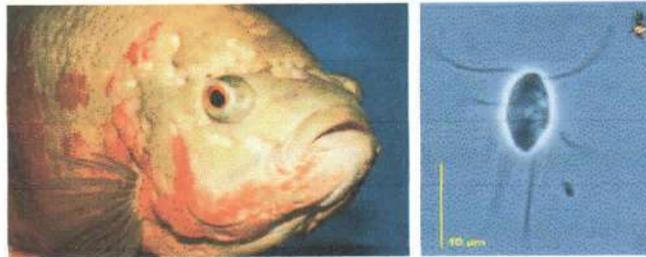


Gambar 13. Bentuk Serangan dan Morfologi *Trypanosoma* spp

J. Penyakit *Hexamita* sp

Hexamita sp merupakan parasit yang sering menyerang ikan dari Family *Cichlidae*. Penyakit ini dapat dikatakan sebagai penyakit bawaan karena *Protozoa* ini selalu dijumpai pada sistem pencernaan Family *Cichlid*. Parasit *Hexamita* sp diketahui gampang berpindah dari satu *Cichlid* ke *Cichlid* yang lain.

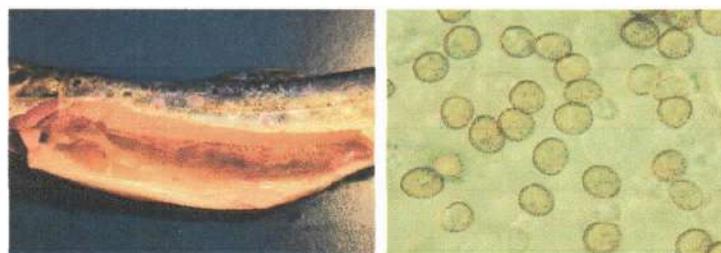
Parasit ini merupakan parasit intestinum pada ikan air tawar yang memiliki ukuran 3-18 μm . *Protozoa* ini berinti dua berbentuk buah pear, memiliki 6 flagella anterior dan 2 flagella posterior, pada umumnya menyerang ikan salmon muda menyebabkan gangguan pertumbuhan dengan gejala klinis antara lain ikan mengalami anemia disertai pembengkakan ginjal dan *exophthalmia*, kulit dorsal mengalami luka seperti melepuh, abdomen membesar yang sering berisi cairan lendir berwarna kuning, warna ikan cenderung menjadi gelap, dan kehilangan nafsu makan. Penyakit ini juga dapat menyebabkan ikan mengeluarkan kotoran berwarna putih (berak kapur), serta kadang-kadang diikuti terjadinya pelebaran pori-pori sensor di kepala dan gurat sisi. Pelebaran pori-pori ini kerap menimbulkan kesan berlubang sehingga sering disebut sebagai penyakit *hole in the head* yang biasanya akan terisi lendir berwarna putih. Bentuk serangan dan morfologi *Hexamita* sp disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Bentuk Serangan dan Morfologi *Hexamita* sp

K. Penyakit *Sphaerospora* sp

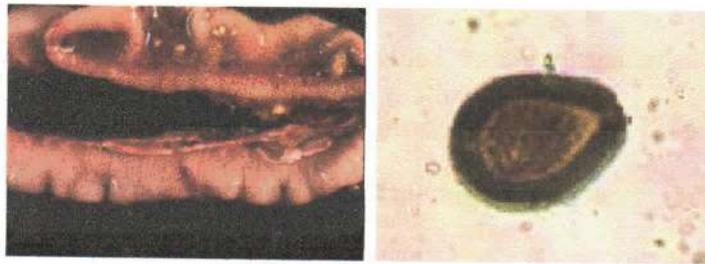
Parasit protozoik ini diduga sebagai agen penyebab infeksi *proliferative kidney disease* (PKD). Penyakit ini merupakan masalah besar dalam budidaya ikan salmon dan rainbow trout di Eropa dan Amerika Utara dimana kematian yang diakibatkan dapat mencapai 95%. Pertumbuhan parasit ini dapat terjadi hingga pada suhu 16°C dan menyebabkan kematian terutama ketika suhu meningkat hangat. Pada umumnya serangan ditemukan di hati, ginjal, jaringan otot, intestinum, dan limpa. Gejala klinis yang ditimbulkan antara lain ikan mengalami melanosis, *exophthalmia*, *escites*, dan insang tampak pucat, terjadi pembengkakan ginjal disertai dengan perubahan warna putih keabuan pada jaringan yang mengalami inflamasi *granulomatus*, anemia dan hipoproteinemia. Bentuk serangan dan morfologi *Sphaerospora* sp disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Bentuk Serangan dan Morfologi *Sphaerospora* sp

L. Penyakit *Eimeria* spp

Parasit protozoik yang juga sering ditemukan pada penyakit ikan adalah *Eimeria* spp. Protozoa ini penyebab penyakit *coccidiosis* (*Eimeria* spp) dan *eimeriasis* (*E. sardine*). Protozoa ini biasanya berkembang di sel-sel epitel dan juga menyerang organ dalam termasuk gonad. Serangan ini dapat menyebabkan terhambatnya reproduksi ikan dengan gejala klinis yang ditimbulkan antara lain menyebabkan bintik-bintik putih agak menonjol pada bagian saluran pencernaan anterior dan tengah, kerusakan organ internal, *ulcer* dan *hemorrhage* pada saluran pencernaan, serta dapat menyebabkan reaksi *granulomatus* pada hati dan gonad (testis). Bentuk serangan dan morfologi *Eimeria* spp disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Bentuk Serangan dan Morfologi *Eimeria* spp

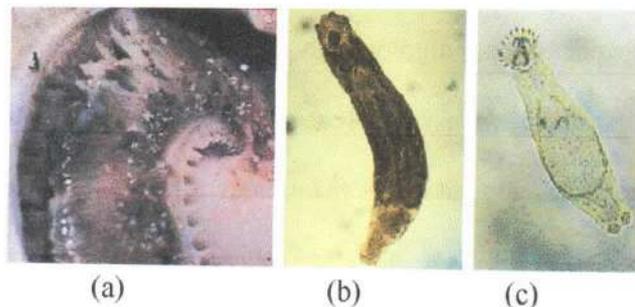
Pada kelompok *parasites disease*, selain parasit *Protozoa* terdapat juga parasit non protozoik yang menginfeksi ikan. Parasit non protozoik dikenal dengan nama *Metazoa* yang merupakan hewan bersel banyak dengan berbagai struktur internal seperti saluran pencernaan, gonad, dan organ yang melekat. *Metazoa* memiliki organ yang digunakan untuk melekat atau menempel (pengisap atau pengait) yang mampu merusak jaringan. Jaringan yang rusak merupakan jalan masuk untuk serangan sekunder lainnya. Parasit non protozoik dapat digolongkan ke dalam beberapa kelompok, yaitu *Platyhelminthes* (*Trematoda Monogenea* (cacing pipih) dan *Trematoda Digenea* (cacing darah); serta *Cestoda* (cacing pita), *Aschelminthes* atau *Nemathelminthes* (*Nematoda* atau cacing gilig), *Acanthocephala*, *Annelida* (*Hiruddinea*), *Arthropoda* (meliputi Kelas *Crustacea* yang terdiri atas *Branchiura* dan *Copepoda* serta Kelas *Isopoda*), *Mollusca* (*Lamellibranchiata*), dan *Chordata* (*Cyclostoma*).

A. Penyakit *Trematoda Monogenea*

Kelompok *Trematoda Monogenea* biasa dikenal sebagai cacing pipih. Cacing ini termasuk Filum *Platyhelminthes* dengan simetri tubuh simetris bilateral, tidak memiliki rongga tubuh dan berkelamin ganda (hemafrodit). Spesies *Diplectanum* sp menyebabkan penyakit *diplectanumiosis*, spesies *Dactylogyrus* sp penyebab penyakit *dactylogiriasis*, serta *Gyrodactylus* sp penyebab penyakit *gyrodactiliasis*. Cacing ini menginfeksi insang, kulit, dan sirip ikan. Beberapa spesies ditemukan mampu

menginfeksi rektum, uretra, rongga tubuh, bahkan saluran pembuluh darah. Cacing ini bergerak di permukaan tubuh inang dan memakan remah-remah bahan organik pada mucus kulit dan insang.

Gejala klinis serangan ditandai dengan aktivitas ikan yang berenang dekat permukaan, bersembunyi pada salah satu sudut kolam pemeliharaan, kehilangan nafsu makan, menggosok-gosokkan tubuh ke bagian tepi kolam pemeliharaan, ikan kehilangan sisik, luka, mengeluarkan cairan kemerahan, terjadi gangguan pernafasan, insang bengkak dan pucat, dan memungkinkan infeksi sekunder oleh bakteri dan jamur. Pada *dactylogiriasis* dan *gyrodactiliasis*, kulit tidak kelihatan bening, kurus, produksi mucus tidak normal, tingkah laku dan berenang tidak normal. Bentuk serangan dan morfologi dari parasit metazoik ini disajikan pada Gambar 17.

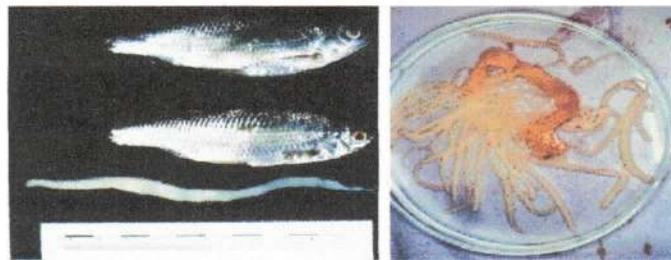


Gambar 17. Bentuk Serangan (a) serta Morfologi *Dactylogyrus* (b) dan *Gyrodactylus* (c)

B. Penyakit *Trematoda Digenea*

Parasit dari kelompok ini dikenal dengan nama cacing darah dengan jenis *Sanguinicola inermis*. Parasit ini Termasuk Filum *Platyhelminthes* dengan simetri tubuh simetris bilateral, tidak memiliki rongga tubuh dan berkelamin ganda (hemafrodit), merupakan parasit eksternal maupun internal pada berbagai macam organ ikan, dijumpai pada ikan dalam bentuk metaserkaria (berbentuk kista), pada usus ikan kakap dijumpai *Pseudometadena celebensis* penyebab penyakit *pseudometadeniasis*. Jenis

Sanguinicola inermis penyebab penyakit cacing darah. Beberapa gejala klinis yang ditimbulkan antara lain dapat menurunnya laju pertumbuhan ikan, pada *pseudometadeniasis* dijumpai bintil-bintil pada usus dan organ lainnya, serta pada serangan *S. inermis* dapat menyebabkan pembekuan darah, tersumbatnya pembuluh kapiler insang, serta infeksi serius dapat berakibat pada terjadinya pendarahan, *necrosis*, dan kematian. Bentuk serangan dan morfologi *Trematoda Digenea* disajikan pada Gambar 18.



Gambar 18. Bentuk Serangan dan Morfologi *Trematoda Digenea*

C. Penyakit *Lytocestus* sp

Cacing *Lytocestus* sp merupakan bagian dari Kelompok *Cestoda* yang dikenal dengan nama cacing pita, termasuk Filum *Platyhelminthes* dengan simetri tubuh simetris bilateral, tidak memiliki rongga tubuh dan berkelamin ganda (hemafrodit), serta menginfeksi saluran pencernaan, jaringan otot, dan jaringan lainnya. Biasanya cacing ini menyerang ikan mas, gabus, lele dengan gejala klinis yang ditemukan pada beberapa kasus adalah terjadinya gangguan reproduksi apabila menyerang organ kelamin, merusak organ otak, mata, dan jantung, proses metabolisme terganggu, dan apabila berada di usus akan mengganggu absorpsi makanan. Bentuk serangan dan morfologi cacing ini disajikan pada Gambar 19.



Gambar 19. Bentuk Serangan dan Morfologi *Cestoda*

D. Penyakit *Nematoda* (*Aschelminthes/Nemathelminthes*)

Nematoda berasal dari kata *nematos* yang berarti benang dan *oidos* yang berarti bentuk. Cacing ini juga sering disebut cacing gilig yang dapat dijumpai di darat, air tawar, air laut, dari daerah kutub hingga tropis, hidupnya bersifat bebas dan parasit pada hewan atau tumbuhan, tidak memiliki sistem peredaran darah dan jantung, bentuk tubuhnya panjang dengan simetri bilateral, tidak memiliki silia dan tidak bersegmen, serta dilapisi oleh kutikula transparan.

Cacing ini ditemukan di intestinum, gelembung renang, hati, dan jaringan otot. Jenis *Nematoda* bermacam-macam, yaitu *Ancylostomiasis* (cacing tambang), *Trongyloidiasis* dan *Oxyuriasis* (cacing kremi), *Ascariasis* (cacing gelang), serta *Trichuriasis* (cacing cambuk). Beberapa gejala klinis yang ditemukan antara lain *hemorrhage*, kerusakan organ internal, pembentukan kista (*granuloma*), bintil-bintil (*nodul eksternal*), inflamasi, dan *necrosis*. Bentuk serangan dan morfologi cacing ini disajikan pada Gambar 20.



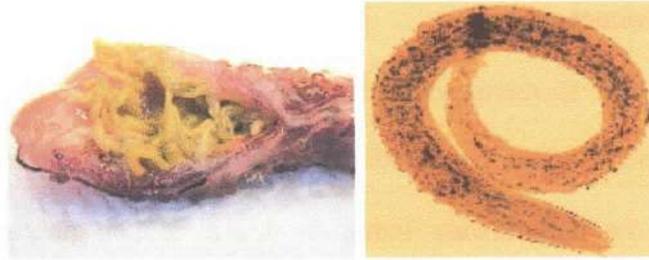
Gambar 20. Bentuk Serangan dan Morfologi *Nematoda*

E. Penyakit *Acantocephala* sp

Acanthocephala sp merupakan salah satu Kelompok *Aschelminthes* yang hidup sebagai endoparasit. Stadium muda hidup sebagai parasit pada *Crustacea* dan *Insecta*, sedangkan pada stadium dewasa hidup di dalam saluran pencernaan vertebrata, khususnya ikan. Pada stadium dewasa, tubuhnya dibedakan menjadi tiga bagian yaitu probosis, leher, dan badan. Tubuh pada umumnya berukuran kecil hanya mencapai beberapa centimeter, bersifat diesis, organ kelamin jantan dan betina terpisah, reproduksi terjadi cara seksual (kopulasi), dan fertilisasinya internal. Pada umumnya *Acanthocephala* sp tidak mempunyai sistem ekskretori yang khusus, dinding tubuhnya tidak dilapisi oleh kutikula, dan mempunyai otot sirkular dan longitudinal, serta sistem sirkulasi dengan sistem saluran lakuna.

Acanthocephala sp ini disebut cacing kepala berduri. Hal ini dikarenakan cacing *Acanthocephala* sp memiliki kait-kait yang mirip duri pada proboscisnya. Parasit *Acanthocephala* sp memiliki arti *acanth* (duri) dan *cephala* (kepala). *Acanthocephala* sp merupakan cacing yang berbentuk silinder, agak pipih, mempunyai proboscis yang dapat dimasukkan dan dikeluarkan dari tubuhnya yang berada di ujung anterior tubuh. Proboscis berbentuk bulat atau silindris serta dilengkapi baris-baris kait (*spina*) yang membengkok dan berguna untuk melekatkan tubuh cacing tersebut pada usus inangnya.

Gejala klinis serangan cacing ini antara lain ikan mengalami anemia, pucat, dan lesu, timbul luka di bekas gigitan, menyebabkan pendarahan dan bahkan kematian, serta sangat memungkinkan terjadinya infeksi sekunder. Bentuk serangan dan morfologi cacing ini disajikan pada Gambar 21.



Gambar 21. Bentuk Serangan dan Morfologi *Acantocephala* sp

F. Penyakit *Clynostonum* sp

Clynostonum sp merupakan agen penyebab penyakit *clinostonumiosis*. Pada umumnya, cacing ini menyerang ikan air tawar jenis gurami, nilem, dan tawes dimana organ yang diserang antara lain adalah kepala, mata, operkulum, serta bagian sebelah dalam otak dan perbatasan kedua operkulum. Gejala klinis dari serangan tersebut antara lain tempat yang diserang berbentuk gondok, pertumbuhan ikan terhambat, dan terjadi kerusakan organ internal. Bentuk serangan dan morfologi cacing ini disajikan pada Gambar 22.



Gambar 22. Bentuk Serangan dan Morfologi *Clynostonum* sp

G. Penyakit *Piscicola* sp

Piscicola sp merupakan penyebab penyakit *piscicolosis*. *Piscicola* sp adalah parasit *Annelida* dari jenis lintah (*Hiruddinea*). *Annelida* ini memiliki tubuh terdiri atas segmen-segmen dengan berbagai sistem organ tubuh yang baik dengan sistem peredaran darah tertutup. *Annelida* sebagian besar memiliki dua kelamin sekaligus dalam satu tubuh atau *hermafrodit*. Pada umumnya, jenis *Piscicola* sp ini menyerang ikan air tawar

dan juga ikan air laut, serta menyerang benih-benih ikan yang kondisi tubuhnya kurang kuat. Parasit *Piscicola* sp memiliki dua cakram penghisap pada bagian anterior dan posterior, serta memiliki kemampuan melekat di insang dan kulit ikan dengan tingkat kerusakan tergantung banyak sedikitnya parasit yang menyerang dan lama pelekatannya pada inang.

Gejala klinis serangan *Piscicola* sp diantaranya adalah ikan mengalami anemia, pucat, dan lesu, timbul luka di bekas gigitan, menyebabkan pendarahan, dan bahkan kematian, serta memungkinkan juga terjadinya infeksi sekunder oleh fungi dan bakteri, atau bahkan virus dimana lintah diketahui mampu menjadi agen penular *spring viraemia of carp virus* (SVCV). Bentuk serangan dan morfologi *Piscicola* sp disajikan pada Gambar 23.



Gambar 23. Bentuk Serangan dan Morfologi *Piscicola* sp

H. Penyakit *Lernea* sp

Parasit ini merupakan penyebab penyakit *lerneasis*. Penyakit *lerneasis* disebabkan oleh *Lernea* sp yang lebih dikenal dengan nama cacing jangkar (*anchor worm*). Sebenarnya, *Lernea* sp tidak termasuk golongan cacing, akan tetapi jenis udang renik yang berbentuk bulat panjang seperti cacing dan memiliki cengkeraman seperti jangkar sehingga disebut cacing jangkar. Jenis *Lernea* banyak ditemukan menyerang ikan air tawar, yaitu dari spesies *Lernea cyprinacea*. *Lernea* sp biasanya melekat di insang, tubuh, ataupun sirip dan merupakan parasit eksternal yang sering dijumpai pada ikan

mas hias dan ikan air tawar lainnya. Selain *Lernea* sp, terdapat *Crustacea* lainnya seperti *Ergasilus* sp dan *Argulus* sp yang juga menyerang ikan air tawar ataupun laut.

Gejala klinis serangan *Lernea* sp antara lain ikan yang terserang mengalami luka pada tubuhnya dan terlihat jelas cacing jangkar yang menempel dengan kuat pada bagian badan, sirip, insang, dan mata, pembengkakan, sisik terkelupas, dan *necrosis*, penurunan berat tubuh, perkembangan gonad terhambat, terdapat *ulcer* (borok), mengalami kesulitan bernafas, dan sangat memungkinkan serangan sekunder dari bakteri atau jamur infeksius lainnya. Bentuk serangan dan morfologi *Lernea* sp disajikan pada Gambar 24.



Gambar 24. Bentuk Serangan dan Morfologi *Lernea* sp

I. Penyakit *Ergasilus* sp

Ergasilus sp adalah Kelompok *Crustacea* yang juga banyak ditemukan sebagai penyakit ikan. *Ergasilus* sp adalah agen penyebab penyakit *ergasilosis*. Parasit *Ergasilus* sp berasal dari Filum *Arthropoda*, Kelas *Crustacea*, dan Subkelas *Cepopoda*. Serangan *Ergasilus* sp menyebabkan kerusakan berupa luka fokal atau terpusat dan menyebabkan tubuh ikan menjadi lemah.

Serangan terpusat pada insang ikan air tawar pada musim panas atau di daerah tropis dan umumnya menyerang ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) dan tawes (*Puntius gonionatus*) dengan menempel pada insang, anus, kulit, dan sirip, serta menghisap darah. Gejala klinis yang diakibatkan oleh serangan *Ergasilus* sp adalah terjadinya

anemia (pucat) pada ikan, menghambat pertumbuhan, ikan sulit bernafas karena di sekitar *lamella* insang dipenuhi oleh *Ergasilus* sp yang mengakibatkan peningkatan lendir insang, serta mampu merusak sel epitel. Bentuk serangan dan morfologi *Ergasilus* sp disajikan pada Gambar 25.



Gambar 25. Bentuk Serangan dan Morfologi *Ergasilus* sp

J. Penyakit *Argulus* sp

Argulus sp adalah salah satu parasit eksternal yang paling populer dan banyak ditemukan menyerang ikan. *Argulus* sp merupakan kutu ikan penyebab penyakit *argulosis* atau penyakit kutu ikan (*fish louse*). *Argulus* sp berasal dari Filum *Arthropoda*, Kelas *Crustacea*, dan Subkelas *Branchium* dengan berbentuk pipih dan pada bagian dorsal dilindungi oleh karapas yang menutupi hampir seluruh tubuhnya, bagian karapas sedikit dapat digerakkan ke bawah menyerupai sayap, serta menempel pada bagian luar tubuh ikan. *Argulus* sp dapat menyesuaikan cengkeramannya dengan kecepatan gerak ikan sehingga tidak mudah lepas. Beberapa spesies *Argulus* sp yang terkenal antara lain *A. indicus*, *A. siamensis*, dan *A. foliaceus*.

Gejala klinis serangan *Argulus* sp antara lain iritasi akibat gigitan dan racun yang diinjeksikan, kehilangan keseimbangan dan melompat-lompat keluar air, ikan sangat kurus karena disengat dan dihisap darahnya, produksi mucus berlebihan, sisik terkuak dan kadang-kadang terlepas, muncul titik darah di bekas gigitan, rongga tubuh berisi cairan kekuningan, kulit pecah dan borok, serta ikan menggosok-gosokkan tubuhnya

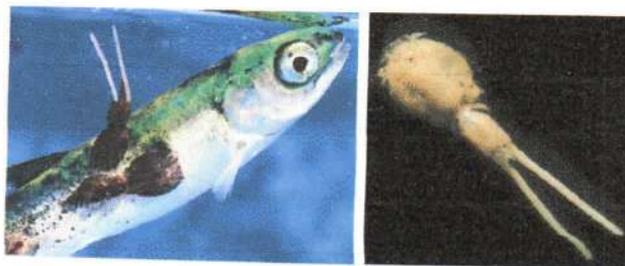
pada benda-benda keras di sekelilingnya. Bentuk serangan dan morfologi *Argulus* sp disajikan pada Gambar 26.



Gambar 26. Bentuk Serangan dan Morfologi *Argulus* sp

K. Penyakit *Calingus* sp, *Aega* sp, dan *Nerocila* sp

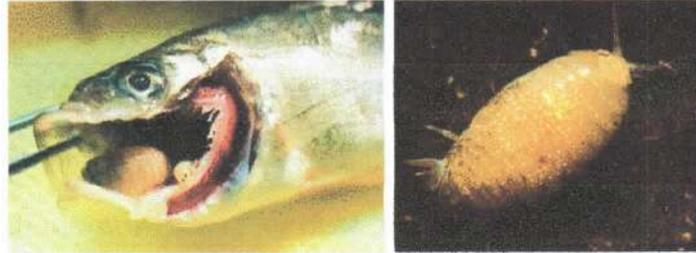
Parasit *Calingus* sp atau *Caligus* sp atau dikenal juga dengan nama kutu laut adalah penyebab penyakit *calingusiosis* yang berasal dari Filum *Arthropoda*, Kelas *Crustacea*, dan Subkelas *Cepopoda*. Beberapa kejadian ditemukan menyerang ikan kakap muda berukuran 3-5 cm dan menyerang pada daerah insang. Gejala klinis serangan antara lain ikan mengalami kesulitan bernafas, insang pusat, kehilangan nafsu makan, dan berenang tidak teratur. Bentuk serangan dan morfologi *Calingus* sp disajikan pada Gambar 27.



Gambar 27. Bentuk Serangan dan Morfologi *Calingus* sp (*Caligus* sp)

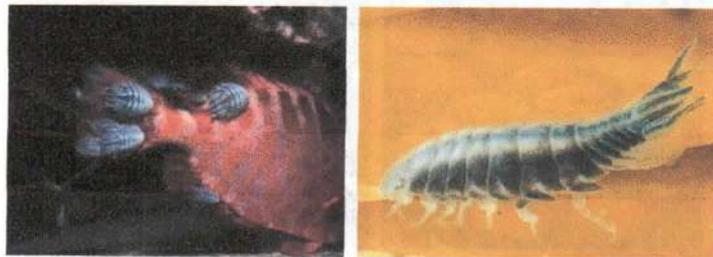
Selain *Calingus* sp (*Caligus* sp), *Crustacea* lainnya yang memiliki serangan serupa seperti *Calingus* sp adalah *Aega* sp. Parasit *Aega* sp merupakan penyebab penyakit *aegasiosis* yang berasal dari Filum *Arthropoda*, Kelas *Isopoda*, memiliki

berbentuk pipih seperti kecoa, kebanyakan ditemukan menyerang ikan kakap yang dipelihara di keramba jaring apung, serta penyerangan terjadi di daerah insang dan kulit. Bentuk serangan dan morfologi *Aega* sp disajikan pada Gambar 28.



Gambar 28. Bentuk Serangan dan Morfologi *Aega* sp

Serangan penyakit yang serupa juga dapat disebabkan oleh *Nerocila* sp. Parasit ini berasal dari Filum *Arthropoda*, Kelas *Isopoda* yang ditemukan pada ikan. Parasit *Nerocila* sp adalah penyebab penyakit *nerociliasis*. *Nerocila* sp berbentuk pipih seperti kecoa dengan ekor yang agak runcing, kebanyakan hidup bebas memakan bangkai, biasanya menyerang ikan air laut, dan penyerangan terjadi di daerah insang dan kulit yang menyebabkan kerusakan serius dan mengakibatkan kerusakan pada bagian yang ditemelinya. Bentuk serangan dan morfologi *Nerocila* sp disajikan pada Gambar 29.



Gambar 29. Bentuk Serangan dan Morfologi *Nerocila* sp

L. Penyakit *Mollusca* dan *Chordata*

Kelompok *Mollusca* yang sering dimasukkan sebagai penyebab penyakit ikan adalah *Lamellibranchiata* dikenal juga dengan nama *Pelecypoda* dan termasuk dalam

Kelas *Bivalvia*. *Lamellibranchiata* memiliki kaki pipih, cangkol berjumlah dua (sepasang) ada di bagian anterior dan umbo (bagian yang membesar dan menonjol) terdapat dibagian posterior (punggung). Cangkol tersusun dari zat kapur dan terdiri dari tiga lapisan, yaitu *periostrakum* (lapisan luar), *prismatik* (lapisan tengah yang tebal), dan *nakreas* (lapisan dalam yang disebut pula sebagai lapisan mutiara). Jenis dari kelas ini adalah kerang-kerangan, misalnya *Mytilus viridis* (kerang hijau), *Anadara granosa* (kerang darah), *Asaphis derlorata* (remis), *Meleagrina margaritivera* (kerang mutiara), dan *Tridagna gigas* (kima).

Selain *Mollusca*, Kelompok *Chordata* juga menjadi parasit bagi sekelompok ikan. Kelompok *Chordata* yang sering menyerang ikan adalah Kelompok *Cyclostoma* yang merupakan sejenis siput-siput yang menyebar di semua perairan dan menyerang ikan air tawar maupun ikan air laut. Pada umumnya, Kelompok *Mollusca* dan *Chordata* hanya menyerang bagian eksternal tubuh ikan dan menyebabkan kerusakan fisik yang memungkinkan diikuti oleh serangan infeksi sekunder. Kelompok *Mollusca* dan *Chordata* disajikan pada Gambar 30.



Gambar 30. Kelompok *Mollusca* dan *Chordata*

5.1 Karakteristik Fungal

Fungi atau cendawan merupakan organisme heterotrofik yang memerlukan senyawa organik sebagai nutrisi pertumbuhan dan perkembangannya. Kelompok fungi tidak mampu menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis dikarenakan fungi tidak memiliki klorofil dan bersifat nonfotosintetik. Oleh karenanya, kecenderungan fungi bersifat saprofit yang berarti hidup dari benda organik mati yang terlarut, menghancurkan sisa-sisa tumbuhan ataupun hewan yang kompleks ataupun mati, atau menjadikan senyawa kompleks tersebut menjadi senyawa yang lebih sederhana sebagai nutrisinya atau dikenal juga dengan istilah *kemoorganoheterotrof*. Di dalam dunia mikrobiologi khususnya mikologi (telaah terkait fungi), fungi dimasukkan ke dalam Divisio *Mycota*. Kata *Mycota* itu sendiri berasal dari kata *mykes* dalam bahasa Yunani yang diartikan fungi dalam bahasa Latin.

Terdapat beberapa istilah yang dikenal untuk menyebut jamur (fungi), yaitu mushroom dimana jamur ini dapat menghasilkan badan buah besar, termasuk jamur yang dapat dimakan. Selain mushroom, fungi dapat menunjukkan sifatnya sebagai dimorfisme, yaitu mold merupakan jamur yang berbentuk seperti benang-benang (*filamentus*) atau dikenal sebagai kapang, dan khamir yang merupakan kelompok fungi bersifat uniseluler (bersel satu) atau diistilahkan sebagai yeast.

Selain secara morfologi, fungi juga memiliki perbedaan dengan mikroorganisme lainnya. Perbedaan yang paling nyata dari suatu kelompok fungi, khususnya *fungi filamentus* adalah terbentuknya hifa atau benang-benang yang tidak dimiliki oleh mikroorganisme lainnya. Secara fisiologis, kelompok fungi juga memiliki karakteristik yang berbeda dengan mikroorganisme lainnya, seperti bakteri. Perbedaan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Fisiologi Komperatif Antara Fungi dan Bakteri

Sifat	Perbedaan Relatif	
	Fungi	Bakteri
pH optimum	3,8-5,6	6,5-7,5
Suhu optimum	22-30°C (saprofit) 30-37°C (parasit)	20-37°C (mesofilik)
Gas (oksigen)	Aerobik obligat (kapang) Fakultatif (khamir)	Anaerobik-aerobik
Cahaya	-	Beberapa kelompok mampu berfotosintesis
Kadar gula dalam mediu laboratoris	4-5%	0,5-1%
Karbon	Organik	Anorganik dan/atau oranic
Komponen struktural dinding sel	Kitin, selulosa, atau glukan	Peptidoglikan (gram +) dan lemak (gram -)
Kerentanan terhadap antibiotik	Resisten terhadap penisilin, tetrasiklin, kloramfenikol, dan peka terhadap griseofulvin	Resisten terhadap griseofulvin, peka terhadap penisilin, tetrasiklin, kloramfenikol (gram +), kurang sensitif antibiotik (gram -)

Sumber: Pelczar *et al.*, (1986) dan Fardiaz (1992)

A. Morfologi Jamur Benang (*Filamentus Fungi*)

Salah satu karakteristik dari jamur benang adalah membentuk *filamentus* atau benang-benang di dalam siklus perkembangannya. Benang-benang tersebut terdiri atas massa benang bercabang-cabang yang disebut miselium yang tersusun dari hifa (filamen) atau benang-benang tunggal. Ukuran hifa beragam berkisar antara 5-10 μm . Berdasarkan fungsinya hifa dibedakan menjadi dua macam, yaitu hifa fertil dan hifa vegetatif. Hifa fertil adalah hifa yang dapat membentuk sel-sel reproduksi atau spora-spora dan apabila hifa tersebut arah pertumbuhannya keluar dari media disebut hifa udara. Selain hifa fertil, terdapat juga hifa vegetatif yang berfungsi untuk menyerap makanan dari suatu substrat.

Berdasarkan bentuknya dibedakan pula menjadi dua macam hifa, yaitu hifa tidak berseptat dan hifa berseptat. Hifa yang tidak berseptat merupakan ciri jamur yang termasuk *Phycomycetes* (fungi tingkat rendah). Hifa ini merupakan sel yang memanjang, bercabang-cabang, dan terdiri atas sitoplasma dengan banyak inti (*soenositik*). Hifa yang berseptat merupakan ciri dari fungi tingkat tinggi atau yang termasuk *Eumycetes*. Secara umum, berdasarkan morfologi benang-benang hifa, *filamentus fungi* dapat dikelompokkan menjadi:

- a) Aseptat (*senosit*) merupakan kelompok fungi dimana hifa tidak mempunyai dinding sekat (septum)
- b) Septat dengan sel-sel uninukleat dimana sekat membagi hifa menjadi ruang-ruang atau sel-sel yang berisi nukleus tunggal
- c) Septat dengan sel-sel multinukleat dimana sekat membagi hifa menjadi ruang-ruang atau sel-sel yang berisi lebih dari satu nukleus dalam setiap ruangnya.

B. Perkembangbiakan Jamur

Secara alami, perkembangbiakan jamur dapat berlangsung melalui dua cara, yaitu perkembangbiakan secara vegetatif (aseksual) dan generatif (seksual). Perkembangbiakan jamur secara aseksual dapat dilakukan dengan fragmentasi atau pemisahan misellium (thalus), pembelahan, penguncupan, dan pembentukan spora aseksual. Perkembangbiakan jamur melalui spora aseksual berfungsi untuk menyebarkan spesies dalam jumlah yang besar. Beberapa macam spora aseksual dari jamur, yaitu:

- a) *Konidiospora* atau konidium yang dibentuk di ujung atau di sisi hifa. Konidium yang kecil dan bersel satu disebut *mikrokonidium*, sedangkan yang lebih besar dan bersel banyak dinamakan *makrokonidium*.
- b) *Sporangiospora*, yaitu spora sel satu yang terbentuk di dalam kantung sporangium di ujung hifa khusus (*sporangiosfor*). *Sporangiospora* ada yang bergerak dikarenakan memiliki flagellum disebut *zoospora*, sedangkan *sporangiospora* yang tidak motil disebut *aplanospora*.
- c) *Oidium* atau *artrospora* yang bersel satu dan terbentuk karena terputusnya sel-sel hifa. Segmentasi terjadi pada ujung-ujung hifa, lalu sel-sel membulat, dan akhirnya lepas menjadi spora.
- d) *Klamidiospora* dimana spora sel tunggal ini berdinding tebal dan sangat resisten terhadap keadaan yang buruk. Spora ini terbentuk dari sel-sel hifa somatik.
- e) *Blastospora*, yaitu bagian dari calon tunas atau kuncup pada sel-sel jamur uniseluler atau khamir (yeast).

Perkembangbiakan secara seksual dilakukan dengan pembentukan spora seksual dan peleburan gamet (sel seksual). Di dalam perkembangbiakan secara seksual, terdapat dua tipe kelamin (*mating type*) dari sel seksual, yaitu tipe kelamin jantan (+) dan tipe kelamin betina (-). Peleburan gamet terjadi antara dua tipe kelamin yang berbeda. Adapun proses reproduksi secara seksual dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu (a) plasmogami merupakan proses meleburnya dua plasma sel, (b) kariogami merupakan proses meleburnya dua inti haploid yang menghasilkan satu inti diploid, dan (c) meiosis merupakan pembelahan reduksi yang menghasilkan inti haploid.

Spora seksual yang dihasilkan dari peleburan dua nukleus terbentuk lebih jarang, jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan spora aseksual, dan hanya terbentuk dalam keadaan tertentu saja. Beberapa tipe spora seksual yang dihasilkan, yaitu:

- a) *Askopora*, yaitu spora bersel satu yang terbentuk di dalam kantung disebut askus. Biasanya terdapat delapan askospora di dalam setiap askus.
- b) *Basidiospora*, yaitu spora yang bersel satu dan terbentuk di atas struktur berbentuk gada yang disebut *basidium*.
- c) *Zigospora*, yaitu spora besar yang memiliki dinding tebal dan terbentuk apabila ujung-ujung dua hifa yang secara seksual serasi atau disebut juga *gametangia*.
- d) *Oospora*, yaitu spora yang terbentuk di dalam struktur betina khusus atau dikenal dengan *oogonium*. Pembuahan telur atau *oosfer* oleh gamet jantan yang terbentuk di dalam anteridium menghasilkan *oospora*. Di dalam setiap *oogonium* terdapat satu atau beberapa *oosfer*.

Spora aseksual maupun seksual dapat dilapisi oleh struktur pelindung yang sangat terorganisasi disebut tubuh buah. Tubuh buah spora aseksual disebut *aservulus* dan *piknidium*. Sedangkan tubuh buah spora seksual disebut *peritesium* dan *apotesium*.

Spora merupakan salah satu pembeda beberapa jenis kelas fungi. Beberapa ciri lain pada masing-masing kelas fungi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ciri-Ciri Utama Kelas Fungi

Ciri-Ciri	Kelas			
	<i>Phycomycetes</i>	<i>Ascomycetes</i>	<i>Basidiomycetes</i>	<i>Deuteromycetes (Imperfekti)</i>
Misellium	Aseptat atau senositik	Septat	Septat	Septat
Spora aseksual	Sporangiospora, kadang-kadang konidia	Konidia	Konidia	Konidia
Spora seksual	Zigospora, oospora	Askospora	Basidiospora	Tidak diketahui
Habitat alamiah	Air, tanah, dan hewan	Tanah, tumbuhan, dan hewan	Tanah dan tumbuhan	Tanah, tumbuhan, dan hewan

Sumber: Pelczar *et al.*, (1986)

5.2 Penyakit Fungal

Jenis penyakit yang disebabkan oleh jamur bersifat infeksi sekunder. Hal ini berarti bahwa serangan jamur biasanya lebih dipicu karena adanya luka akibat serangan primer, seperti parasit. Kebanyakan jenis ikan air tawar termasuk telurnya rentan terhadap infeksi jamur. Beberapa faktor yang sering memicu terjadinya infeksi jamur adalah penanganan yang kurang baik sehingga menimbulkan luka pada tubuh ikan, kekurangan gizi, suhu dan oksigen terlarut yang rendah, bahan organik tinggi, kualitas telur buruk atau tidak terbuahi, serta padatnya telur. Jamur terdapat di semua jenis perairan air tawar terutama yang mengandung banyak bahan organik. Jamur hidup sebagai saprofit pada jaringan tubuh merupakan penyakit sejati karena jamur tidak dapat menyerang ikan-ikan yang betul-betul sehat, melainkan menyerang ikan-ikan yang

sudah luka atau lemah. Penyakit akibat serangan jamur menular terutama melalui spora jamur yang ada di perairan.

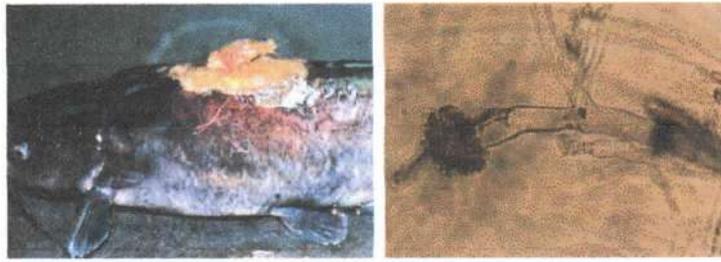
Gejala-gejala serangan jamur dapat dilihat secara visual, yaitu adanya benang-benang halus menyerupai kapas yang menempel pada telur atau luka pada bagian eksternal ikan. Jamur juga menyerang telur-telur yang gagal menetas dan kemudian menulari telur-telur lain yang sehat bahkan dapat menyerang larvanya. Sejumlah jamur yang sering ditemukan menginfeksi ikan antara lain jamur *Saprolegnia* sp, *Achlya* sp, *Aphanomyces* sp, *Ichtyosporidium* sp atau dikenal juga sebagai *Ichthyophonus* sp, *Branchiomyces* sp, *Fusarium* sp, *Legnedium* sp, *Exophiala* sp, dan *Phoma* sp.

A. Penyakit *Saprologina* sp

Salah satu kelompok jamur yang sering menyerang ikan air tawar adalah *Saprologina* sp. *Saprologina* sp merupakan penyebab penyakit *saprologniasis*. Penyakit ini dikenal dengan nama *fish mold* yang dapat menyerang ikan dan telur ikan. *Saprolegnia* sp termasuk ke dalam Subdivisi *Zygomycotina/ Zygomycetes*, Kelas *Oomycetes*, Ordo *Saprolegniales* dan kelompok fungi non septat. Jamur ini bereproduksi secara seksual (*spora~oospora*) dan juga aseksual (*antheridia* dan *oogonia*) yang mengalami kematangan. Jamur ini menyerang sebagian besar ikan air tawar, umumnya ikan mas, tawes, gabus, gurami, nila, dan lele. Selain itu, juga menyerang ikan kakap yang dipelihara di salinitas rendah.

Gejala klinis serangan *Saprolegnia* sp antara lain ikan dan telur yang terserang dapat diketahui dengan mudah karena terlihat benang putih yang kasat mata, terjadi peradangan granuloma, bagian yang diserang ditumbuhi misellium seperti kapas (*white cotton growth*), serta dapat menyebabkan kematian akibat masalah osmosis atau

respirasi yang berat pada kulit dan insang. Bentuk serangan *Saprolegnia* sp dan morfologi *Saprolegnia* sp disajikan pada Gambar 31.



Gambar 31. Bentuk Serangan dan Morfologi *Saprologina* sp

B. Penyakit *Achlya* sp

Achlya sp juga merupakan jenis jamur yang banyak ditemukan sebagai agen infeksius pada penyakit ikan. Jamur ini juga penyebab penyakit *saprologniasis*, selain yang disebabkan oleh *Saprolegnia* sp dan *Aphanomyces* sp. Gejala klinis mirip seperti serangan *Saprolegnia* sp, menyerang organ eksternal ikan, yaitu kulit, sirip, dan insang, serta organ yang terserang ditumbuhi oleh benang halus seperti kapas. Bentuk serangan dan morfologi *Achlya* sp tertera pada Gambar 32.

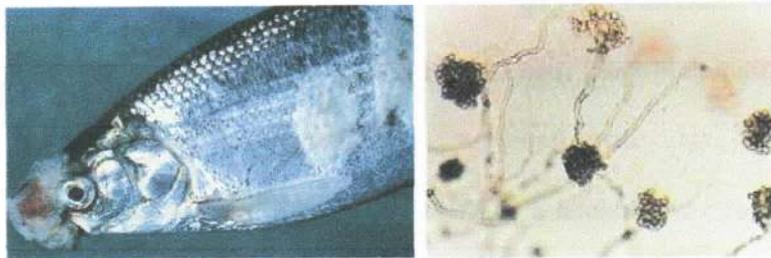


Gambar 32. Bentuk Serangan dan Morfologi *Achlya* sp

C. Penyakit *Aphanomyces* sp

Jamur ini merupakan jenis lain penyebab penyakit *saprologniasis*. Jamur *Aphanomyces* sp termasuk ke dalam Kelas *Phycomycetes*, Ordo *Saprolegniales*, dan Family *Saprolegniaceae* yang membentuk *zoospore*, dan selanjutnya akan membentuk

spora yang berukuran 8,1-9,5 μm dan miselium dengan ukuran 7,5-10,00 μm . Jamur ini dapat bereproduksi secara seksual maupun aseksual. Gejala klinis serangan *Aphanomyces* sp pada ikan mirip seperti infeksi yang disebabkan oleh *Saprolegnia* sp maupun *Achlya* sp penyebab *saprolegniasis*. Jamur ini bersifat parasit obligat, menginfeksi daerah persendian, dan syaraf otak yang menimbulkan kerusakan pada ganglion otak. Ikan yang terserang mengalami paralisis sehingga tidak mampu bergerak dan telentang di dasar kolam sampai mati. Bentuk serangan dan morfologi *Aphanomyces* sp disajikan pada Gambar 33.

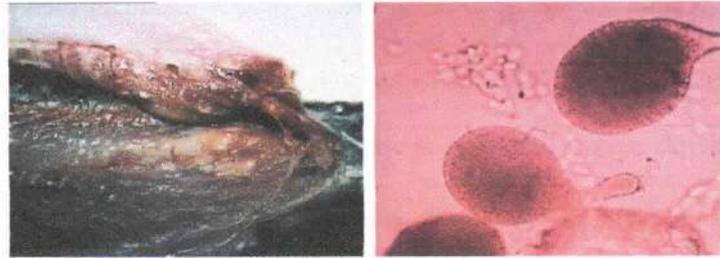


Gambar 33. Bentuk Serangan dan Morfologi *Aphanomyces* sp

D. Penyakit *Ichthyosporidium* sp

Jamur *Ichthyosporidium* sp atau *Ichthyophonus* sp adalah agen penyebab penyakit *ichthyosporidiosis*. Jamur ini menginfeksi organ-organ internal berbagai jenis ikan budidaya, baik ikan air tawar maupun ikan laut. Pada ikan air laut, jamur ini sering menyerang ikan kerapu, mackerel, trouts, herring, dan cod. Serangan jamur ini terbatas pada lingkungan yang dingin, yaitu pada suhu 2-20°C dengan menunjukkan gejala klinis antara lain kulit ikan kasar seperti ampelas karena infeksi menembus bawah kulit dan jaringan, granuloma bulat kecil pada kulit dan berwarna kehitaman yang dapat berkembang menjadi borok, adanya granuloma yang mengandung kista spora besar bereaksi positif (*periodic acid-schiff reaction*), jaringan yang terinfeksi menjadi bengkak disertai luka berwarna putih kelabu, dan juga ditemukan hifa dengan

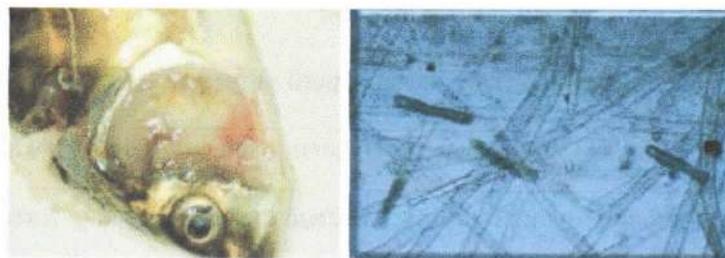
bentuk tidak beraturan. Bentuk serangan dan morfologi *Ichtyosporidium* sp disajikan pada Gambar 34.



Gambar 34. Bentuk Serangan dan Morfologi *Ichtyosporidium* sp

E. Penyakit *Branchiomyces* sp

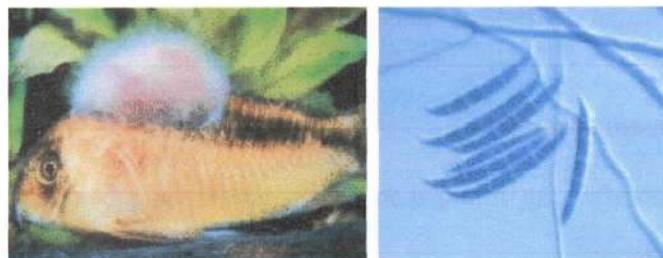
Jenis jamur lain yang juga memberi andil dalam serangan penyakit ikan adalah *Branchiomyces* sp. *Branchiomyces* sp merupakan agen penyebab penyakit *branchiomycosis* yang dikenal dengan nama penyakit busuk insang (*gill rot*). Jamur ini banyak dijumpai di kolam dimana proses pembusukan tanaman terjadi besar-besaran pada suhu di atas 20°C dan menyerang pada insang ikan atau di luar saluran darah dan sering menyebabkan *necrosis* di sekitar jaringan. Gejala klinis yang diakibatkan oleh serangannya antara lain gangguan pernafasan karena *necrosis* pada insang akibat trombosis, pergerakan laterik, insang tampak bergaris-garis dan terdapat bercak-bercak pucat, jaringan mati di sekitar daerah yang terinfeksi, dan menyebabkan mortalitas yang tinggi. Bentuk serangan dan morfologi *Branchiomyces* sp disajikan pada Gambar 35.



Gambar 35. Bentuk Serangan dan Morfologi *Branchiomyces* sp

F. Penyakit *Fusarium* sp

Jamur *Fusarium* sp sering tumbuh pada bahan pangan dan sulit diidentifikasi karena penampakan pertumbuhannya bervariasi. Ciri-ciri spesifik jamur ini adalah terbentuknya makrokonidia yang berbentuk seperti pedang dan terdiri dari beberapa sel serta berwarna, kadang-kadang terbentuk mikrokonidia yang terdiri dari satu sel berbentuk oval dan tumbuh secara terpisah atau membentuk rantai. Jamur *Fusarium* sp adalah patogen oportunistik yang menyerang *Penaeids* dan bisa menyebabkan infeksi pada udang konsumsi lainnya melalui stress atau kepadatan terlalu tinggi. Gejala klinis serangan jamur *Fusarium* sp antara lain penampakan *black spot* yang dapat menyebabkan kematian juvenil udang dan infeksi biasanya dimulai pada jaringan yang rusak atau luka seperti insang. Infeksi jamur ini juga dapat menyebabkan penyakit pada ikan-ikan lainnya. Bentuk serangan dan morfologi *Fusarium* sp disajikan pada Gambar 36.



Gambar 36. Bentuk Serangan dan Morfologi *Fusarium* sp

G. Penyakit *Exophiala* sp

Exophiala sp merupakan jamur dematiaceous terisolasi dari tanah, bahan kayu yang membusuk, tanaman, dan air segar. Genus *Exophiala* terdiri atas banyak spesies, seperti *E. castellanii*, *E. jeanselmei* (yang saat ini memiliki dua varietas yaitu *E.*

jeanselmei var. *Heteromorpha* dan *E. jeanselmei corni* var. *Lecanii*), *E. moniliae*, *E. pisciphila*, *E. salmonis*, *E. spinifera*, dan *E. werneckii*.

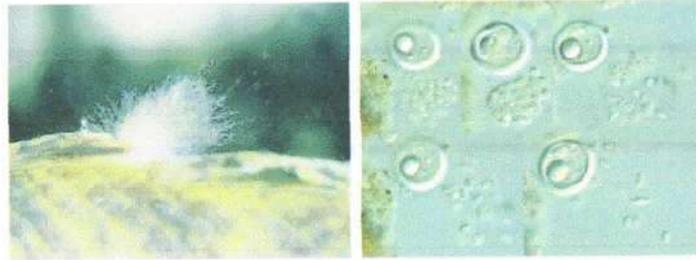
Pada ikan, spesies *E. salmonis* dan *E. psychrophila* menyebabkan penyakit pada beragam ikan air tawar dan air laut seperti *E. salmo* yang merupakan agen patogen pada ikan salmoid. Gejala klinis serangan *Exophiala* sp antara lain mengalami melanosis dan bergerak laterik, terkadang ditemukan nodul-nodul pada kulit dengan *granuloma* berwarna putih kekuningan pada organ dalam seperti hati, ginjal, dan limpa, serta terjadi pembesaran ginjal posterior. Bentuk serangan dan morfologi *Exophiala* sp disajikan pada Gambar 37.



Gambar 37. Bentuk Serangan dan Morfologi *Exophiala* sp

H. Penyakit *Leganedium* sp

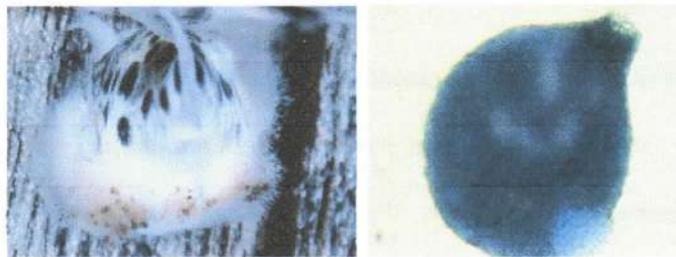
Jamur *Leganedium* sp merupakan koloni jamur yang berfilamen dengan warna keputih-putihan. Proses pelepasan *zoospore* terjadi setelah gelembung terpisah dari pembuluh, dan pertumbuhannya sangat cepat. Jamur ini lebih cenderung sebagai parasit fakultatif daripada obligat dan merupakan agen pembawa *mycosis* udang. Gejala klinis yang ditimbulkan antara lain kista berkecambah dan masuk melalui karapas, pertahanan inang, dan miselia tumbuh ke dalam jaringan syaraf dan kulit, otak, dan mata. Selain itu, terjadi kehilangan kemampuan nokturnal, kehilangan keseimbangan, dan kelumpuhan abdomen. Bentuk serangan dan morfologi *Leganedium* sp disajikan pada Gambar 38.



Gambar 38. Bentuk Serangan dan Morfologi *Leganedium* sp

I. Penyakit *Phoma* sp

Jamur jenis *Phoma* sp merupakan bagian dari kelompok jamur yang banyak ditemukan di tanah dan secara periodik menyerang akar tanaman, dan membuat warna pada tanaman. Serangan jamur *Phoma* sp lebih disebabkan karena tanah kolam tempat ikan dibudidaya terkontaminasi spora *Phoma* sp yang menyerang akar tanaman sehingga mengurangi kualitas tanah. Serangan jamur ini dapat mencemari perairan sehingga memberi kontribusi terhadap penyakit yang menyerang ikan. Gejala klinis serangan *Phoma* sp antara lain terbentuknya hifa serta warna koloni tampak lebih gelap dan berwarna pada inang yang diinfeksi. Bentuk serangan *Phoma* sp dan morfologi *Phoma* sp disajikan pada Gambar 39.



Gambar 39. Bentuk Serangan dan Morfologi *Phoma* sp

Di dalam pengembangan sektor budidaya perairan, membudidayakan perairan adalah hal yang utama. Hal ini berarti bahwa suatu kelompok organisme yang dibudidayakan dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal apabila lingkungan perairan tersebut dipelihara atau dibudidayakan kualitasnya sehingga menjadi lingkungan yang optimal bagi tumbuh kembang organisme perairan tersebut. Kualitas air turut serta memberi pengaruh juga terhadap keberadaan organisme patogen, termasuk parasit yang dapat menyebabkan penyakit pada ikan. Oleh karena itu, salah satu cara yang dapat dilakukan di dalam proses pengendalian penyakit ikan adalah rekayasa lingkungan sehingga tidak menjadi media inkubasi bagi bibit penyakit. Selain itu, pengendalian penyakit dapat dilakukan dengan pemberian obat-obatan, baik kimiawi maupun alami, serta dapat juga dilakukan pemberian imunostimulan guna meningkatkan daya tahan tubuh (sistem imun) ikan. Sejumlah obat-obatan dapat digunakan untuk menghambat aktivitas parasit, seperti *malachite green*, *methylene blue*, garam, dan sebagainya.

Seiring perkembangan keilmuan dalam bidang penyakit dan bahan alami, penggunaan obat-obatan kimia berangsur-angsur mulai dikurangi dan dialihkan dengan penggunaan bahan alami. Pemakaian obat-obatan kimia dalam waktu lama dan secara terus-menerus dengan dosis atau konsentrasi yang kurang atau tidak tepat dapat akan menimbulkan masalah baru berupa meningkatnya resistensi agen infeksius terhadap

bahan tersebut. Masalah lain yang ditimbulkan adalah bahaya terhadap lingkungan perairan, organisme, serta manusia yang mengonsumsi. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, perlu ada alternatif bahan obat yang lebih aman yang dapat digunakan dalam pengendalian penyakit ikan. Salah satu alternatifnya adalah dengan menggunakan tumbuhan obat tradisional yang bersifat antiparasit, antijamur, antibakteri, dan antiviral. Beberapa tanaman obat yang diketahui dapat digunakan untuk pencegahan dan penanggulangan penyakit bakterial, viral, fungal, maupun parasit karena bahan aktifnya antara lain daun sirih, daun sambiloto, daun jambu biji, buah mengkudu, daun pepaya, kunyit, bawang putih, jintan, kencur, dan tanaman obat lainnya. Beberapa keuntungan menggunakan tumbuhan obat tradisional antara lain relatif lebih aman, mudah diperoleh, murah, tidak menimbulkan resistensi, dan relatif tidak berbahaya terhadap lingkungan dan organisme penggunaannya.

Cara penanggulangan penyakit ikan dengan menggunakan obat-obatan kimiawi ataupun alami dapat dilakukan di dalam bak (*tank treatment*) maupun di kolam atau tambak (*pond treatment*). Beberapa teknik yang digunakan di dalam *treatment* tersebut antara lain:

1. Jangka Pendek

Penanggulangan penyakit parasit ikan jangka pendek (*short duration*) dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode perendaman (*dip method*) dan metode pembilasan (*rapis method*). Metode perendaman dilakukan dengan memakai dosis pada konsentrasi yang relatif lebih tinggi dalam jangka waktu yang singkat, tidak lebih dari beberapa detik. Ikan yang diobati dengan cara ini dimasukkan ke dalam jaring dan dicelupkan. Cara ini diterapkan pada pengobatan ikan dan telur ikan yang sensitif terhadap obat-obatan. Sedangkan metode pembilasan dilakukan dengan memakai

konsentrasi yang juga relatif tinggi, lalu dibilas, dan sekaligus dilakukan penggantian air. Pada umumnya, cara ini diterapkan untuk melakukan *treatment* pada telur ikan.

2. Jangka Panjang

Penanggulangan penyakit parasit ikan jangka panjang (*prolonged treatment*) dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode pemandian (*bath method*) dan perlakuan dengan aliran air tetap (*constant flow treatment*). Metode pengobatan dengan cara pemandian dilakukan sekitar 1 jam. Selama pengobatan ikan selalu diamati dan aerasi juga terus-menerus diberikan selama proses pengobatan (pemandian). Metode perlakuan dengan aliran air tetap dilakukan dengan menggunakan alat aliran air tetap (*constant flow apparatus*) selama sekitar 1 jam.

3. Jangka Waktu Tak Terbatas

Metode pengobatan ikan sakit dalam jangka waktu tak terbatas (*indefinite treatment*) umumnya dipakai untuk pengobatan di kolam, tambak, atau bak-bak yang berukuran besar. Bahan kimia yang digunakan dalam dosis yang rendah untuk jangka waktu yang lama dan dibiarkan berkurang atau bereaksi dengan sendirinya. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah penyuntikan. Pengobatan melalui penyuntikan biasanya dilakukan untuk ikan-ikan yang berukuran besar atau induk-induk ikan. Penyuntikan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu *intra peritoneal* (IP) atau penyuntikan dilakukan pada bagian belakang dari rongga perut dan tepat di depan sirip perut (diusahakan agar tidak melukai organ internal ikan) serta *intra muscular* (IM) atau penyuntikan yang dilakukan pada bagian tengah otot punggung dekat sirip punggung (kurang lebih tiga sisik di bawah ujung belakang sirip punggung), pada otot di bawah sirip dada, atau di samping anus.

Perlakuan pada pakan dapat digunakan sebagai media pengobatan ataupun peningkatan respon imun ikan. Obat atau imunostimulan dicampurkan ke dalam pakan sesuai dengan dosis sesaat sebelum makanan diberikan. Selain pakan, *treatment* lainnya adalah penyemprotan dimana penanggulangan penyakit dengan penyemprotan menggunakan bahan kimia, seperti pestida. Pengobatan dengan pestida ini hanya dilakukan sebagai cara terakhir, setelah cara yang lain tidak yang efektif. Beberapa media pengobatan ataupun imunostimulan sudah sering digunakan, terutama berasal dari bahan kimiawi. Meskipun demikian, obat-obat dan imunostimulan alami sudah mulai dikembangkan sebagai alternatif metode pengobatan maupun sebagai imunostimulan yang aman dan ramah lingkungan.

A. Metil Biru (*Methylene Blue*)

Metil biru merupakan pewarna thiazine yang sering digunakan sebagai bakterisidal dan fungsidal pada budidaya ikan di akuarium. Metil biru mampu menghambat serangan agen infeksius di perairan. Metil biru diketahui efektif untuk pengobatan parasit *Ichthyophthirius* sp (*white spot*) dan jamur yang menyerang telur ikan.

Metil biru berfungsi sebagai profilaktik untuk mencegah serangan jamur pada telur, dosis yang dianjurkan adalah 2 mg/liter. *Treatment* yang dilakukan adalah penambahan metil biru pada bak pemijahan setetes demi setetes dan larutan tersebut dibiarkan secara merata di dalam air. Penambahan metil biru dihentikan apabila air akuarium telah berwarna kebiruan atau biru jernih (tembus pandang). Perlakuan ini cukup dilakukan sekali dan kemudian dibiarkan sampai warna terdegradasi secara alami. Hal ini bertujuan agar telur menetas dan burayak makan untuk pertama kali diharapkan sudah tidak akan terpengaruh oleh keberadaan metil biru tersebut. Setelah

telur menetas, penggantian air sebanyak 5% setiap hari dapat dilakukan untuk membantu mengurangi kadar metil biru dalam air tersebut serta juga membantu mengurangi akumulasi bahan organik dan amonium yang mungkin terbentuk dalam bak pemijahan. Pada beberapa spesies ikan yang memiliki waktu inkubasi telur lebih dari 4 hari, maka pemberian larutan metil biru dapat diberikan setiap dua hari atau tiga hari sekali.

Di beberapa tempat, penggunaan bahan ini sudah semakin tidak populer karena diketahui mempunyai pengaruh buruk terhadap filtrasi biologi dan kemampuan warnanya untuk melekat pada kulit, pakaian, dekorasi akuarium, dan peralatan lainnya termasuk lem akuarium, dan juga tanaman air.

B. Kalium Permanganat (PK)

Kalium permanganat (PK) merupakan suatu oksidator kuat yang sering digunakan untuk mengobati penyakit ikan akibat parasit, jamur, maupun bakteri. Kalium permanganat (KMnO_4) merupakan alkali kaustik yang akan terdisosiasi dalam air membentuk ion permanganat (MnO_4^-) dan mangan oksida (MnO_2) yang bersamaan dengan terbentuknya molekul oksigen elemental. Oleh karena itu, efek utama bahan ini adalah sebagai oksidator.

Kalium permanganat efektif mencegah serangan *Saprolegnia* sp, *Costia* sp, *Chilodinella* sp, *Ichthyophthirius* sp, *Trichodina* sp, *Gyrodactylus* sp dan *Dactylogyrus* sp, *Argulus* sp, *Piscicola* sp, *Lernea* sp, bakteri *Edwardsiella* sp, *Aeromonas* sp, dan *Pseudomonas* sp. Kalium permanganat sebagai bahan aktif beracun yang mampu membunuh berbagai sumber penyakit dengan merusak dinding sel melalui proses oksidasi. Meskipun demikian, untuk pengobatan ikan di akuarium tidak sepenuhnya dianjurkan menggunakan kalium permanganat karena diketahui banyak spesies ikan

hias yang sensitif terhadap bahan kimia ini. Penggunaannya perlu dilakukan dengan hati-hati karena tingkat keracunannya sedikit lebih tinggi. Tingkat keracunan kalium permanganat secara umum akan meningkat pada lingkungan akuarium yang alkalin. Oleh karena itu, penggunaan kalium permanganat harus dilakukan dengan dosis yang tepat. Selain itu, keberadaan mangan oksida membentuk kompleks protein pada permukaan epithelium sehingga menyebabkan warna coklat pada ikan dan sirip.

Kalium permanganat sebagai terapi perendaman bersifat sangat kaustik yang menyebabkan penggumpalan *necrosis* (ditandai dengan memutihnya jaringan yang mati) pada sirip. Kerusakan insang juga dapat terjadi sehingga menyebabkan kematian pada ikan beberapa minggu kemudian setelah dilakukan terapi perendaman. Ikan mas koki lebih sensitif terhadap kalium permanganat sebagai terapi perendaman dibandingkan dengan spesies lainnya. Berdasarkan alasan tersebut, maka sering tidak direkomendasikan menggunakan kalium permanganat sebagai terapi perendaman dan juga dikarenakan efek terapeutiknya tidak lebih baik dibandingkan dengan terapi terus-menerus dengan dosis 2-4 ppm.

C. Garam Ikan

Garam ikan berupa kristal berwarna putih ini sudah sangat lama dikenal oleh para akuaris. Garam ikan yang dimaksud adalah garam NaCl dimana secara sekilas akan terlihat sama rupa dan rasanya dengan garam dapur. Perbedaan utama antara garam ikan dan garam dapur atau garam meja adalah pada kemurniannya. Garam ikan hanya mengandung NaCl saja karena keberadaan bahan lain pada garam ini dikhawatirkan akan mempunyai dampak yang tidak diinginkan pada ikan. Sedangkan garam dapur telah mengalami pengkayaan dengan berbagai bahan lain yang diperlukan oleh manusia, seperti iodium atau bahan lainnya. Iodium termasuk mineral yang juga diperlukan oleh

ikan, akan tetapi kehadiran bahan lain yang tidak diketahui dapat menimbulkan kekhawatiran akibat dampak yang tidak diinginkan.

Pemberian garam ikan termasuk *treatment* yang aman bagi ikan dan manusia. Garam akan membantu menyeimbangkan kembali proses osmoregulasi dan menstimulasi daya tahan tubuh atau imun ikan terhadap penyakit yang dideritanya. Pada tahap tertentu diketahui garam mampu memblokir efek nitrit. Nitrit di dalam air dapat terserap ke dalam sistem peredaran darah ikan yang mengakibatkan penyakit darah coklat kerana kemampuan darah untuk membawa oksigen menjadi menurun.

Garam ikan juga mampu membunuh sumber penyakit infeksius. Garam ikan (NaCl) apabila terurai menjadi ion Na^+ dan Cl^- dimana Cl^- dapat bersifat racun bagi mikroorganisme. Selain itu, garam dapat merusak cairan sitoplasma sel mikroorganisme sehingga dapat mengganggu metabolisme sel mikroorganisme. Penggunaan garam sebagai profilaktik atau tonik (jamu) dianjurkan sebanyak 1-2 sendok teh garam per 4 liter air. Pada pengobatan infeksi jamur dan bakteri diperlukan larutan garam dengan konsentrasi 1%. Pemberian larutan garam hendaknya diberikan secara sedikit demi sedikit sehingga konsentrasi tersebut akan tercapai setelah 24-48 jam.

Konsentrasi awal larutan dapat dimulai pada tingkat 0,1-0,2% dan secara teratur garam ditambahkan pada selang waktu tertentu, misalnya setiap 3-4 jam sekali. Apabila pada saat peningkatan konsentrasi garam ikan mengalami stress, maka perlakuan dapat dihentikan dan kemudian ganti air sebagian sehingga konsentrasi garam turun ke tingkat semula.

Penggunaan garam untuk mengurangi pengaruh nitrit dosis yang dianjurkan adalah sebanyak 1 gram/liter air. Perlakuan untuk melepaskan lintah pada ikan dapat dilakukan dengan merendam ikan yang bersangkutan secara singkat dalam larutan

garam 2,5%. Perendaman pada dosis demikian akan menyebabkan lintah melepaskan diri dari tubuh ikan. Meskipun demikian, larutan ini tidak akan membunuh lintah itu sendiri. Sedangkan untuk pengobatan terhadap infeksi *Piscinoodinium* sp (*velvet*) dapat dilakukan dengan perendaman jangka panjang dalam larutan garam dengan konsentrasi 10 gram per 45 liter air.

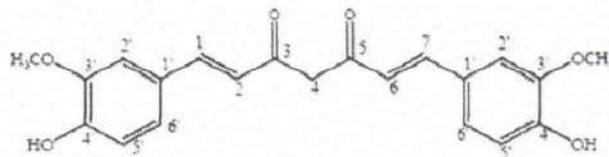
D. Kunyit

Kunyit (*Curcuma longa* Linn. atau *Curcuma domestica* Val.) merupakan salah satu tanaman rempah dan obat yang banyak ditemui di wilayah Asia, khususnya Asia Tenggara. Tanaman ini biasanya digunakan sebagai pelengkap bumbu masakan, jamu, imunostimulan untuk menjaga kesehatan, dan juga untuk merawat kecantikan.

Kunyit memiliki kandungan senyawa berkhasiat obat yang dikenal dengan zat kurkuminoid yang merupakan senyawa diarilheptanoid 3-4% yang terdiri atas curcumin, dihidrokurkumin, desmetoksikurkumin, dan bisdesmetoksikurkumin. Selain itu, kunyit juga mengandung minyak atsiri 2-5% yang terdiri dari seskuiterpen dan turunan fenilpropana turmeron (aril-turmeron, alpha turmeron, dan beta turmeron), kurlon kurkumol, atlanton, bisabolen, seskuifellandren, zingiberin, aril kurkumen, dan humulen. Kandungan lain dari kunyit antara lain arabinosa, fruktosa, glukosa, pati, tannin, dammar, serta mineral seperti magnesium, besi, mangan, kalsium, natrium, kalium, timbal, seng, kobalt, aluminium, dan bismuth.

Bagian kunyit yang sering dimanfaatkan manusia sebagai obat adalah rimpang yang berfungsi sebagai antikoagulan, antiedemik, menurunkan tekanan darah, obat malaria, obat cacing, obat sakit perut, memperbanyak ASI, stimulan, mengobati keseleo, memar, rematik, antihepatotoksik, enthelmintik, antiedemik, analgesi, antiinflamasi, dan antioksidan.

Curcumin (1,7-bis (4'hidroksi-3 metoksifenil)-1,6 heptadien, 3,5-dion ialah senyawa penting dari kunyit yang memberikan warna kuning khas. Curcumin termasuk golongan senyawa polifenol dengan struktur kimia mirip asam ferulat yang banyak digunakan sebagai penguat rasa pada industri makanan. Curcumin tidak larut dalam air tetapi larut dalam etanol atau dimetilsulfoksida (DMSO). Struktur curcumin kunyit disajikan pada Gambar 40.



Gambar 40. Struktur Kimia Curcumin

E. Jambu Biji

Jambu biji (*Psidium guajava L.*) berasal dari Amerika Tengah. Tanaman ini dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Pada umumnya ditanam di pekarangan dan di ladang-ladang dan merupakan tanaman perdu yang bercabang banyak, tingginya dapat mencapai 12 m, dan besarnya buah bervariasi dari yang berdiameter 2,5 cm sampai dengan lebih dari 10 cm. Jambu biji dikelompokkan ke dalam buah yang mengandung vitamin C tinggi dan vitamin A. Kandungan vitamin C pada jambu biji mencapai puncaknya menjelang matang. Jambu biji dipercaya bisa meningkatkan kadar trombosit darah, meningkatkan daya tubuh, dan berperan sebagai antioksidan.

Jambu biji juga mengandung tannin yang menimbulkan rasa sepat pada buah. Tannin berfungsi memperlancar sistem pencernaan, sirkulasi darah, dan berguna untuk mencegah virus. Di dalam jambu biji juga ditemukan likopen, yaitu zat non gizi potensial lain selain serat yang merupakan karotenoid (pigmen penting dalam tanaman)

yang terdapat dalam darah (0,5 mol/liter darah) serta memiliki aktivitas antioksidan, dan memberikan perlindungan pada tubuh dari beberapa jenis kanker. Kandungan kimia yang juga terdapat di dalam daun jambu biji antara lain asam psidiloat, asam ursolat, asam krategolat, asam oleanolat, asam guaiavolat, kuersetin dan minyak atsiri.

F. Jintan Hitam

Jintan hitam berasal dari Mediterania (sekitar Laut Tengah), sebelum tersebar ke berbagai belahan dunia, termasuk ke Asia. Jintan hitam memiliki ukuran kecil yang tidak lebih dari 3 mm dan berserabut. Jintan hitam termasuk dalam Family *Buttercup* (*Ranunculaceae*). Terdapat dua jenis tanaman ini, yakni jintan yang berwarna ungu hitam kebiruan dan putih. Orang-orang di tanah Arab telah mengenal jintan hitam lebih dari 2.000 tahun lalu. Mereka memanfaatkan tanaman ini untuk mengatasi berbagai gangguan kesehatan, misalnya sakit gigi, flu, dan nyeri sendi. Selain itu, Kemampuan herbalnya dapat mengobati penyakit yang berhubungan dengan sistem pernapasan, saluran pencernaan, serta untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Jintan hitam juga mengandung 15 macam asam amino, protein, karbohidrat, minyak volatil, crude fiber, kalsium, potasium, besi, magnesium, selenium, serta sejumlah vitamin A, B1, B2, B6, C, dan E.

Di Arab, jintan hitam dikenal sebagai *habbatus sauda* (biji yang menyenangkan) atau *habbatul baraka* (biji yang membawa berkah). Bagi kaum muslim, jintan hitam merupakan tanaman obat yang sangat dianjurkan oleh Nabi Muhammad SAW melalui sebuah hadist "Tetaplah berobat dengan habbatus sauda karena sesungguhnya ia bisa mengobati semua penyakit, kecuali kematian". Oleh karenanya, tanaman bernama latin *Nigella sativa L.* ini masuk dalam daftar obat alami di buku Al-Tibb al-Nabawi atau pengobatan cara Nabi.

Tahun 1960, Mahfouz dan Badr EI-Dakhakhny peneliti Mesir mengisolasi zat aktif nigellone dan thymoquinone dari minyak atsiri jintan hitam. Nigellone mencegah terjadinya kejang otot dan melebarkan saluran pernapasan sehingga jintan hitam berkhasiat untuk penyakit pernapasan. Nigellone juga bersifat antihistamin sehingga membantu mengurangi alergi. Sedangkan thymoquinone berkhasiat antiradang, antinyeri, antileukimia, dan mengurangi racun tubuh. Jintan hitam kaya nutrisi yang mendukung imunitas tubuh, termasuk interferon yang membantu penyembuhan kanker, serta mengandung asam lemak tak jenuh dan asam lemak esensial. Sejumlah senyawa aktif lain juga ditemukan di dalam jintan (*Nigella sativa L.*). Berdasarkan penelitian Nickavar *et al.*, (2003) didapatkan lebih dari 30 jenis senyawa aktif dari jintan seperti tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Chemical Composition Of The Volatile Constituents Of *Nigella sativa L.*

Compound	RI	Percentage
n-Nonane	901	1,7
3-Methyl nonane	931	0,3
1,3,5-Trimethyl benzene	969	0,5
n-Decane	1001	0,4
1-Methyl-3-propylbenzene	1052	0,5
1-Ethyl-2,3-dimethyl benzene	1087	0,2
n-Tetradecane	1400	0,2
n-Hexadecane	1600	0,2
Nonterpenoid hydrocarbones		4,0
a-Thujene	928	2,4
a-Pinene	935	1,2
Sabinene	975	1,4
b-Pinene	979	1,3
Myrcene	992	0,4
a-Phellandrene	1007	0,6
p-Cymene	1026	14,8
Limonene	1030	4,3
γ-Terpinene	1059	0,5
Monoterpenoid hydrocarbons		26,9
Fenchone	1097	1,1
Dihydrocarvone	1206	0,3

Carvone	1245	4,0
Thymoquinone	1251	0,6
Monoterpenoid ketones		6,0
Terpinen-4-ol	1179	0,7
p-Cymene-8-ol	1186	0,4
Carvacrol	1302	1,6
Monoterpenoid alcohols		2,7
α -Longipinene	1353	0,3
Longifolene	1408	0,7
Sesquiterpenoid hydrocarbones		1,0
Estragole	1200	1,9
Anisaldehyde	1255	1,7
trans-Anethole	1289	38,3
Myristicin	1523	1,4
Dill apiole	1627	1,8
Apiole	1684	1,0
Phenyl propanoid compounds		46,1
Total compounds		86,7

Sumber: Nickavar *et al.*, (2003)

G. Sirih

Sirih (*Piper betle L.*) merupakan tanaman yang berkhasiat sebagai bahan obat. Penggunaan sirih untuk mengobati berbagai macam jenis penyakit telah dilakukan beberapa puluh tahun yang lalu secara tradisional. Penggunaan sirih sebagai bahan obat mempunyai dasar yang kuat karena adanya kandungan minyak atsiri dengan komponen phenol alam yang mempunyai daya antiseptik yang kuat.

Daun sirih berkhasiat sebagai penahan pendarahan, obat luka pada kulit, memperbaiki selera makan dan rasa, juga berfungsi sebagai antiseptik, bakterisidal, dan fungisida. Kandungan kimia yang terdapat dalam daun sirih, yaitu saponin berguna sebagai antiradang, serta senyawa alkaloid, flavonoida, dan polifenol yang bekerja pada syaraf pusat, merangsang terjadinya proliferasi dan diferensiasi imunokompeten, antiseptik, dan antiradang. Selain itu, minyak atsiri daun sirih mengandung sekitar 30% fenol, terdiri atas chavikol dan chavibetol yang berguna sebagai antiradang dan bersifat

bakterisidal yang sangat kuat. Daun sirih juga sering digunakan untuk menyembuhkan luka karena mengandung styptic yang berfungsi untuk menahan terjadinya pendarahan dan vulnerary untuk menyembuhkan luka pada kulit.

Kandungan persenyawaan fenol, seperti euganol, chavicol, chavibetol, dan allypyrocatechol pada daun sirih juga berfungsi sebagai antiseptik. Selain itu, daun sirih memiliki kandungan tannin yang bermanfaat mengurangi sekresi cairan, melindungi fungsi hati, dan mencegah infeksi bakteri. Pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi 3,5-4% dapat meningkatkan kelulushidupan benih dan mencegah serangan *Aeromonas* sp.

H. Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum*) adalah herba semusim berumpun yang mempunyai ketinggian sekitar 60 cm. Batang bawang putih berupa batang semu dan berwarna hijau, bagian bawahnya bersiung-siung dan bergabung menjadi umbi besar berwarna putih, tiap siung terbungkus kulit tipis dan apabila diiris akan menghasilkan bau yang sangat tajam, daunnya berbentuk pita (pipih memanjang), tepi rata, ujung runcing, beralur, panjang 60 cm dan lebar 1,5 cm, berakar serabut, bunga berwarna putih, serta bertangkai panjang.

Bawang putih dipercaya memiliki kemampuan menghambat aktivitas agen infeksius penyebab penyakit. Bawang putih mengandung beberapa komponen senyawa aktif seperti asam amino, mineral, vitamin, minyak atsiri dengan zat mengandung sulfur (allyl disulfide, allyl trisulfide, dan lain sebagainya), alliin, ajoene, fruktosa dan glukosa. Bawang putih memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar kolesterol

plasma darah, menghambat agregasi trombosit, meningkatkan aktivitas fibrinolitik, menghambat atherogenesis, dan menurunkan tekanan darah.

Minyak atsiri bawang putih mengandung antioksidan yang berperan dalam menghambat atherogenesis. Antioksidan yang terkandung di dalam minyak atsiri juga berperan dalam menghambat cedera endotel. Selain itu, bawang putih memiliki kandungan allicin dan aliin berkaitan dengan daya antikolesterol yang dapat mencegah penyakit jantung koroner dan tekanan darah tinggi. Senyawa diallyl polysulfide merupakan komponen organosulfur yang terdapat dalam minyak atsiri bawang putih yang terdiri atas beberapa senyawa allyl seperti diallyl disulfide (DADS), diallyl trisulfide, metilallyl disulfide, metilallyl trisulfide dengan presentase terbanyak adalah DADS yang bekerja sebagai antioksidan dengan cara mengurangi jumlah radikal bebas dalam sirkulasi sehingga pembentukan lipid peroksida dan *low density lipopolisakarida* (LDL) teroksidasi berkurang.

Umbi batang bawang putih juga mengandung zat-zat, seperti kalsium yang bersifat menenangkan sehingga cocok sebagai pencegah stress, saltivine yang dapat mempercepat pertumbuhan sel dan jaringan serta merangsang susunan sel syaraf, diallylsulfide dan alilpropil-disulfida yang berperan sebagai anticacing, dan mineral lainnya seperti belerang, fosfor, dan besi, serta vitamin A, B₁, dan C.

Kandungan sulfur yang terkandung dalam bawang putih membuatnya memiliki bau dan rasa khas yang dapat meningkatkan dan mempercepat kegiatan membran mucous di saluran pernapasan, membantu melegakan pemampatan, dan mengeluarkan lendir. Bawang putih mentah mengandung phytochemical yang dapat membantu membunuh bakteri dan virus penyebab penyakit.

I. Kencur

Kencur (*Kaempferia galanga*) termasuk Suku *Zingiberaceae*. Rimpang kencur mengandung pati (4,14%), mineral (13,73%), dan minyak atsiri (0,02%) berupa sineol, asam metil kanil dan penta dekaan, asam cinnamic, ethyl aster, asam sinamic, borneol, kamphene, paraeumarin, asam anisic, alkaloid, dan gum. Kandungan bahan aktif lain dari kencur adalah cineol, borneol, 3-carene, camphene, kaempferol, kaempferide, cinnamaldehyde, serta p-methoxycinnaamic acid, ethyl cinnamate, dan ethyl p-methoxycinnamate yang dapat menghambat oksidase monoamin dan menunjukkan aktivitas anticacing. Khasiat kencur sebagai antiprotozoa juga didapatkan setelah dilakukan serangkaian pengujian terhadap sejumlah parasit, seperti *Acanthamoeba culbertsoni*, *Acanthamoeba castellanii*, dan *Acanthamoeba polyphaga* yang menyebabkan *granulomatous amebic encephalitis*.

J. Sambiloto

Sambiloto (*Andrographis paniculata*) adalah sejenis tanaman herbal dari Family *Acanthaceae* yang berasal dari Negara India dan Sri Lanka. Sambiloto juga dapat dijumpai di daerah lainnya, seperti Indonesia, Malaysia, Thailand, serta beberapa tempat di Benua Amerika. Genus *Andrographis* memiliki 28 spesies herbal, namun hanya sedikit yang berkhasiat medis dimana salah satunya adalah *Andrographis paniculata* (sambiloto). Daun sambiloto banyak mengandung senyawa laktone yang terdiri atas deoksiandrografolid, andrografolid (zat pahit), neoandrografolid, 14-deoksi-11-12-didehidroandrografolid, homoandrografolid, flavoid, alkene, keton, aldehyd, dan mineral (kalium, kalsium, dan natrium). Selain itu juga mengandung dammar, flavotiod, polimetatoksivaf flavon, pan, ikkulin, serta mono-O-metilwhitin, apigenin-7,4 dimetileter, dan andrographolide yang terbukti berkhasiat sebagai hepatoprotektor.

Andrographolide yang merupakan senyawa lakton diterpenoid bisiklik, memiliki kemampuan melindungi hati (hepatoprotektif) karena terbukti mampu melindungi hati dari efek negatif galaktosamin dan parasetamol. Khasiat ini berkaitan erat dengan aktivitas enzim-enzim metabolik tertentu, seperti ekspresi CDK₄ (*cyclin dependent kinase 4*) pemicu sel kanker. Andrographolide juga memiliki khasiat meningkatkan sistem imun tubuh dengan cara meningkatkan pembelahan limfosit dan produksi interleukin-2.

K. Antibiotik

Penggunaan antibiotika sudah semakin dikurangi seiring dengan informasi terkait dengan efek samping yang ditimbulkan oleh antibiotik, baik terhadap lingkungan, ikan, dan manusia. Sejumlah antibiotik yang sering digunakan di dalam sektor budidaya perairan antara lain chloramphenicol, nitrofurantoin, ronidazol, metronidazol, dimetronidazol, oxytetracyclin, chlorpromazon, nitromidazol, serta chloroform, malachite green, dan formalin.

Menteri Kelautan dan Perikanan tahun 2003 telah mengatur tentang klasifikasi obat yang dapat digunakan maupun dilarang untuk digunakan di dalam sektor perikanan melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.20/MEN/2003. Di dalam keputusan tersebut dijelaskan bahwa obat ikan terdiri atas obat keras, obat bebas terbatas, obat bebas, dan zat aktif yang dilarang beredar dan dipergunakan untuk obat ikan.

Obat keras dikelompokkan dalam daftar O dan G adalah obat ikan yang apabila pemakaiannya tidak sesuai dengan ketentuan dapat menimbulkan bahaya bagi ikan, lingkungan, dan/atau manusia yang memakan ikan tersebut, dan cara memperolehnya harus dengan resep dokter hewan. Obat bebas terbatas didefinisikan sebagai obat keras

untuk ikan yang diperlakukan sebagai obat bebas bagi jenis ikan tertentu dengan ketentuan disediakan dalam jumlah, aturan dosis, bentuk sediaan, cara pemakaian tertentu serta diberi tanda peringatan khusus, dan cara memperolehnya dengan resep dokter. Obat bebas merupakan obat ikan yang dapat dipakai secara bebas dan cara memperolehnya tanpa harus dengan resep dokter. Sedangkan zat aktif yang dilarang beredar dan dipergunakan untuk obat ikan adalah zat aktif yang dilarang beredar dan dipergunakan sebagai obat ikan, karena penggunaan zat tersebut akan menimbulkan residu yang berdampak negatif pada ikan dan masyarakat pengguna. Jenis dan daftar obat ikan yang diatur berdasarkan keputusan menteri kelautan dan perikanan tertera pada Tabel 6.

(a) Malachite Green

Malachite green merupakan pewarna *triphenylmethane* dari kelompok rasamilin. Malachite green juga merupakan bahan kimia yang sering digunakan untuk mengobati berbagai penyakit dan parasit dari golongan protozoa, seperti *Ichtyobodo* sp, *Trichodina* sp, *Ichthyophthirius* sp, dan juga berfungsi sebagai fungisidal. Malachite green mempunyai efek sinergis apabila diberikan secara bersama-sama dengan formalin dimana berfungsi sebagai disinfektan pada telur ikan dengan dosis 5 ppm selama 10 menit atau pada ikan dengan menggunakan dosis campuran 0,05-0,1 ppm malachite green dan 10-25 ppm formalin.

Seiring waktu, penggunaan malachite green memiliki indikasi menurun. Malachite green diketahui dapat bersifat racun terhadap burayak ikan, beberapa jenis tetra, dan beberapa jenis catfish. Beberapa penyimpangan hasil perlakuan dengan malachite green dapat terjadi apabila perlakuan dilakukan pada pH air di atas 9 atau apabila temperatur air di atas 21°C. Selain itu, malachite green dapat menimbulkan

akibat buruk bagi kesehatan manusia apabila terhirup, akibat buruk pada filter biologi, tanaman air, serta beberapa jenis ikan tidak toleran terhadap malachite green. Warna malachite green juga bisa melekat pada tangan, baju, dan peralatan akuarium, termasuk plastik. Penggunaan malachite green dalam bentuk serbuk atau tepung sebaiknya dihindari dan disarankan untuk menggunakan malachite green dalam bentuk larutan jadi dengan konsentrasi 1% dan telah terbebas dari unsur seng.

Tabel 6. Jenis dan Daftar Obat Ikan Sesuai dengan Klasifikasinya

I. Jenis-Jenis Obat Keras			
A. Antibiotika tersebut di bawah ini serta derivat-derivat dan garam-garamnya			
1. Albucid, sodium;	8. Chlortetracycline;	16. Fosfomicina;	24. Novobiocin;
2. Ampicillin, sodium;	9. Cloxacillin, sodium;	17. Furpyridinol;	25. Oleandomycin;
3. Ampicillin Thrihydrate;	10. Colistin Sulfate;	18. Gentamycin sulfate;	26. Oxolinic Acid (Quinolon);
4. Aureomycin;	11. Cycloserine;	19. Griseofulvin;	27. Paromomycin;
5. Bacitracin;	12. Doxycycline Hyclate;	20. Kanamycin;	28. Penicilin, Potasium;
6. Carbenicilin disodium;	13. Emtrysidina;	21. Lincomycin;	29. Polymyxin B, Sulfate.
7. Cephaloridine;	14. Enrofloxacin;	22. Methacillin sodium;	
	15. Erythromycin;	23. Neomycin;	
B. Sulfonamida tersebut di bawah ini serta derivat-derivat dan garam-garamnya			
1. Albucid, sodium;	3. Sulfadimethoxine Sodium;	5. Sulfanonomethixine;	7. Sulfisoxazole;
2. Sulfadiazine;	4. Sulfamethazine, Sodium;	6. Sulfanilamide;	8. Trimethoprim.
C. Obat-obat anti bakteri yang lain tersebut di bawah ini serta derivat-derivat dan garam-garamnya			
1. Acriflavine (hydrochloride dan neutral);	2. Basic Bright Green, Oxalate;	3. Benzetonium chlorida;	5. Merthiolate;
		4. Cloxacillin, Sodium	6. Nifurpyrimol
			7. Nifurprazine HCL.
D. Obat-obat antelmintika tersebut di bawah ini serta derivat-derivat dangaram garamnya			
Antimony Potassium tartrate			
E. Obat-obat anti protozoa tersebut di bawah ini serta derivat-derivat dan garam-garamnya			
Acetarsone			
F. Obat-obat anestesi tersebut di bawah ini serta derivat-derivat dan garam garamnya			
1. Ether;	2. MS-22 (tricaine methanesulfonate);	3. Propoxate;	4. Quinaldine sulfate.

G. Vaksin		
1. Vaksin Aeromonas;	2. Vaksin Vibrio.	
H. Immunostimulan (Sediaan Biologi)		
1. LPS;	2. Glucan	
I. Hormon:		
17 - Methyl		
II. JENIS-JENIS OBAT BEBAS TERBATAS		
A. Desinfektan		
1. Acriflavine;	5. Chloramine - B;	9. Paraformaldehyde;
2. Benzalkonium chloride;	6. Copper sulfate;	10. Phenoxethol;
3. Boric acid;	7. Formalin (37-40%);	11. Silvol;
4. Calcium hypochlorite (kaport);	8. Iodophors;	12. Sodium hypochloride;
B. Antiseptik		
1. Betanaphtho	2. Chloramine - T;	3. Potassium permanganate (PK, KMnO4)
C. Antibakteri		
1. Atabrine, hydrochloride;	2. Basic Bright Green, oxalate;	3. Malachite Green, zinc free oxalate.
D. Antelmintika		
1. Niclosamide;	2. PicricAcid.	
E. Feed Additive (imbuhan pakan ikan/udang)		
1. Avilamisina;	8. Kolistin sulfat feed grade;	15. Salinomycin (natrium);
2. Avoparsina;	9. Lasaloid;	16. Spiramycin (base, embonat);
3. Bacitracin zinc;	10. Linkomisin hidroklorida;	17. Tiamulin hidrogen fumarat;
4. Enramisina;	11. Maduramisina;	18. Tilocyn;
5. Flavomisina;		22. Butyrorate;
6. HygromycinB;		23. Clopidol;
		24. Decoquinat;
		25. Ethopabate;
		26. Halquinaol;
		27. Olakuinol;

	7. Kitasamycin;	12. Monensin (natrium); 13. Narasin; 14. Nistatin;	19. Virginiamycin; 20. Akloamide; 21. Amrolium;	28. Sulfantran.
III. JENIS-JENIS OBAT BEBAS				
A. Desinfektan dan Antiseptik				
	1. Calcium chloride;	2. Calcium nitrate;	3. Lysol; 4. Rivanol	5. Hydrogen Peroxida (H ₂ O ₂) dengan konsentrasi < 3%.
B. Antiprotozoa				
	1. Calcium carbonate (CaCO ₃);		2. Sodium Chloride (NaCl (garam dapur))	
C. Antelmintika				
	Garlic.			
IV. ZAT AKTIF YANG DILARANG BEREDAR DAN DIPERGUNAKAN SEBAGAI OBAT IKAN				
	1. Nitrofurran, termasuk Furazolidone dan derivat-derivatnya;	4. Chloramphenicol, termasuk derivat-derivatnya dan garam-garamnya;	5. Choliciclin; 6. Chlorpromazone; 7. Trichlorfon;	8. Dimetildazole; 9. Metronidazole; 10. Aristolochia
	2. Ronidozol;			
	3. Dapson;			

Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan (2003)

(b) Formalin

Formalin merupakan larutan komersial dengan konsentrasi 37-40% dari formaldehid. Bahan ini biasanya digunakan sebagai antiseptik, germisidal, dan pengawet. Formalin diketahui sering digunakan dan efektif dalam pengobatan penyakit akibat ektoparasit seperti fluke dan kulit berlendir. Meskipun demikian, bahan ini juga sangat beracun bagi ikan. Ambang batas amannya sangat rendah sehingga terkadang ikan yang diobati malah mati akibat formalin daripada akibat penyakitnya.

Dosis penggunaan formalin bervariasi tergantung pada spesies ikannya. Setiap spesies akan memiliki toleransi berbeda terhadap formalin. Dengan demikian, pemberian dosis formalin harus disesuaikan dengan toleransi ikan terhadap bahan tersebut. Penggunaan formalin dalam perlakuan jangka pendek harus diawasi dengan benar dan perlakuan dihentikan apabila ikan sudah mulai menunjukkan gejala stress, seperti gangguan pernafasan yang tersengal-sengal (megap-megap) atau meloncat-loncat. Dosis untuk perlakuan jangka panjang untuk pengobatan akibat infestasi ektoparasit kecil penyebab kulit berlendir adalah 0,15-0,25 ml per 10 liter air. Setelah 2-3 hari, ikan dikembalikan pada akuarium semula. Pada perlakuan jangka pendek untuk pengobatan akibat serangan ektoparasi besar penyebab fluke, dosis yang digunakan adalah 2 ml per 10 liter air dan dilakukan perendaman selama maksimal 30 menit atau bahkan kurang apabila ikan segera menunjukkan gejala stress.

Formalin merupakan salah satu bahan aktif yang dilarang penggunaannya. Formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungannya dalam tubuh tinggi, maka akan bereaksi secara kimia dengan

hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan fungsi sel, menyebabkan sel mati, dan keracunan pada tubuh. Selain itu, kandungan formalin yang tinggi juga menyebabkan iritasi lambung, alergi, bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker) dan mutagen (menyebabkan perubahan fungsi sel/jaringan), serta menyebabkan muntah, diare bercampur darah, dan kematian akibat kegagalan peredaran darah.

(c) Metronidazol dan di-metrinidazol

Metronidazol dan di-metrinidazol adalah obat antimikroba yang dibuat dan dikembangkan untuk melawan bakteri-bakteri anaerob dan protozoa. Di dalam dunia ikan hias, diketahui, obat ini biasa digunakan untuk mengobati *hexamitiasis*. Dosis metronidazol yang disarankan adalah 10 ppm. Obat ini biasanya berbentuk tablet dengan kadar 250 mg/tablet. Sebelum digunakan, tumbuk halus tablet tersebut dan campur dengan air. Selanjutnya, sesuai dengan takaran yang diperlukan, masukan larutan tersebut kedalam akuarium. Perlakuan ini harus diulang selang sehari sebanyak 3 ulangan.. Apabila ikan yang terjangkit masih mau makan, disarankan agar metronidazol diberikan secara oral, yaitu dicampurkan pada pakan mereka. Dosis yang direkomendasikan adalah 1% berat.

Di-metronidazol diberikan pada dosis 5 ppm dengan teknik seperti halnya cara pemberian metronidazol, tetapi ulangan dilakukan dengan selang 3 hari atau 4 hari sekali. Pada kasus berat, pengobatan dapat dilakukan dengan perendaman selama 48 jam dengan dosis 0.004%.

(d) Oxytetracycline

Oxytetracyclin merupakan kelompok antibiotika yang merupakan derivat senyawa hidronaftalen. Oxytetracyclin bersifat bakteriostatik dengan mekanisme penghambatan sintesi protein melalui proses pengikatan unit ribosoma sel

mikroorganisme 30S hingga mencegah terbentuknya amino asetil RNA. Aktivitas antibiotika ini adalah sangat lebar dan meliputi hampir semua bakteri gram positif dan gram negatif patogen, spirocheta, protozoa, dan virus.

Oxytetracycline bekerja dengan mengganggu kemampuan bakteri untuk memproduksi protein yang penting untuk bakteri. Tanpa protein, bakteri tidak dapat tumbuh, berkembangbiak dan melakukan aktivitas metabolisme lainnya. Oleh karena itu, oxytetracycline menghentikan penyebaran infeksi dan bakteri yang tersisa akan dibunuh oleh sistem kekebalan tubuh melalui respon imun tubuh. Oxytetracycline adalah antibiotik dengan spektrum luas yang aktif terhadap berbagai macam spesies bakteri. Dosis yang diberikan sebanyak 10-20 mg oxytetracycline/kg berat badan ikan melalui penyuntikan, diberikan melalui pakan sebanyak 60-75 mg/kg berat badan/hari yang diberikan selama 7-14 hari, atau diberikan perlakuan perendaman selama 5 hari dengan dosis 20-100 ppm. Meskipun oxytetracyclin tidak termasuk ke dalam sepuluh obat-obatan yang dilarang penggunaannya di dalam budidaya, penggunaan oxytetracyclin dikurangi karena dikhawatirkan memiliki efek samping yang serupa dengan antibiotik lainnya.

Penggunaan bahan alami untuk mengobati maupun mencegah penyakit pada ikan, termasuk parasit perlu dikembangkan seiring dengan semakin berkurang dan dilarangnya penggunaan bahan kimia. Efek samping yang dihasilkan oleh bahan alami dapat dikatakan tidak signifikan terhadap kerusakan lingkungan, resistensi bibit penyakit, residu yang tidak terakumulasi di dalam jaringan atau organ, dan aman baik komoditas budidaya maupun konsumen.

- Abubakar, E. M. 2009. Efficacy Of Crude Extracts Of Garlic (*Allium sativum* Linn.) Against Nosocomial *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa*. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 3(4), pp. 179-185, April, 2009. ISSN 1996-0875© 2009 Academic Journals
- Afianto, E dan E. Liviawaty. 1992. Pengendalian Hama Dan Penyakit Ikan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Akanji, M. A., O. S. Adeyemi., S. O. Oguntoye., dan F. Sulyman. 2009. Psidium Guajava Extract Reduces Trypanosomosis Associated Lipid Peroxidation And Raises Glutathione Concentrations In Infected Animals. EXCLI Journal 2009;8:148-154 – ISSN 1611-2156.
- Anggraini, W. 2008. Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* linn.) Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Bobadilla, A. S. 2008. Living Off A Fish: A Trade-Off Between Parasites And The Immune System. Fish and Shellfish Immunology (2008). doi: 10.1016/j.fsi.2008.03.018
- Collins. C. M., K. Olstad., E. Sterud., C. S. Jones., L. R. Noble., T. A. Mo., dan C. O. Cunningham. 2007. Isolation Of A Novel Fish Thymidylate Kinase Gene. Upregulated In Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Following Infection With The Monogenean Parasite *Gyrodactylus salaris*. Fish & Shellfish Immunology 23 (2007). doi: 10.1016/j.fsi.2007.03.001
- Daelami, D. A. S. 2006. Agar Ikan Sehat. Penebar Swadaya. Jakarta
- Dezfuli B. S., G. Giovinazzo., A. Lui., dan L. Giari. 2007. Inflammatory Response To *Dentitruncus Truttae* (*Acanthocephala*) In The Intestine Of Brown Trout. Fish and Shellfish Immunology (2007). doi: 10.1016/j.fsi.2007.11.013

- Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. PT Gramedia. Jakarta
- Faruq, A., Segawa, Susumu., Yokota., Masashi., Watanabe., dan Seiichi. 2008. Effect Of Light On Oxygen Consumption And Ammonia Excretion In *Haliotis discus discus*, *H. gigantea*, *H. madaka* And Their Hybrids. *Aquaculture* (2008). doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.03.040
- Ghufran, M. H. Kordi. K. 2004. Penanggulangan Hama Dan Penyakit Ikan. Penerbit Rineka Cipta dan Penerbit Bina Adiaksara. Jakarta
- Ghufran, M. H. Kordi. K dan A. B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Gonzalez, S. F., K. Buchmann., dan M. E. Nielsen. Real-Time Gene Expression Analysis In Carp (*Cyprinus carpio* L.) Skin: Inflammatory Responses Caused By The Ectoparasite *Ichthyophthirius multifiliis*. *Fish & Shellfish Immunology* 22 (2007) 641e650. doi:10.1016/j.fsi.2006.08.011
- Kanjanapothi, D., A. Panthong., N. Lertprasertsuke., T. Taesotikul., C. Rujjanawate., D. Kaewpinit., R. Sudthayakorn., W. Choochote., U. Chaithong., A. Jitpakdi., dan B. Pitasawat. 2004. Toxicity of crude rhizome extract of *Kaempferia galanga* L. (Proh Hom). *Journal of Ethnopharmacology* 90 (2004) 359–365. doi: 10.1016/j.jep.2003.10.020.
- Khanam, M dan Z. F. Dewan. 2008. Effects Of The Crude And The n-Hexane Extract Of *Nigella sativa* Linn.(kalajira) Upon Diabetic Rats. *A Journal of the Bangladesh Pharmacological Society (BDPS) Bangladesh J Pharmacol* 2008; 4: 17-20. ISSN: 1991-007X (Print); 1991-0088 (Online). doi: 10.3329/bjp.v4i1.951.
- Lamas, J. M. L. Sanmartin., A. I. Parama., R. Castro., S. Cabaleiro., M. V. R. D. Ocenda., J. L. Barja., dan J. Leiro. 2008. Optimization Of An Inactivated Vaccine Against A Scuticociliate Parasite Of Turbot: Effect Of Antigen, Formalin, And Adjuvant Concentration On Antibody Response And Protection Against The Pathogen. *Aquaculture* (2008). doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.03.015
- Lesmana, D. S. 2005. Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar. Penebar Swadaya. Jakarta

- Luz, R. K., R. M. M. Álvarez., N. D. Pedro., dan M. J. Delgado. 2008. Growth, Food Intake Regulation And Metabolic Adaptations In Goldfish (*Carassius auratus*) Exposed To Different Salinities. *Aquaculture* 276 (2008). doi:10.1016/j.aquaculture.2008.01.042
- Munoz, P., A. Cuesta., F. Athanassopoulou., H. Golomazou., S. Crespo., F. Padros., A. S. Bobadilla., G. Albinana., M.A. Esteban., P. A. Pellitero., dan J. Meseguer. 2007. Sharpshout Sea Bream (*Diplodus puntazzo*) Humoral Immune Response Against The Parasite *Enteromyxum leei* (Myxozoa). *Fish & Shellfish Immunology* 23 (2007). doi:10.1016/j.fsi.2007.01.014
- Nickavar, B., F. Mojab., K. Javidnia., dan M. A. R. Amoli. 2003. Chemical Composition Of The Fixed And Volatile Oils Of *Nigella sativa* L. From Iran. Verlag der Zeitschrift für Naturforschung, Tübingen.
- Paperna dan M. Smirnova. 1997. Branchiomyces-like infection in a cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*, *Cichlidae*). *Disease Of Aquatic Organism*. Vol 31: 233-238.
- Pathak, A. K. 2009. Effect Of *Trypanosoma* spp. On Nutritional Status And Performance Of Livestock. *Veterinary World* Vol. 2 No.11, November 2009.
- Phansawan, B dan S. Pongbangpho. 2007. Antioxidant Capacities of *Pueraria mirifica*, *Stevia rebaudiana* Bertoni, *Curcuma longa* Linn., *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees. And *Cassia alata* Linn. for the Development of Dietary Supplement. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 41 : 548 - 554 (2007).
- Pelczar, M. J dan E. C. S. Chan. *Elements Of Microbiology*. McGraw-Hill Book Company. New York. Diterjemahkan oleh Hadioetomo, R. S., T. Imas., S. S. Tjitrosomo., dan S. L. Angka. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Rosenblum, E. S., T. T. Robbins., B. B. Scott., S. Nelson., C. Juhasz., A. Craigmill., R. S. Tjeerdema., J. D. Moore., dan C. S. Friedman. 2008. Efficacy, Tissue Distribution, And Residue Depletion Of Oxytetracycline In Ws-Rlp Infected California Red Abalone *Haliotis rufescens*. *Aquaculture* (2008). doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.03.005
- Sanjay, J. S., S. Shrivastava., S. Nayak., dan S. Sumbhate. 2007. PHCOG MAG.: Plant Review Recent trends in *Curcuma Longa* Linn. *Pharmacognosy Reviews* Vol 1, Issue 1, Jan-May, 2007

- Swennes, A. G., R. C. Findly, dan H. W. Dickerson. 2006. Cross-Immunity And Antibody Responses To Different Immobilisation Serotypes Of *Ichthyophthirius multifiliis*. *Fish & Shellfish Immunology* 22 (2007). doi:10.1016/j.fsi.2006.07.005
- Welker, T. L., C. Lim., M. Y. Aksoy., dan P. H. Klesius. 2006. Growth, Immune Function, And Disease And Stress Resistance Of Juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed Graded Levels Of Bovine Lactoferrin. *Aquaculture* 262. doi:10.1016/j.aquaculture.2006.09.036
- Xu, D. H., P. H. Klesius., dan C. A. Shoemaker. 2008. Protective Immunity Of Nile Tilapia Against *Ichthyophthirius Multifiliis* Post-Immunization With Live Theronts And Sonicated Trophonts. *Fish & Shellfish Immunology* (2008). doi:10.1016/j.fsi.2008.03.012