



PRINSIP-PRINSIP DIAGNOSA DAN MANAJEMEN KESEHATAN IKAN

SLAMET BUDI PRAYITNO
ALFABETIAN HARJUNO CONDRU HADITOMO
DESRINA
SARJITO

DEPARTEMEN AKUAKULTUR
UNIVERSITAS DIPONEGORO



**PRINSIP-PRINSIP
DIAGNOSA DAN MANAJEMEN KESEHATAN
IKAN**



Oleh:
**SLAMET BUDI PRAYITNO
ALFABETIAN HARJUNO CONDRO HADITOMO
DESRINA
SARJITO**

Departemen Akuakultur

BADAN PENERBIT UNIVERSITAS DIPONEGORO

All right reserved

No part of this book may be produced in any form, by photostat, micro film, retrieval system, or any other means, without the written permission of Badan Penerbit Universitas Diponegoro (except in the case of brief quotation for criticism or review).

Prinsip-Prinsip Diagnosa dan Manajemen Kesehatan Ikan by S. Budi Prayitno, A. Harjuno Condro Haditomo Desrina and Sarjito

KATA PENGANTAR

Perikanan Budidaya dalam 3 dasawarsa terakhir telah mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Intensifikasi dan peningkatan produksi budidaya secara bersama akan meningkatkan resiko terjadinya penyakit ikan.

Kelestarian sumberdaya ikan merupakan jaminan keberlangsungan usaha dan keanekaragaman hayati perikanan Indonesia. Oleh karena itu prinsip-prinsip diagnosa dan manajemen kesehatan ikan sangat penting untuk mengetahui secara dini abnormalitas pada ikan budidaya dan mengelola sehingga kesehatan ikan dapat dipertahankan sampai akhir pemeliharaan.

Keadaan ini mendorong ilmu pengetahuan hama dan penyakit ikan beserta metoda diagnosa, pencegahan dan pengobatan penyakit menjadi sangat penting. Pencegahan melalui pendekatan biosekuriti dan kemampuan melakukan deteksi dini terhadap gejala penyakit merupakan kunci awal dari suksesnya budidaya perikanan.

Menyadari akan pentingnya pengetahuan tentang diagnosa penyakit dan pengelolaan kesehatan ikan, maka buku ini diterbitkan sebagai salah satu referensi pada mata kuliah Manajemen Kesehatan Ikan.

Melihat kenyataan dilapangan, berbagai standar prosedur budidaya belum banyak dilakukan oleh petugas dilapangan, maka penulis tergerak untuk menyusun sebuah buku tentang prinsip-prinsip diagnosa penyakit ikan secara umum, dengan harapan buku ini dapat memberikan tambahan informasi bagi pemerhati, pengusaha/petani, pelajar/mahasiswa, serta institusi lain yang bergerak dalam bidang budidaya perikanan.

Kami menyadari, meskipun buku ini telah mengalami koreksi beberapa kali, namun masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca demi sempurnanya tulisan ini, sangat penulis harapkan. Mudah-mudahan bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Semarang, Desember 2017

S. Budi Prayitno, dkk

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii	PRINSIP-PRINSIP PENGOBATAN PENYAKIT (THERAPY)	
DAFTAR ISI.....	iii	41
DAFTAR TABEL.....	iv	PENGENDALIAN PARASIT	53
DAFTAR GAMBAR	iv	Pengendalian Mekanis	53
PENDAHULUAN.....	1	Pengendalian Biologi.....	54
PRINSIP-PRINSIP DIAGNOSA PENYAKIT IKAN.....	5	PEMUSNAHAN DAN DESINFEKSI.....	55
Ikan Sehat	6	PENUTUP	56
Ikan Sakit.....	6	DAFTAR PUSTAKA.....	57
Pola Kematian Ikan	8	LAMPIRAN	61
Monitoring Status Kesehatan Ikan	10		
Metode pengambilan contoh	18		
Prosedur pengambilan contoh dilapang.....	20		
Pengangkutan dan Pengawetan Ikan	20		
PRINSIP-PRINSIP PROPHYLAKSIS PADA BUDIDAYA IKAN			
.....	24		
Aras Pertama disebut dengan Proteksi (Protection).	26		
Aras Kedua disebut Pencegahan (Prevention).....	36		

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkat Konsumsi Ikan Indonesia 2006-2010	1
Tabel 2. Jumlah Contoh Ikan Berdasarkan Prevalensi.....	13
Tabel 3. Tekanan Isotonis Udang Windu	25
Tabel 4. Konsentrasi Terkait Kesadahan di Perairan	48

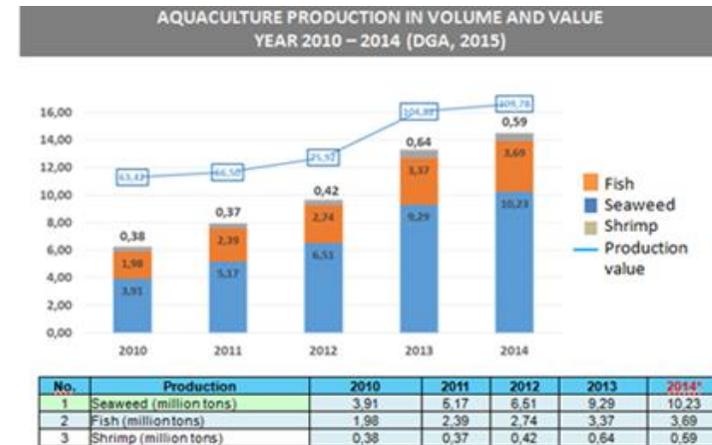
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Produksi Akuakultur di Indonesia (2010-2014)	1
Gambar 2. Pengaruh Wabah Penyakit Terhadap Produksi.....	2
Gambar 3. Sejarah Sebaran Penyakit WSSV di Indonesia	4
Gambar 4. Ikan Nila Dan Udang Vaname Normal	6
Gambar 5. Pola Kematian Ikan	9
Gambar 6. Osmoregulasi Ikan Air Tawar	25
Gambar 7. Osmoregulasi Pada Ikan Laut.....	25
Gambar 8. Bak Pengendapan (A) Filter Gravitasi.....	27
Gambar 9. Berbagai Tanaman Untuk Obat Ikan	51

PENDAHULUAN

Produksi akuakultur dunia pada tahun 2014 mencapai hampir 73.8 juta ton sedangkan dari penangkapan mencapai 93.4 juta ton (FAO 2016). Sementara akuakultur Indonesia tahun 2014 dilaporkan memproduksi 4.254 juta ton dan berkontribusi 5.77% dari total produksi akuakultur dunia (FAO, 2016).

Indonesia sebagai negara kepulauan di daerah tropis dikaruniai sumberdaya perikanan yang sangat melimpah baik dalam jumlah maupun keragaman spesiesnya. Potensi perikanan tangkap Indonesia berkisar 12 juta ton dan telah dieksploitasi 7.8 juta ton (KKP 2010). Gambar 1. menunjukkan bahwa rumput laut masih menjadi produk unggulan dan kemudian diikuti oleh ikan dan udang. Pada tahun 2010 Indonesia mampu memproduksi ikan dan udang berturut-turut sebesar 1.98 juta ton dan 380,972 ribu ton. Pada tahun 2014 diprediksi produksi ikan meningkat 49% (3.9 juta ton) dan udang sebesar 36% (592,219 ribu ton).



Sumber : Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (2014)

Gambar 1. Produksi Akuakultur di Indonesia (2010-2014)

Konsumsi ikan masyarakat Indonesia pada tahun 2006 sebesar 25.03 kg/kapita/tahun. Pada tahun 2010 diprediksi naik menjadi 30.47 kg/kapita/tahun atau naik rata-rata 5.05%/tahun (KKP, 2010). Konsumsi protein ikani ini diharapkan terus meningkat seiring dengan peningkatan produksi dan kesejahteraan masyarakat.

Tabel 1. Tingkat Konsumsi Ikan Indonesia 2006-2010

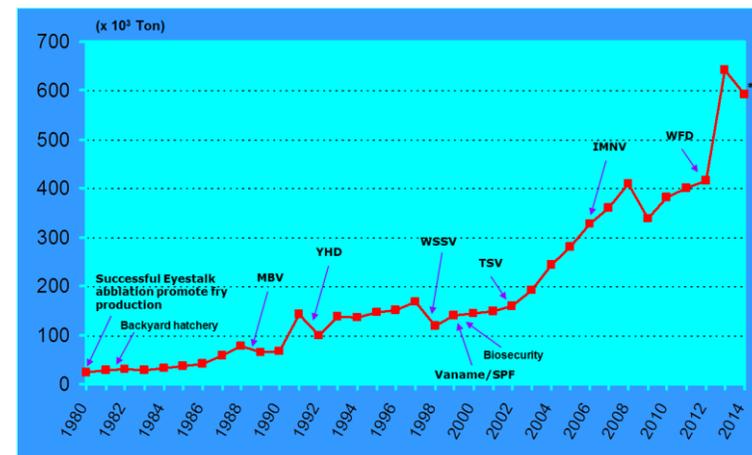
	2006	2007	2008	2009	2010*)	2006-2010	2009-2010
Konsumsi Ikan	25,03	26,00	28,00	29,08	30,47	5,05	4,78

Perkembangan produksi perikanan budidaya sebenarnya dapat meningkat jauh lebih tinggi apabila tidak diganggu adanya wabah penyakit ikan.

Pada budidaya perikanan air tawar, di era tahun 1980an terjadi kematian masal pada ikan mas akibat penyakit bakteri yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila*, dan menyebabkan kehilangan produksi lebih dari 1000 ton dalam sebulan. Pada tahun berikutnya, berbagai penyakit mengancam sumberdaya perikanan air tawar Indonesia apabila tidak dicegah pemasukkannya, dan dikendalikan persebarannya. Berbagai penyakit yang telah dan belum ada di Indonesia antara lain, *Aeromonas hydrophila* (Wahjuningrum., *et al* (2013)), *Koi Herpes Virus* (KHV) (Sunarto *et al.*, , 2005^{a,b}), *Megalocytivirus* (Shimmoto *et al.*, , 2010), *Tilapia Lake Virus* (TiLV) (Eyngor *et al.*, ,2014, Tsofack *et al.*, , 2017), *Epizootic Ulcerative Syndrome* (EUS) (Baldock *et al.*, ,2005), *Mycobacterium*, *Streptococciosis* dan berbagai penyakit jamur dan protozoa dan penyakit ikan lainnya.

Pada budidaya udang air payau tercatat beberapa penyakit juga menjadi penyebab utama terganggunya produksi, antara lain: *White Spot Syndrome Virus* (Mufidah, T dan I. Koesharyani, 2010), *Yellow Head Virus*, *Infectious Myo Necrosis*, *White Feces*

Disease (Sriurairatana *et al.*, , 2014) *White Patch Disease* (Velmurugan *et al.*, , 2015), (*Running Syndrome Disease* dan penyakit udang lainnya (Gambar 2). Pada budidaya ikan laut terdapat lebih dari 3 penyakit ikan penting yaitu *Viral Nervous Necrosis*, *Scale Drop Disease* (Nagasawa and Cruz-Lacierda, 2004).



Gambar 2. Pengaruh Wabah Penyakit Terhadap Produksi Udang Budidaya.

Produksi dan target pengembangan perikanan hanya bisa dicapai manakala cara budidaya, pencegahan penyakit, penanganan pasca produksi dan rantai pemasaran berjalan dengan baik.

Keberhasilan usaha budidaya perikanan oleh karena itu, tidak hanya ditentukan oleh banyaknya kolam yang dicitak.

Pencetakan kolam dan tambak baru tidak mengikuti proses dan prosedur yang benar, terbukti telah merusak kawasan mangrove dan keanekaragaman hayati plasma nuftah di perairan pantai. Lebih dari 4 juta Hektare mangrove di Jawa Tengah telah rusak dan di konversi menjadi areal tambak. Ekstensifikasi melalui cara ini ternyata tidak sustainable, karena sejak tahun 1990an, tambak udang intensif terus mengalami berbagai kendala dan tidak menunjukkan trend yang menggembirakan. Salah satu penyebabnya adalah daya dukung lingkungan yang sudah rusak dan jauh dibawah kemampuannya untuk menahan perubahan atas tekanan aktifitas budidaya. Faktor lain pendorong kegagalan budidaya, antara lain tersedianya benih berkualitas dalam jumlah dan waktu yang tepat; pakan yang murah, baik dan cocok; teknik dan metoda budidaya yang tepat, serta iklim dan struktur pasar yang kondusif.

Berbagai upaya telah dilakukan antara lain pemberian bimbingan teknis, dukungan dan kemudahan kredit lunak, subsidi benih dan pakan, serta kemudahan lainnya. Namun demikian masih sering terdengar kegagalan budidaya yang disebabkan oleh pengetahuan dan keterampilan pelaksana yang kurang kompeten, teknologi yang kurang berkelanjutan, lokasi yang kurang

mendukung, skala usaha yang melebihi daya dukung dan wabah penyakit.

Meskipun wabah penyakit tidak selalu disebabkan oleh faktor tunggal, yaitu patogen, akan tetapi kegagalan budidaya perikanan saat ini banyak disebabkan oleh penyakit. Wabah penyakit udang seperti *White Spot Syndrome Disease (WSSV)* telah menjadi penyakit endemik di Indonesia. Kumar *et al.*, (2013) mengatakan bahwa virus WSSV masih terdeteksi di dasar tambak, meskipun tambak telah dikering matahari selama 21 hari. Namun pada udang yang dipelihara WSSV terdeteksi pada tambak yang dikering matahari selama 19 hari dan tidak menunjukkan adanya gejala penyakit. Mamoyama *et al.*, (1998) lebih lanjut mengatakan bahwa WSSV masih infeksiif selama 40 hari di air laut.

Introduksi vaname tahun 2001 pada awalnya telah meningkatkan produksi udang sebesar 20.57% dari 159.997 Ton (2002) menjadi 192.912 Ton (2003), dan dianggap sebagai tahun kebangkitan kembali produksi udang Indonesia (FAO,2015). Namun, tahun 2006 muncul penyakit Infectious Myo Necrosis (IMNV) yang dengan cepat menyebar keseluruh Nusantara (Gambar 3).



Gambar 3. Sejarah Sebaran Penyakit WSSV di Indonesia

Pada tahun 2010 dunia dikejutkan dengan adanya penyakit udang early mortality syndrome (EMS) yang kemudian dikenal dengan *Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND). Penyakit udang vaname ini awalnya terjadi di China, Thailand, Vietnam, Malaysia dan India. Kematian bisa mencapai 70% dan terjadi pada udang usia antara 10 – 45 hari setelah tebar ke tambak. Penyakit tersebut kemudian ditetapkan oleh OIE sebagai penyakit ikan karantina yang tidak boleh ada pada udang yang diperdagangkan dalam berbagai bentuk (OIE, 2014). Larangan perdagangan tersebut diatas menyebabkan industri udang di China hampir gulung tikar dan lebih dari 30% industri udang di Thailand kolaps tahun 2012-2014.

Industri perudangan Dunia dan Indonesia, sebenarnya terus di dera dengan berbagai penyakit menyebabkan kematian masal seperti dijelaskan diatas, antara lain *WSSVD*, *Taura Syndrome*

Disease (TSD), *Infectious Myo Necrosis Virus* (IMNV) Disease (Lightner *et al*, 2004). Lebih lanjut Sunarto (2011) menyatakan bahwa penurunan produksi udang vaname selama 2 tahun dari 208.648 MT (2008) menjadi 157. 525 MT (2010) telah menurunkan pendapatan lebih dari USD 200 Juta.

Atas usaha keras dari berbagai pihak, khususnya dalam penyediaan benih bermutu, peningkatan biosecurity, dan sistem komunikasi kesehatan ikan yang baik, di akhir tahun 2010, produksi udang Indonesia meningkat tajam menjadi 352.855 MT dengan nilai lebih dari USD 2 milyar (Sunarto *et al.*, , 2011)

Wabah penyakit seperti disebutkan diatas, bukan disebabkan oleh faktor tunggal, akan tetapi merupakan hasil interaksi yang sangat kompleks antara ikan, lingkungan (internal dan eksternal), organisme penyebab penyakit (patogen).

Pencegahan dan penanggulangan penyakit ikan sangat ditentukan oleh kemampuan pelaksana/petugas mendiagnosa tanda klinis organisme budidaya dan lingkungan. Dari beberapa kunjungan lapangan dan konsultasi di daerah, banyak ditemukan bahwa selain kondisi lingkungan budidaya yang kurang mendukung, banyak pelaksana yang tidak dibekali kemampuan dan peralatan yang cukup untuk melakukan diagnosa, pencegahan

(prophylaksis) dan pemberantasan penyakit. Padahal salah satu kunci keberhasilan budidaya adalah kepekaan dan kemampuan pelaksana membangun suatu sistem deteksi dini terjadinya perubahan pada unit budidaya (*early warning system*), kemudian diikuti oleh upaya pencegahan dan penanggulangan. Pencatatan tentang apa yang terjadi selama kegiatan budidaya, beserta kejadian lain yang dianggap sepele, sangat mungkin dapat memberikan benang merah (*clue*) tentang sebab terjadinya penyakit. Keterkaitan dan ketaatan pelaksana dalam pengembangan form pencatatan tentang segala peristiwa yang terjadi selama proses budidaya belum banyak dilakukan.

Cara pengambilan contoh/sampel, kebutuhan contoh/sampel, metoda fiksasi yang tepat dan informasi yang perlu disajikan menjadi kunci deteksi secara tepat dan cepat, untuk mengetahui tanda awal penyakit, masih belum banyak diketahui. Banyak pula penyakit yang tidak mampu terdeteksi secara sempurna karena sampel yang disampaikan tidak *valid* dan tidak memenuhi persyaratan untuk analisa lebih lanjut di laboratorium.

PRINSIP-PRINSIP DIAGNOSA PENYAKIT IKAN

Diagnosa penyakit ialah suatu kegiatan mengenal, mendeteksi, mengidentifikasi abnormalitas ikan dan kemudian mencari kemungkinan penyebab terjadinya penyakit (Kabata, 1985). Kecepatan dan ketepatan diagnosa merupakan kunci dalam pencegahan dan penanggulangan wabah penyakit. Hasil diagnosa harus cepat disajikan, karena berlomba dengan waktu dan kematian ikan budidaya.

Deteksi dini atau diagnosa cepat dapat dilakukan apabila dikenali (a) tanda-tanda umum penyakit, (b) pola kematian ikan, (c) perubahan warna dan bau air, (d) standar manajemen budidaya, dan (e) pencegahan hama dan penyakit ikan dengan baik.

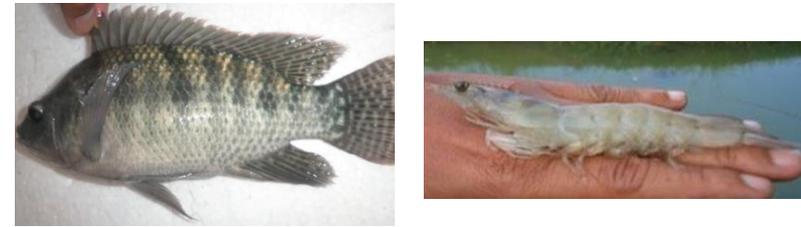
Pengetahuan tentang ikan sehat/normal sebenarnya telah dikembangkan jauh sebelum ilmu manajemen kesehatan itu dikembangkan. Pembudidaya tradisional melalui pengalaman, tukar menukar pengetahuan dan pengalaman antar pembudidaya telah dapat membedakan ikan sehat, ikan normal dan tidak normal. Namun, tidak ditulis secara sistimatis dan dipublikasikan berdasarkan kaidah dan kajian ilmiah.

Kegiatan diagnosa pada dasarnya adalah mengamati status kesehatan ikan, mengamati perubahan lingkungan, dengan tujuan mencari penyebab terjadinya perubahan untuk dapat merumuskan tindakan pencegahan dan penanggulangan penyakit.

Diagnosa penyakit dengan demikian merupakan kelanjutan dari proses monitoring status kesehatan ikan. Jadi seharusnya dilakukan secara rutin terhadap organisme budidaya.

Ikan Sehat

Ikan dikatakan sehat dan normal dapat dilihat dari setidaknya 2 aspek yaitu morfologi dan tingkah laku. Morfologi meliputi kelengkapan dan kesempurnaan organ, proporsi ukuran organ, warna dan tidak terlihat adanya abnormalitas (benjolan, perdarahan dll) (Gambar 4). Tingkah laku (*behaviour*) ditunjukkan dengan pernafasan yang teratur, berenang tenang dan tidak berkedut, tidak menggosokkan tubuhnya pada dinding kolam, perilaku makan normal, produksi lendir tidak berlebih, bergerak mengalir (*smooth*). Ikan sehat berenang dengan ritme yang mengalir. Ritme pengambilan nafas teratur dan tetap, dengan frekuensi pembukaan 40-60 kali/menit.



Gambar 4. Ikan Nila Dan Udang Vaname Normal

Udang normal memiliki perilaku tinggal didasar, tidak berenang mengelilingi kolam, warna cerah, nafsu makan normal, perut terisi pakan dengan warna coklat tua. Kelengkapan tubuh seperti rostrum, kaki renang, kaki jalan dan ekor tidak patah tidak erosi.

Benih yang sehat bisa dilihat kelengkapan organnya dibawah mikroskop. Ikan dikatakan sehat apabila seluruh organnya lengkap pada posisi, tidak patah dan ukurannya proporsional. Sedangkan tingkah laku dapat dilihat dari kemampuannya melawan arus. Caranya dengan memutar air yang berisi benih dan dibiarkan selama 30 detik. Apabila sebagian besar benih mampu melawan arus, maka benih tersebut sehat.

Ikan Sakit

Bell (1978) menyebutkan bahwa ada 3 sebab kematian populasi ikan:

1. Stres lingkungan. Kematian mendadak dan masal pada waktu tertentu biasanya disebabkan oleh deplesi (kekurangan) oksigen dan bahan beracun (*toxin*). Tingkah laku awal ikan terkena stres lingkungan antara lain berenang ke permukaan, berkumpul dekat saluran pemasukan, nafsu makan turun, meloncat, lemas dan terjadi kematian masal.

Stres lingkungan tidak hanya terbatas deplesi oksigen dan bahan beracun namun termasuk juga fluktuasi suhu, pH, plankton dan gangguan lain (getaran, goyangan, dan polutan lain). Dampak stres lingkungan karena berbagai sebab tidak mengenal umur, dan waktu. Ikan sakit karena racun biasanya tidak diikuti tanda klinis yang khas, sedangkan stress lingkungan karena bahan pencemar yang kurang toksik, menimbulkan dampak kronis dan terjadi penurunan fungsi dan proses metabolisme. Misalnya pertumbuhan lambat, terjadi deformitas tulang dll.

2. Infeksi mikroba. Mikroba yang sering menyebabkan gangguan dan kematian ikan budidaya adalah golongan protozoa, jamur, cacing, bakteri dan virus. Penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme dan parasit disebut penyakit infeksi.

Ikan memiliki sistim pertahanan tubuh yang sangat sederhana, sebagai upaya mengusir, mempertahankan diri dari infeksi. Bentuk pertahanan tersebut adalah dengan memproduksi lendir. Lendir secara fisik dapat melepaskan parasit yang menempel pada tubuh ikan. Lendir juga memiliki lysozyme yang dapat menghambat dan membunuh mikroorganisme. Produksi lendir berlebih sering digunakan sebagai indikator awal status kesehatan ikan. Apabila lendir diproduksi berlebih, ikan budidaya diduga terserang ektoparasit (protozoa) atau karena adanya bahan toksik atau polutan pada media budidaya.

Tanda klinis lebih lanjut dari infeksi parasit adalah adanya parasit yang menempel pada organ tubuh atau adanya bercak merah pada permukaan kulit.

Virus dan bakteri pada umumnya merusak organ dalam jaringan daging, kulit dan sirip ikan. Tanda klinis eksternal terserang bakteri dan virus dapat berupa kulit melepuh, insang berwarna putih atau hitam, terdapat luka borok, bercak merah (*haemorrhage, petichia*). Secara internal dapat dilihat adanya kerusakan jaringan, pembentukan jaringan ikat, nodule pada hati, daging dan usus. Secara morfologi dapat berupa

perubahan warna menjadi pucat, sirip geripis, mata buram, mata menonjol, atau tenggelam.

Berdasarkan tingkat kematiannya, ada 3 kategori yaitu; (a) Akut, kematian masal terjadi antara 24 - 36 jam, tanpa ada tanda klinis yang jelas. (b) Sub-akut, kematian masal terjadi antara 3 - 5 hari, tanpa atau sedikit terjadi tanda klinis. (c) Kronis, kematian terjadi antara 7 - 15 hari atau lebih secara bertahap dan kematian mencapai 100%.

Tanda klinis dapat dijadikan petunjuk awal dan petunjuk khusus penyebab penyakit ikan. Tanda klinis secara morfologi dapat dijadikan petunjuk penting, karena ada beberapa penyakit tertentu yang memunculkan tanda klinis khas. Misalnya infeksi *Aeromonas hydrophila* didahului dengan tanda 'haemorrhage' (bercak merah) dan 'furuncle' (benjolan seperti cacar). *Aeromonas liquifaciens sub species hydrophila* juga memiliki tanda bercak merah di perut, dan perut menggelembung.

Mengenali tanda klinis penyakit infeksi oleh mikroba merupakan langkah kunci utk mengarahkan diagnosa selanjutnya. Ikan sakit yang masih hidup atau mati segar perlu segera dibawa ke laboratorium utk diagnosa lanjut. Apabila ikan segar tidak dapat dibawa ke lab. Karena jarak, maka dapat

diambil bagian dari organ yang dicurigai terinfeksi, misalnya hati, ginjal, jantung, daging, pancreas dan usus untuk diawetkan (fiksasi). Potongan organ tersebut difiksasi pada larutan fiksasi misalnya formalin 5%, alkohol 75% dan larutan fiksasi lainnya.

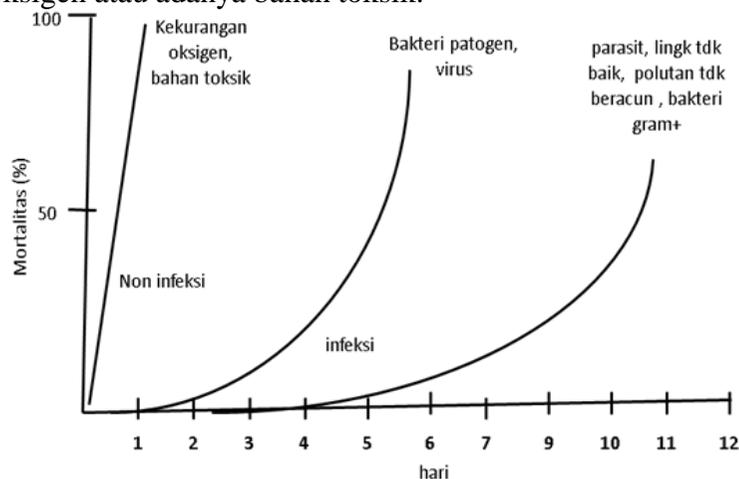
3. Infeksi metazoan. Metazoan adalah jenis parasit (cacing) dan protozoa yang masuk kedalam tubuh ikan sebagai endo parasit. Infeksi parasit metazoan biasanya bersifat kronis. Kematian berlangsung secara bertahap, setelah 6 minggu pemeliharaan tanpa tanda morfologi yang khas. Kematian tidak masal namun bisa mencapai 30 -50% sehingga mengganggu produksi. Infeksi endoparasit metazoan biasanya di dahului dengan pertumbuhan lambat, ikan lemah, berenang tidak normal, dan akhirnya muncul abnormalitas seperti mata buta, mata keluar, terdapat benjolan dan lain-lain.

Pola Kematian Ikan

Ikan budidaya tidak jarang mengalami kematian yang tidak diketahui sebabnya. Pola kematian ikan dapat memandu pembudidaya untuk mendiagnosa secara cepat tentang kemungkinan penyebab kematian ikan budidaya.

Dengan mengetahui pola kematian ikan, dapat dikenali secara dini kemungkinan penyebab dan upaya pencegahan dan penanggulangannya. Pola kematian ikan dan kemungkinan penyebabnya. Gambar tersebut akan dengan cepat memberikan panduan bagi petugas atau pembudidaya tentang kemungkinan penyebab kematian ikan budidaya.

Terdapat 3 pola kematian ikan budidaya yaitu : (a) kematian masal secara mendadak, terjadi pada malam atau pagi hari, dan hanya terjadi satu kali, sehari dan dapat mencapai 100%. Apabila ada ikan yang hidup (*survivor*) tetap hidup tanpa ada tanda-tanda penyakit. Pola kematian ini disebabkan karena kekurangan oksigen atau adanya bahan toksik.



Gambar 5. Pola Kematian Ikan

Pola kematian kedua (b) adalah kematian yang terjadi setiap hari dengan jumlah kematian yang meningkat secara tajam setiap harinya. Dalam waktu 3 – 6 hari seluruh ikan akan mati. Misalnya hari pertama mati 10-20 ekor hari kedua meningkat menjadi 50 – 100 ekor dan hari ketiga mencapai lebih dari 25%, hari ke empat 40 – 60% dan hari kelima mencapai 80%. Pola kematian ini menggambarkan adanya infeksi bakteri patogen atau virus. Ikan budidaya dengan kondisi seperti tersebut tidak dapat dilakukan pengobatan. Usaha yang paling aman, apabila sudah mencapai ukuran pasar, harus segera di panen.

Pola ketiga (c) adalah pola kematian sedikit demi sedikit, terjadi terus menerus setiap hari, pada hari ke 11 kematian mencapai lebih 50% total populasi. Kematian dengan pola ini kemungkinan disebabkan oleh ektoparasit, bakteri yang kurang patogen, atau kondisi lingkungan budidaya yang kurang mendukung.

Pencegahan dapat dilakukan dengan membeli benih bebas parasit, menyiapkan wadah budidaya dengan baik, melakukan desinfeksi dengan sempurna, memberikan garam sebanyak 25 g/m³ air selama 1 jam secara berkala dan memberikan methylene blue sebanyak 50 ppm. Perlakuan pemberian bahan kimia atau garam

tidak efektif apabila ikan budidaya terkena ektoparasit protozoa *Ichthyophthirius multifiliis* (Ich, bintik putih). Parasit ini tidak dapat dikendalikan, karena dalam siklus hidupnya terdapat fase kista yang tidak dapat mati dengan bahan kimia. Disamping itu, parasit yang menempel pada permukaan tubuh ikan, sebenarnya berada di bawah kulit. Perlakuan hanya mematikan fase perenang bebas (free living stage). Oleh karena itu, panen adalah pendekatan yang paling ekonomis. Unit budidaya harus dibersihkan dengan chlorine atau kaporit sebelum dilakukan budidaya ulang, agar kista yang tertinggal dapat mati terbakar chlorin.

Monitoring Status Kesehatan Ikan

Monitoring adalah kegiatan mengamati secara mendalam suatu kondisi unit usaha, kawasan dan sentra budidaya ikan secara berkala atau terus menerus.

Oleh karena itu, monitoring dapat dilakukan dengan mengamati satu petakan, sentra/kawasan budidaya yang menjadi miliknya, namun juga dapat diartikan sebagai pengamatan secara terus menerus dalam yang meliputi (a) satu areal, unit usaha maupun (b) daerah sentra/kawasan budidaya perikanan.

(a) Monitoring pada satu areal budidaya dilakukan oleh pekerja atau pemilik agar kondisi kesehatan ikan yang dipelihara dapat diketahui dan dilakukan usaha-usaha pencegahan dan perbaikan/penyesuaian lingkungan. Kegiatan ini merupakan bagian dari *best practices* budidaya perikanan. Sedangkan (b) monitoring terhadap penyakit tertentu pada kawasan atau daerah sentra budidaya merupakan bagian dari studi epidemiologi, yaitu suatu pengamatan untuk melihat ada atau tidaknya wabah penyakit atau terinfeksi penyakit tertentu dan atau melihat sebaran, prevalensi dan intensitas penyakit tertentu. Studi ini sangat penting untuk menera resiko dan kemungkinan faktor-faktor penyebab masuk dan tersebarnya penyakit ikan tertentu. Cameron (2007) menyatakan bahwa monitoring dan survailen dapat mengestimasi produksi, tingkat prevalensi penyakit, dan status kesehatan ikan. Monitoring terhadap penyakit tertentu, sering disebut dengan *surveillance* (survailen). Lebih lanjut dijelaskan bahwa terdapat 2 jenis survailen, yaitu survailen aktif dan survailen pasif.

Surveilan aktif adalah kegiatan pengamatan, pengumpulan data dan contoh ikan di sentra budidaya untuk mengetahui keberadaan penyakit tertentu, dan mengkaji prevalensi, intensitas

dan insidensi penyakit tersebut dalam rangka penetapan status penyakit, monitoring, strategi pencegahan dan pengendaliannya.

Sebelum melakukan survei harus ditetapkan terlebih dahulu jenis penyakit (HPI/HPIK), sebaran penyakit, tanda-tanda klinis penyakit dan cakupan wilayah yang akan di survei. Surveilans juga dapat digunakan untuk menentukan peta sebar dan potensi sebar penyakit tertentu. Surveilans aktif untuk menentukan suatu daerah bebas atau terpapar penyakit dilakukan dalam kurun waktu 1-3 tahun. Langkah ini harus cepat dilakukan, agar regulasi pencegahan dan pengendalian penyakit ikan dapat dilakukan secara dini. Berdasarkan penjelasan di atas nampak bahwa surveilans aktif, tidak sekedar kegiatan mengambil contoh ikan di lapangan. Namun diikuti dengan kegiatan wawancara terstruktur terkait identitas responden, gambaran lokasi survey (sumber air, benih dan pakan), skala usaha, implementasi prinsip budidaya, sejarah penyakit dan upaya-upaya yang telah dilakukan (penggunaan obat, probiotik, sirkulasi dll). Pada wawancara harus pula terungkap pendapat pembudidaya terkait upaya pencegahan penyakit yang dilakukan dan tingkat kesuksesannya.

Surveilans pasif adalah sebuah aktifitas memonitor status kesehatan ikan atau sebaran penyakit di suatu wilayah tertentu,

melalui edukasi, sosialisasi maupun penyebaran leaflet, pamlet dll. Kegiatan ini dimaksudkan agar masyarakat pembudidaya waspada akan ancaman penyakit ikan tertentu, dan melaporkan serta mengirimkan contoh ikan sakit kepada institusi terdekat agar secepatnya dapat dilakukan langkah identifikasi, pencegahan dan pengendalian. Surveilans pasif berlangsung secara terus menerus tanpa batas waktu. Pada berbagai publikasi kegiatan ini juga sering disebut monitoring pasif. Berdasarkan informasi yang masuk di suatu kawasan atau daerah sentra budidaya perikanan, otoritas kompeten kemudian melakukan analisa untuk kurun waktu tertentu misal 2-3 tahun berturut-turut. Apabila setelah kurun waktu tersebut tidak ditemukan adanya penyakit tertentu pada kawasan atau daerah tersebut maka dapat dinyatakan sebagai daerah bebas penyakit.

Beberapa hal yang diamati dalam monitoring kesehatan ikan adalah sebagai berikut:

- a. Ikan

Informasi tentang jenis, ukuran dan asal benih yang sehat dan terpapar penyakit, perlakuan yang sudah dilakukan perlu diketahui pada saat pengambilan contoh. Hal ini dapat dilakukan melalui

wawancara dengan teknisi/manager. Berdasarkan wawancara akan dapat diperoleh informasi tentang:

- Apakah baru-baru ini terjadi kematian masal? Kapan terjadinya, berapa kematiannya? Adakah perubahan warna dan bau pada air dan tanah? Adakah perubahan tingkah laku ikan (makan, warna, gerakan dll)? Adakah tanda-tanda klinis ikan sebelum mati? Apakah terjadi hanya pada species tertentu atau semua jenis ikan yang dipelihara?
- Apakah ikan yang sakit dan mati ada yang disimpan? Disimpan dalam keadaan segar, beku, atau difiksasi dengan media tertentu? Larutan apa yang digunakan untuk fiksasi dan konsentrasi berapa yang digunakan?
- Berapa kali atau berapa lama penyakit dan kematian masal seperti diatas telah terjadi?
- Adakah hubungannya dengan musim ? asal benih? Asal pakan?
- Apa tanda-tanda awal terjadinya penyakit tersebut (tingkah laku, nafsu makan, kelainan fisik)?
- Apakah ikan baru di treatment dengan bahan kimia?

Setelah berbagai informasi digali, kemudian dilakukan pengambilan sampel kultivan yang ada di sekitar lokasi.

Metoda pengambilan contoh ikan pada monitoring dan surveilans pada umumnya menggunakan *purposive sampling* atau *purposive random sampling*. *Purposive random sampling* dipilih agar ikan pada kolam yang memiliki gejala abnormalitas berdasarkan keterangan pemilik tidak terlewatkan. Pengambilan contoh diawali dengan memilih petakan kolam/tambak yang menunjukkan gejala sakit dan kolam sehat, setelah itu dilakukan pengambilan contoh ikan secara acak. Jumlah contoh sebaiknya berdasarkan asumsi prevalensi (tabel Amos) dan dapat mewakili status kesehatan ikan yang dipelihara.

Sebagai panduan, jumlah contoh yang diambil dari kolam/tambak/bak pemeliharaan ikan, apabila tidak ada tanda abnormalitas menggunakan panduan Amos (1985) dan Prayitno (2012) yang dimodifikasi seperti pada Tabel 2.

Ikan contoh dicatat kondisi umumnya seperti ukuran (panjang, berat), umur, tanda-tanda abnormalitas secara morfologis dan tingkah laku yang ditunjukkan saat ditangkap. Pengamatan ektoparasit dilakukan saat ikan contoh masih hidup dan dapat dilakukan dilapangan maupun di laboratorium. Ektoparasit dapat dilihat dengan cara mengambil lendir pada permukaan tubuh dengan pisau scapel dan memotong lembaran insang, kemudian

diamati dibawah. Makroparasit pada permukaan tubuh, rongga mulut dan insang dapat diamati dengan menggunakan kaca pembesar.

Jumlah ikan yang diambil sebagai contoh, ditentukan berdasarkan asumsi prevalensi atau prevalensi tahun sebelumnya (Tabel 2). Prevalensi dapat juga ditentukan berdasarkan permintaan negara tujuan untuk memastikan bahwa ikan yang akan di ekspor/ dilalulintaskan bebas parasit/penyakit tertentu.

Tabel 2. Jumlah Contoh Ikan Berdasarkan Prevalensi

Ukuran Populasi	Ukuran contoh berdasarkan Prevalensi						
	2%	5%	10%	20%	30%	40%	50%
50	50	35	20	10	7	5	2
100	75	45	23	10	9	7	6
250	110	50	25	10	9	8	7
500	130	55	26	10	9	8	7
1.000	140	55	27	10	9	9	8
1.500	140	55	27	10	9	9	8
2.000	145	60	27	10	9	9	8
4.000	145	60	27	10	9	9	8
10.000	145	60	27	10	9	9	8
>= 100.000	150	60	30	10	9	9	8

Setelah pengamatan organoleptis dan ekto-parasitologis, contoh ikan kemudian di seksio untuk kepentingan pengamatan mikroorganisme (parasit, bakteri, virus, cendawan) dan histopatologi (sesuai form isian pada Lampiran 1). Organ penting untuk pengamatan mikrobiologis dan histopatologis adalah insang, hati, ginjal, usus, jantung, limpa dan daging.

Setiap organ dipotong 1-2 cm² secara steril (diutamakan yang memiliki tanda abnormalitas) kemudian dimasukkan kedalam larutan fiksasi. Ada beberapa larutan fiksasi tergantung peruntukannya. Misalnya, (a) untuk fiksasi parasit formalin 4%, (b) jaringan organ ikan formalin 10%, (c) jaringan organ udang dengan larutan davidson's AFA yang terdiri dari 330 mL 95 etanol/ etanol absolut, 220 mL 37%-40% formaldehyde teknis, 115 mL asam asetat glacial, 335 mL akuades. Atau 62.7 mL alkohol 50%, 22 mL formalin 37%, 11.5 mL asam asetat glacial, 3.8 mL akuades selama minimal 24-48 jam. Perbandingan larutan fiksasi dan jaringan organ minimal 10:1. Setelah difiksasi dalam waktu yang cukup, kemudian dilakukan preparasi untuk pengamatan histologis.

Isolasi mikrobiologi dilakukan dengan menyentuh organ yang memiliki tanda abnormalitas dengan jarum ose steril, kemudian diulas pada media umum untuk bakteri (Nutrient Agar (NA),

Zobell atau Marine Agar, Tryptic Soy Agar (TSA)) atau untuk jamur (Zabarout Agar). Sedangkan untuk isolasi juga dapat digunakan spesifik media seperti Media Agar GSP (untuk *Aeromonas* sp. dan *Pseudomonas* sp.), media agar spesifik RS (*Aeromonas hydrophila*) serta media TCBS (untuk *Vibrios*). Koleksi hasil isolasi dapat diidentifikasi secara biokimia menggunakan API 20NE kit. Identifikasi secara molekuler sebagai konfirmatori terhadap species yang dikoleksi juga akan jauh lebih baik.

Hasil isolasi dan contoh-contoh sayatan histologi merupakan koleksi laboratorium kesehatan ikan, sebagai referensi untuk berbagai kasus dikemudian hari. Koleksi histologi ikan ini sangat penting, karena histopatologi organ ikan berbeda tergantung pada spesies, tempat hidup, umur, sudut sayatan, jenis kelamin, geografi, kematangan gonad, dan jenis pakan yang diberikan.

b. Lingkungan

Dua aspek lingkungan yang menjadi perhatian dalam diagnosa penyakit adalah : a) lingkungan budidaya dan b) fisika-kimia air.

a) *Lingkungan budidaya*

Lingkungan budidaya didefinisikan sebagai kondisi sekitar dimana ikan dipelihara pada fasilitas yang diamati. Lingkungan budidaya ini mencakup sumber air, aktifitas masyarakat sekitar lokasi budidaya, aktifitas industri yang mengeluarkan limbah ke lokasi budidaya, aktifitas budidaya disekitar lokasi.

Dalam rangka untuk melihat faktor penyebab, analisis resiko terpapar dan menyebarnya penyakit; beberapa aspek di kawasan budidaya perlu digali dan dikumpulkan informasinya sebagai bahan diagnosa, pencegahan dan penanggulangan penyakit. Aspek lingkungan yang perlu diamati adalah : (1) Tipe, ukuran dan lokasi budidaya, (2) Kedalaman air, (3) Sumber air, (4) Tanaman air, (5) Dasar kolam, (6) Keadaan sekitar, (7) Kepadatan populasi, (8) Keberadaan organisme lain, (9) Perubahan lingkungan sebelum terjadi wabah.

(1) Tipe, ukuran dan lokasi budidaya. Tipe budidaya bisa berupa kolam, bak pemeliharaan, karamba, akuarium. Ukuran dari unit budidaya meliputi ukuran satuan budidaya dan jumlah total lokasi budidaya beserta tipe budidaya yang terserang penyakit.

Lokasi budidaya bisa di danau, rawa, bendungan, penampung air, kubangan, daerah mangrove, karamba apung dan karamba tancap.

Jarak antara fasilitas budidaya dengan pemukiman penduduk, kegiatan pertanian dan hutan sangat berpengaruh terhadap resiko pencemaran dan kesuksesan budidaya. Oleh karena itu, layout kawasan budidaya perlu dibuat sebagai bahan analisis.

(2) Kedalaman air. Kedalaman kolam budidaya berkisar antara 80 - 125 cm, tergantung pada spesies dan usia ikan yang dipelihara. Budidaya ikan bandeng dan udang tradisional misalnya, kedalaman air hanya 60-80 cm sedangkan pada budidaya udang intensif dan super intensif, kedalaman air berkisar antara 150 – 250 cm. Pada budidaya lele intensif dengan menggunakan terpal maupun di kolam kedalaman air berkisar 80-150 cm, namun pada pendederan lele hanya membutuhkan kedalaman air 40-60 cm. Berbeda dengan kolam pemeliharaan ikan patin secara intensif memiliki kedalaman mencapai 400 cm. Untuk kolam pemeliharaan benih dan fingerling untuk berbagai spesies berkisar 25-50 cm, sedangkan bak penampung air memiliki kedalaman sampai 300 cm.

Kolam dengan kedalaman air kurang dari 50 cm apabila tidak terlindung dari sinar matahari dapat menyebabkan perubahan suhu

lebih dari 5⁰C, ikan jadi stress. Akibat kenaikan suhu dapat menyebabkan fluktuasi oksigen dan pH harian cukup tinggi. Ikan dan udang yang dipelihara pada kolam dangkal, dapat menyebabkan kematian masal karena (perubahan suhu) kenaikan suhu dan terbakar (*sun burn*).

(3) Sumber air. Air merupakan media hidup mutlak bagi ikan. Namun air juga merupakan media terbaik bagi patogen, sehingga air perlu dievaluasi potensinya sebagai reservoir penyakit.

Perjalanan air dari sumber sampai ke fasilitas budidaya merupakan fenomena menarik yang perlu diwaspadai. Air yang melintas kawasan industri atau pemukiman padat penduduk sangat mungkin membawa limbah yang merugikan kehidupan dan pertumbuhan ikan.

Sentra budidaya di dekat pemukiman padat sering dijumpai adanya buangan deterjen, sampah plastik, sampah organik, air keruh, kadar bakteri coli tinggi. Sedangkan sentra budidaya yang berdekatan dengan industri batik misalnya, air kolam sering mengandung pewarna, malam dan phenol. Sebaliknya sentra budidaya yang berdekatan dengan industri tapioka, seperti Kabupaten Pati, airnya berbau anyir sebagai hasil fermentasi limbah tapioka, akibatnya pH air rata-rata dibawah 5.8.

Sumber air untuk budidaya yang baik dapat berasal dari sumber mata air (*spring water*), air sumur (*bore hole water*), sumur dalam (*arthetis water*), air sungai dan air irigasi pertanian. Mata air dan sumur dalam biasanya miskin plankton, namun bisa tinggi kadar gas nitrogennya. Sedangkan air sumur sering masih tinggi kadar bahan organiknya. Air sungai dan irigasi biasanya mengandung cukup banyak plankton dan bahan organik. Sumber air tersebut diatas akan menentukan jenis pencegahan awal agar tidak terjadi penyakit karena kualitas air. Misalnya; *gas bubble disease*.

(4) Tanaman air. Tanaman air dapat berfungsi sebagai pakan ikan, pelindung ikan dan pensuplai oksigen. Tanaman juga dapat sebagai substrat telur, dan tempat menempel parasit, sehingga keberadaan vegetasi air harus dihubungkan dengan siklus hidup parasit.

(5) Dasar kolam. Dasar kolam dan konsistensi sedimen perlu dicatat, karena ada beberapa ikan yang mengais dasar kolam untuk mencari makan. Keadaan ini dapat menyebabkan insang terkotori. Ikan yang terinfeksi ektoparasit sering menggosokkan tubuhnya ke dasar dan dinding kolam, akibatnya ikan terluka dan terjadi infeksi sekunder (jamur, bakteri).

(6) Keadaan sekitar. Keadaan sekitar meliputi (a) jarak dengan pemukiman, tingkat pencemaran buangan rumah tangga, (b) bahan yang dipakai untuk membuat tanggul, kemiringan, kekuatan, ketinggian khususnya terhadap banjir dan kemudahan perbaikan, (c) pohon disekitar kolam, selain sebagai pelindung, juga merupakan tempat tinggal burung. Burung dapat sebagai predator dan pembawa parasit.

(7) Kepadatan populasi. Jumlah ikan persatuan luas atau volume disebut dengan kepadatan. Kepadatan ikan harus disesuaikan dengan sistem budidaya (intensif, semi intensif dan sederhana), kelimpahan oksigen, makanan alami, rentang suhu, kerapatan vegetasi air, dan ketersediaan dan pergantian air. Kepadatan ikan akan meningkat seiring dengan intensifikasi budidaya. Misalnya, kepadatan ikan nila pada teknologi sederhana berkisar $0.5 - 1 \text{ kg/m}^2$ menjadi $2.5 - 5 \text{ kg/m}^2$. Untuk lele kepadatan ikan mencapai $10 - 20 \text{ kg/m}^3$. Udang vaname yang pada awal kebangkitannya mencapai kepadatan $150 - 300 \text{ ekor/m}^2$, karena kendala penyakit dan daya dukung lahan, kepadatan yang dianjurkan saat ini berkisar antara $35 - 50 \text{ ekor/m}^2$. Untuk super intensif kepadatan berkisar $75 - 150 \text{ ekor/m}^2$.

Semakin tinggi kepadatan ikan, akan semakin meningkat resiko terjadinya stress dan gangguan kesehatan ikan/udang. Hal ini dikarenakan terbatasnya daya dukung lingkungan dalam mengurai sisa pakan dan kotoran, menjaga stabilitas pH, nitrit, nitrat, amonia, dan oksigen.

(8) Interaksi dengan organisme lain. Interaksi dengan organisme lain yang hidup bersama di kolam budidaya, dapat sebagai parasit, predator, host antara atau kompetitor. Ada 4 tipe fauna yang perlu dicatat dan dicari hubungannya yaitu (a) *plankton*, sebagian copepoda hidup sebagai parasit, (b) *benthos*, sebagian moluska dan trematoda merupakan host antara dari parasit ikan, (c) *amphibi* dan hewan darat seperti katak dapat berlaku sebagai reservoir untuk parasit *Lernaea*, (d) aves, merupakan predator dan host antara dari beberapa parasit ikan.

(9) Perubahan lingkungan yang terakhir terjadi. Perubahan lingkungan sering memberikan informasi penting tentang resiko dan penyebab awal penyakit ikan/udang serta status kesehatan ikan. Untuk lingkungan payau dan laut, diperlukan beberapa informasi lain karena ketergantungannya terhadap iklim, cuaca, banjir, jarak dari pantai dan aktifitas di daerah pegunungan (*upland*).

b) Sifat fisika dan kimia

Pengamatan sifat fisika dan kimia dilakukan terhadap air dan tanah.

(1) Air. Ada 4 faktor fisika air yang harus diukur yaitu:

- Suhu, diukur pada waktu dan kedalaman yang berbeda. Frekuensi pengukuran sebaiknya 2 kali sehari.

1. Warna, diukur dari tipe dan jumlah bahan organik dan senyawa lain yang terlarut. Metode yang digunakan, kolorimetri.
2. Kecerahan diukur dengan *sechi-disc*. Kecerahan dianggap baik apabila sechi kurang terlihat pada kedalaman 40 - 50 cm. Kolam yang terlalu cerah, miskin fito-plankton dan biasanya fluktuasi suhu hariannya tinggi.
3. Bau dan rasa. Rasa air dapat manis, asam, pahit dan asin. Rasa air berubah tergantung pada suhu. Uji rasa hanya dilakukan apabila tidak ada keraguan tentang toksisitas air tersebut. Bau yang harus diwaspadai adalah bau belerang dan amoniak.

Untuk lebih memahami dinamika air, amonia, nitrate, nitrite, H₂S, perlu di analisis, meskipun memerlukan peralatan laboratorium yang lebih baik. Akan tetapi minimum pH, oksigen

terlarut dan salinitas dapat dilakukan dengan peralatan sederhana. Kesadahan, kadar calcium, magnesium, zat besi dan bahan organik sebaiknya dilakukan 4 kali/bulan dan menjadi penting dalam hubungannya dengan penyakit.

Perubahan mendadak dari beberapa faktor diatas seperti pH dan oksigen sering menimbulkan penyakit yang berhubungan dengan respirasi. pH asam akan menimbulkan iritasi dan ikan akan memproduksi lendir yang cukup tinggi, akibatnya membran insang tertutup oleh lendir, dan ikan akan kesulitan mengambil oksigen dan mengeluarkan carbon dioksida.

Dasar kolam. Analisa fisika, kimia dan biologi dasar kolam antara lain; pH, redox, pyrit, deposit dan mikrobiologi perlu dilakukan. pH tanah diperoleh melalui pengenceran dan pengadukan 10 gram lumpur basah dalam air suling selama 30 menit.

Analisa mikrobiologi khususnya keberadaan patogen utama penyebab penyakit bakterial seperti *Aeromonas* sp, *Streptococcus* sp, *Edwardsiella* sp, (tawar) atau *Vibrio* sp (laut) dilakukan dengan menginkubasi lumpur kolam ke dalam media kultur khusus untuk bakteri tersebut. Untuk mengisolasi *Aeromonas* dan *Pseudomonas* digunakan media GSP. Sedangkan untuk mengisolasi Bakteri

Vibrio, digunakan media TCBS. Untuk mengisolasi Jamur, digunakan media Zabaraut.

Desrina *et al* (2013) menyatakan bahwa polychaeta (*Dendronereis*) pada dasar tambak merupakan sumber penularan virus white spot syndrome (WSSV) karena terbukti virus dapat hidup dan ber replikasi dalam tubuh polychaeta.

Metode pengambilan contoh

Pengambilan contoh untuk keperluan diagnosa meliputi ikan, air media budidaya, tanah dan sarana produksi ikan seperti pakan, probiotik, dan bahan kimia lain sesuai dengan pendugaan awal petugas pengambil contoh.

Pemilihan contoh ikan untuk keperluan diagnosa biasanya menggunakan metoda *purposive sampling* (tujuan tertentu). Contoh ikan untuk pengamatan rutin status kesehatan ikan akan berbeda dengan contoh ikan yang terkena wabah penyakit. Ada 3 aspek yang harus dipertimbangkan dalam memilih contoh ikan;

- Contoh ikan harus representatif, artinya mewakili ikan yang tampak sehat, ikan sakit, dan ikan yang baru mati (10 - 30 menit). Sebagai panduan dapat menggunakan Tabel 2 sebagai acuan.

- Ikan sehat biasanya tersebar didekat air masuk berenang melawan arus, ikan sakit ada di tengah, berenang lemah dan di dekat permukaan, dan ikan mati terbawa arus didekat pembuangan, didasar kolam atau terapung. Apabila airnya stagnan, pengambilan contoh dilakukan dengan pendekatan abnormalitas tubuh, warna dan tingkah laku.
- Contoh diambil menurut “lot/batch”. Yang dimaksud “lot” adalah ikan yang berasal dari satu unit (karamba, kolam), satu sumber air, satu induk atau satu umur. Sehingga contoh ikan dapat mewakili keragaman populasi yang ada.
- Frekuensi. Untuk kegiatan rutin, pengambilan contoh ikan dilakukan setahun dua kali atau setahun sekali untuk induk. Sedangkan untuk budidaya air payau dan laut sedikitnya dilakukan 4 kali atau persiklus. Apabila pemantauan telah dilakukan ber ulang-ulang, maka akan diperoleh gambaran pola dan jenis penyakit setiap musim, masa kritis selama budidaya, kualitas benih menurut musim dan masa budidaya yang tepat. Informasi ini dapat menjadi dasar untuk melakukan survailen aktif. Survailen aktif adalah kegiatan mencari penyakit tertentu pada waktu tertentu, spesies dan ukuran tertentu, serta lokasi tertentu. Biaya menjadi lebih murah, dan kegiatan lebih fokus.
- Ukuran. Ukuran contoh dapat dimaknai sebagai ukuran ikan dan besaran contoh. Ukuran ikan harus mewakili ukuran ikan budidaya. Misalnya ikan yang dibudidaya terdiri dari benih, fingerling dan ukuran konsumsi, maka contoh harus mewakili kelompok ikan yang dibudidayakan. Ukuran yang terkait dengan jumlah tergantung pada ukuran populasi. Untuk kepentingan monitoring dan surveilan, jumlah contoh ikan ditentukan oleh prediksi prevalensi atau prevalensi tahun sebelumnya. Namun demikian banyak hal yang perlu dipertimbangkan. Nilai ikan sangat mempengaruhi pengambilan contoh. Misalnya ikan Arwana hanya boleh diamati tampakan luarnya, karena harganya sangat mahal. Secara umum ada juga kesepakatan 5% - 10% populasi dengan minimal jumlah contoh 5 - 10 ekor. Semakin besar populasi semakin kecil persentase contoh. Untuk populasi 10.000 ekor ukuran sampel dapat 1-2 % atau tergantung prakiraan prevalensi. Apabila prevalensi diperkirakan paling sedikit 20%, maka sampel sekitar 10 ekor. Semakin kecil prevalensi, semakin besar jumlah sampel.

Prosedur pengambilan contoh dilapang

Pengambilan contoh ikan dilapang sangat tergantung pada situasi, fasilitas dan peralatan yang tersedia. Pengamatan rutin status kesehatan ikan akan berbeda dari pencarian penyebab penyakit (surveilans aktif).

Metoda pengambilan contoh dibagi menjadi 2 yaitu (a) *non probability sampling* dan (b) *probability sampling*.

(a) *Non probability sampling* adalah cara pengambilan contoh dimana tidak semua ikan dalam populasi mendapat kesempatan yang sama untuk diambil contohnya. *Non probability sampling* biasanya dilakukan apabila pengambilan contoh dilakukan untuk tujuan tertentu. Misalnya: mendapatkan contoh ikan yang sakit karena penyakit bakteri *Aeromonas* (*Aeromoniasis*). Pengambilan contoh tidak dilakukan secara acak, tetapi petugas memilih ikan-2 yang kurang sehat dan memiliki tanda klinis haemorrhage (bercak merah), perut mengembung, dan permukaan kulit melepuh (cacar). Salah satu metoda *non probability sampling* adalah: *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah mengambil contoh untuk tujuan tertentu. Oleh karena itu petugas pengambil contoh harus mengamati, adakah tanda-2 penyakit yang dituju pada populasi ikan yang akan diamati status kesehatannya. Apabila terdapat tanda

khas penyakit yang dituju, maka ikan-2 tersebut dipilih sebagai contoh. Namun apabila tanda-2nya tidak terlalu khas, namun ada tanda-2 ikan tidak sehat, maka ikan-2 tersebut dikumpulkan pada suatu akuarium atau ember, kemudian dipilih secara random; metode ini biasa dikenal dengan sebutan *purposive random sampling*.

(b) *Probability sampling*. Metoda pengambilan contoh dimana seluruh ikan dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk diambil sebagai contoh. Metoda yang paling sederhana disebut *simple random sampling*. Secara acak ikan dalam populasi diambil sesuai dengan kebutuhan.

Pengangkutan dan Pengawetan Ikan

Dalam kegiatan pengangkutan, ikan dapat dikirim dalam beberapa bentuk yaitu:

- Ikan hidup, diangkut dengan kontainer/plastik dengan air dan oksigen yang cukup. Kepadatan dilakukan serendah mungkin tidak kurang dari 1:10 (berat : volume) tergantung ukuran ikan.
- Ikan segar mati, harus baru mati (kurang dari 30 menit), di es, dikirim dalam boks berinsulasi dan tidak boleh lebih dari 24 jam. Untuk menghindari adanya kesalahan diagnosa setiap

batch ikan contoh harus diberi label dan dibungkus secara terpisah.

- Ikan segar beku, contoh ikan harus dibekukan secara cepat dan diangkat seperti pada contoh ikan di es, selama perjalanan seyogyanya digunakan es kering. Beberapa micro organisme/parasit mungkin telah mati pada saat proses pembekuan, namun proses infeksi, respons tubuh dan keberadaan microba masih dapat ditelusuri dan dapat memberikan informasi yang bermanfaat.
- Ikan yang telah difiksasi. Ikan berukuran kecil dapat diawetkan dalam formalin, sedangkan ikan besar harus dibuka tubuhnya untuk memudahkan penetrasi larutan fiksasi. Tumor lebih dari 1 cm harus dipotong dan specimen dimasukkan dalam 10% formalin sebanyak 10 kali volume specimen. Contoh yang telah difiksasi dapat dikirim paling lama 4 hari. Larutan fiksasi lain yang dapat digunakan adalah AFA (campuran 10 ml 10% formalin, 20 ml 95% alkohol dan 15 ml air), 5 ml asetat glacial yang ditambahkan sebelum digunakan.

Sampel jaringan untuk pengamatan histologi

Jika contoh jaringan diambil untuk pengamatan parasit, maka tidak perlu steril. Potongan jaringan diambil dari ikan yang

baru mati, kemudian dimasukkan ke dalam larutan fiksasi. Spesimen harus sudah diproses dalam waktu satu minggu. Beberapa fiksasi yang dapat digunakan misalnya; (1) Bouin's (asam pikrat 75 ml, formalin 25 ml, asam asetat glacial 5 ml), (2) larutan Schaudinn yang merupakan campuran 66 ml larutan jenuh merkuri chloride, 33 ml 95% alkohol, dan 5 ml asam asetat glacial.

Sampel darah ikan

Contoh darah cukup penting, karena stress dapat merubah komposisi darah. Contoh diambil dari ikan sehat dan ikan sakit. Metode yang digunakan tergantung pada kemampuan dan peralatan yang tersedia. Metode standar yang sering digunakan adalah 'cardiac puncture' (perusakan jantung). Ada dua cara 'blind' dan 'syringe'. Cara 'blind' lebih sulit karena menggunakan pipet yang menembus jaringan dan akhirnya mencapai jantung. 'Syringe' adalah menyuntik ikan sampai menembus jantung dan kemudian mengambil darah. Cara yang ketiga adalah dengan menyuntik pembuluh darah ikan di pangkal ekor (*peduncle*). Cara ini lebih aman dan memberikan hasil yang lebih baik. Secara teoritis contoh darah harus steril, oleh karena itu perlu kehati-hatian yang tinggi untuk mendapatkan sampel darah dengan cara penyuntikan.

Darah juga dapat diambil dari pembuluh (aorta) punggung. Perut ikan dibuka, swim-bladder dan peritoneum diambil untuk memperoleh aorta yang kemudian diambil dengan jarum atau pipet.

Sampel untuk pengamatan bakteriologi

Isolasi bakteri dilapangan cukup menantang, karena kontaminasi sering terjadi dan menyebabkan kesalahan identifikasi. Kontaminasi bisa berasal dari angin, tempat isolasi dan peralatan yang kurang steril. Isolasi di dalam mobil pemeriksaan sangat membantu menghindari terjadinya kontaminasi. Apabila sarana dan prasarana kurang mendukung, sebaiknya membawa sample ikan sakit ke laboratorium. Ikan yang telah mati dan kemudian diisolasi bakteri, sangat mungkin telah terjadi proses deteriorasi, sehingga bakteri pembusuk mendominasi gut microflora dan tubuh ikan, sedangkan bakteri patogen terdesak. Hasil isolasi dari sampel semacam ini sering kurang bermanfaat. Ikan beku juga kurang cocok untuk pengamatan bakteriologi, karena sangat mungkin bakteri patogen telah mati saat proses pembekuan dan penyimpanan.

Berdasarkan penjelasan tersebut diatas, maka untuk keperluan pengamatan bakteriologis, pengambilan sampel dari ikan sakit adalah yang terbaik, kemudian diikuti oleh ikan segar es dan

ikan beku. Ikan segar es harus segera di isolasi mikroorganismenya sebelum 8 jam, sedangkan sampel ikan beku perlu di defrost sebelum diproses. Sampel ikan dalam keadaan beku, paling cocok untuk pengamatan histologi dan molekuler biologi.

Contoh untuk parasit

Banyak parasit ikan dengan mudah diidentifikasi dilapangan, namun demikian untuk menghindari kesalahan identifikasi, contoh parasit yang ditemukan perlu dibawa ke laboratorium untuk diuji lebih lanjut.

Parasit protozoa dapat diamati dengan metode smears, dan untuk memperjelas bentuk dan bagian-bagian parasit dapat ditambahkan (a) larutan lugol's (1:10), dan (b) methyl green yang diasamkan (0,5% methyl green + 1% asam asetat). Pewarnaan diatas akan menjadikan inti berwarna hijau cerah dan cytoplasma berwarna abu-abu kebiruan. Larutan gentian violet atau (c) larutan noland's) dan (d) Iodine-Eosin (5% larutan saturasi Kristal iodine dicampur dengan volume 1:1 saturasi larutan Eosin) akan mewarnai flagella, cillia dan inti sel.

Identifikasi Trichodina misalnya akan memberikan hasil yang sangat bagus bila menggunakan teknik klein's silver (Prayitno, 1986), caranya: merendam specimen dalam 2% larutan

AgNO₃ selama 8 menit, kemudian dikeringkan dalam ultra-violet selama 20 menit. Setelah kering diamati dibawah mikroskop. Denticle (gigi) dan cillia akan berwarna kecoklatan. Jumlah dan ukuran denticle tersebut merupakan salah satu komponen identifikasi spesies trichodina.

Parasit golongan Arthropoda seperti copepod dan isopod sebelum difiksasi perlu direlaksasi dan dibersihkan dengan larutan natrium bicarbonat agar seluruh organ dapat terlihat dengan baik. Copepoda laut dapat direlaksasi dengan air tawar dan difiksasi dengan formalin atau alkohol. Apabila contoh specimen akan disimpan untuk jangka waktu relatif lama, fiksasi dilakukan dengan campuran larutan sebagai berikut : aquades (50 mL), flake arabik gum (30 g), chloral hydrate (200 g) dan gliserine (20 mL). Bahan tersebut dapat ditambah pewarna sesuai dengan tujuan untuk memberikan warna berbeda terhadap bagian-2 parasit tertentu. Misalnya chlorazol hitam atau lignin pink untuk mewarnai kutikula.

Semua sampel yang diperoleh didokumentasikan dengan baik dan rapi sebagai referensi. Informasi tersebut meliputi tanggal, bulan, tahun, lokasi, spesies ikan, ukuran, organ, fiksasi yang digunakan dan nama kolektor.

Contoh air

Contoh air media diambil dari kolam atau bak dimana sampel ikan diambil. Volume air yang dibutuhkan sekitar 500 – 750 mL. Sampel air disimpan pada gelas bersih berwarna gelap, tertutup dan tidak menggunakan tutup yang mungkin bereaksi dengan air. Hindari tutup yang berasal dari logam.

Botol air minum dalam kemasan sering digunakan sebagai alat penampung sampel air. Bahan plastik air minum dalam kemasan mengandung polimer yang ada kandungannya formalinnya, sehingga hanya bisa digunakan untuk pengambilan dan pengangkutan sampel air; akan tetapi kurang baik untuk menyimpan sampel air dalam waktu lama. Sampel air harus terhindar dari sengatan sinar matahari, dan segera di analisis setelah sampai di laboratorium.

Cara pengambilan sampel air adalah sebagai berikut; air diambil secara perlahan sekitar 15 - 20 cm dibawah permukaan, dan dijaga untuk tidak mengaduk dasar kolam. Sampel air untuk kepentingan pengukuran oksigen, karbondioksida dan kadar kimia air diambil secara terpisah.

Apabila air mengalir dari sebuah sumber (mata air, buangan industri, buangan rumah tangga, dan saluran pertanian) sampel air

sebaiknya diambil di 3-4 titik yaitu (a) 50 m diatas sumber polusi, (b) di titik polusi, (c) 100 m dibawah sumber polusi dan (d) ditempat dimana kematian terjadi. Jarak tersebut sangat tergantung pada situasi lapangan. Prinsipnya, sampel harus berasal dari hulu, hilir, dan tempat terjadinya penyakit/kematian massal.

Sampel segera dibawa ke laboratorium dan langsung diamati tanpa diawet. Sampel tersebut harus dilampiri deskripsi lokasi, identifikasi awal yang telah dilakukan dan beberapa hal penting yang tidak dapat dilakukan di lapangan akan tetapi perlu diteliti lebih lanjut. Indikasi penyebab penyakit dan saran penanggulangan sementara harus dapat diberikan di lapangan pada saat pengambilan sampel, sambil menunggu hasil laboratorium.

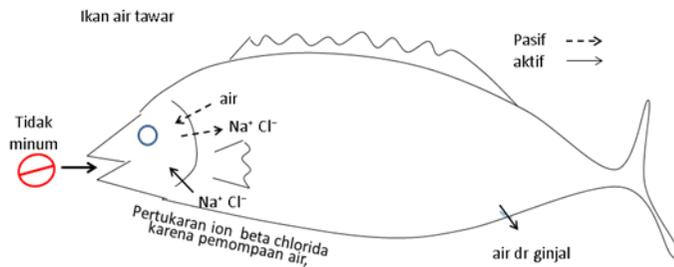
Rekomendasi pencegahan dan penanggulangan sementara terhadap kematian atau tanda penyakit yang ada perlu dilakukan oleh petugas sebelum meninggalkan lapangan, agar teknisi atau pemilik usaha dapat mencegah tumbuh dan berkembangnya penyakit.

PRINSIP-PRINSIP PROPHYLAKSIS PADA BUDIDAYA IKAN

Prophylaksis adalah usaha mencegah dan menjaga kesehatan ikan dari infeksi organisme penyebab penyakit sejak ikan masuk dalam kolam budidaya sampai ikan dipasarkan.

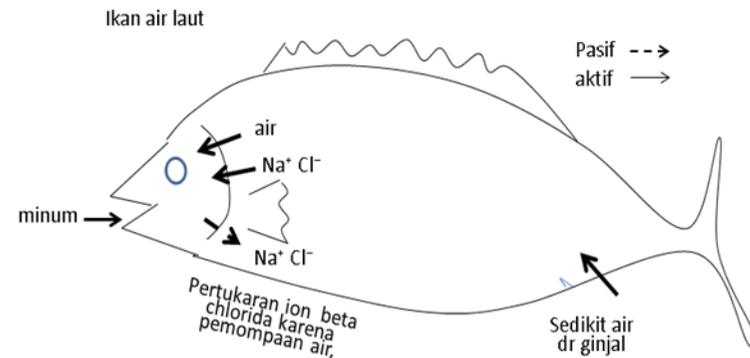
Upaya mencegah dan menjaga kesehatan ikan selama budidaya perlu dilakukan karena ikan selalu dalam keadaan stres. Stress alami terjadi karena adanya perbedaan tekanan cairan tubuh ikan dengan lingkungan budidaya. Perbedaan ini yang menyebabkan ikan sangat rentan terhadap perubahan lingkungan dan infeksi penyakit.

Ikan air tawar memiliki tekanan cairan tubuh yang lebih tinggi dari lingkungannya (hipertonis) akibatnya ikan air tawar harus menjaga agar air tidak masuk ke dalam tubuhnya. Upaya ini disebut dengan osmoregulasi. Salah satu upayanya yaitu dengan tidak minum. Oleh karena itu, ikan air tawar tidak minum.



Gambar 6. Osmoregulasi Ikan Air Tawar

Sebaliknya ikan laut, tekanan cairan tubuhnya lebih rendah dari lingkungannya sehingga terdapat kecenderungan keluarnya cairan dalam tubuh ikan. Upaya yang dilakukan, ikan air laut banyak minum. Proses mengatur tekanan cairan tubuh dengan lingkungannya tersebut membutuhkan energi yang tidak sedikit. Semakin jauh selisih tekanan, semakin besar energi yang dibutuhkan. Proses inilah menjadi dasar strategi budidaya ikan yang baik, dan pertimbangan penerapan metoda *dipping* dan *bathing* pada pencegahan dan penanggulangan penyakit.



Gambar 7. Osmoregulasi Pada Ikan Laut

Saptiani *et al.*, (2012) misalnya telah meneliti bahwa tekanan isotonis untuk udang windu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tekanan Isotonis Udang Windu

Fase	Osmolaritas (m osm/l H ₂ O)	TKO (m osm/l H ₂ O)	Salinitas (‰)
Intermolt	654.77	25.36	22.49
Premolt	657.45	21.18	22.59
Rata-rata	656.11	23.17	22.54±0.7
Molt	654.50	45.72	22.48
Post molt	635.90	82.00	21.85
Rata-rata	645.12	63.86	22.17±0.54
Media 1	721.00		24.72
Media 2	668.00		22.94
Media 3	655.00		22.50

Keterangan: TKO = Tingkat Kinerja Osmotik

Ikan sebagai hewan vertebrata tidak memiliki sistim pertahanan tubuh yang sama sepenuhnya dengan manusia atau

mamalia lainnya. Dalam rangka melawan infeksi patogen ikan memiliki dua aras pertahanan.

Aras Pertama disebut dengan Proteksi (Protection).

Proteksi aras pertama yang dilakukan oleh ikan adalah dengan menjaga permukaan tubuh agar terus terselimuti lapisan lendir yang tipis. Lendir atau mukus berfungsi untuk menjaga agar permukaan tubuh ikan tetap licin, sehingga gesekan antara tubuh ikan dengan air tidak menimbulkan luka atau iritasi. Lendir juga memiliki senyawa lysozyme berfungsi sebagai mikrostatik dan mikrosida bagi mikro-organisme. Lendir juga berfungsi mengendalikan infeksi parasit pada permukaan tubuh ikan. Apabila terdapat parasit, maka ikan akan memproduksi lendir berlebih dan berenang cepat dengan harapan parasit dapat lepas dari tubuhnya. Pada waktu yang bersamaan, ikan juga memproduksi antibodi untuk membunuh atau melemahkan perkembangbiakan patogen/parasit. Inilah yang disebut sebagai sistim pertahanan tubuh primer.

Proteksi juga dapat didefinisikan sebagai upaya untuk mencegah masuknya patogen kedalam sistim budidaya. Proteksi terbaik adalah dengan menerapkan biosekuriti. Biosekuriti adalah upaya mencegah masuk dan tersebarnya patogen kedalam berbagai

media sistim budidaya, sehingga unit budidaya bebas dari berbagai organisme pengganggu produksi.

Mengingat patogen sangat dekat dengan unit budidaya dan ikan budidaya, maka penerapan biosekuriti dan manipulasi lingkungan perlu dilakukan. Manipulasi lingkungan dapat dilakukan secara biotik maupun abiotik sehingga ikan dapat hidup dan melampaui masa kritis dengan selamat. Ada 10 aktivitas untuk mencegah masuknya patogen kedalam unit budidaya;

1. Pengadaan air bebas patogen

Sumber air bebas patogen merupakan syarat awal mutlak bagi keberhasilan budidaya. Kenyataan dilapangan, untuk budidaya air tawar, air payau dan laut non intensif, kualitas air yang masuk dalam petakan budidaya jarang secara rutin dimonitor, apalagi dilakukan upaya filtrasi.

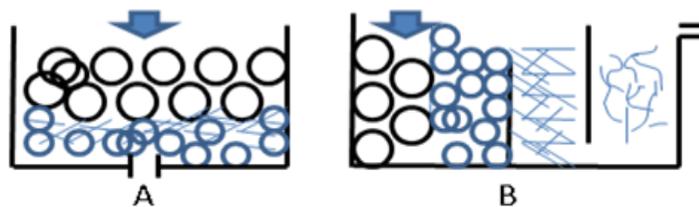
Sumber air yang baik untuk budidaya ikan adalah sumber air yang tidak tercemar oleh: logam berat, limbah industri berbahaya, limbah keluarga padat penduduk, dan irigasi pertanian, perkebunan dan hortikultur yang banyak menggunakan pestisida dan pupuk an organik.

Limbah tersebut sangat mungkin menjadi sumber patogen dan toksin bagi ikan budidaya. Upaya yang dilakukan antara lain

dengan pengendapan, penyaringan dan pemusnahan gas beracun baik secara fisik maupun biologi.

Bahan yang dapat digunakan sebagai bahan penyaring secara fisik antara lain: (a) bak pengendapan yang berisi batu, kerikil, pasir, ijuk, (b) bak filtrasi biologi yang terdiri kapas nylon, potongan pralon, bola plastik, ikan, kekerangan, tanaman air (Gambar 8).

BAK PENGENDAPAN



Gambar 8. Bak Pengendapan (A) Filter Gravitasi
(B) Filter Horizontal Dengan Biofilter

Unit budidaya sebaiknya memiliki fasilitas air yang dapat diatur debitnya sesuai dengan kebutuhan. Air yang berasal dari sumber mata air, air sumur merupakan sumber air yang bebas patogen terutama apabila jarak antara sumber air dan unit budidaya tidak terlalu jauh dan bebas dari kontaminasi. Sumber air dari sumur tersebut biasanya miskin plankton dan tidak jarang mengandung gas nitrogen tinggi. Kondisi demikian dapat menyebabkan pertumbuhan ikan budidaya terganggu dan

menimbulkan penyakit non infeksi yang disebut *gas bubble disease*. Oleh karena itu, sebelum digunakan sebaiknya air perlu diaerasi terlebih dahulu sekitar 3-6 jam untuk menguapkan gas beracun termasuk kadar nitrogen yang tinggi.

Sumber air payau biasanya tidak selalu lebih baik dari sumber air tawar, kecuali pada pantai yang jauh dari aktivitas penduduk, industri dan sediment hasil erosi. Air payau di tambak sebagian merupakan muara dari aktifitas dipantai dan buangan aktifitas daratan melalui sungai. Oleh karena itu, kualitas dan stabilitas air payau relatif rendah dibandingkan air tawar.

Sumber mata air yang langsung digunakan untuk kegiatan budidaya perikanan sering menimbulkan konflik dengan masyarakat. Hal ini karena sumber mata air diprioritaskan untuk kebutuhan air minum. Sustainability sumber air sering terganggu karena berdasarkan peraturan perundangan, mata air dapat dikuasai pemerintah untuk kepentingan yang lebih besar. Oleh karena itu, air untuk budidaya disarankan air golongan C (pertanian dan perikanan).

Air minum yang telah di proses dengan penambahan kaporit atau tawas apabila digunakan langsung untuk ikan hias di akuarium sering menimbulkan kematian masal. Kematian ini disebabkan oleh

chlorine yang terkandung dalam kaporit. Sedangkan tawas karena kandungan logam dan asam kuat menyebabkan iritasi pada ikan. Oleh karena itu sebelum digunakan untuk pemeliharaan ikan, air harus di aerasi minimal selama 24 jam.

Sumber air yang umum digunakan untuk budidaya ikan adalah air irigasi (sungai, pertanian). Air ini biasanya kaya bahan organik, detritus dan plankton. Air sungai dan irigasi juga dihuni oleh organisme seperti larva ikan liar, keong, cacing, krustasea yang dapat berfungsi sebagai vektor penyakit. Oleh karena itu air irigasi perlu di filter sebelum masuk ke bak atau kolam budidaya ikan.

Filter terbukti efektif untuk menyaring air, namun filter saja tidak menjamin efektifitas pencegahan masuknya patogen kedalam unit budidaya. Filter yang efektif selalu didahului dengan proses pengendapan (*settling*), penyaringan kasar (*precolation*) dan kemudian filtrasi. Penggunaan pasir, batu kerikil, ijuk dan arang telah mampu menyaring partikel kecil dan sebagian patogen.

Ada 3 filter yang banyak digunakan pada unit budidaya ikan dan hatchery di Indonesia, yaitu tipe sedimentasi-filtrasi, upwelling dan biofilter. Tiga tipe diatas sering digunakan bersama-sama.

Filter sedimentasi-filtrasi terdiri dari 4 bak pengendapan yang satu dengan lain dipisahkan oleh sekat. Dinding bagian atas atau bagian bawah berlubang untuk memberi kesempatan air mengalir dari satu bak ke bak yang lain setelah melalui proses pengendapan dan filtrasi. Secara diagonal air masuk ke bak filter melalui dasar bak dan mengalir melewati lapisan ijuk, pasir dan gravel dan kemudian masuk ke saluran distribusi. Sistem ini dapat dibersihkan setiap saat karena adanya kran pembersih yang terletak pada dasar setiap bak. Pembersihan dilakukan dengan mengalirkan air deras berlawanan arah (*back flush*). Pada bak terakhir sebelum ke petakan distribusi, biasanya diisi dengan rumput laut, tanaman air, kekerangan atau ikan yang tidak menjadi inang penyakit ikan yang dibudidayakan.

Filter upwelling terbuat dari beton atau boks kayu berbentuk kotak yang ditutup dengan plastik pada bingkai penutupnya. Air disaring dan diperlambat alirannya melalui dinding pemisah semi tertutup, kemudian masuk ke dalam boks filter, sehingga terjadi sedimentasi dan filtrasi pada satu boks yang sama. Air memasuki petakan distribusi secara grafitasi dan terjadi pengadukan utk meningkatkan oksigen terlarut dan menghilangkan toksin.

Filtrasi fisik dan biologi mampu mencegah masuknya parasit *Leerneae*, *Myxobolus*, *Gyrodactylus* dan *Trichodina* (Kabata, 1985). Penambahan filter biologi memperbaiki kualitas air, namun tidak dapat menurunkan resiko infeksi parasit. Bak filter biologi dapat membantu sebagai kontrol awal apabila ada mikroorganisme patogen, sedangkan efektifitas filter tipe upwelling belum banyak dilaporkan.

Filtrasi telah mengalami kemajuan yang sangat cepat. Biosekuriti dalam bidang kualitas air telah mengintrodusir penggunaan lampu ultraviolet, ozon, nano filter dan bioremediasi. Pada bak atau kolam filtrasi ditambahkan probiotik untuk menyempurnakan proses dekomposisi dan menambah mikroorganisme yang dapat mengendalikan populasi patogen.

Filtrasi air pada kolam daerah pantai sudah mulai dilakukan, khususnya pada budidaya udang, meskipun suplai air tidak sepenuhnya dapat diatur. Penggunaan petakan tandon dan petak filtrasi biologis telah menunjukkan hasil yang menggembirakan (Prayitno, 1994).

Penggunaan radiasi ultra violet ternyata tidak efektif digunakan untuk tambak, namun dapat digunakan di hatchery ikan dan udang. Penggunaan bahan kimia dalam air hanya dilakukan

apabila unit budidaya atau hatchery benar-benar terancam oleh patogen dan menyebabkan dampak negatif untuk lingkungan. Selain biayanya mahal, penggunaan bahan kimia juga akan mencemari lingkungan. Pada budidaya ikan hias bahan kimia seperti formalin 250 ppm dilakukan satu atau dua kali perminggu (metode *flushing*) atau menggunakan garam 500 ppm selama 5 jam. Perlakuan ini dapat mencegah infeksi ektoparasit protozoa dan monogenea. Namun bahan aktif formalin berupa endapan paraformaldehyde akan meningkatkan suhu dan menurunkan oksigen. Formaldehyde juga merupakan bahan karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker kulit, sehingga perlu kehati-hatian dalam penerapannya.

Pengelolaan kualitas air budidaya tidak saja dilakukan pada air masuk dengan filtrasi. Filtrasi juga dilakukan di dalam bak budidaya dengan menggunakan sistem bioflok, probiotik, sehingga sisa kotoran dan sisa pakan dapat dimanfaatkan kembali oleh ikan sebagai pakan. Parameter kualitas air dikelola dengan menambah penumbuh plankton, penstabil pH, penjaga mikroorganisme.

Akhir-akhir ini filtrasi sudah semakin maju yaitu dengan menggunakan teknologi membran dan nano teknologi. Namun demikian, penggunaan untuk bidang perikanan masih belum dapat

digunakan, kecuali untuk kepentingan riset dan pengelolaan ikan yang mahal dan hampir punah.

2. Pemberian pakan bebas patogen

Pakan merupakan unsur penting untuk memelihara pertumbuhan dan kesehatan ikan. Patogen juga dapat masuk menembus pertahanan ikan lewat pakan. Pakan terdiri dari dua yaitu pakan buatan dan pakan alami. Faktor penting dari pakan adalah ukuran pakan, kandungan gizi, jumlah dan frekwensi pemberian pakan. Keseluruhan faktor diatas disebut dengan kualitas pakan. Pakan yang berkualitas akan menjamin pertumbuhan dan kesehatan ikan.

Pakan buatan menjadi sumber patogen apabila pakan telah berjamur, berbau busuk, warna dan ukuran tidak seragam, sebagian besar hancur, dan basah.

Pakan segar berupa ikan rucah, bangkai ayam, tikus, kotoran ayam dan sisa rumah tangga merupakan reservoir parasit dan patogen lainnya. Pemberian pakan ikan rucah perlu kehati hatian yang tinggi agar tidak terjadi transfer patogen kepada ikan budidaya. Perlu diketahui bahwa 80% penyakit ikan adalah non zoonosis. Zoonosis adalah penyakit hewan yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Oleh karena itu, apabila

penyakit ikan menyebabkan penyakit pada manusia, sebagian besar disebabkan oleh lingkungan tercemar yang atau diberi pakan yang terinfeksi penyakit zoonosis.

3. Hygiene

Ikan merupakan sumber pangan yang sangat strategis, oleh karena itu ikan harus bersih sejak diproduksi, dipanen, diolah, diangkut, dimasak sampai dengan dikonsumsi. Kebersihan tidak hanya dilakukan terhadap pelaksana, tempat bekerja dan lingkungan, akan tetapi dilakukan terhadap seluruh fasilitas, media dan hewan budidaya sehingga memenuhi standar kesehatan dan keselamatan. Upaya membuat lingkungan bersih dari berbagai sumber patogen saat ini disebut dengan *biosecurity*. Biosekuriti merupakan upaya preventif, dan desinfeksi terhadap beberapa sarana dan prasarana budidaya, sehingga organisme budidaya, pelaksana dan tamu tidak membawa patogen yang membahayakan kehidupan ikan dan manusia. Aktifitas biosekuriti antara lain :

- Desinfeksi habitat

Desinfeksi habitat meliputi kegiatan pencucian dan pemeliharaan air, dasar kolam/bak, reservoir, kanal dan habitat ikan lain, melalui pengeringan secara periodik. Perbaikan, pengangkatan lumpur, perataan dasar kolam diikuti dengan pengeringan matahari

selama 7-10 hari secara rutin setelah panen akan menguapkan racun, mematikan patogen yang tidak berspora dan mempercepat dekomposisi sisa bahan organik. Pembersihan unit budidaya termasuk pengambilan ikan mati, pengontrolan vegetasi air sehingga tidak mengganggu kegiatan budidaya.

- **Desinfeksi alat**

Untuk mencegah tersebarnya patogen dari satu kolam ke kolam lain, alat-alat yang digunakan harus didesinfeksi. Setiap set alat hanya digunakan untuk kolam tertentu dan tidak dicampur. Setiap selesai menggunakan, harus direndam pada larutan desinfeksi. Pelaksana juga disarankan selalu mencuci tangan dan kaki/ sepatu sebelum dan sesudah memasuki unit budidaya.

- **Desinfeksi ikan**

Ikan sebaiknya di didesinfeksi setiap 6 bulan sekali. Desinfeksi ini dapat diterapkan untuk semua jenis dan ukuran ikan dengan tujuan mencegah infeksi ektoparasit. Daerah tropis, karena masa pemeliharaan ikan/udang hanya 4 - 8 bulan, maka sebaiknya dalam satu siklus produksi dilakukan 2 - 3 kali desinfeksi.

Larutan garam 5% cukup untuk memandikan 3 - 4 boks ikan air tawar (90 - 120 kg) selama 5 menit, kemudian larutan

diganti baru apabila ikan yang akan ditreatment lebih dari 120 kg. setelah pemandian diikuti pencucian selama 2 jam pada air mengalir sebelum dikembalikan ke kolam budidaya.

Apabila *Dactylogyrus* merupakan sasaran desinfeksi, maka pemandian menggunakan 220 ml 25% larutan amoniak/100 L air (dikenal dengan 100% amoniak) dilakukan. Lama perendaman tergantung pada species dan suhu. Semakin tinggi suhu semakin pendek waktu perendamannya. Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) paling lama direndam satu menit pada suhu 7 - 18°C dan kurang dari setengah menit pada suhu 18 - 25°C. karena amoniak mudah menguap, maka larutan harus selalu baru dan digunakan dalam waktu 30 - 40 menit. Pencucian wadah dengan air mengalir juga disarankan setelah treatment dilakukan.

Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) dan bighead (*Aristichthys nobilis*) lebih sensitive terhadap luka dibandingkan carp dan grass carp dan tidak tahan terhadap treatment dengan metode pemandian. Oleh karena itu digunakan kepadatan dan konsentrasi lebih rendah (1500 larva atau juvenile/100 L larutan ammonia). Karena ikan lebih sensitive terhadap larutan ammonia dibandingkan dengan larutan garam, maka test awal dalam skala

kecil perlu dicobakan sebelum melakukan treatment dalam jumlah besar.

Larutan formalin (25 ppm), garam (2-3 ppt), Copper sulfate (CuSO_4) 1 ppm, Potassium permanganat (KMnO_4) 1 ppm, Methylene Blue 50 ppm selama 5 – 10 menit dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit parasit protozoa (*Trichodina*, *Chilodonella*). Parasit protozoa lain yang dalam siklus hidupnya membentuk kista, seperti *Ichthyophthirius multifiliis* (bintik putih) merupakan penyakit parasit yang sangat ganas dan sulit disembuhkan. Bahan kimia campuran methylene blue 25 ppm dan malachite green 0.1 ppt selama 1 menit dapat digunakan untuk mengobati penyakit ich, namun efektifitasnya masih rendah.

4. Kontrol terhadap ikan liar

Ikan liar dapat sebagai hama dan pembawa patogen. Oleh karena itu introduksi ikan liar kedalam unit budidaya harus dicegah. Hal-hal yang dapat dilakukan antara lain; memasang saringan pada saluran pemasukan (inlet), memasang perangkap dan melakukan pengendalian secara rutin. Akar tuba (5 ppm) dan saponin (25 ppm) dapat digunakan untuk mengontrol organisme liar di kolam.

5. Vektor dan pengendalian hama

Ikan budidaya merupakan bagian dari kehidupan organisme akuatik yang tidak dapat sepenuhnya diisolasi dan lepas dari lingkungan. Sehingga upaya-upaya diatas masih perlu ditambah dengan upaya pemberantasan vektor dan hama. Ada 3 sumber yang secara nyata keberadaannya membahayakan ikan budidaya yaitu: (a) hewan yang berperan sebagai inang antara parasit ikan, atau parasit yang memerlukan ikan sebagai inang antara; (b) hewan yang berfungsi sebagai pembawa parasit/penyakit (vektor); dan (c) hama dan organisme pengganggu.

(a) Keong air merupakan inang antara bagi cacing trematoda (digenean). Cacing (digenean) akan masuk ke tubuh keong air dan membentuk kista disebut *redia* sebelum masuk dalam tubuh ikan dan akhirnya dimakan unggas air sebagai host akhirnya. Keong air dan katak oleh karena itu harus dikendalikan/dimusnahkan. Parasit digenea yang paling sering menginfestasi ikan adalah *Dyplostomum Batulinum* yang menyebabkan kebutaan pada ikan budidaya. Penyakit ini sangat susah dikendalikan, karena keong air tidak saja ada di kolam budidaya, akan tetapi dapat berada disepanjang saluran yang cukup jauh dari kolam. Pengendalian parasit hanya bisa dilakukan secara

fisik, dengan mengambil keong secara rutin, memasang jaring untuk menghindari burung dan unggas air lainnya. Bahan kimia seperti Moluskasida (*Moluscide*) dapat digunakan dalam keadaan sangat terpaksa, karena penggunaannya sangat dibatasi.

(b) Vektor adalah organisme yang dapat berfungsi sebagai pembawa patogen, tetapi organisme tersebut tidak sakit. Sebagai contoh Lintah (Leech) menurut Kabata (1985) diduga membawa dan menularkan virus haemorrhagic anemia dan parasit protozoa darah *Cryptobia*. Leech dapat dibuang secara manual seperti pada keong air, akan tetapi apabila jumlahnya cukup banyak maka kolam harus dikeringkan dan di kapur.

Argulus, bisa menjadi vektor potensial pembawa patogen. Ikan liar juga sangat potensial sebagai vektor pembawa patogen, oleh karena itu keberadaannya harus dikontrol secara serius.

(c) Hama adalah organisme yang secara langsung, melalui proses dimakan membahayakan ikan budidaya misalnya ular, kucing, burung, 'water scorpion, *notonecta*' dll. Tumbuhan air dan plankton bila pertumbuhannya tidak terkendali akan membahayakan kehidupan ikan. Di Indonesia ada 3 jenis crustacea, (*Caenestheriela* sp.), *Streptocephalus javanicus* (Anostraca) dan *Lymnodia* sp. (*Conchostraca*), beberapa larva

insect predator ikan (*Notonecta* sp. dan *Cybister* sp.) dan 3 species alga seperti *Spirogyra* sp., *hydrodictyon reticulum* dan *Microcystus airuginosa* adalah organisme air yang membahayakan kehidupan ikan budidaya.

Blooming zooplankton dan alga mempunyai efek langsung terhadap kualitas air dan benih ikan. Pengendalian plankton dan pengeringan petak pendederan cukup efektif untuk mengontrol hama, vector dan organisme pengganggu lainnya.

6. Pemasyarakatan peraturan

Pelanggaran terkait penggunaan bahan kimia dan obat-obatan, melakukan kegiatan budidaya di sempadan sungai atau sanddune, membuang limbah budidaya tanpa dilakukan penetralan/pengolahan adalah beberapa contoh aplikasi budidaya tidak ramah lingkungan. Meski sebagian besar disebabkan karena ketidak tahuan, namun sebagian lagi karena kesengajaan.

Setiap lalu lintas ikan antar wiayah dan antar negara harus dilengkapi dengan sertifikat asal, dan kesehatan ikan. Penerapan peraturan perundang-undangan tentang budidaya ikan, pengangkutan, importasi, perdagangan, pemuliaan dan lain-lain perlu dilakukan secara konsisten. Agar sumberdaya perikanan Indonesia terlindungi, khususnya dari ancaman penyakit baru.

Karena perdagangan ikan yang terinfeksi patogen akan menurunkan produktifitas perikanan nasional. Kesulitan yang ada hingga saat ini adalah luasnya wilayah nusantara, belum dipahaminya peraturan lalu lintas ikan dan fasilitas yang kurang memadai. Sehingga pembatasan lalu lintas antar daerah masih belum dapat ditangani.

Davy dan Graham (1979) menyarankan beberapa tahapan untuk dapat menentukan jenis karantina ikan antara lain:

- Identifikasi penyakit dominan yang perlu di kontrol pada areal tertentu.
- Pemilihan species ikan dimana kontrol penyakit perlu diberlakukan.
- Pembuatan teknik diagnosa standard dan prosedur, yang dapat dijadikan dasar pemberlakuan aturan.
- Pembuatan sertifikat kesehatan ikan yang meliputi format, tempat dikeluarkan dan otoritas yang berwenang mengeluarkan.
- Kompilasi hasil penelitian penyakit, kerjasama nasional dan regional antara lembaga riset dengan yang menangani penyakit.
- Pengumpulan rekomendasi kebijakan nasional tentang pengendalian penyakit dan institusi yang bertanggung jawab implementasi kebijakan

- Inovasi dan pembaharuan teknik pengendalian melalui penelitian, training dan seminar.
- Harmonisasi untuk menghasilkan konvensi antar negara regional dan internasional.

Peraturan lalu lintas ikan hidup hanya dapat diterapkan dengan baik apabila ada kesadaran dari pembudidaya dan pengusaha bidang perikanan, ditambah kesungguhan pemerintah dalam menangani masalah jaminan kesehatan ikan. Oleh karena itu infrastruktur diperlukan untuk kelancaran lalu lintas dan pengendaliannya. Perkembangan budidaya ikan di Indonesia yang sangat pesat menjadikan implementasi peraturan menjadi sangat penting. Penerapan peraturan tentang lalu lintas/perdagangan ikan akan membantu mencegah penyebaran penyakit infeksi dan menurunkan kegagalan budidaya.

7. Karantina

Karantina adalah suatu periode populasi/stok ikan di isolasi untuk diamati kemungkinan terintroduksinya patogen. Karantina merupakan upaya terbaik untuk mencegah masuk dan tersebarnya penyakit baru. Setiap ikan impor atau ikan yang dilalu-lintaskan dalam negeri dan memiliki potensi sebagai inang utama atau inang antara dari patogen harus masuk dalam instalasi karantina pada saat

kedatangan selama paling lama 14 hari dan dinyatakan bebas penyakit.

Periode karantina harus melampaui waktu terpanjang dari masa-masa laten patogen. Masa karantina di negara tropis kira-kira satu bulan, sedangkan di Eropa, periode karantina ikan impor adalah satu tahun. Khusus untuk pemasukan spesies baru, periode karantina penyakit seharusnya lebih dari satu bulan. Setelah satu bulan pengamatan sebaiknya diserahkan pada Institusi terkait, Lembaga Riset dan Perguruan Tinggi untuk dilakukan pemantauan terhadap tingkah laku, invasifnes, pertumbuhan dan perkembang biakan beserta carrier penyakit. Spesies dianggap bebas untuk disebar luaskan dan diusahakan secara komersial setelah melalui pengamatan sampai turunan kedua. Uji coba spesies baru harus dilakukan di tempat terisolasi dan terpisah dari areal budidaya, sehingga tidak terjadi penetrasi patogen ke unit-unit budidaya ikan disekitarnya.

Pasar ikan apabila tidak dijaga dan dikelola dengan baik menjadi reservoir dan merupakan pusat penyebaran patogen. Ikan yang diperdagangkan sebaiknya di desinfeksi dan diperiksa status kesehatannya sebelum masuk ke pasar. Desinfeksi bertujuan

membunuh ektoparasit seperti *Lernaea*, *Trichodana*, *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus* dll.

8. Pemantauan penyakit

Pemantauan secara periodik kesehatan ikan dan monitoring cara-cara pencegahan penyakit yang dilakukan pada unit produksi akan mampu mendeteksi secara dini ancaman penyakit, sebelum penyakit menjadi semakin serius dan menyebabkan kematian. Sebagaimana dijelaskan pada bab terdahulu, pemantauan dapat dilakukan secara aktif dan pasif. Idealnya pemantauan dilakukan secara rutin setiap 3 - 4 bulan sekali tergantung pada sumberdaya manusia dan fasilitas yang ada. Petugas penyuluh perikanan akan sangat bermanfaat apabila dibekali dengan kemampuan mendiagnosa penyakit.

9. Suplai air yang independen

Penyakit dapat ditularkan melalui air, sehingga suplai air harus tidak tergantung pada kolam budidaya dari unit lain. Penggunaan air limbah perikanan baik langsung maupun tidak langsung akan membahayakan hewan budidaya. Akhir-akhir ini, penggunaan air irigasi pertanian yang kurang layak untuk budidaya ikan (tinggi kadar pupuk dan pestisidanya).

10. Pemisahan umur

Bersamaan dengan bertambahnya usia ikan, kans untuk terinfeksi juga meningkat, karena periode pengenalan pada lingkungan budidaya lebih lama. Akan tetapi pada saat yang bersamaan terbentuk pula immunitas dan mekanisme pertahanan terhadap penyakit. Konsekuensinya, ikan tersebut kemungkinan menjadi pembawa patogen tanpa mengganggu ikan itu sendiri.

Kontak antara ikan dewasa pembawa patogen dengan ikan muda yang masih rawan dapat menimbulkan dampak yang fatal. Seleksi ikan dalam kelompok umur perlu dilakukan.

Induk harus dipelihara terpisah dengan ikan muda. Waktu induk dipelihara pada bak pemijahan paling lama 12 hari, masa ini cukup lama untuk penularan penyakit terhadap anaknya. Resiko ini dapat dikurangi apabila dilakukan pemijahan buatan. Karena telur dan larva dipisahkan dari induknya. Pemisahan dilakukan pada saat inkubasi dan setelah larva menetas. Telur-telur yang secara alami menempel pada substrat dapat dikumpulkan, diangkat, didesinfeksi dan ditransfer ke kolam penetasan.

Aras Kedua disebut Pencegahan (Prevention).

Garis pertahanan ikan kedua adalah pencegahan (prevention). Pencegahan dilakukan untuk memperkuat proteksi agar patogen tidak masuk dan menginfeksi ikan budidaya. Pada pendahuluan telah dijelaskan pentingnya membangun dan memilih ikan yang resisten terhadap patogen tertentu, sehingga apabila patogen masuk ke dalam tubuh ikan, ikan mampu mencegah perkembangannya.

Pencegahan diri ikan dari infeksi patogen dilakukan dengan memelihara imunitas. Imunitas dijaga dengan mengelola jumlah dan rasio sel-sel dari putih, serta keseimbangan nutrisi dalam tubuh. Dari sudut pandang sistim budidaya, pencegahan juga merupakan upaya mengimplementasikan biosekuriti, karena biosekuriti sering dimasukkan sebagai upaya prevensi/pencegahan.

Pembentukan resistensi terhadap patogen dapat dilakukan melalui dua cara yaitu vaksinasi dan rekayasa genetika. Banyak vaksin telah diproduksi untuk melawan penyakit tertentu misalnya; vaksin *Aeromonas salmonicida*, *Yersinia ruckeri*, PMB (Penaeid multivalent Bacterin-kurang efektif), *Vibrio anguillarum* (Bruno and Munro, 1989). Telah pula dikembangkan vaksin yang berasal

dari bakteri patogen yang telah dibebaskan toksin/patogennya melalui proses mutasi genetik (Norqvist *et al.*, , 1989; Prayitno, 1994).

Raa *et al.*, (1992) lebih lanjut menyarankan untuk memberikan beta-1,3/1,6-glucans sebagai stimulus imunitas. Glucans ini dapat dipakai sebagai adjuvant dalam vaksin atau dicampurkan dalam pakan. Pemberian glucans ini dimaksudkan untuk merangsang pembentukan mekanisme pertahanan tubuh ikan dan udang. Pembentukan spesies yang tahan dan bebas penyakit pada ikan dan udang masih relatif langka. Akhir-akhir ini telah diproduksi udang bebas patogen (*Shrimp Pathogen Free*) namun secara komersial spesies-spesies tersebut belum menunjukkan hasil yang menggembirakan.

Upaya pencegahan perkembangan patogen dalam tubuh organisme budidaya hanya dapat dikurangi dan dihilangkan dengan cara memberikan semua kondisi yang diperlukan oleh hewan budidaya, khususnya lingkungan yang memuaskan, pakan yang baik dan menghindari adanya stress serta kontak dengan patogen.

1. Air

Air bebas patogen yang memenuhi syarat temperature, pH, oksigen terlarut dan kebersihan serta faktor fisika dan kimia air

lainnya merupakan syarat dalam tujuan budidaya. Memproduksi ikan pada air optimum adalah tujuan utama, bukan sekedar memenuhi kebutuhan untuk hidup. Air yang berkualitas merupakan lingkungan yang baik untuk budidaya dan secara tidak langsung mencegah perkembangan dan penetrasi patogen.

Air bebas patogen dapat berasal dari mata air, sumur atau sumber lain. Air budidaya yang ideal memiliki pH antara 6,8-7,4; dissolved oksigen 5,5-8,0 ppm, bebas patogen dan vektor parasit. Tersedia dalam jumlah cukup sepanjang tahun. Pada pintu masuk air sebaiknya disaring agar ikan liar pembawa penyakit tidak masuk dalam areal budidaya.

2. Pakan

Jenis pakan yang tepat diperlukan dalam jumlah yang mencukupi. Yang dimaksud dengan tepat adalah tepat ukuran, nilai nutrisi, kesegaran ukuran dan kualitas. Teknik dan jumlah pemberian pakan ikan dalam lingkungan yang terkendali adalah bagian dari ilmu aquaculture. Pemilihan teknik pemberian berkaitan erat dengan sifat pakan dan tingkah laku makan ikan budidaya. Teknik tebara merupakan cara terbaik untuk pakan terapung dengan ukuran diameter diatas 5 mm. Sedangkan teknik

tampung lebih cocok untuk pakan tenggelam. Pakan yang tidak memenuhi syarat baik kualitas maupun kuantitas merupakan sumber penyakit. Contoh penyakit kekurangan atau ketidakseimbangan nutrisi pakan misalnya, scoliosis dan cordosis (vit.D deficiency), Exopthalmi dan cataract (vit.A deficiency), fatty liver (kelebihan lemak dalam pakan) dll. Penyakit non spesifik karena pakan sering dijumpai melalui performa pertumbuhan yang buruk. Penyesuaian kebutuhan pakan terhadap populasi yang dipelihara disarankan dilakukan setiap minggu.

3. Kerapatan rendah

Kepadatan tinggi merupakan pilihan setiap kegiatan budidaya, karena dengan kepadatan tinggi akan diperoleh keuntungan yang maksimal, sehingga dalam unit budidaya sering dijumpai pengetrapan kepadatana tinggi yang berlebihan (*overstocking*). Peningkatan kerapatan akan menyebabkan daya dukung kehidupan ikan perindividu menurun. *Overstocking* akan meningkatkan kompetisi pakan stress dan akhirnya akan menurunkan kecepatan pertumbuhan.

Adanya hubungan antara kerapatan dan penyakit telah lama diketahui. Dengan kerapatan tinggi, penularan patogen dari satu individu ke individu lain lebih mudah terjadi. Ini sangat nyata pada

parasit atau micro-organisme yang mempunyai siklus hidup langsung, misalnya ektoparasit protozoa (*Ich*, *Trichodina*, *Costia*) dan crustacean (*Lerneae*, *Argulus*). Ikan yang stress member kesempatan bagi patogen berkembang dalam host lebih cepat, oleh karena itu *overstocking* harus dihindari. Kerapatan ikan harus menyesuaikan dengan tingkat budidaya. Misalnya, kerapatan ikan pada budidaya semi intensif berkisar antara 1-5 kg/m³, sedangkan untuk budidaya intensif dapat mencapai 20 kg/m³.

4. Menghindari stress

Mekanisme stress digunakan oleh tubuh ikan untuk menanggapi keadaan gawat yang datang mendadak, dengan cara melawan atau lari. Stress ditandai dengan peningkatan frekuensi pernafasan, produksi lendir berlebih, perubahan warna tubuh menjadi gelap pucat dan berenang tidak normal. Selain tanda klinis diatas, ikan yang stress biasanya memproduksi berbagai enzim yang berfungsi melawan 'foreign body'. Keadaan yang normal, mekanisme ini tidak membahayakan. Namun pada kondisi yang tidak menguntungkan, organisme akan melakukan perlawanan yang terus menerus melalui mekanisme (serial) krisis penyehatan kembali yang cepat (recurring). Perintah untuk lari dan bereaksi secara drastis memerlukan energi tinggi dan akhirnya terjadi over

stimulasi dan kekurangan energi internal. Keadaan ini dikenal dengan sebutan stress yang mempengaruhi peredaran darah, pencernaan dan pergerakan otot serta sistem saraf dan hormon. Setelah itu ikan menurun kekebalan tubuhnya dan membuka jalan untuk patogen.

Lingkungan air yang tidak memenuhi syarat merupakan salah satu penyebab stress, demikian pula pakan yang tidak mencukupi. Faktor lain penyebab stress adalah penanganan, oleh karena itu ikan harus ditangani secara hati-hati. Pengangkutan jarak jauh harus dalam kondisi (oksigen dan suhu) yang mencukupi, aklimatisasi terhadap suhu, oksigen dan salinitas dilakukan setelah ikan sampai di tujuan.

5. Imunisasi

Kemampuan ikan melawan atau menghambat penetrasi patogen sering dihubungkan dengan immunitas. Immunitas adalah jumlah antibodi yang ada dalam darah dan mampu menetralkan antigen yang diproduksi patogen.

Immunitas berupa antibodi diproduksi ikan sebagai pertahanan efektif melawan patogen tertentu dengan cara melawan 'benda asing' pada saat tidak ada infeksi. Keadaan ini bisa dibuat dengan cara memasukkan protein patogen dalam bentuk yang aman

dalam tubuh ikan, melalui vaksinasi. Vaksin dalam bidang perikanan sudah berkembang seperti dalam bidang peternakan.

Vaksin telah dibuat dalam 4 bentuk yaitu (a) **Bacterin (*whole cell vaccines*)**. Vaksin ini dibuat melalui cara mematikan sel patogen dengan bahan kimia seperti formalin. Bakteri patogen misalnya, dimatikan dengan formalin 100 ppt, kemudian di sentrifuge 3000 – 5000 rpm selama 3 menit, supernatan dibuang kemudian dicuci dengan aquadest dan di spin 3000 rpm selama 3 menit dan diulang 3 kali. Pelet siap untuk dijadikan vaksin. (b) **Patogen yang dilemahkan (*attenuated vaccines*)**. Vaksin ini dibuat dengan melemahkan patogen yang terdapat pada bakteri atau virus dengan cara dimutasikan selnya. Salah satu cara termudah adalah dengan mengekspose ke ultra violet selama 24 jam, kemudian di sub kultur dan dimutasikan selama 3 kali, subkultur terakhir dilakukan pengecekan dengan methylene blue. Apabila koloni berwarna biru, maka telah terjadi mutasi. (c) **Kulit sel patogen (*lipopolisacharida*)**. Vaksin ini dibuat dengan memisahkan sel dengan sitoplasmanya. Sel patogen, misalnya bakteri, setelah dikultur, kemudian di centrifuge dengan kecepatan 15.000 rpm selama 15 menit sehingga sel pecah dan kulit terpisah dari isinya. Setelah dicuci 3 kali, dinding sel dapat digunakan

sebagai vaksin. **(d) DNA vaksin rekombinan.** Vaksin ini yang paling baru dan paling aman. Karena patogen telah dipisahkan dari sel patogen dan kemudian dititipkan pada bakteri yang memiliki plasmid. Fragment antigenik yang terdapat dalam vaksin rekombinan tidak dapat mereproduksi dalam sel bakteri penerima. Bakteri penerimanya biasanya bakteri *Escherichia coli* yang memiliki plasmid. Setelah fragment patogen di insert ke *E.coli*, kemudian *E.coli* dikultur dan dipanen sebagai bahan vaksin (Radji, 2009).

Metoda vaksinasi dibagi menjadi 3 cara yaitu : **(a) Injeksi.** Vaksinasi dengan cara injeksi dibagi menjadi dua yaitu injeksi intramuscular (injeksi daging) dan injeksi intraperitoneal (injeksi rongga perut). Injeksi intramuscular biasa dilakukan di daerah sisik ke 5 dari punggung dan ujung operculum. Sedangkan injeksi intraperitoneal dilakukan anterior dari anus. Injeksi telah banyak diterapkan pada ikan salmon yang keluar dari hatchery. Produk ini sering disebut vaccinated fry.

(b) Melalui pakan. Metode ini dipandang paling aman dan cukup efektif. Vaksin dicampurkan dalam pakan ikan dan diberikan sesuai dengan frekwensi dan porsi pakan ikan. Lama waktu pemberian tergantung pembagiannya, bisa 1 – 2 hari. **(c)**

Perendaman. Metoda ini yang paling mudah dan umum dilakukan. Perendaman dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Jika hanya beberapa detik disebut bathing. Sedangkan antara 1 – 2 menit disebut dipping. Lebih dari 2 menit disebut bathing (short dan long bathing). Khusus untuk ikan air tawar metoda perendaman sebaiknya dilakukan dengan terlebih dahulu ikan dimasukkan ke dalam media hipertonis dalam waktu 1-2 menit, sehingga ikan mulai minum untuk menyeimbangkan cairan tubuh dengan lingkungannya (Osmoregulasi). Setelah itu ikan dimasukkan dalam larutan vaksin yang mengandung garam 1 ppt dan ikan mulai minum dan menyerap vaksin. Cara ini telah didemonstrasikan dalam skala laboratorium dan skala komersial. Arifianto et al (2018) misalnya melakukan sock salinitas 1 ppt selama 2 menit ke larva ikan pink Zebra (*Brachydanio reiro*) sebelum di treatment dengan hormon tyroxine. Perendaman hormon tyroxine selama 24 jam dilakukan dalam media 1 ppt salinitas. Spray bertekanan tinggi yang mampu menembus kulit merupakan alternatif metode yang dapat diterapkan pada ikan. Keuntungannya; cepat, fasilitas sederhana sedikit/tanpa stress, biaya dan tenaga kerja rendah. Untuk skala komersial vaksinasi belum memberikan hasil yang

nyata untuk mencegah infeksi patogen, kecuali vaksin *Aeromonas salmonicida* untuk rainbow trout.

6. Manipulasi genetik

Ada beberapa populasi ikan yang lebih tahan terhadap penyakit, sedangkan stock ikan lain meskipun satu spesies, tidak memiliki ketahanan yang sama. Penyebab perbedaan ini tidak mudah dijawab. Sebab spesies yang resistant terhadap penyakit telah melalui perjalanan panjang berupa interaksi dan koeksistensi yang akhirnya akan muncul spesies yang tahan penyakit. Kemungkinan besar telah terjadi mutasi genetik secara alami sehingga beberapa jenis ikan tahan terhadap patogen tertentu.

Melalui sistem seleksi, produsen ikan dapat memilih tingkat toleransi yang diinginkan sehingga dapat dikembangkan spesies yang memiliki ukuran dan kecepatan pertumbuhan yang prima. Sayang, metode pencegahan penyakit melalui manipulasi genetik merupakan pekerjaan yang panjang dan melelahkan, sehingga belum banyak dikembangkan.

PRINSIP-PRINSIP PENGOBATAN PENYAKIT (THERAPY)

Therapy adalah perlakuan pemberian obat atau bahan kimia dengan maksud membunuh patogen dan menyembuhkan ikan dari serangan penyakit. Ada 3 faktor yang berperan dalam therapy yaitu patogen, ikan dan obat/bahan kimia.

Faktor kritis dari pengobatan penyakit ikan adalah pemilihan obat, dosis dan metode aplikasi yang tepat. Obat/bahan kimia yang digunakan pada umumnya bersifat toksik terhadap ikan dan patogen pada kadar yang berbeda, maka konsentrasi yang tidak tepat dapat menyebabkan kematian (lethal) terhadap ikan tetapi aman bagi patogen sasaran. Keberhasilan pengobatan terletak pada ketepatan pemilihan dosis dan metode aplikasi diatas.

Ikan dan patogen adalah makhluk hidup, maka pemilihan obat merupakan hal yang tidak mudah, karena banyak bahan beracun yang memberikan efek negatif bagi makhluk hidup secara umum. Keragaman ukuran ikan, siklus hidup, cara penetrasi ke ikan, akan menentukan cara bagaimana patogen tersebut harus dibasmi. *Treatment* yang dipilih harus menyesuaikan keadaan ikan.

Pengobatan melalui pakan tidak efektif bila ikan telah menurun nafsu makannya. Ikan yang lemah tidak akan tahan terhadap oksigen rendah, demikian pula ikan muda lebih sensitive terhadap *treatment* dibanding ikan dewasa. Faktor kritis dari ikan budidaya tersebut pulalah yang menentukan jenis obat yang digunakan.

Pemilihan obat dan metode pengobatan tergantung pada sifat bahan, areal dan ukuran ikan. Bahan kimia untuk parasit dalam tubuh ikan (endoparasit), harus berbeda sifat dengan bahan kimia untuk ektoparasit. Endoparasit dibasmi dengan bahan kimia yang diberikan melalui injeksi atau pakan, sedangkan ektoparasit dengan perendaman.

Antibiotik reaksinya lebih lambat dan lebih dapat ditolerir oleh ikan, sedang bahan kimia yang lebih beracun dapat digunakan untuk mengontrol ektoparasit dengan waktu aplikasi lebih pendek. Antibiotik Tetracycline atau Terramycin misalnya, dapat diabsorpsi dengan baik oleh usus pada aplikasi oral, sedangkan streptomycin tidak dapat diabsorpsi oleh ikan, oleh karena itu tidak efektif untuk *treatment* internal dan lebih tepat untuk aplikasi perendaman.

Secara sederhana therapy dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu: (a) penambahan bahan kimia ke air, (b) penambahan bahan

kimia ke dalam pakan dan (c) pengenaaan bahan kimia langsung ke ikan.

1. Penambahan bahan kimia ke air

Treatment terhadap penyakit dan parasit dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam air adalah *treatment* secara tidak langsung. Penentuan jumlah bahan kimia untuk dapat mencapai konsentrasi yang diinginkan merupakan perhitungan yang tidak mudah, karena ada beberapa bahan kimia yang komposisinya berubah dalam air. Melalui metode ini, bahan kimia tidak hanya berpengaruh pada ikan dan patogen, akan tetapi juga organisme lain yang hidup dalam kolam. Untuk menghindari masalah ini, ikan dapat dipindahkan ke bak kecil untuk ditreatment.

Treatment di kolam berskala besar

Treatment patogen dikolam besar cukup efektif untuk mengontrol ektoparasit. Cara ini telah banyak digunakan. Bahan kimia yang paling sering digunakan adalah pestisida (untuk membasmi parasit crustcea). Treatment di kolam umumnya menyebabkan penurunan produktifitas karena efek tanpa pilih dari pestisida. Penggunaan bahan kimia untuk *treatment* di kolam harus memenuhi pesyaratan sebagai berikut:

- Perbedaan antara lethal dosis patogen dan ikan harus 1:4

- Bahan kimia harus mudah larut dalam air
- Harganya murah
- Tidak menimbulkan dampak negatif terhadap produktivitas kolam
- Harus mudah terurai secara alami

Robert dan Shepherd (1974) menyarankan beberapa tahapan yang harus dilakukan sebelum penambahan bahan kimia ke dalam air antara lain:

- Ikan dipuasakan terlebih dahulu selama 24 jam
- Gunakan ember plastik untuk mencampur bahan kimia. Jangan gunakan alat dari metal
- Konsentrasi bahan harus tepat, termasuk aliran airnya
- Aplikasi seyogyanya pada saat temperature rendah
- Selalu dilakukan model tes sebelum aplikasi
- Tunggu 12 - 24 jam setelah uji coba berhasil, sebelum aplikasi skala besar dilakukan
- Amati ikan selama treatment dan siap untuk mengakhiri perlakuan apabila ikan nampak stress
- Pengulangan perlakuan dilakukan hanya dalam keadaan terpaksa dan dilakukan setelah 30 jam.

Pemuasaan sebelum pengobatan dimaksudkan untuk menurunkan konsumsi oksigen dan produksi ammonia. Karena beberapa bahan kimia bersifat menurunkan oksigen terlarut di dalam air, contohnya formalin, klorin dan kaporit. Ikan akan stress karena adanya bahan kimia, sehingga kebutuhan oksigen akan lebih besar dari biasanya.

Amoniak sebagai bahan toksik pada kadar rendah tidak secara langsung mematikan, akan tetapi merupakan bahan yang menyebabkan stress. Ikan yang stress akan meningkatkan kebutuhan oksigennya. Apabila kadar total amoniak mencapai lebih dari 5 ppm dan pH menjadi asam, maka dapat menyebabkan kematian ikan.

Kesadahan air juga harus diperhatikan sebelum pengobatan, bahan kimia akan lebih toksik pada air berkesadahan tinggi dan pH rendah. Efektifitas bahan kimia terhadap patogen akan menurun, seiring peningkatan toksisitas terhadap hewan budidaya karena penurunan pH.

Insang harus di cek sebelum pengobatan, bila kondisi insang jelek, misalnya: banyak memproduksi lendir, ditemukan berbagai kondisi hiperplasia karena parasit dll. ikan tidak akan tahan terhadap treatment. Bahan kimia dapat diterapkan dalam

beberapa cara tergantung pada sifat, ukuran kolam dan patogen yang menjadi target.

Treatment air mengalir (flowing)

Treatment mengalir adalah penambahan bahan kimia dalam waktu tertentu pada kolam air mengalir, untuk mendapatkan konsentrasi yang diperlukan. Metode ini sangat cocok untuk kolam sistem seri yang dihubungkan oleh pipa atau kolam air deras yang dapat diatur aliran airnya. Alat yang diperlukan untuk pengaplikasiannya seperti siphon, pompa container alat pengatur suplai bahan kimia secara konstan. Contoh, formalin yang diteteskan pada pipa air masuk untuk mengontrol ektoparasit Protozoa dan Monogenea.

Penggelontoran (flushes)

Treatment ini diaplikasikan di air masuk pada kolam bervolume kecil dengan konsentrasi bahan kimia untuk waktu tertentu (5 - 10 menit). Bahan kimia akan diencerkan dan menyebar melalui aliran air. *Treatment* ini sangat bermanfaat, khususnya apabila aliran kolam mampu mencampur masa air yang ada, adanya daerah mati atau daerah beraliran cepat akan mengurangi efektifitas *treatment*. Formalin telah dicobakan untuk mengontrol ektoparasit

melalui cara ini. Metode ini cukup efektif diterapkan pada perikanan parit dan saluran.

Penyemprotan melalui perahu

Kolam/areal budidaya cukup luas dan aliran air tidak dapat membantu pengadukan maka treatment dapat dilakukan melalui perahu/kapal kecil. Untuk mendapatkan konsentrasi yang diinginkan, perlu dihitung terlebih dahulu volume kolam yang akan di treatment. Kemudian perahu akan berkeliling seperti coil (obat nyamuk) mulai dari tengah kolam ke pinggir kolam, sambil menyemprotkan bahan kimia. Selain membentuk coil, metode diagonal dan berbanjar juga dapat dilakukan.

Penyemprotan biasa

Spray atau penyemprotan dengan menggunakan alat semprot pertanian atau tangan dapat dilakukan di kolam kecil, bak dan tank. Petugas cukup berkeliling sambil menyemprotkan obat yang digunakan. Jumlah obat yang digunakan didasarkan pada perhitungan air kolam, meskipun kurang akurat. Bahan kimia yang digunakan disarankan yang memiliki toksisitas rendah, misalnya methylene blue.

Ember gantung

Metode ini telah lama digunakan di Cina dan beberapa negara Asia Tenggara untuk berbagai pencegahan dan pengobatan penyakit. Obat/bahan kimia dimasukkan dalam ember yang berlubang kecil, kemudian digantungkan diatas bak/kolam. Bahan kimia tersebut secara periodik akan menetes dalam bak/kolam budidaya. Metode ini biasanya digunakan untuk mencegah penyakit parasit dan bakteri.

Cara pencegahan ini tidak dijumpai pada unit budidaya rakyat maupun komersial di Indonesia. Umumnya yang dilakukan pada skala penelitian. Karena mudah dikontrol dan bak percobaannya kecil.

Kerangka bambu berbentuk segitiga, satu buah atau lebih di atas air dipakai sebagai penyangga kayu horizontal dimana bahan kimia dalam ember digantungkan. Contoh dari treatment ini adalah penggunaan '*bleaching powder*' untuk mengontrol '*bacterial skin disease*' seperti *gill rot* dan *fin rot* pada ikan mas dan ikan mas hitam (*Mylopharyngodon piceus*) (Kabata, 1985). Ember ditenggelamkan didekat tempat pakan dan bahan kimia secara perlahan akan terlarut, memberikan efek therapeutic.

Menurut petani ikan di Cina overdosis pada metode ini sangat jarang terjadi, karena bahan kimia tidak terlarut keseluruhan kolam sehingga ikan dapat menghindar dari daerah yang berkonsentrasi tinggi.

Baths (memandikan)

Treatment memandikan ikan dapat dilakukan pada media air bervolume kecil yang mudah dikontrol dan bebas polusi. Memandikan memiliki beberapa keuntungan, misalnya konsentrasi lebih tepat, lebih tinggi dan lebih cepat. Kerugiannya, ikan yang dapat di treatment sedikit, apabila dilakukan berulang kali, terjadi penurunan konsentrasi, handling lebih banyak, sehingga resiko ikan terluka lebih besar, biaya relative mahal. Bath treatment dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu: dips, short, baths dan long baths.

Dips (pencelupan)

Schaperclaus (1954) memberikan 2 alasan mengapa dips (pencelupan) dilakukan: (a) mengontrol parasit yang memerlukan bahan kimia konsentrasi tinggi dan (b) dapat mentreatment sejumlah ikan dalam waktu yanag pendek. Perlakuan ini menghindari penurunan oksigen karena bahan kimia diekspose di air dalam waktu singkat. Tiga macam pencelupan diperkenalkan oleh Schaperclaus yaitu:

Lysol dip., 0,2 % atau 2000 ppm selama 5 - 15 detik, untuk mengontrol ektoparasit *Gyrodactylus*. Ikan dicelupkan dalam larutan berisi Lysol, kemudian diangkat dan dicuci dalam air bersih. Meskipun ada beberapa parasit mampu bertahan lebih dari 15 detik, akan tetapi ikan tidak mampu bertahan dalam waktu lebih lama. Pencucian dengan air bersih harus dibuat sedemikian rupa sehingga parasit yang lepas tidak kembali ke unit budidaya.

Slake lime dip, diberikan pada kadar 2000 ppm (2 g/1 L air) selama 5 detik untuk membunuh parasit Leech, Protozoa dan Monogenea. Aksi dari bahan kimia ini yaitu naiknya pH sampai 10,5 - 10,8. Karena perlakuan ini beresiko tinggi, maka harus dilakukan dengan ekstra hati-hati dan ikan yang di *treatment* tidak menampakkan adanya luka fisik.

Potassium permanganate dip, diaplikasikan pada konsentrasi 1000 ppm selama 30 - 34 detik dan ternyata cukup efektif mengontrol keberadaan *Argulus*. Bahan kimia ini akan menyumbat organ pernafasan crustacea (*Argulus*). *Argulus* akan segera melepas cengkramanya pada permukaan tubuh ikan dan akhirnya mati dalam 1 - 2 menit. $KMnO_4$ selain digunakan untuk mencegah penyakit bakteri (*tail rot* dan *fin rot*) juga dapat

mematikan ektoparasit protozoa. Bahan kimia ini juga digunakan untuk long treatment pada kadar rendah.

Robert dan Shepherd (1974) menyarankan penggunaan Cuprisulfat 500 ppm selama 1 menit atau malachite green 67 ppm 30 detik untuk mengobati infeksi jamur. Treatment yang dikatakan sebagai kompromi antara bath dan flush dilakukan dengan cara menurunkan air kolam dan menambah formalin pada konsentrasi 200 ppm. Dengan menurunkan air kolam, maka penggunaan obat akan lebih sedikit.

Konsentrasi bahan kimia yang tinggi, maka treatment ini hanya dilakukan oleh tenaga terlatih berpengalaman. Penelitian pengembangan bahan kimia yang aman dan efektif perlu terus dilakukan.

Short baths

Perbedaan treatment ini dengan metode dipping ada pada konsentrasi dan lama penebaran. Biasanya waktu yang digunakan berkisar antara 10 - 50 menit.

Copper sulphate, digunakan 100 ppm selama 10 - 30 menit, konsentrasi yang lebih tinggi akan menyebabkan kekeruhan. Bahan kimia ini sangat *toksik* terhadap kulit protozoa dan ikan khususnya

pada perairan yang berkadar garam rendah, tetapi tidak efektif untuk *Gyrodactylus*. Robert dan Shepherd (1974) mengatakan bahwa penggunaan CuSO_4 tidak disarankan kecuali kadar Calcium diketahui. Lebih lanjut dikatakan, bahan kimia ini juga digunakan untuk mengontrol bakteri eksternal.

Amoniak juga digunakan untuk mengontrol parasit kulit dalam dua bentuk; pemandian kuat (strong baths) 1 ml/1 L air dan pemandian lemah (weak baths) 0,5 ml/1 L air. Toksisitasnya tinggi sehingga tidak disarankan untuk digunakan secara regular. *Ammonium chloride* digunakan pada kadar 1,5 - 2,5% selama 10 - 15 menit melawan serangan parasit *Gyrodactylus*. Namun penggunaannya telah lama dilarang karena berbahaya bagi ikan.

Hydrogen peroxide pada konsentrasi 5000 ppm dipakai sebagai antiparasit. Bahan kimia ini terurai di bawah pengaruh katalase, suatu enzim yang terdapat pada epithelium ikan, untuk melepaskan oksigen bebas, dalam satu bentuk senyawa desinfeksi. H_2O_2 cepat membusuk pada keadaan dimana terdapat bahan organik sehingga tidak dapat digunakan sebagai agen therapeutic.

Asam salisilat, pada konsentrasi 0,5% selama 30 menit efektif mengontrol *Gyrodactylus*. Bahan kimia ini merangsang

produksi lendir dan menyebabkan iritasi tinggi pada insang sehingga jarang digunakan.

Sodium chloride, garam dapur sangat murah dan selalu ada dan lebih aman. Cukup efektif untuk mengontrol ektoparasit seperti protozoa, monogenea, *Lernaea* dan jamur *Saprolegnia*. Untuk ikan besar digunakan konsentrasi larutan 2,5 % selama 15 menit. Ikan muda pada konsentrasi 1,0 - 1,5% selama 20 menit. Alat-alat yang terbuat dari metal/logam tidak disarankan pada saat treatment dengan garam (NaCl).

Aksi dari garam dapat berupa reaksi fisika dan kimia. Fisika disebabkan oleh meningkatnya garam yang mempengaruhi proses osmose, secara kimia aktifitas ion natrium akan meningkatkan produksi lendir. Ion ini juga merupakan toksik bagi parasit. Garam banyak digunakan di negara-negara Asia Tenggara dikarenakan kemudahan dan keamanannya.

Formalin adalah larutan berisi 40% formaldehyde, merupakan salah satu bahan kimia yang paling baik untuk mengontrol parasit kulit dan insang khususnya protozoa dan monogenea dan dapat juga digunakan untuk bakteri. Karena dapat merusak kulit manusia maka harus dipergunakan secara hati-hati,

apabila sisa *formalin* masih terdapat pada unit budidaya, aerasi harus terus dilakukan agar tidak terjadi kekurangan oksigen.

Formalin dapat digunakan pada konsentrasi rendah dan tinggi. Konsentrasi tinggi dapat digunakan 1000 ppm, 15 menit, konsentrasi lebih rendah dengan metode baths dilakukan pada 200 ppm 30 - 45 menit. Kepekatan larutan harus disesuaikan dengan temperatur, di tropis konsentrasi 100 - 166 ppm mungkin dilakukan kurang dari 1 jam. Para formaldehyde sangat toksiksehingga harus dibuang pada saat treatment dilakukan. Para formaldehyde adalah endapan yang terjadi pada larutan formalin.

Malachite green bebas seng (Zn) sendiri atau dicampur dengan formalin sangat bermanfaat mengontrol parasit, khususnya jamur *Saprolegnia* dan *ciliate Ichtyophthirius*. *Malachite green* harus bebas seng karena Zn sangat toksikterhadap ikan. Untuk telur ikan, larva dan fingerling, aplikasi malachite green 0,2 ppm selama 60 menit cukup efektif menumpas parasit. Untuk ikan dewasa 0,1 ppm sudah mencukupi.

Robert dan Shepherd (1974) menyarankan penggunaan furanace (turunan nitrofurantoin dan nitrofurantoin) adalah bahan kimia berspektrum luas untuk membasmi bakteri dan parasit. Konsentrasi

yang disarankan adalah 1 ppm, karena bahan ini diabsorpsi oleh kulit dan insang.

Hyamine 3500, dipakai untuk mengontrol '*bacterial gill disease*'. Konsentrasi terkait kesadahan perairan menurut Robert dan Shepherd (1974) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi Terkait Kesadahan di Perairan

Hardness (ppm CaCO ₃)	Konsentrasi
< 100	2 ppm
100-200	3 ppm
>200	4 ppm

Treatment dilakukan selama 60 menit. Antibiotik telah banyak dicoba, akan tetapi tidak banyak digunakan karena harganya mahal. Namun demikian, pada dekade terakhir ini antibiotik sangat luas digunakan pada budidaya ikan dan udang intensif. Hal ini dilakukan karena ikan/udang yang dibudidaya memiliki harga yang cukup tinggi.

Long baths

Pengobatan disebut *long baths* manakala waktu pemandian ikan lebih dari 1 jam. Keuntungan metode ini adalah jumlah ikan yang ditreatment lebih banyak dalam waktu yang relatif singkat. Keuntungan tersebut akan menurun apabila waktu perendaman

lebih dari 3 jam. Meskipun cara ini tidak umum dilakukan di peternakan besar, akan tetapi sering digunakan pada ikan hias.

Quinine baths. Garam quinine banyak dipakai untuk mengontrol ektoparasit protozoa. Quinine sangat toksik terhadap protoplasma. Penggunaan quinine dapat menurunkan kapasitas reproduksi ikan, meskipun secara ilmiah belum cukup bukti. Vegetasi air cenderung menurunkan efektifitas quinine. Kelemahan dari quinine adalah biaya yang mahal dan toksik terhadap tumbuhan.

Synthetic dye baths. Pewarna sintetis lebih murah, lebih efektif dan lebih ditolerir daripada quinine. Trypaflavin (1 g 100 L air) disarankan oleh Schaperclaus (1954) untuk mengontrol bakteri. Bersifat cytostatik, memblocking pertukaran DNA-RNA bakteri.

DDT baths digunakan untuk memberantas parasit crustacean (*Argulus*, *Ergasilus* dan *Lernaea*). Konsentrasi yang digunakan 0,01 - 0,02 ppm. Pada konsentrasi tersebut ikan mampu mentolerir sedangkan parasit crustacean akan mati dalam beberapa jam. Bahan kimia ini dilarang untuk digunakan karena diabsorpsi oleh jaringan tubuh dan tidak dapat hilang dalam jangka waktu yang lama (lebih dari 3 tahun). Bahan kimia lain yang dapat

digunakan untuk long baths adalah koloid silver, methylene blue, sulphonamide dan ammonium nitrat.

2. Penambahan bahan kimia ke dalam pakan

Penambahan bahan kimia ke dalam air tidak dapat mencapai endoparasit dan parasit yang ada pada saluran pencernaan. Salah satu cara merusak patogen tersebut adalah dengan mencampurkan bahan kimia/obat ke dalam pakan. Pakan berisi obat akan diserap usus masuk dalam darah dan jaringan; pada konsentrasi level yang mencukupi bahan kimia tersebut mampu mengontrol patogen.

Keuntungan metode ini adalah : (a) lebih sedikit bahan yang diperlukan dibanding lewat air, (b) lebih kecil menimbulkan polusi, oleh karena itu, efek sampingnya juga lebih kecil. Metode ini cukup sulit diterapkan. Ikan cenderung tidak makan pada saat sakit, walaupun makan belum tentu jumlah obat yang ditelan cukup untuk membunuh patogen. Metode ini lebih cepat untuk prophylaksis daripada kuratif.

Pada marinkultur atau *brackhiswater aquaculture*, dimana air tidak dapat diatur sepenuhnya, maka metode penambahan bahan kimia lewat pakan merupakan alternatif terbaik. Beberapa hal penting harus diingat dalam menerapkan metode ini:

1. Tanda pertama penyakit adalah menurunnya nafsu makan, sehingga pemberian obat–obatan lewat pakan harus dilakukan sesegera mungkin. Treatment harus dimulai sebelum hasil diagnosa dibuat.
2. Untuk meningkatkan efektifitas, dipilih obat yang memiliki spectrum luas karena sebagian besar bakteri patogen ikan adalah gram negatif. Ikan harus mampu menyerap bahan kimia keluar menembus dinding usus ke dalam jaringan dalam konsentrasi cukup tinggi untuk membunuh patogen. Obat yang baik tidak selalu mudah didapat, beberapa diantaranya tidak dapat digunakan tanpa persetujuan dokter hewan. Maka perlu disiapkan jauh sebelum kegiatan budidaya dilakukan.
3. Produsen ikan harus mampu menambahkan obat ke pakan. Penambahan obat dilakukan pada saat pakan akan diberikan ke ikan, sebab beberapa antibiotik akan menurun daya kerjanya 24 jam setelah dicampur dengan pakan.
4. Ikan yang secara terus menerus ditreatment tidak layak dikonsumsi manusia, kecuali sisa obat tidak terdeteksi dalam jaringan. Misalnya : nequvon pada jaringan daging atlantik salmon hilang dalam 12 hari setelah treatment, sehingga

undang–undang kesehatan hewan memberlakukan pemanenan 21 hari setelah treatment terakhir.

Di Asia Tenggara, seyogyanya dipilih bahan kimia yang secara umum dapat diterima. Beberapa contoh bahan kimia di bawah ini mungkin dapat dijadikan acuan, meskipun masih perlu dikaji lebih lanjut efektifitasnya di daerah tropis.

Sulphonamid adalah bahan kimia yang umum digunakan dalam pakan untuk mengontrol furunculosis. Harganya *relative* murah, lebih *toxic*, tapi menurunkan nafsu makan. Akhir–akhir ini ditemukan strain yang resistan terhadap sulphonamid sehingga penggunaannya mulai dihindari.

Nitrofurans digunakan untuk mengobati infeksi kronis saluran urinaria. Bahan ini tidak terlalu *toksik* dan tidak menurunkan nafsu makan.

Antibiotik yang saat ini paling banyak digunakan adalah Oxytetracycline. Antibiotik tersebut terbukti efektif untuk menanggulangi penyakit vibriosis, erythro-dermatitis dan spring viraemia pada ikan mas. ‘Fish pox’ (cacar ikan) yang menyebabkan terkelupasnya kulit ikan gurame di Indonesia diobati dengan oxytetracycline dan tetracycline. Di Negara Eropa Erythromycin dikenal untuk mengontrol penyakit BKD (bacterial kidney disease).

Makanan pelengkap (food additive) dapat dipakai untuk melawan ektoparasit dan parasit usus. Di Asia Tenggara aplikasi pakan pelengkap dapat mencegah infeksi parasit crustacean. Prophylaksi dengan food additive perlu digalakkan.

Obat-obatan tradisional (native remedies) juga telah lama dilakukan oleh petani ikan, misalnya di Cina, bawang putih dalam pakan telah lama digunakan untuk mencegah terjadinya sakit usus pada ikan mas (penyakit bakteri). Beberapa jenis bahan alami seperti daun binahong, daun jeruk, biji dan daun kamboja, kunyit, bawang putih dan mengkudu telah mampu mengurangi resiko wabah penyakit (Gambar 9).



Gambar 9. Berbagai Tanaman Untuk Obat Ikan

3. Aplikasi obat langsung ke ikan

Alternatif terakhir dan mungkin yang paling efektif dalam mengobati penyakit adalah aplikasi langsung menuju sasaran (ikan). Cara ini dapat menurunkan polusi dan meningkatkan ketelitian dosis yang diperlukan, meskipun meningkatkan stress karena handling. Disamping keuntungan diatas cara ini harus menggunakan tenaga trampil dan berpengalaman. Cara ini banyak digunakan pada kolam intensif dimana sejumlah besar ikan dipelihara. Metode ini sangat bermanfaat untuk induk dan ikan hias yang bernilai tinggi dan jumlahnya sedikit.

Aplikasi langsung tersebut dapat dicapai melalui tiga cara yaitu : (a) injeksi, (b) melalui mulut/anus, (c) disapu, direkatkan (dusting).

(a) Injeksi (penyuntikan)

Penyuntikan dapat dilakukan terhadap ikan yang telah mencapai ukuran minimal 50 g. Untuk dapat disuntik, ikan harus ditangkap dan diam, cara terbaik dilakukan dengan anestesi. Untuk dapat menyuntik sejumlah ikan dalam waktu singkat, kerjasama harus diatur sebaik – baiknya. Setiap anggota mengerjakan hal yang berbeda secara teratur, misalnya menempatkan ikan diatas

meja, mengisi obat dalam spuit, penyuntikan, mengembalikan ikan ke penampungan dan petugas pencatat.

Penyuntikan intraperitoneal, biasanya paling efektif, karena tidak ada obat yang tumpah keluar, tidak seperti pada penyuntikan intra-muscular. Larutan penyuntik sering keluar setelah penyuntikan. Lokasi injeksi paling baik diatas sirip ventral, dengan jarum mengarah ke anterior. Cara ini harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak melukai/merusak usus, hati atau organ lain dari ikan. Penyuntikan dengan volume larutan lebih besar dapat dilakukan di lymphatic sinuses, dekat sirip punggung. Volume obat yang baik adalah 0,2 - 0,5 mL sekali suntik tergantung ukuran ikan. Bekas suntikan diusahakan tidak menggelembung karena kelebihan cairan suntik menjadi hal yang harus selalu diperhatikan.

Food additive dapat juga dimasukkan ke dalam tubuh ikan melalui penyuntikan. Kondisi yang perlu diperhatikan untuk metode injeksi adalah toleransi ikan terhadap obat, ukuran dan umur ikan. Tingkat toleransi juga berbeda dari spesies ke spesies. Test awal dilakukan setiap akan melakukan injeksi.

Meskipun injeksi tidak banyak karena labour intensif, beberapa produsen ikan di Eropa Timur, menerapkan injeksi

chloraphenicol untuk mencegah spring viraemia of carp (SVC) dengan menggunakan spuit otomatis multi-dosis.

(b) *Pengobatan lewat mulut/anus*

Obat-obatan yang digunakan dalam metode hamper sama seperti pada treatment pakan. Jarum dengan ukuran tepat dan kateter plastic dapat digunakan. Teknik ini memerlukan tenaga trampil dan berpengalaman, oleh karena itu jarang digunakan. Kelebihan pengobatan dengan kateter, obat dapat langsung masuk ke dalam target organ tanpa melukai ikan budidaya.

(c) *Penyaputan (Swabbing) dan perekatan (dusting)*

Swabbing dan dusting digunakan untuk treatment eksternal. Istilah swabbing menunjukkan aplikasi dari larutan obat-obatan dengan cara mengecat kulit ikan pada areal yang terinfeksi. Contoh aplikasi dari metode ini antara lain: penggunaan 1000 ppm larutan KMnO₄, Yodium terture atau malachite green 3 ppm, telah banyak digunakan untuk mengobati luka karena serangan bakteri.

Dusting berarti aplikasi obat-obatan dalam bentuk powder atau padatan tidak terlarut. Ikan di treatment dengan cara di semprot/diroll, setelah sebelumnya ikan di anestesi. Dusting digunakan terutama melawan ektoparasit arthropoda yang bekerja secara fisika dan kimia. Contoh metode ini adalah dusting *Argulus*

dengan talek powder. Powder berisi DDT sangat efektif menyerang sistem saraf semua jenis arthropoda. Obat ini dapat diterapkan terhadap *Ergasilus* dan *Caligus* pada kulit dan insang. DDT tidak mudah terurai dan terakumulasi dalam jaringan ikan maka ikan yang di treatment dengan bahan ini tidak layak dikonsumsi manusia.

Obat Ikan yang diijinkan menurut Permen KP no. 52/2014 adalah sebagai berikut :

- a. Antimikroba : Tetrasiklin (oksitetrasiklin dan khlortetrasiklin), Makrolida (Erythromycine), Kuinolon (enrofloksasin).
- b. Obat lainnya : Anthelmentik (Piranthel, Levamisol, Prazikuantel), Zat pewarna (methylene blue, basic bright green oxalate, acriflavine, brilian blue, alura red, ponceau-4R) (Ditjen Budidaya,2015).

PENGENDALIAN PARASIT

Pengendalian parasit dilakukan manakala penyakit parasit telah menyerang tubuh ikan dan bahkan dapat pula menjadi wabah. Kejadian dapat dikatakan wabah apabila populasi ikan yang terserang penyakit telah mencapai hamparan yang luas (wilayah).

Pengendalian terhadap wabah penyakit/parasit dapat dilakukan dengan 2 pendekatan yang secara mekanis dan biologis. Pengendalian mekanis adalah aktifitas langsung melawan patogen, sedang aktifitas tidak langsung melalui ikan dan lingkungannya disebut pengendalian secara biologis. Pengendalian mekanik dan biologi telah digunakan dengan sukses untuk melawan ektoparasit crustacean.

Pengendalian Mekanis

Pengambilan parasit langsung dari tubuh ikan merupakan cara pengendalian mekanisme yang termudah. Metode ini hanya dapat dilakukan terhadap beberapa ikan, yang bernilai ekonomi tinggi, karena makan waktu dan tenaga banyak dan hanya dapat dilakukan terhadap parasit besar. Misalnya *Argulus* dan *Lernaea*.

Argulus dapat dibuang dengan cara menyikat permukaan tubuh ikan dengan kuas halus atau forcep. Ikan harus ditempatkan pada tempat yang halus, lembut dan basah, kerusakan sisik hrus kita hindari.

Lernaea dibuang dengan cara memotong tubuh parasit dengan gunting, dengan cara ini parasit akan mati dan telur juga dicegah perkembangannya. Karena perlakuan ini meninggalkan

luka yang sangat dalam mungkin akan terinfeksi oleh jamur, oleh karena itu setelah pemotongan parasit diikuti oleh olesan anti jamur.

Sebaiknya parasit Branchiura (*Argulus*), akan meletakkan telurnya pada sebuah substrat yang tenggelam. Upaya membasmi telur parasit dapat dilakukan dengan menempatkan papan kayu dan bambu didasar kolam, secara rutin seminggu sekali di cek dan kemudian dicuci dengan kaporit/Chlorin sebelum dikembalikan ke dasar kolam.

Pengendalian Biologi

Lingkungan hidup ikan budidaya juga merupakan lingkungan hidup parasit crustacean. Selama parasit berada pada stadia perenang bebas, hubungan parasit dan ikan terhadap lingkungan adalah sama. Setelah masuk fase penempelan, sebagian terbesar pola hubungan antara parasit dan lingkungan dijumpai oleh ikan dan berlangsung hampir pada seluruh siklus hidup. Perubahan lingkungan abiotik akan mempengaruhi parasit dan ikan. Parasit crustacean memiliki sensitifitas yang berbeda terhadap perubahan lingkungan. Sensitifitas inilah yang menjadi dasar pengendalian melalui manipulasi lingkungan. Salah satu contohnya

adalah penambahan bahan kimia obat kedalam air atau merubah kondisi perairan tanpa menambah bahan kimia obat.

Petani ikan di Cina mengatakan bahwa perubahan lingkungan budidaya dengan menaikkan kadar bahan organik dapat mematikan *Lernaea* dalam 10 hari. Lernaeasis pada perairan bersih dapat dikendalikan dengan cara memindahkan ikan ke kolam yang kaya bahan organik 2 - 3 hari pada kepadatan tinggi. Peningkatan bahan organik dapat dilakukan dengan cara menambah hasil fermentasi kotoran sapi/babi 400 kg/Are. Contoh lainnya, menanam tumbuhan air untuk mengendalikan parasit *Ergasilus* karena parasit tersebut lebih menyukai air bersih dan perairan terbuka.

Lingkungan biotik dapat pula dirubah dengan cara memasukkan ikan nyamuk (*Gambusia*) dan ikan lain (*Notropis*) ke dalam kolam yang terdapat *Argulus*. Copepoda planktonik (*Mescyclops*) pemakan larva *Lernaea* juga cukup bermanfaat sebagai predator. Ikan pembersih (*cleaner spesies*) juga dapat dicampurkan pada ikan dewasa yang terserang penyakit. Di Cina ikan *Pseudoyrus fulvidraco* sebanyak 10-15 ekor/Are (100 - 125 g) dipelihara bersama induk untuk mengendalikan *Lernaea*. Predator tersebut harus terdiri dari jenis kelamin yang sama, untuk menghindari terjadinya pembiakan. Pengembangan dan penelitian

tentang pengendalian parasit secara biologi perlu terus ditingkatkan.

Akhirnya pengaturan tentang populasi inang akan mempengaruhi populasi parasit. Penangkapan secara intensif khususnya pada masa puncak reproduksi parasit secara langsung akan menurunkan terjadinya kasus penyakit parasit. Namun demikian metode ini tidak dapat dilakukan berkali-kali. Khususnya di daerah tropis karena puncak reproduksi tidak terlalu berbahaya dan jumlah ikan yang dikendalikan terlalu sedikit.

PEMUSNAHAN DAN DESINFEKSI

Pemusnahan dan desinfeksi dilakukan manakala diketahui bahwa ikan budidaya terserang penyakit yang mudah menular, mematikan secara masal, sukar atau tidak dapat dikendalikan dan membahayakan kehidupan manusia, maka cara yang paling tepat untuk menanggulangi sebaran penyakit yaitu dengan memusnahkan seluruh populasi ikan yang terinfeksi. Pemusnahan harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain: ikan terinfeksi penyakit ikan karantina golongan satu, artinya jenis penyakit yang

belum ada cara pencegahan dan pengobatannya. Hewan budidaya membahayakan kelangsungan hidup populasi endogeneous spesies. Berasal dari Negara yang teridentifikasi sumber endemik penyakit yang membahayakan populasi ikan dan kesehatan manusia. Pemusnahan populasi ikan harus memenuhi prosedur administrasi seperti: melaporkan hasil temuan dan rencana pemusnahan ke Dinas Perikanan, Kantor Bea Cukai dan Pengadilan serta kepolisian.

Secara teknis dikenal 2 cara untuk memusnakan ikan yaitu dibakar dan ditreatment dengan bahan kimia. Ikan yang telah dimatikan, dinetralisir terlebih dahulu dengan pembersihan dan baru kemudian dibuang/dikubur di bawah tanah. Oleh karena itu, pada setiap unit budidaya, disarankan untuk dibangun septic tank dan unit pengolah limbah. Unit ini bisa berfungsi untuk memusnahkan ikan yang terinfeksi penyakit berbahaya.

PENUTUP

Dari uraian diatas cukup jelas bahwa diagnosa penyakit merupakan tahap awal yang sangat menentukan kesuksesan budidaya ikan. Kemampuan dan ketrampilan petugas mendeteksi tanda awal terjadinya penyakit beserta sistem yang dikembangkan (early warning system) merupakan persyaratan mutlak bagi usaha budidaya ikan intensif. Tahapan selanjutnya adalah melakukan investigasi penyebab penyakit, upaya pencegahan dan pengobatannya.

Informasi berbagai cara pencegahan dan pengobatan penyakit ikan pada buku ini lebih banyak mengangkat persoalan pada budidaya ikan air tawar dan hanya sedikit disinggung tentang budidaya tambak dan air laut. Informasi mengenai pengobatan penyakit banyak diperoleh dari kolam budidaya didaerah beriklim dingin dan negara Cina. Hasil penelitian dan aplikasi pengobatan penyakit didaerah tropis baru diangkat secara lengkap oleh Kabata (1985) jauh setelah ilmuwan Rusia menemukan berbagai parasit dan penyakit.

Metode yang disarankan berpedoman pada asumsi bahwa petani ikan memiliki kemampuan, ketrampilan mengontrol media budidayanya, dimana asumsi tersebut tidak selalu benar di negara-negara Asian Tenggara. Hingga saat ini sangat minim pengembangan metode pencegahan dan penanggulangan penyakit di perairan payau dan laut dimana kedua lingkungan tersebut belum banyak dilakukan oleh peneliti di Eropa dan Amerika. Kalaupun ada, itu baru terjadi pada 15 - 20 tahun terakhir.

Pengamatan rutin tentang status kesehatan ikan merupakan cara diagnosa penyakit yang paling baik. Mengingat terjadinya penyakit sangat erat dengan kondisi dan perubahan lingkungan, metode budidaya dan jenis ikan yang dipelihara. Pengertian umum yang memandu kita tentang bagaimana mendekati permasalahan untuk mengobati ikan yang dipelihara di karamba apung, dimana lingkungan tidak sepenuhnya dapat dikendalikan, yaitu tingkah laku ikan dan pakan. Salah satu cara yang dapat kita lakukan untuk mencegah penyakit dikaramba adalah dengan penambahan langsung melalui pakan. Alternatif lain, memasang kelambu pada karamba dimana ikan akan di treatment. Namun demikian secara eksplisit belum dapat diformulasikan mengingat informasi ilmiah yang minim. Aplikasi terhadap pengobatan penyakit harus

memenuhi beberapa aspek antara lain aspek ekonomi. Biaya pengobatan harus lebih kecil dari nilai ikan yang diobati dan perkiraan ikan yang dapat diselamatkan. Aspek biologi, pengobatan tidak menyebabkan dampak biologi seperti pertumbuhan menjadi lambat, ikan cacat dan mematikan pakan alami. Aspek teknis, metode pengobatan yang dipilih secara teknis harus mudah dilakukan, dan mampu dilakukan oleh tenaga yang tersedia. Sekiranya nilai pengobatan lebih besar dari perkiraan ikan yang diselamatkan, maka keputusan untuk dipanen lebih dini merupakan keputusan yang bijak, sepanjang ikan budidaya telah memiliki nilai ekonomi. Karena cara ini juga merupakan upaya memperkecil resiko dan kerugian.

Pengembangan berbagai cara pengobatan penyakit pada ikan budidaya tropis masih terbuka lebar, namun memerlukan kerja keras dan sekaligus menjanjikan masa depan yang cerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, H, S. B. Prayitno, T. Yuniarti. 2018. The Effect of Different Thyroxine Hormone (T₄) Concentration on The Growth, Survival, and Pigment Development of Pink Zebra Fish Larvae (*Brachydanio reiro*). Omni-Akuatika,(inpress)
- Baldock, F.C., V. Blazer, R.B. Callinan, K. Hatai, I. Karunasagar, C.V. Mohan, and M.G. Bondad-Reantaso., 2005. Outcomes of a Short Expert Consultation on Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS): Re-examination of Causal Factors, Case Definition and Nomenclature. Disease in Asian Aquaculture V. : 556 – 585. Bali, 26 November 2002.
- Bell, G.R., 1978. Investigation of mortalities in the wild. In: *Methods for assessment of fish production in freshwater* (Ed. Bagenal. T.). IPB Handbook No. 3, Blacwell, Oxford. P. 255-73.
- Bruno, D.W. dan A.L.S. Munro. 1989. Vaccines immunity in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Fry following vaccination infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) on the detection of carries. *Aquaculture*, 81 (3/4) : 205-211.
- Cameron, A. 2007. Progress on Welfare and Exclusion- III. *Progress in Human Geography*, 31(4): 519-526.
- Davy, B. dan M. Graham (Eds.). 1979. Disease of fish cultured for food in Southeast Asia. Report of workshop held in Cisarua, Bogor, Indonesia, 28 November – 1 Desember 1978. IDRC. Ottawa. 32 p.
- Desrina, J.A.J. Verreth, S.B. Prayitno, J.H.W.M.Rombout, J.M. Vlask, M.C.J. Verdegem. 2013. Replication of white spot syndrome virus (WSSV) in the polychaete *Dendronereis* spp. *Journal of Invertebrate Pathology* 114 (2013) 7–10.

- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2014. Potensi dan Prakiraan Produksi Perikanan Budidaya. Rapat Kerja Kementerian Kelautan dan Perikanan. Bandung.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2014. Daftar Nama Obat yang diijinkan beredar di Indonesia dan Prosedur Pendaftaran Obat Ikan. Direktorat Kesehatan Ikan dan Lingkungan, Direjen Budidaya Perikanan, KKP. 157 pp.
- Eyngor, M., R. Zamostiano, J. E.K. Tsofack, A. Berkowitz., H. Bercovier, S. Tinman, M. Lev, A. Hurvitz, M. Galeotti, E. Bacharach, A. Eldar. 2014. Identification of a Novel RNA Virus Lethal to Tilapia. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(12): 4137–4146.
- Food and Agriculture Organization. 2015. Draft Document of Aquatic Animal Health National Strategy of Indonesia. Development of Preventive Aquatic Animal Health Protection Plan and Enhancing Emergency Response Capacities to Shrimp Disease Outbreaks in Indonesia. FAO TCP/INS/3402. 54pp.
- Food and Agriculture Organization. 2016. State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to Food Security and Nutrition for All. FAO Rome, 200 pp.
- Haditomo, A.H.C. 2011. Aplikasi Probiotik Pada Media Budidaya Untuk Pengendalian *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Haditomo, A.H.C., Widanarni, Lusiastuti, A.M. 2016. Studi *Bacillus firmus* sebagai Kandidat Probiotik dalam menghadapi *Aeromonas hydrophila* pada media budidaya. *Jurnal Saintek*. Semarang
- Haditomo, A.H.C., Sarjito, Desrina, S.B. Prayitno. 2017. Screening Of Isolated Potential Probiotic From Mud-Aquaculture In Central Java Indonesia. 10th Symposium on Diseases in Asian Aquaculture (DAA10) Bali Indonesia. Poster Presentation.
- Kabata, Z., 1985. Parasites and Disease of fish cultured in the tropics. *Taylor and Francis, London Philadelphia*. P. 19-83.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam Angka. 2010. Statistik Perikanan. Pusat Data dan Informasi Kelautan Perikanan.
- Kumar, S.S., R. Ananda Bharathi, J.J.S. Rajan, S.V. Alavandi, M. Poornima, C.P. Balasubramanian, A.G. Ponniah. 2013. Viability of white spot syndrome virus (WSSV) in sediment during sun-drying (drainable pond) and under non-drainable pond conditions indicated by infectivity to shrimp. *Aquaculture*, 402-403: 119-129
- Lightner, D. V., C. R. Pantoja, B.T. Poulos, K.T.F. Tang, R.M. Redman, T. Pasos de Andrade and J. R. Bonami. 2004b. Infectious myonecrosis: new disease in Pacific white shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, 7: 85.
- Mamoyama, K., M. Hiraoka, H. Nakano, M. Sameshima. 1998. Cryopreservation of penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV) and its survival in sea water at different temperatures. *Fish Pathol.* 33, 95–96.
- Nasagawa, K. And R. Erlinda, Cruz-Lacierda. 2004. Disease of Cultured Groupers. Southeast Asian Fisheries Development Centre. Aquaculture Department. Tigbauan 5021 Iloilo Philippines. 90 pp.
- Norqvist, A., A. Hgstrom, and H. Wolf-watz. 1989. Protection of Rainbow trout against Vibriosis and Furunculosis by the use of attenuated strains of *Vibrio anguillarum*. *Applied Environmental Microbiology*, 55 (6): 1400-1405.

- Prayitno, S.B. 1986. The Behaviour of Ectoparasite Protozoans of Fish in Relation to Environmental Ammonia, with Special Reference to The Trichodinids. Msc thesis. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland.
- Prayitno, S.B. 2012. Metoda Pengambilan Contoh untuk Monitoring Kesehatan Ikan dan Lingkungan. Pelatihan Metoda Pengambilan Contoh untuk Monitoring Kesehatan Ikan. Stasiun Karantina Ikan Kelas I Yogyakarta.
- Raa, J., G. Roestad. R. Engstad, and B. Robertsen. 1992. The use of immunostimulant to increase resistance of aquatic organisms to microbial infections. *In*: *Disease in Asian Aquaculture I* (ed. Shariff, M., Subasinghe, R. P., Artur, J.R), pp. 39-50. Manila : Proceeding of the first symposium on disease in asian aquaculture, Fish Health Section, Asian Fisheries Society, the Philipines.
- Radji, M. 2009. Vaksin DNA: Vaksin Generasi Keempat. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, VI (1) : 28 – 37 (April 2009).
- Roberts, R. J. dan Shepherd, C. J., 1974. Handbook of Trout and Salmon disease, Fishing News Books, Farnham, U. K. 172p.
- Saptiani, G. 2012. Pemanfaatan Daun Jeruju (*Acantha ilicifolius*) untuk Meningkatkan Immunitas Udang Windu (*Penaeus monodon F*). Disertasi Doktor Manajemen Sumberdaya Pantai. Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro. 222pp.
- Scaperclaus, W. 1954. Fischkrankheiten, 3rd Ed. Akademik Ferlag, Berlin. 708p.
- Sunarto A., Taukhid, A. Rukyani, I. Koesharyani, H. Supriyadi, I. Gardenia, H. Huminto, D.R. Agungpriyono, F. H. Pasaribu, widodo, D. Herdikiawan, Dj. Rukmono, S.B. Prayitno. 2005. *In* P. Walker, R. Lester and M.G. Bondad-Reantaso (eds). Diseases in Asian Aquaculture V, pp. 125-135. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila.
- Sunarto A., D. Dana and B. Prayitno, 2015. Lessons learnt from KHV outbreaks and need for practical approaches to emergency preparedness and response. World Aquaculture Society Conference, Bali Indonesia, May 2005 (Abstract).
- Sunarto, A., A. Taslihan, and Maskur. 2011. Current Status of *Infectious Myonecrosis Virus (IMNV)* in Pasific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Indonesia. Paper presented in the Fish Health Coordination Meeting. Directorate General of Aquaculture, The Ministry of Marine Affairs and Fisheries. 5 pp.
- Tang, K.F.J., B.T. Poulos, J. Wang, R.M. Redman, H.H. Shih, and D.V. Lighner. 2003. Geographic variation among infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) isolates and characteristics of their infection. *Dis Aq Org.*, 53: 91-99.
- Tsofack, J.E.K., R. Zamostiano, S. Watted, A. Berkowitz, E. Rosenbluth, N. Mishra, T. Brieese, W. Ian Lipkin, R. M. Kabuusu, H. Ferguson, J. del Pozo, A. Eldar, E. Bacharach. 2016. Detection of Tilapia Lake Virus in Clinical Samples by Culturing and Nested Reverse Transcription-PCR. *Journal of Clinical Microbiology*. 55(3): 759 – 767.

- Velmurugan, S., P. Palanikumar, P. Velayuthani, M.B.S., Donio, M. Michael Babu, C. Lelin, S. Sudhakar, T. Citarasu. 2015. Bacterial white patch disease caused by *Bacillus cereus*, a new emerging disease in semi-intensive culture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 444 : 49–54
- Wahjuningrum D., R. Astrini, M. Setiawati. 2013. Pencegahan *Aeromonas hydrophila* pada benih ikan lele menggunakan bawang putih dan meniran. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 12 (1), 86–94
- Sriurairatana S., V. Boonyawiwat, W. Gangnonngiw, C. Laosutthipong, J. Hiranchan, T. W. Flegel. 2014. White Feces Syndrome of Shrimp Arises from Transformation, Sloughing and Aggregation of Hepatopancreatic Microvilli into Vermiform Bodies. Superficially Resembling Gregarines. *PLoS ONE* 9(6): e99170.

LAMPIRAN

Lampiran 1: FORM DATA LAPANGAN HASIL PENGAMBILAN CONTOH IKAN

Pelaksana pemantauan :
Kabupaten / Kota : Desa, Kecamatan :
Koordinat GPS : Tanggal pelaksanaan :
Sentra budidaya : Jumlah kolam/tambak:.....
Jumlah pembudidaya : Tambak/kolam aktif:.....
Daerah pemasaran hasil :
produksi (2011-2012) :
Pemilik kolam : Kolam nomor : Luas kolam.....
Spesies sampel : Jumlah populasi :
Umur/ ukuran/ asal : usia pemeliharaan:hari/bulan
Asal induk / benih : Sistem budidaya : mono/polikultur , spesies lain

Penyakit yang pernah ada/mewabah di lokasi pemantauan :

Jika ada kejadian penyakit:

Waktu terjadi : Mortalitas (%): Morbiditas (%) : Gejala
klinis/tingkah laku:

Keterangan

lain (pengobatan, penggunaan alat treatment air/filter, pengelolaan kualitas air, faktor stress, grading, pemberian pakan, vaksinasi) :
.....

Data , kondisi lingkungan dan kualitas air :

Luas areal budidaya :Ha, Areal sekitar : Ha, Asal air :

Kegiatan lain di sekitar areal budidaya : (ternak, industri)
.....

Cuaca (saat pengambilan sampel): Kelimpahan alga :

pH :, DO :, CO₂:, Alkalinitas :,

Suhu :, Kecerahan :, Kesadahan :, Salinitas :,

Nitrat : Nitrit: Amoniak:..... Organik:.....

Sentra budidaya : Jumlah

kolam/tambak:.....

Jumlah pembudidaya : Tambak/kolam

aktif:.....

Daerah pemasaran hasil :

Performance produksi (2011-

2012) :

Parameter kualitas air optimal untuk budidaya ikan/udang :
*SNI Pemeliharaan Udang Windu, *2 SNI Pemeliharaan Nila di Air Tenang,*

Parameter	Suhu	Salinitas	pH	DO min.	Alkalinitas	Kecerahan Air	CO ₂	Kesadahan	Organik max.	Amonia max.	Nitrit max.	Nitrat max.
Satuan	°C	g/l	-	mg/l	mg/l	cm			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Air Tawar	25 – 32*2	0	6,5– 8,5*2	≥3*2	50 – 150*3	30 – 40*2	5- 12*3	50 – 250*3		<0,02*2	<0,2*3	
Air Payau *1	28 – 32	5 – 40	7,5– 8,5	>3	100 - 250	30 - 45			55	<0,01	<0,01	0,5

Lampiran 2. LAPORAN HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM SPECIMEN MEDIA PEMBAWA PEMANTAUAN

- a. Nama sampel : Kode: Jumlah sampel: ekor
- b. Panjang : cm, Berat: gram, Asal : -budidaya /alam
- c. Kondisi sampel :
 - Hidup/Segar/Hampir mati,
 - Mati kurang dari 6 jam /Segera diawetkan es
- d. Kematangan sex/stadia : - Benih () - induk () - konsumsi ()
- e. Tanggal ambil / masuk / periksa sampel: / /.....
- f. Pemeriksaan organ dan agen penyakit :

1. Pemeriksaan Perubahan Patologik

Organ luar		Organ dalam	Perubahan Patologik Makroskopik	Perubahan Patologik Mikroskopik (Histopatologi)
Bagian	Perubahan Patologik			
1. Kulit / Sisik		1. Muskulus/otot		-
2. Sirip		2. Otak		-
a. Dada (P)		3. Jantung		-
b. Ekor (C)		4. Hati		
c. Anal (A)		5. Ginjal		
d. Punggung (D)		6. Lambung		
e. Abdomen (V)		7. Usus		
3. Operkulum		8. Gelembung renang		-
4. Insang		9. Kantong empedu		-
5. Mulut		10. Limpa		
6. Nares (Hidung)		11. Cavum abdominal		
7. Mata		12. Insang		

2. Pemeriksaan Agen Patogen

ORGAN	PARASIT	PREVALENSI(%)	JAMUR	BAKTERI	VIRUS
a. Kulit/sisik-mukus					
b. Insang					
c. Usus					
d. Hati					
e. Ginjal					
f. Limpa					
g. Mata					
h. Hepatopankreas					
i. Otot/daging					
j. Otak					

3. Kesimpulan :

.....