

Linuwih Aluh Prastiti | Adni Oktaviana
Qorie Astria | Dian Febriani



Ilmu Kesehatan Ikan

Teori dan Aplikasi
dalam Akuakultur



Ilmu Kesehatan Ikan

Teori dan Aplikasi
dalam Akuakultur

Linuwih Aluh Prastiti | Adni Oktaviana
Qorie Astria | Dian Febriani



ILMU KESEHATAN IKAN
Teori dan Aplikasi dalam Akuakultur

Ditulis oleh:

LINUWIH ALUH PRASTITI
ADNI OKTAVIANA
QORIE ASTRIA
DIAN FEBRIANI

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh
PT. Literasi Nusantara Abadi Grup
Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Kav. B11 Merjosari
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang 65144
Telp : +6285887254603, +6285841411519
Email: literasinusantaraofficial@gmail.com
Web: www.penerbitlitnus.co.id
Anggota IKAPI No. 340/JTI/2022



Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip
atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku
dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

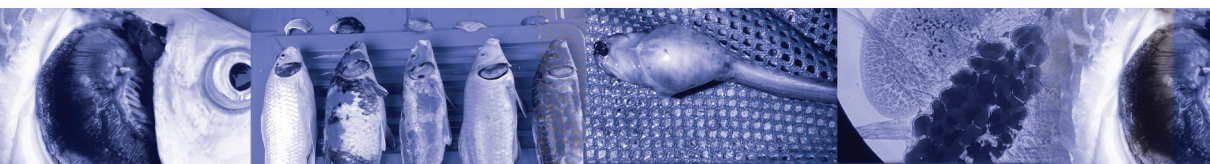
Cetakan I, Desember 2025

Perancang sampul: Dicky Gea Nuansa
Penata letak: Muhammad Ridho Naufal

ISBN : 978-634-234-804-8

viii + 204 hlm. ; 15,5x23 cm.

©November 2025



Prakata

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul Ilmu Kesehatan Ikan: Teori dan Aplikasi dalam Akuakultur dapat diselesaikan dengan baik.

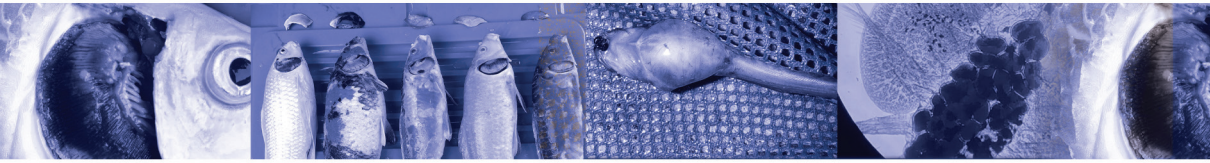
Buku ini disusun sebagai upaya untuk menghadirkan referensi yang komprehensif mengenai kesehatan ikan, baik dari sisi teori maupun penerapannya dalam kegiatan akuakultur. Materi yang disajikan di dalamnya mencakup konsep dasar ilmu kesehatan ikan, mekanisme pertahanan tubuh, faktor penyebab penyakit, serta berbagai metode pencegahan dan pengendalian penyakit pada ikan budidaya. Selain itu, buku ini juga menekankan pada aspek aplikatif, sehingga diharapkan dapat menjadi pedoman praktis bagi mahasiswa, dosen, peneliti, maupun praktisi perikanan dalam mengelola kesehatan ikan secara tepat dan berkelanjutan.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan guna perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan, serta mendukung kemajuan sektor akuakultur di Indonesia.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, dorongan, serta bantuan dalam proses penyusunan buku ini. Selamat membaca dan semoga bermanfaat

Bandar Lampung, Oktober 2025

Penulis



Daftar Isi

Prakata	iii
Daftar Isi	v

BAB 1

GAMBARAN UMUM KESEHATAN IKAN—1

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Konsep Dasar Kesehatan Ikan	2
1.3 Urgensi Pengelolaan Kesehatan Ikan	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Buku	4

BAB 2

BIOLOGI DASAR DAN FISILOGI IKAN SEHAT DAN SAKIT—7

2.1 Pendahuluan	7
2.2 Biologi Dasar Ikan	8
2.3 Fisiologi Ikan Sehat dan Sakit	23

BAB 3

Penyakit dalam Budidaya Perikanan—33

3.1	Pendahuluan	33
3.2	Mekanisme Timbulnya Penyakit Ikan.....	34
3.3	Penyakit Infeksius.....	37
3.4	Penyakit Non Infeksius.....	69

BAB 4

Diagnosis Penyakit dalam Budidaya Perikanan—79

4.1	Pendahuluan	79
4.2	Sampling.....	80
4.3	Diagnosis.....	83

BAB 5

BIOSECURITY, MONITORING DAN EVALUASI KESEHATAN IKAN AKUAKULTUR—97

5.1	Pendahuluan	97
5.2	Biosecurity.....	99
5.3	Monitoring Ikan Budidaya.....	127
5.4	Evalusi Kesehatan Ikan Budidaya	129

BAB 6

TREATMENT PENCEGAHAN PENYAKIT IKAN—133

6.1	Pendahuluan	133
6.2	Imunostimulan	134
6.3	Vaksinasi.....	138
6.4	Probiotik, Prebiotik, dan Sinbiotik	142
6.5	Pengelolaan Pakan Ikan.....	149

BAB 7

PENGobatan DAN PENGENDALIAN PENYAKIT IKAN—153

7.1	Pendahuluan	153
7.2	Jenis Penyakit Ikan dan Pengobatannya.....	155
7.3	Obat Ikan yang Aman digunakan.....	161
7.4	Penggunaan Fitofarmaka untuk Pengobatan	163
7.5	Studi Kasus Penanganan Penyakit Ikan Budidaya Menggunakan Fitofarmaka	167

8. BAB 8

INOVASI DAN TREN BARU DALAM MANAJEMEN KESEHATAN IKAN—175

8.1	Pendahuluan	175
8.2	Mengapa Inovasi.....	176
8.3	Stategi Tren Baru Manajemen Kesehatan Ikan	177

Daftar Pustaka.....	181
Biodata Penulis	201



BAB 1

GAMBARAN UMUM KESEHATAN IKAN

Oleh Linuwih Aluh Prastiti

1.1 Latar Belakang

Perikanan merupakan salah satu sektor strategis yang berperan besar dalam pemenuhan gizi masyarakat, serta mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Seiring meningkatnya permintaan terhadap komoditas akuatik, intensitas pada sistem budidaya yang diterapkan menjadi semakin meningkat. Kondisi ini membawa konsekuensi terhadap kualitas lingkungan, yang juga akan berdampak kepada kesehatan ikan yang dibudidayakan. Masalah kesehatan ikan yang muncul dari lingkungan budidaya merupakan faktor pembatas yang dapat menurunkan produktivitas, menimbulkan kerugian ekonomi, serta mengancam keberlanjutan kegiatan budidaya.

Penyakit ikan dapat timbul karena disebabkan oleh berbagai faktor dan tidak hanya dipengaruhi oleh ada atau tidaknya patogen dalam lingkungan budidaya, namun sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, kualitas pakan, serta manajemen pemeliharaan. Stres dan penyakit pada ikan yang timbul di dalam sistem budidaya dapat menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat, rentan terhadap serangan penyakit, bahkan berpotensi terhadap penularan penyakit ke populasi lainnya. Oleh sebab itu, pemahaman mengenai kesehatan ikan menjadi kunci penting bagi pembudidaya, akademisi,

maupun praktisi perikanan dalam upaya pencegahan dan penanggulangan penyakit.

Melalui pembahasan mengenai kesehatan ikan, pembaca diharapkan dapat memahami pentingnya aspek ini dalam mendukung keberhasilan budidaya perikanan. Buku ini hadir untuk memberikan gambaran dasar mengenai kesehatan ikan, faktor-faktor yang memengaruhinya, serta upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kondisi ikan tetap sehat sehingga produktivitas budidaya dapat ditingkatkan secara berkelanjutan.

1.2 Konsep Dasar Kesehatan Ikan

Kesehatan ikan merujuk pada kondisi fisiologis ikan yang normal, yaitu fungsi organ, pertumbuhan dan adaptasi ikan berlangsung dengan baik dan optimal. Ikan yang menunjukkan perilaku aktif, nafsu makan yang baik serta tidak menampilkan gejala klinis suatu penyakit dapat disebut sebagai ikan yang sehat. Namun sebaliknya, jika ikan mengalami gangguan kesehatan, ikan akan menunjukkan perubahan tingkah laku berupa penurunan nafsu makan, pertumbuhan yang lambat, hingga kemunculan tanda-tanda klinis tertentu pada tubuh ikan.

Terdapat beberapa faktor penyebab timbulnya penyakit infeksius. Penyebab tersebut dapat timbul akibat adanya serangan bakteri, virus, jamur serta parasit. Namun selain penyakit infeksi, faktor lain timbulnya penyakit ikan dapat disebabkan oleh penyakit non-infeksius. Penyakit ini muncul akibat beberapa faktor seperti lingkungan, pakan, dan juga faktor genetik dari ikan tersebut. Konsep timbulnya penyakit sering disebut dengan “segi-tiga penyebab penyakit” atau *disease triangle* (Gambar 1). Konsep ini umum digunakan karena pada dasarnya penyakit dapat muncul karena adanya interaksi tiga faktor utama. Faktor faktor tersebut berupa Inang (*host*), agen penyakit (*agent*) dan lingkungan (*environment*). Ketika keseimbangan antara ketiga faktor tersebut terganggu, maka peluang timbulnya penyakit akan meningkat.

Penyakit pada ikan terjadi akibat interaksi antara tiga faktor utama, yaitu inang (ikan), patogen (agen penyakit), dan lingkungan. Gangguan keseimbangan pada salah satu faktor, misalnya ikan dalam kondisi stres,



BAB 2

BIOLOGI DASAR DAN FISILOGI IKAN SEHAT DAN SAKIT

Oleh Linuwih Aluh Prastiti

2.1 Pendahuluan

Pemahaman mengenai biologi dan fisiologi ikan merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dari kesehatan ikan. Setiap gejala penyakit, baik yang disebabkan oleh infeksi maupun faktor lingkungan, pada dasarnya merupakan wujud dari perubahan pada struktur tubuh atau gangguan fungsi organ. Oleh karena itu, sebelum membahas lebih jauh mengenai jenis penyakit, metode diagnosis, maupun strategi pencegahan, penting untuk terlebih dahulu memahami kondisi normal ikan.

Pengetahuan mengenai biologi dasar memberikan gambaran tentang bagaimana tubuh ikan tersusun serta bagaimana organ-organ utamanya berperan dalam mendukung kehidupan. Sementara itu, fisiologi menjelaskan proses-proses yang terjadi di dalam tubuh ikan, baik dalam keadaan sehat maupun saat terganggu oleh penyakit. Pemahaman ini akan memudahkan dalam membedakan antara kondisi normal dan abnormal, sehingga deteksi dini penyakit dapat dilakukan secara lebih akurat.

Bab ini akan menguraikan biologi dasar ikan sebagai fondasi awal, dilanjutkan dengan penjelasan fisiologi ikan dalam kondisi sehat, kemudian

membahas perubahan fisiologis yang muncul saat ikan sakit. Perbedaan antara ikan sehat dan sakit akan dirangkum secara ringkas untuk memudahkan pengamatan lapangan, sebelum akhirnya ditutup dengan penjelasan mengenai relevansi biologi dan fisiologi dalam manajemen kesehatan ikan.

2.2 Biologi Dasar Ikan

Ikan memiliki keanekaragaman bentuk tubuh dan struktur organ yang sangat beragam, namun pada dasarnya terdapat beberapa ciri umum yang dimiliki oleh sebagian besar spesies. Tubuh ikan terbagi atas kepala, badan, dan ekor yang masing-masing memiliki fungsi spesifik untuk menunjang kelangsungan hidup. Pemahaman mengenai anatomi dasar ini penting karena setiap perubahan atau kerusakan pada salah satu bagian tubuh dapat menjadi petunjuk adanya gangguan kesehatan.

2.2.1. Morfologi Eksternal Ikan

Sebelum menelaah lebih jauh mengenai sistem organ dan fisiologi ikan, penting untuk memahami terlebih dahulu struktur luar tubuh ikan yang menjadi ciri khas sekaligus penentu adaptasinya di habitat perairan. Bagian luar tubuh ini tidak hanya berfungsi sebagai pelindung, tetapi juga sebagai alat untuk bergerak, berinteraksi dengan lingkungan, serta mempertahankan diri dari gangguan eksternal. Oleh karena itu, kajian mengenai morfologi eksternal ikan menjadi langkah awal yang mendasar untuk memahami bagaimana ikan dapat bertahan hidup dan menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungannya.

Morfologi eksternal ikan merupakan bagian paling awal yang dapat diamati untuk mengenali karakteristik suatu spesies. Bentuk tubuh, susunan sirip, jenis sisik, serta keberadaan organ sensorik tertentu tidak hanya menjadi ciri identifikasi, tetapi juga merefleksikan adaptasi ikan terhadap lingkungannya. Misalnya, ikan dengan tubuh berbentuk *fusiform* seperti tuna mampu berenang cepat di perairan terbuka, sementara ikan dengan tubuh pipih (*compressed*) seperti ikan gurame lebih sesuai hidup di perairan tenang dengan banyak vegetasi. Bentuk tubuh yang beragam



BAB 3

Penyakit dalam Budidaya Perikanan

Oleh Adni Oktaviana

3.1 Pendahuluan

Produktivitas budidaya perikanan tidak hanya ditentukan oleh kualitas benih, pakan dan manajemen pemeliharaan yang baik. Tetapi juga dari manajemen kesehatan ikan yang baik seperti pencegahan dan pengendalian penyakit. Hal ini dikarenakan penyakit dalam dapat menimbulkan kerugian cukup besar. Kerugian tersebut dapat berupa penurunan pertumbuhan, produktivitas rendah, tingginya tingkat kematian hingga tambahan biaya produksi. Hal tersebut dapat menimbulkan kerugian ekonomi yang besar. Masalah penyakit dalam perkembangan budidaya perikanan memerlukan perhatian yang sangat serius.

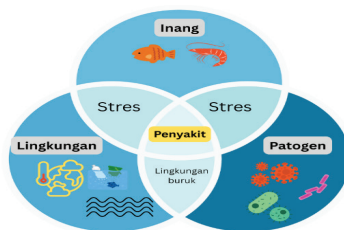
Kurangnya informasi terkait penyakit ikan pada pembudidaya menyebabkan sulitnya melakukan penanggulangan maupun pengobatan untuk masalah penyakit tersebut. Berdasarkan hal tersebut maka pengetahuan seorang pembudidaya terhadap jenis-jenis penyakit, sumber dan siklus hidup penyakit yang menyerang organisme budidaya sangat diperlukan. Hal ini penting karena akan memudahkan pembudidaya dalam melakukan

tindakan pencegahan, pengendalian dan penanggulangan penyakit dengan tepat dan cepat.

3.2 Mekanisme Timbulnya Penyakit Ikan

Penyakit adalah suatu keadaan abnormal yang terjadi pada organisme yang dibudidayakan yang ditandai dengan adanya gangguan fungsi maupun struktur tubuh. Sakit merupakan suatu bentuk abnormalitas yang dapat diamati melalui tanda-tanda klinis tertentu. Dalam kegiatan budidaya berbagai faktor yang dapat memicu timbulnya penyakit antara lain serangan patogen, kondisi lingkungan yang tercemar, kualitas air yang berfluktuasi, pakan yang tidak sesuai dan juga kondisi ikan yang lemah akibat stres atau kondisi genetik yang tidak baik.

Terjadinya penyakit pada kegiatan budidaya melalui suatu mekanisme yang melibatkan interaksi antar 3 faktor utama, yaitu inang (ikan), agen penyebab penyakit (patogen), dan lingkungan. Interaksi antara 3 faktor tersebut menentukan terjadinya penyakit pada kegiatan budidaya. Keseimbangan antar 3 faktor tersebut membuat kondisi budidaya terhindar dari penyakit. Namun bila ada fluktuasi pada salah satu faktor tersebut maka kemungkinan terjadinya penyakit akan semakin besar.



Gambar 3.1 Mekanisme timbulnya penyakit

(Sumber : dokumentasi pribadi)



BAB 4

Diagnosis Penyakit dalam Budidaya Perikanan

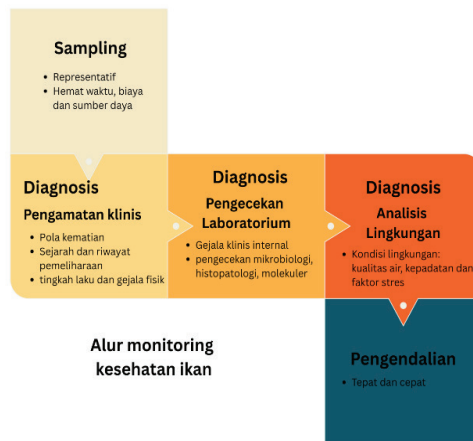
Oleh Adni Oktaviana

4.1 Pendahuluan

Dalam kegiatan budidaya perikanan, kesehatan ikan merupakan faktor kunci yang menentukan keberhasilan produksi. Upaya menjaga kesehatan ikan tidak hanya berhenti pada pemberian pakan dan pengelolaan lingkungan, tetapi juga memerlukan perhatian khusus melalui kegiatan sampling dan diagnosis penyakit. Sampling dilakukan sebagai tahap awal untuk mendapatkan sampel ikan maupun media lingkungan yang dapat mewakili kondisi populasi secara menyeluruh. Dari hasil sampling tersebut, kemudian dilakukan diagnosis penyakit yang meliputi tahapan pengamatan klinis, pemeriksaan laboratorium, dan analisis lingkungan. Melalui rangkaian kegiatan ini, pembudidaya dapat mengetahui apakah terdapat penyakit pada ikan, bagaimana tingkat penyebarannya, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Pentingnya melakukan pengecekan penyakit ikan terletak pada kemampuannya mencegah kerugian yang lebih besar. Penyakit yang tidak terdeteksi sejak dini dapat menyebar cepat dan menyebabkan mortalitas massal. Oleh karena itu, pengecekan kesehatan ikan secara berkala menjadi kebutuhan

pokok dalam manajemen kesehatan ikan. Dengan adanya sampling yang representatif, diagnosis yang dihasilkan akan lebih akurat sehingga memudahkan dalam menentukan langkah pengendalian, baik berupa tindakan pencegahan, pengobatan, maupun strategi biosekuriti. Dengan demikian, keterkaitan erat antara sampling dan diagnosis menjadikan keduanya sebagai fondasi dalam manajemen kesehatan ikan yang efektif, berkelanjutan, dan berorientasi pada keberhasilan produksi.



Gambar 4.1 Tahapan Monitoring Kesehatan Ikan

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

4.2 Sampling

Sampling merupakan tahap awal yang sangat penting sebelum melakukan diagnosis penyakit pada ikan. Proses ini bertujuan memperoleh sampel yang mewakili kondisi populasi, baik ikan yang sehat maupun yang menunjukkan gejala sakit. Tanpa teknik sampling yang tepat, diagnosis tidak akan menggambarkan kondisi sebenarnya karena hanya didasarkan pada individu tertentu. Oleh sebab itu, teknik sampling yang benar menjadi kunci untuk menghasilkan data yang akurat.

Pengambilan sampel dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan jumlah ikan, ukuran wadah atau kolam, serta distribusi ikan di dalamnya. Sampel dapat berasal dari ikan yang sakit, mati, maupun tampak



BAB 5

BIOSECURITY, MONITORING DAN EVALUASI KESEHATAN IKAN AKUAKULTUR

Oleh Dian Febriani

5.1 Pendahuluan

Penyebaran penyakit pada hewan air menjadi masalah yang serius bagi profitabilitas dunia industri akuakultur. Munculnya penyakit baru ditengarai karena peningkatan produksi akuakultur, adanya produksi di lokasi baru, kandidat spesies baru dan metode budidaya baru. Tingginya angka penyebaran penyakit adalah konsekuensi dari meningkatnya volume perdagangan makanan laut internasional, mobilitas hewan air hidup (untuk konsumsi manusia atau akuakultur), perdagangan dan pengiriman peralatan akuakultur dan adanya perubahan iklim. Beberapa patogen dalam budidaya, sering ditemui akan menimbulkan penyakit ketika kondisi tidak menguntungkan muncul, seperti saat hewan mengalami stres atau ketika kondisi lingkungan buruk. Namun, lebih sering ditemui patogen yang dapat sangat merugikan bahkan dalam kondisi budidaya yang ideal sekalipun. Oleh karena itu, kehadiran pathogen-patogen ini selayaknya dapat dikelola dengan menerapkan kebersihan dan teknik atau sistem budidaya yang baik. Jadi, pemeliharaan

kesehatan dalam akuakultur saat ini menjadi salah satu aspek terpenting dari pengembangan dan manajemen akuakultur. Biosecurity adalah kunci keberhasilan untuk mengurangi risiko masuk dan berkembangnya penyakit ke dalam areal budidaya (Bera *et al.*, 2018)

Kegiatan biosecurity, monitoring dan evaluasi Kesehatan ikan, menjadi satu rangkaian penting dalam rangka mencegah terjadinya gagal panen, kerugian ekonomi dan lingkungan, beserta dampak jangka panjang akibat serangan wabah penyakit dalam akuakultur. Biosecurity dan monitoring berfokus pada pencegahan, deteksi dini, dan langkah-langkah pengendalian yang efektif, melalui serangkaian praktik manajemen yang menyeluruh dan komprehensif. Semakin tingginya ancaman penyakit menular secara global yang baru-baru ini muncul akibat intensifikasi dan industrialisasi serta kebutuhan akan praktik produksi budidaya yang berkelanjutan, mensyaratkan pentingnya penerapan biosecurity, monitoring dan evaluasi kesehatan ikan dalam seluruh kegiatan dan praktik budidaya meliputi deteksi dini penyakit dan menekan penyebarluasan penyakit di areal budidaya dan sekitarnya.

Biosecurity secara fisik mampu mencegah masuknya patogen dan juga ikan-ikan liar ke dalam sistem budidaya. Selain itu, langkah-langkah biosecurity lainnya, dapat diiringi dengan upaya untuk meningkatkan kekebalan serta mengurangi risiko penyakit pada ikan-ikan budidaya. Langkah-langkah biosecurity dalam operasional kegiatan budidaya, meliputi monitoring pengelolaan pakan dan pengolahan kualitas air, persiapan lahan/media budidaya, penerapan sanitasi dan kebersihan, serta pemantauan kesehatan dan pertumbuhan ikan-ikan budidaya.

Teknologi inovatif seperti sensor dan kecerdasan buatan meningkatkan efisiensi biosecurity dan monitoring. Manajemen wabah penyakit yang efektif memerlukan koordinasi, penilaian risiko, dan rencana respons yang mapan. Biosecurity dan monitoring akuakultur menawarkan manfaat seperti pencegahan penyakit, perlindungan lingkungan, dan keamanan pangan. Industri akuakultur diharapkan mampu berfokus pada penerapan langkah-langkah biosecurity dan monitoring yang efektif dan berkelanjutan, sehingga dapat meningkatkan pencegahan penyakit, mengurangi dampak



BAB 6

TREATMENT PENCEGAHAN PENYAKIT IKAN

Oleh Qorie Astria

6.1 Pendahuluan

Budidaya ikan merupakan salah satu sektor penting dalam perikanan yang memberikan kontribusi besar terhadap ketahanan pangan dan perekonomian masyarakat. Namun, keberhasilan usaha budidaya ini sangat dipengaruhi oleh kesehatan ikan yang dibudidayakan. Penyakit pada ikan menjadi salah satu tantangan utama yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, baik akibat kematian massal, penurunan pertumbuhan, maupun penurunan kualitas hasil panen.

Pencegahan penyakit pada ikan lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan pengobatan setelah terjadi infeksi. *Treatment pencegahan* atau *preventive treatment* bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang optimal, memperkuat sistem imun ikan, serta meminimalisir risiko penyebaran patogen. Langkah-langkah pencegahan ini meliputi penggunaan imunostimulan, vaksinasi, probiotik, prebiotik, dan sinbiotik, serta pengelolaan pakan ikan.

Dengan penerapan *treatment pencegahan* yang tepat, diharapkan penyakit pada ikan dapat ditekan, sehingga produktivitas dan keberlanjutan

usaha budidaya dapat terjaga. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai metode dan prinsip-prinsip pencegahan penyakit menjadi hal yang sangat penting bagi para pembudidaya ikan.

6.2 Imunostimulan

Imunostimulan adalah zat yang dapat meningkatkan respons sistem imun ikan terhadap agen penyakit. Zat ini bisa berasal dari bahan alami seperti tanaman, alga, mikroorganisme, maupun sintetik seperti vitamin atau derivat kimia. Sesuai dengan pernyataan Razak (2017), bahwa Imunostimulan merupakan senyawa yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh ikan. Mekanisme umum dari imunostimulan yaitu memperbaiki ketidakseimbangan sistem imun dengan cara meningkatkan imunitas spesifik maupun non-spesifik (Fidyandini, 2020). Dalam pemanfaatannya, imunostimulan tidak meninggalkan residu dalam tubuh ikan maupun lingkungan serta tidak berbahaya bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Oleh karena itu, penggunaan imunostimulan dalam budidaya dirasa sangat penting.

Ikan pada umumnya memiliki sistem imun spesifik dan sistem imun-spesifik. Sistem imun adalah semua mekanisme yang digunakan untuk pertahanan tubuh terhadap bahaya yang dapat ditimbulkan berbagai bahan dalam lingkungan hidup. Sistem imun terdiri dari sistem imun alamiah (non-spesifik) dan sistem imun didapat (spesifik) (Gunawan, 2013). Faktor yang mempengaruhi mekanisme sistem imun adalah genetik (gen induk timus), metabolik hormon, lingkungan, gizi, anatomi, fisiologi, umur dan mikroba (Ani, 2021). Sistem imun dipengaruhi dari beberapa faktor yaitu: temperatur, kebiasaan hidup ikan dan *Cell-mediated immunity* (Rahmaningsih, 2018). Sistem imun non-spesifik merupakan pertahanan tubuh terdepan dalam menghadapi serangan berbagai mikroorganisme sehingga dapat memberikan respon langsung. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap sistem imun non spesifik adalah spesies, faktor keturunan dan usia, suhu, pengaruh hormon serta faktor kondisi (Rahmaningsih, S., 2018). Respon imun pada ikan baru sempurna saat ikan sudah dewasa (Ode, 2013). Sistem imun spesifik mempunyai kemampuan mengenal benda yang



BAB 7

PENGOBATAN DAN PENGENDALIAN PENYAKIT IKAN

Oleh Qorie Astria

7.1 Pendahuluan

Perikanan budidaya di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar, mengingat luasnya wilayah perairan dan tingginya permintaan akan protein hewani dari masyarakat. Berbagai jenis ikan air tawar maupun air payau seperti lele, nila, patin, gurame, bandeng, dan udang telah menjadi komoditas utama yang mendukung ketahanan pangan sekaligus sumber devisa negara. Namun demikian, keberhasilan usaha budidaya tidak terlepas dari berbagai tantangan, salah satunya adalah masalah penyakit ikan yang menjadi faktor pembatas dalam peningkatan produksi.

Penyakit pada ikan dapat menimbulkan dampak yang signifikan, baik secara ekonomi maupun ekologi. Menurut laporan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), kerugian akibat serangan penyakit dapat mencapai miliaran rupiah setiap tahun. Tingkat kematian ikan yang disebabkan oleh infeksi bakteri, virus, parasit, maupun jamur dapat mencapai lebih dari 70% pada kasus tertentu, terutama jika tidak dilakukan pencegahan dan pengendalian yang tepat. Hal ini

menyebabkan produktivitas menurun drastis, biaya operasional meningkat, serta mengurangi kepercayaan konsumen terhadap hasil budidaya.

Pengendalian penyakit dalam budidaya perikanan menjadi sangat penting karena beberapa alasan. Pertama, penyakit merupakan faktor risiko utama kegagalan usaha. Berbeda dengan faktor lingkungan yang masih dapat diatur melalui manajemen kualitas air, penyakit sering muncul secara mendadak dan sulit diprediksi. Kedua, penyakit dapat menyebar dengan cepat antar kolam, bahkan lintas wilayah, terutama bila biosekuriti tidak diterapkan secara ketat. Ketiga, penyakit dapat menurunkan mutu dan keamanan pangan, misalnya ketika ikan yang terinfeksi tidak layak dikonsumsi.

Dalam konteks global, praktik budidaya berkelanjutan menekankan pada pentingnya menjaga kesehatan ikan dengan pendekatan preventif. Prinsip utama yang berlaku adalah bahwa pencegahan lebih murah dan lebih efektif dibandingkan pengobatan. Pencegahan dilakukan melalui penerapan biosekuriti, pengelolaan lingkungan yang baik, penggunaan pakan bergizi, serta penerapan karantina ikan baru. Sementara itu, penggunaan obat-obatan kimia maupun antibiotik harus dilakukan secara bijak dan sesuai ketentuan yang dikeluarkan oleh KKP agar tidak menimbulkan dampak negatif seperti resistensi bakteri, pencemaran lingkungan, maupun residu pada produk ikan.

Selain obat-obatan kimia, saat ini pemerintah melalui KKP mendorong pemanfaatan fitofarmaka atau obat herbal berbasis tanaman sebagai solusi ramah lingkungan dalam mengendalikan penyakit. Tanaman seperti bawang putih, kunyit, daun ketapang, meniran, dan sirih terbukti memiliki kandungan senyawa aktif yang berfungsi sebagai antibakteri, antiparasit, antijamur, maupun imunostimulan alami. Penggunaan fitofarmaka tidak hanya lebih aman bagi lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan imunitas ikan sehingga lebih tahan terhadap serangan penyakit.

Dengan demikian, pengendalian penyakit dalam budidaya perikanan Indonesia tidak hanya berfokus pada aspek teknis pengobatan, tetapi juga meliputi aspek pencegahan, kebijakan pemerintah, serta penerapan teknologi ramah lingkungan. Buku vokasi ini diharapkan dapat menjadi panduan



BAB 8

INOVASI DAN TREN BARU DALAM MANAJEMEN KESEHATAN IKAN

Oleh Dian Febriani

8.1 Pendahuluan

Akuakultur menjadi salah satu sumber penghasil pangan protein hewani yang penting, bagi populasi manusia secara global, yang jumlahnya terus bertambah saat ini, dan sangat vital bagi ketahanan pangan. Dengan peningkatan jumlah produksi dan semakin beragamnya spesies yang dibudidayakan, telah terjadi perkembangan metode budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan. Seperti budidaya akuaponik dan sistem resirkulasi berbasis lahan yang sempit, yang keduanya merupakan budidaya dengan penggunaan air yang lebih hemat.

Efisiensi penggunaan lahan, hemat air dan padat tebar tinggi dengan target produksi yang tinggi karena tuntutan jumlah konsumen yang terus meningkat, hal tersebut telah membawa tantangan tersendiri guna menghasilkan produksi yang berkualitas. Berbagai masalah muncul, dan membutuhkan struktur yang kuat untuk dapat memitigasi dampak negatif dari permasalahan-permasalahan tersebut. Akuakultur tidak lambat dalam merespon dan mengadopsi teknologi baru, dalam hal manajemen budidaya, teknologi pakan dan pengelolaan kualitas air, termasuk penerapan

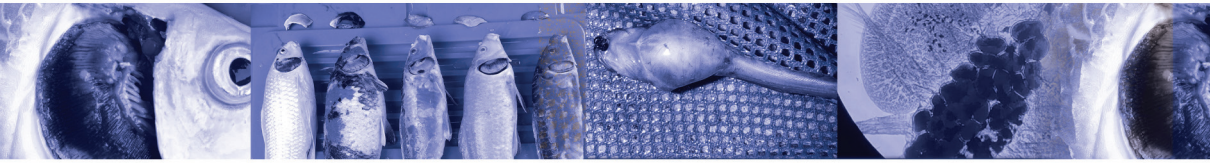
biosecurity, probiotik dan penggunaan vaksin, untuk bisa menemukan solusi yang efektif, dan berbagai cara lainnya dalam menangani kasus penyakit dan masalah Kesehatan yang semakin sering muncul dan Sebagian besar menjadi penyebab terjadinya gagal panen (Mohan *et. al.*, 2019).

Sejumlah besar informasi baru dari penelitian akuakultur telah menghasilkan strategi manajemen yang lebih baik untuk menghasilkan produksi akuakultur yang diharapkan. Penyakit tetap menjadi masalah bagi sistem monokultur baik di habitat akuatik maupun terestrial. Namun, pendekatan inovatif untuk meningkatkan kesehatan dengan adanya vaksin baru, prebiotik dan probiotik, serta program biosekuriti yang lebih inovatif, tidak pernah kekurangan. Penanganan penyakit beralih dari ketergantungan pada teurapetik senyawa antimikroba, saat ini kemudian perhatian bergeser difokuskan kepada propylaksis, seperti penggunaan vaksin, imunostimulan, probiotik dan prebiotik, serta produk tanaman obat alami yang digunakan sendiri atau dalam kombinasi, yang telah berhasil memerangi berbagai macam penyakit pada populasi ikan budidaya (Austin *et. al.*, 2022)

8.2 Mengapa Inovasi

Akuakultur modern bukan sekadar “memelihara ikan di kolam”, tetapi ini adalah industri yang menggabungkan keterampilan, pengetahuan biologi, ilmu manajemen, dan pengumpulan dan pengolahan data. Di balik pertumbuhan pesat produksi akuakultur, ancaman terbesar sering berasal dari masalah kesehatan hewan, yaitu munculnya wabah penyakit yang sering menurunkan jumlah stok hewan budidaya yang di produksi, mengalami gagal panen, menurunkan nilai jual, merusak ekonomi petani kecil, dan mengganggu rantai pasokan pangan. Karena itu, inovasi pada manajemen kesehatan (*health management*) bukan suatu kemewahan yang mahal harganya, melainkan menjadi suatu kebutuhan agar produksi terus berjalan, menjadi produktif, aman, dan berkelanjutan.

Manajemen kesehatan hewan akuakultur mengalami percepatan inovasi selama beberapa waktu ini yang meliputi kemajuan dalam hal diagnosna penyakit secara molekuler, penerapan vaksin generasi baru dan penerapan ekstraksi dan cara pemberian imunostimulan, manipulasi



Daftar Pustaka

- Abidin, I. S. 2021. Dosen UNAIR Banyuwangi Ulas Ragam Penyakit pada Ikan Koi. FIKKIA. Banyuwangi. Online article.<https://unair.ac.id/dosen-unair-banyuwangi-ulas-ragam-penyakit-pada-ikan-koi/>. Diakses: 27 September 2025.
- Abraham, T.J., Bardhan, A., Hoque, F., Sarker, S. 2025. Biosecurity and Disease Management in Aquaculture Systems. In: Mallik, S.K., Shahi, N., Pandey, P.K. (eds) Management of Fish Diseases. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-0270-4_19.
- Adiguna. 2019. Perhitungan Formulasi Pakan Ikan. Online Article : <https://adigunakaryapersada.co.id/perhitungan-formulasi-pakan-ikan/> . Diakses: 26 September 2025
- Agroqu. 2022. Mengenal Lebih Dekat Sistem RAS Dalam Budidaya Ikan. <https://agroqu.co.id/recirculating-aquaculture-system/mengenal-lebih-dekat-sistem-ras-dalam-budidaya-ikan/>
- Aich, N., Nama, S., Biswal, A., Paul, T. 2020. A review on recirculating aquaculture systems: challenges and opportunities for sustainable aquaculture. *Innov Farming* 5(1):017–024.
- Aly, S.M., Fathi, M. 2024. Advancing aquaculture biosecurity: a scientometric analysis and future outlook for disease prevention and environmental sustainability. *Aquacult Int* 32, 8763–8789. <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01589-y>.

- Ambari, M. 2020. Penyakit AHPND Masih Mengintai Industri Budi daya Udang Nasional. Online article. <https://mongabay.co.id/2020/09/24/penyakit-ahpnd-masih-mengintai-industri-budi-daya-udang-nasio-nal/>. Diakses: 27 September 2025.
- Ambari. M. 2018. Penyakit Ikan Masih Intai Budidaya Air Tawar di Indonesia?. Online article. <https://mongabay.co.id/2018/03/07/penyakit-ikan-masih-intai-budidaya-air-tawar-di-indonesia/>. Diakses: 27 September 2025.
- Ani, M, Astuti, E D, Nardina, E A, Azizah, N, Hutabarat, J, Sebtalezy, C Y dan Mahmud, A 2021. '*Biologi Reproduksi dan Mikrobiologi*'. Yayasan Kita Menulis.
- Ashour, A. A. Mustafa, S. A. dan Yassein, S. N. 2016. Histopathological Studies on Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Infected with *Saprolegnia* sp. and Treated With Virkon® S. *Mirror of Research in Veterinary Science and Animals* 6 (1): 19-30
- Austin B. and Austin D. A. 1999. *Bacterial Fish Pathogens: Disease of Farmed and Wild Fish*, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- Austin, B., Lawrence, A., Can, E., Carboni, C., Crockett, J., Demirtas, N., Schleder, D., Adolfo, J., Kayis, S., Karacalar, U., Kizak, V., Kop, A., Thompson, K., Ruiz, C.A.M., Serdar, O., Seyhaneyildiz, Can. S., Watts, S., Yucel, Gier. G. 2022. Selected topics in sustainable aquaculture research: current and future focus. *Sustainable Aquatic Research* 1(2):74–125. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7032804>
- Austin, B., Lawrence, A., Can, E., Carboni, C., Crockett, J., Demirtas, N., Schleder, D., Adolfo, J., Kayis, S., Karacalar, U., Kizak, V., Kop, A., Thompson, K., Ruiz, C.A.M., Serdar, O., Seyhaneyildiz, Can. S., Watts, S., Yucel, Gier. G. 2022. Selected topics in sustainable aquaculture research: current and future focus. *Sustainable Aquatic Research* 1(2):74–125. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7032804>
- Basha, Ahamed K., Raman, RK., Prasad, KP., Kumar, K., Nilavan, E., and Kumar, S. 2013. Effect of Dietary Supplemented Andrographolide on Growth, Non-Specific Immune Parameters and Resistance against *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* (Hamilton). *Fish & Shellfish Immunology* 35 (5): 1433–41.

- Baxter, D. 2007. Active and passive immunity, vaccine types, excipients and licensing. *Occup. Med.* 57, 552–556.
- Bera, K.K., Karmakar, S., Jana, P., Das, S. K., Purkait, S., Pal, S., and Haque, R. 2018. Biosecurity in Aquaculture : An Overview. Article, Aqua International. https://www.researchgate.net/profile/Prasanta-Jana/publication/331274812_Biosecurity_in_Aquaculture_An_Overview/links/5c6f884d458.
- Bondad-Reantaso, M. G., Subasinghe, R. P., Arthur, J. R., Ogawa, K., Chinabut, S., Adlard, R., Tan, Z., & Shariff, M. (2005). Disease and health management in Asian aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132(3-4), 249-272. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.07.005>
- Bondad-Reantaso, M.G. 2019. Risk analysis in aquaculture. In Aquatic Emergency Preparedness and Response Systems for Effective Management of Transboundary Disease Outbreaks in Southeast Asia: Proceedings of Asean Regional Technical Consultation, 20-22 August 2018, Centara Grand Central Ladprao, Bangkok, Thailand (pp 85–91). Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center
- Bondad-Reantaso, M.G., Arthur, J.R., Subasinghe, R.P. 2012. Improving biosecurity through prudent and responsible use of veterinary medicines in aquatic food production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper (547):I.
- Bone, Q., Moore, R., & Windsor, S. 2018. Biology of Fishes. Taylor & Francis.
- Bugeon, J., & Lefevre, F. 2020. Muscle structure and flesh quality in fish. *Aquaculture Research*, 51(1), 1–18.
- Bunting, S. W., Bostock, J., Leschen, W., & Little, D. C. 2023. Evaluating the potential of innovations across aquaculture product value chains for poverty alleviation in Bangladesh and India. *Frontiers in Aquaculture*, 2, 1111266. <https://doi.org/10.3389/faquc.2023.1111266>
- Butler, A. B., & Hodos, W. 2021. Comparative Vertebrate Neuroanatomy. Wiley.
- Calcagnile, M., Tredici, S.M., Alifano, P. 2024. A comprehensive review on probiotics and their use in aquaculture: Biological control, efficacy, and safety through the genomics and wet methods. *Heliyon*. 2024

- Dec 4;10(24):e40892. PMID: 39735631; PMCID: PMC11681891. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40892>
- Chandhana, B.L., Vijayan, A., Rejish Kumar, V.J. 2025. Biosecurity in Aquaculture. In: Elumalai, P., Lakshmi, S. (eds) Antimicrobial Resistance in Aquaculture and Aquatic Environments. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-7320-6_14.
- Clauss, T. M., Dove, A. D. M., & Arnold, J. E. 2008. Hematologic disorders of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 11(3), 445–462. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.03.007>
- Collin, S. P. 2019. Electoreception in fishes. *Journal of Fish Biology*, 95(1), 179–192.
- Darma, Gusti, R., Sarjito, and Haditomo, C. 2014. *Journal of Aquaculture Management* 3 (4): 222–29.
- Declercq, A.M. Haesebrouck, F. den Broeck, W. V. Bossier, P. dan Decostere, A. Review: Columnaris disease in fish: a review with emphasis on bacterium-host interactions. *Veterinary Research* 44 (27):1-17
- Demetillo, A.T., Japitana, M.V., Taboada, E.B. 2019. A system for monitoring water quality in a large aquatic area using wireless sensor network technology. *Sustain Environ Res* 29:1–9
- Desmettre P, Martinod S (1997) Research and development. In: Pastoret PP, Blancou J, Vannier P, Verschueren C (eds) *Veterinary Vaccinology*. Elsevier Press, Amsterdam, The Netherlands, pp 175–194
- DJPB Batam [Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Batam]. 2016. Penerapan Biosekuriti di Unit Pembenihan Ikan Laut, untuk Menunjang Produksi Benih Berkualitas dan Bebas Penyakit. <https://humasbblbatam.wordpress.com/2016/12/14/penerapan-biosekuriti-di-unit-pembenihan-ikan-laut-untuk-menunjang-produksi-benih-berkualitas-dan-bebas-penyakit/>
- Dong, S.L., Zhou, Y.G. 2023. Health maintenance and welfare of aquatic animals. *Aquaculture Ecology*. Springer, Singapore, pp 447–472.
- Elaswad, A., Dunham, R. 2018. Disease reduction in aquaculture with genetic and genomic technology: current and future approaches. *Rev Aquac* 10(4):876–898.

- Ellis, T., Yildiz, H. Y., López-Olmeda, J., Spedicato, M. T., Tort, L., Øverli, Ø., & Martins, C. I. M. 2012. Cortisol and finfish welfare. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(1), 163–188.
- Esteban, M. Á. 2012. *An overview of the immunological defenses in fish skin*. *ISRN Immunology*, 2012, 1–29. doi: 10.5402/2012/853470.
- Evans, D. H., Claiborne, J. B., & Currie, S. 2014. *The Physiology of Fishes* (4th ed.). CRC Press.
- FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. 2014. Policy and governance in aquaculture lessons learned and way forward. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 577. Food And Agriculture Organization of The United Nations Rome, 2014. <https://www.fao.org/3/i3156e/i3156e.pdf>
- FAO. 2007. FAO Technical Meeting on Prebiotics. www.fao.org/ag/agn/agns/index.en.stm
- FAO. 2018. Parasites of Tilapia in Africa. <https://www.fao.org/fi/static-media/MeetingDocuments/TiLV/dec2018/p9b.pdf>. Diakses: 27 September 2025
- Febriani, D., Azis, R., Oktaviana, A. & Verdian, A., H. 2023. Prevalence of Parasites and Diseases on Juvenile Hoven's Carp (*Leptobarbus hoevenii*) with Different Stocking Densities. *Journal Perikanan*, 13 (2), p. 494-500. <http://doi.org/10.29303/jp.v13i2.548>
- Febriani, D., Sukenda, & Nurhayati. 2013. Kappa-carrageenan as immunostimulant to control infectious myonecrosis (IMN) disease in white shrimp *Litopenaeus vannamei*. 12(1): 70-78. <https://doi.org/10.19027/jai.12.70-78>
- Fernandes, J. M. O., Johnston, I. A., & Costa, R. 2022. Muscle growth and development in teleost fish: new insights and perspectives. *Reviews in Aquaculture*, 14(2), 735–752.
- Fidyandini, Hilma Putri, Yeni Elisidana, and Nidya Kartini. 2020. “Pelatihan Penggunaan Probiotik Dan Immunostimulan Untuk Pencegahan Dan Pengobatan Penyakit Ikan Lele Pada Kelompok Pembudidaya Ikan Ulam Adi Jaya Kabupaten Mesuji.” *Jurnal Sinergi* 1 (1): 50–54.

- Fithriani, Dian, Arimbi, and Sarudji, S. 2013. Effect of Sambiloto (*Andrographis paniculata*) Extract Based on Histopathological Changes of Gouramy (*Osphronemus gouramy*) Villi Intestine Infected *Aeromonas hydrophila*. *Veterinaria Medika* 6 (2): 115–20.
- Fitri, DS. 2021. Penyakit White Spot Cupang: Penyebab, Gejala, Cara Mengobati Hingga Pencegahan. Online Article: <https://gdmorganic.com/white-spot-ikan-cupang/>. Diakses: 27 September 2025
- Flammang B.E. 2014. *The fish tail as a derivation from axial musculoskeletal anatomy: an integrative analysis of functional morphology*. *Zoology*. 117 (2014) 86– 92
- Fletcher, T. C. 2018. The functions of fish gills in health and disease. *Fish & Shellfish Immunology*, 75, 1–8.
- Fortuna, S. D. 2005. Get to Know Myo IMNV Disease in Vannamei Shrimp and Its Characteristics. Online article. <https://delosaqua.com/myo-imnv-disease-in-vannamei-shrimp/>. Diakses: 27 September 2025
- Francis, T., Kumar, P., & Sahu, N. P. (2020). Nutrition and digestive physiology of fish. *Aquaculture International*, 28(2), 709–727.
- Gallani, SU., Valladao, GMR., Assane, IM., Alves, LO., Kotzent, S., Diogo Teruo Hashimoto, and DT., Pilarski, F. 2020. Motile *Aeromonas* septicemia in tambaqui *Colossoma macropomum*: Pathogenicity, lethality and new insights for control and disinfection in aquaculture. *Elsevier Journal*.
- Gudding, R.; Goodrich, T. The History of fish vaccination. In *Fish Vaccination*, 1st ed.; Gudding, R., Lillehaug, A., Evensen,, Eds.; John. Wiley & Sons, Inc.: New. York, NY, USA, 2014; pp. 1–11.
- Gultom, DS., Desrina, Sarjito. 2018. Pemberian Ekstrak Kasar Daun Tembakau (*Nicotiana Tabacum*) untuk Mengendalikan Infestasi *Argulus* sp. Pada Ikan Komet (*Carassius Auratus Auratus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, Vol 7(1), 64-70.
- Gumay, A. 2023. Meniran (*Phyllanthus Niruri*) Tanaman Herbal Yang Tumbuh Liar di Daerah Tropis. Online Article : <https://www.humani-ora.id/meniran-phyllanthus-niruri-tanaman-herbal-yang-tumbuh-liar-di-daerah-tropis/> . Diakses: 27 September 2025

- Gunawan, J. R. dan Dharmana, E. 2013. Pengaruh Pemberian Gabungan Ekstrak *Phaleria macrocarpa* dan *Phyllanthus niruri* terhadap Persentase Limfoblas Limpa pada Mencit Balb/c (Doctoral dissertation, Faculty of Medicine Diponegoro University).
- Hardi, E H. 2015. Parasit Biotik Akuatik. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Hasan, E. 2016. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kasar Jintan Hitam (*Nigella sativa*) Terhadap Daya Hambat Bakteri *Vibrio harveyi* Secara In Vitro. [SKRIPSI]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya
- Hastuti, M.S., Desrina, Maskur. 2019. Emergency preparedness and response system in Indonesia. In Aquatic Emergency Preparedness and Response Systems for Effective Management of Transboundary Disease Out breaks in Southeast Asia: Proceedings of Asean Regional Technical Consultation, 20-22 August 2018, Centara Grand Central Ladprao, Bangkok, Thailand (pp 12–21). Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center
- Hewajuli, D. A. dan Dharmayanti, N. L. P. I. 2015. Peran sistem kekebalan non-spesifik dan spesifik pada unggas terhadap newcastle disease. *Wartazoa*, Vol 25, No 3, hh 135-146.
- Hoevenaars, K., Bulungu, A.L, Huynh, CCTD., Vizaki, M., Dillon, M. 2022. Water, sanitation and hygiene (WASH) in fisheries and aquaculture: Guidance Note (English). Washington, D.C. World Bank Group
- Hoevenaars, K., Bulungu, A.L., Huynh, C.C.T.D., Vizaki. M., Dillon, M. 2022. Water, sanitation and hygiene (WASH) in fisheries and aquaculture: Guidance Note (English). Washington, D.C. World Bank Group
- Indariyani, N. 2017. Penyakit Ikan ed revisi 2019. Penerbit Deepublish. Sleman: 118p
- Innocent, Xavier B., Syed Ali M. Fathima, and S. Sheeba. 2012. Effect of Oral Immunostimulant *Andrographis paniculata* and Resistance to *Aeromonas hydrophila* in Catla. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy* 3 (2): 239–43.
- Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Jaber, M. M. T., Al-Jumaa, Z. M., Al-Tae, S. K., Nahi, H. H., Al-Hamdany, M. O., Al-Salh, M. A., & Al-Mayahi, B. (2021). Bioaccumulation of heavy metals and histopathological changes in muscles of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the Iraqi rivers. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35(2), 245–249.
- JALA. 2019. Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV). Online article. <https://app.jala.tech/diseases/infectious-hypodermal-and-hematopoietic-necrosis-virus>. Diakses: 27 September 2025.
- JALA. 2019. White Feces Disease (WFD). Online article. <https://app.jala.tech/diseases/white-feces-disease>. Diakses: 27 September 2025.
- Jobling, S. 2020. *Endocrine disruption in wild fish populations*. General and Comparative Endocrinology. 298, 113567.
- Johnston, I. A., Bower, N. I., & Macqueen, D. J. 2019. *Growth and the regulation of myotomal muscle mass in teleost fish*. *Journal of Experimental Biology*, 222 (12), jeb210237.
- Jumria, A., Prihartini, NC., dan Alfiyah. 2017. Identifikasi Dan Histopatologi *Flavobacterium columnare* Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Samakia Jurnal Ilmu Perikanan*. Volume 8, No. 2.
- Kapoor, B. G., & Khanna, B. 2021. *Ichthyology Handbook*. Springer.
- Kartika, G. R. A., Dewi, A. P. W. K., Julyantoro, P. G. S., Suryaningtyas, E. W., & Ernawati, N. M. 2018. Aplikasi probiotik sederhana pada budidaya ikan nila di Kabupaten Tabanan, Bali. *Buletin Udayana Mengabdi*, 17(4), 30-35.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2024. *Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2024 tentang Obat Ikan*. Diundangkan 28 Oktober 2024.
- Khoa, I. V. Hatai, K dan Aoki, T. 2004. *Fusarium incarnatum* isolated from black tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, with black gill disease cultured in Vietnam. *Journal of Fish Disease* 27: 507-515
- Kilawati, Y. 2011. Pengaruh Serangan WSSV Terhadap Morfologi, Tingkah Laku dan Kelulushidupan SPF Udang Vannamei Indonesia Yang

Dipelihara Dalam Lingkungan Terkontrol. *Journal of Biological Researchers*. ISSN 0852-6834.

Klemm, E. B. 1990. *The Fluid Earth: Physical Science and Technology of the Marine Environment* (3rd ed.). Curriculum Research & Development Group, College of Education, University of Hawaii.

Klinger, D., Naylor, R. 2012. Searching for solutions in aquaculture: charting a sustainable course. *Annu Rev Environ Resour* 37:247–276.

Koesharyani, I. Gardenia, L. Widowati, Z, Khumaira dan Rustianti, D. Studi Kasus Infeksi Tilapia Lake Virus (TiLV) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur* 13 (1): 85-92.

Komar, C., William, J., Enright, Grisez, L., and Tan, Z. 2006. Understanding Fish Vaccination. Online Article: <https://thefishsite.com/articles/understanding-fish-vaccination>. Diakses: 26 September 2025

Krisandini, K. 2023. Bahaya Penyakit Bakterial bagi Budidaya Udang. Online article. <https://jala.tech/id/blog/penyakit-udang/bahaya-penyakit-bakterial-bagi-budidaya-udang>. Diakses: 27 September 2025.

Kurniawan, Andri. 2013. “Short Communication: Potensi Tanaman Herbal Untuk Imunitas Ikan Terhadap Paparan Bakteri *Aeromonas* sp.” *AKUATIK-Jurnal Sumberdaya Perairan* 7 (1): 9–14.

Kusmiyati N. 2020. *Prebiotik Nutrisi Sehat Saluran Pencernaan*. Pena Persada. Banyumas. Jawa Tengah

Lansida Blogspot.com. 2010. Daun Sirih (*Piper betle* L). Online Article : https://lansida.blogspot.com/2010/07/sirih-piper-betle-l.html?utm_source=chatgpt.com . Diakses: 27 September 2025

Latifah, A. 2016. Pengaruh pemberian probiotik dengan berbagai dosis berbeda untuk meningkatkan pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). [Disertasi, Univesitas Airlangga]. Universitas Airlangga.

Leong, T.S and Colorni, A. (2002). Infectious diseases of warmwater fish in marine and brackish waters. In: Woo, P.T.K., Bruno, D.W., Lim, L.H.S. Diseases and disorders of finfish in cage culture. CABI publishing. United Kingdom.

- Lestari, I. Purbanto, K. A. Prayogo, S. Anggoro, A. dan Johan, Y. 2022. Deteksi Virus Wssv (*White Spot Syndrom Virus*) Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Yang Dilalulintaskan Melalui Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan Bengkulu. Seminar Nasional Hasil Penelitian KELautan dan Perikanan. ISSN: 2987-5587
- Lidia, I. 2022. Direktori Obat. Online Article : <https://lifepack.id/fructo-oligosaccharide-prebiotic/> . Diakses: 26 September 2025
- Liem, K. F., Bemis, W. E., Walker, W. F., & Grande, L. 2020. Functional Anatomy of the Vertebrates: An Evolutionary Perspective. Cengage Learning.
- Lightner, D. V 1996. A Handbook of Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures For Diseases Of Cultured Penaeid Shrimp. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, 70803 USA
- Lipton, A. P. 1994. Disease Challenges and Their Management in Intensive Fish Farming. https://eprints.cmfri.org.in/8350/1/SEAFOOD_EXPORT_JOURNAL_VOL_25%286%2911-22.pdf. Diakses: 29 September 2025.
- Lukistyowati, Iesje, and Syawal, H. 2013. Potensi Pakan yang Mengandung Sambiloto (*Andrographis paniculata*) dan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) untuk Menanggulangi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Pada Ikan Baung (*Mystus nemurus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 1 (2): 135–47.
- MacAulay, S., Ellison, A. R., Kille, P., & Cable, J. 2022. Moving towards improved surveillance and earlier diagnosis of aquatic pathogens: From traditional methods to emerging technologies. *Reviews in Aquaculture*, 14(4), 1813-1829. <https://doi.org/10.1111/raq.12674>
- Marshall, W. S., & Grosell, M. 2022. Ion transport, osmoregulation, and acid-base balance. In *Fish Physiology* (Vol. 41). Academic Press.
- Mayagi, J. Kotta, R. Kurniawati, Septian, I. G. N. 2023. Studi Identifikasi Virus KHV (*Koi Herpes Virus*) pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). Al-Qlu: *Jurnal Matematika, Teknik dan Sains* 1 (2): 91-98

- Mendoza, L. Taylor, J. W. Walker, E.D. dan Vilela, R. 2016. Description of three novel *Lagenidium* (Oomycota) species causing infection in mammals. *Revista Iberoamericana de Micologia* 33 (2)
- Merrifield, D.L.; Dimitroglou, A.; Foey, A.; Davies, S.J.; Baker, R.T.; Bogwald, J.; Castex, M.; Ringø, E. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture* 2010, 302, 1–18.
- Mohan, K., Ravichandran, S., Muralisankar, T., Uthayakumar, V., Chandirasekar, R., Seedeve, P., Abirami, R. G., & Rajan, D. K. (2019). Application of marine-derived polysaccharides as immunostimulants in aquaculture: A review of current knowledge and further perspectives. *Fish & Shellfish Immunology*, 86, 1177-1193. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.12.072>
- Mondal, H., Thomas, J. 2022. A review on the recent advances and application of vaccines against fish pathogens in aquaculture. *Aquac Int.* 2022;30(4):1971-2000. Epub 2022 May 2. PMID: 35528247; PMCID: PMC9059915. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00884-w>
- Murray, A. G., and Peeler, E. J. 2005. A framework for understanding the potential for emerging diseases in aquaculture. *Preventive Veterinary Medicine*, 67(2-3), 223-235. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.10.012>
- Nafiqoh, Nunak, Andriyanto, S., Novita, H., Sugiani, D., and Taukhid. 2021. Kombinasi Sirih dan Kipahit Sebagai Imunostimulan Terhadap Penyakit Streptococcosis Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur* 16 (1): 39–47.
- Nathanailides, C., Kolygas, M., Choremi, K., Mavraganis, T., Gouva, E., Vidalis, K., and Athanassopoulou, F. 2021. Probiotics Have the Potential to Significantly Mitigate the Environmental Impact of Freshwater Fish Farms. *MDPI Journal*. 6, 76.
- Nayak, S., Mishra, B., & Das, P. 2019. Fish reproduction and broodstock management. *Journal of Applied Aquaculture*, 31(3), 236–254.
- Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I.A., Goldburg, R., Williams, S., Volpe, J., Mangel, M. 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience*, 55(5):427–437.

- Nazari A., Hassan M D., Bovo G., Zorriehzahra M J., Azmi T I., Arshad S. (2014). *Pathogenicity of viral nervous necrosis virus for Guppy fish, Poecilia reticulata*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(1): 168-177.
- Noga, E. J. 2010. *Fish Disease: Diagnosis and Treatment* 2nd Edition. Wiley-Blackwell. USA: 538p
- Novriadi, R. Agustatik, S. Hendrianto. Pramuanggit, R. Wibowo, A. H. 2014. *Penyakit Infeksi pada Budidaya Ikan Laut Di Indonesia*. DJPB-DKIL-KKP.
- Nugraheny, D. F. Ekasanti, A. Listiowati, E. Setyawan, A. C. dan Syakuri, H. 2020. Pengendalian *Trichodina* sp pada Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.). *Jurnal Saintek* 17 (2): 145-158.
- Nurhayati, D., Widanarni, dan M. Yuhana. 2015. Dietary Synbiotic Influence on the Growth Performance and Immune Responses to Co-Infection with Infectious Myonecrosis Virus and *Vibrio harveyi* in *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 10 (1):13-24
- Ode, I. 2013. Kajian sistem imunitas untuk pengendalian penyakit pada ikan dan udang. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, Vol 6, No 2, hh 41-43.
- Oge, S. 2002. Cheomotherapy for parasites of freshwater fish. *J. Turkish Parazitol.*, 26: 113-118
- Oidtmann, B.C., Thrush, M.A., Denham, K.L., Peeler, E.J. 2011. International and national biosecurity strategies in aquatic animal health. *Aquaculture* 320(1-2):22-33.
- Oktaviana, A. Widanarni. dan Yuhana, M. 2014. The Use of Synbiotics to Prevent IMNV and *Vibrio harveyi* Co-Infection in *Litopenaeus vannamei*. *HAYATI Journal of Biosciences* 21 (2): 127-134.
- Oktaviana A dan Febriani D. 2022. Additional *Lactobacillus* and Coconut Powder to Increase Growth and Survival Rate on *Cherax* sp. IOP Conference series: Earth and Environmental Science 1012 012045. doi:10.1088/1755-1315/1012/1/012045

- Oktaviana, A. dan Febriani, D. 2023. Aplikasi Sinbiotik dengan Sumber Prebiotik Berbeda pada Udang Windu. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis* 2: 214-220
- Oliveira, V. H. S., Dórea, F. C., Dean, K. R., & Jensen, B. B. 2024. Exploring Options for Syndromic Surveillance in Aquaculture: Outbreak Detection of Salmon Pancreas Disease Using Production Data from Norwegian Farms. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2024(1), 9861677. <https://doi.org/10.1155/2024/9861677>
- Olivia-Teles A, Goncalves P. 2001. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast *Saccharomyces cerevisiae*, in diets for sea bass *Dicentrarchus labrax* juveniles. *Aquaculture* 202: 269-27.
- Ornamental Aquatic Trade Association (OATA). 2001. Koi Herpes Virus (KHV). OATA. Westbury. Wilts. UK. Pp.4-33.
- Palanikani, Radhakrishnan, Soranam, R., and Chanthini. 2018. Pathogenicity and Control of *Aeromonas hydrophila* and *A. veronii* in Indian Major Carps (*Catla catla*) by the Effect of Herbal Supplement of *Andrographis paniculata* (Lamiales: Acanthaceae). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 6 (3): 361–70.
- Panigrahi, A. 2012. Biosecurity and the essential principles shrimp health management in *Litopenaeus van namei* hatcheries and farms. Management Of Emerging Diseases of Shrimp With Special Reference To Pacific White Shrimp, *Litopenaeus Vannamei*. National Fisheries Development Board, Hyderabad. 10th – 14th December, 2012.
- Pattis, K. 2017. 3 Ciliated Parasites. Online artikel. <https://koiorganisationinternational.org/koi-articles/3-ciliated-parasites>. Diakses: 27 September 2025
- Payung, C. N. dan Manoppo, H. 2015. Peningkatan respon kebal non-spesifik dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) melalui pemberian jahe, *Zingiber officinale*. *e-Journal Budidaya Perairan*, Vol 3, No 1.
- Pedrazzani, A.S., Quintiliano, M.H., Bolfe, F., Sans, E.C.D.O., Molento, C.F.M. 2020. Tilapia on-farm welfare assessment protocol for semi-intensive production systems. *Frontiers in Veterinary Science* 7:606388.

- Perera, R.P., Jones, B., Beers, P., Kleeman, S. and McGladdery, S. 2008. Maintaining biosecurity in aquaculture systems : a constraint or a challenge, pp. 3-20. In Bondad-Reantaso, M.G., Mohan, C.V., Crumlish, M. and Subasinghe, R.P. (eds.). Diseases in Asian Aquaculture VI. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. 505 pp.
- Pikarsky. 2004. Pathogenesis of Acute Viral Disease Induced in Fish by Carp Interstitial Nephritis and Gill Necrosis Virus. *Journal of Virology*. 78 (17).
- Prastiti, L.A., Sarjito dan Prayitno, S.B. 2015. Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) pada Media Pemeliharaan Terhadap Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) yang Diinfeksi Bakteri *Edwardsiella tarda*. *Journal of Aquaculture Manaj and Tech*. 4(3);31-37.
- Prastiti, L.A., Verdian, A.H., Oktaviana, A., Fatimah, N., Fathurohman, K., Astria, Q., dan Siburian, A.F. 2023. Peningkatan Respon Imun Udag Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Melalui Kombinasi Vitamin D3, Mineral Ca dan Mg pada Pakan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 18(1):14-24.
- Prayitno, S. B. Haditomo, A. H. C. Desrina. Sarjito. 2017. Prinsip-Prinsip Diagnosa dan Manajemen Kesehatan Ikan. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang: 72p.
- Rahmaningsih, S. 2018. *Hama dan Penyakit Ikan*. Deepublish.
- Rahmat, E., Lee, J., dan Kang, Y. 2021. Javanese Turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.): Ethnobotany, Phytochemistry, Biotechnology, and Pharmacological Activities. Review Article. *Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* Volume 2021, Article ID 9960813, 15 pages
- Ramadhani DE, Rudi M, Rangkuti RFA, Widanarni, dan Sukenda. 2021. Dinamika Bakteri *Vibrio* pada Larva Udag Vaname yang Diberikan Probiotik dan Sinbiotik Melalui *Artemia* sp. *Jurnal Marikultur* 1 (1): 11-21
- Randall, D.J. 1968. Functional Morphology of The Heart in Fishes. *Am. Zoologist* 8, 179-189

- Randelli, E., F. Buonocore, G. Scapigliati. 2008. Cell markers and determinants in fish immunology. *Fish & Shellfish Immunology*, Vol 25, hlm 326-340.
- Rastegari, H., Nadi, F., Lam, S. S., Ikhwanuddin, M., Kasan, N. A., Rahmat, R. F., & Mahari, W. A. W. 2023. Internet of Things in aquaculture: A review of the challenges and potential solutions based on current and future trends. *Smart Agricultural Technology*, 4, 100187. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100187>
- Rattanachaikunsopon, Pongsak, and Phumkhachorn, P. 2009. Prophylactic Effect of *Andrographis paniculata* Extracts against *Streptococcus agalactiae* Infection in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Bioscience and Bioengineering* 107 (5): 579–82.
- Razak, Atiek P., Reni L. Kreckhoff, and Juliaan Ch. Watung. 2017. Administrasi Oral Imunostimulan Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *E-Journal BUDIDAYA PERAIRAN* 5 (2): 27–36.
- Rhodes, L.D., Parrish, K.L., Willis, M.L. 2023. Review of best practices for biosecurity and disease management for marine aquaculture in US waters. NOAA technical memorandum NMFS-NWFSC p 180. <https://doi.org/10.25923/b4qp-9e65>
- Ross, L.G., Telfer, T., Falconer, L., Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J. 2013. Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture: FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6–8 December 2010, Stirling, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Roza, D dan Jhonny, F. 2002. Jamur Lagenidiales Yang Diisolasi Dari Larva Kepff Ng Bakau, *Scylla transquebarica*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Vol 8 (2):53-60
- Sanders, J. 2018. Bintik Putih pada Ikan: Pelajari Kebenaran Tentang Ich. Online artikel. https://cafishvet-com.translate.goog/fish-health-disease/white-spots-on-fish/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs. Diakses: 27 September 2025.

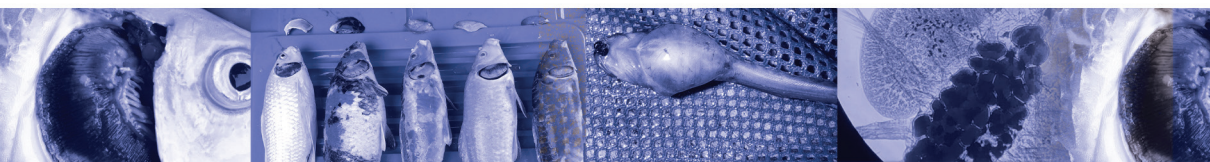
- Saragih, M. S dan Junaidi. 2021. Deteksi Penyakit TiLV (*Tilapia Lake Virus*) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dengan Metode Rt-Pcr Di Balai KIPM Medan I. Jurnal Perikanan 11 (2): 186-194
- Sari, N. Winda., Lukistyowati, I., Aryani, N. 2012. Pengaruh Pemberia Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*) terhadap Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*) setelah Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Jurnal Perikanan dan Kelautan, 17 (2). 43-59.
- Schreier, H.J., Mirzoyan, N., Saito, K. 2010. Microbial diversity of biological filters in recirculating aqua culture systems. Curr Opin Biotechnol 21(3):318–325.
- Sharma Y, Dua D, Nagar A dan Srivastava N. S, 2016, Antibacterial Activity, Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Stem of *Nicotiana tabacum*. International Journal of Pharmaceutical Scienses and Research, Vol 7 (3), 1156-1167.
- Sikeli. 2020. Penyakit Epistyliosis. SIKELI Aplikasi Kesehatan Ikan dan Lingkungan. Online artikel. <https://www.laborperikananbengkalis.com/diagnosa/parasit-ikan/penyakit-epistyliosis>. Diakses: 27 September 2025
- Sikeli. 2020. Viral Nervous Necrosis (VNN). SIKELI Aplikasi Kesehatan Ikan dan Lingkungan. Online artikel. <https://www.laborperikananbengkalis.com/diagnosa/virus-ikan/viral-nervous-necrosis-vnn>. Diakses: 26 September 2025.
- Stavelikova, H. 2008. Morphological characteristics of garlic (*Allium sativum L.*) genetic resources collection – Information. Horticultural Science, 35(3): 130-135. doi: 10.51179/jipsbp.v7i1.3323
- Subhan, R.Y., dan Prastiti, L.A. 2025. Tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan molly (*Poecilia latipinna*) dengan pengkayaan asam askorbat pada *Moina* sp. Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan. 7(1):59-63.
- Sudaryatma, P.E., Lestari, A.T., Sunarsih, N.L., Widiarti, K.S., Hidayah, S.N. and Srinoto, D., 2012. Immunocytochemistry Streptavidin Biotin: Early Detection of Viral Nervous Necrosis Virus in the mucous of the Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). Jurnal Sains Veteriner, 30(1), pp.99109.<https://doi.org/10.22146/jsv.2487>

- Sumon, M. A. A., Meregildo-Rodriguez, E. D., Lee, T., Dinh-Hung, N., Larson, E. T., Permpoonpattana, P., Doan, H. V., Jung, K., & Linh, N. V. 2024. Droplet digital PCR for fish pathogen detection and quantification: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Fish Diseases*, 47(12), e14019. <https://doi.org/10.1111/jfd.14019>
- Sunarto, A. McColl, K. A. Crane, M. St. J. Sumiati, T. Hyatt, A. D. Barnes, A. C. dan Walker, P. J. Isolation and Characterization of Koi Herpesvirus (KHV) from Indonesia: Identification of a new genetic lineage. *Journal of Fish Disease*: 34: 87-101.
- Supriatna, A. 2013. Mengenal Biosecurity pada Budidaya Perikanan. <https://www.lalaukan.com/2013/12/mengenal-biosecurity-pada-kegiatan.html>
- Supriatna, A. 2018. Penyakit Ikan Saprolegnia (Penyakit Kapas). Online Article: <https://www.lalaukan.com/2018/09/penyakit-ikan-saprolegnia-penyakit-kapas.html> . Diakses: 27 September 2025
- Takahashi M, Saccò M, Kestel JH, Nester G, Campbell MA, van der Heyde M, Heydenrych MJ, Juszkievicz DJ, Nevill P, Dawkins KL, Bessey C, Fernandes K, Miller H, Power M, Mousavi-Derazmahalleh M, Newton JP, White NE, Richards ZT, Allentoft ME. Aquatic environmental DNA: A review of the macro-organismal biomonitoring revolution. *Sci Total Environ*. 2023. Epub 2023 Feb 18. PMID: 36801404 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162322>
- Tammas, I., Bitchava, K., & Gelasakis, A. I. 2024. Transforming Aquaculture through Vaccination: A Review on Recent Developments and Milestones. *Vaccines*, 12(7), 732. <https://doi.org/10.3390/vaccines12070732>
- Tang KFJ, Pantoja CR., Poulos BT, Redman RM, Lightnere DV. 2005. *In situ* hybridization demonstrates that *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* and *Penaeus monodon* are susceptible to experimental infection with infectious myonecrosis virus (IMNV). *Diseases of Aquatic Organisms* 63: 261-265
- Tang, L., Lin, C., N. K. Krishna, M. Yeager, A. Schneeman dan J. E. Johnson. 2002. Virus-like particles of a fish nodavirus display a capsid subunit

- domain organization different from that of insect nodaviruses. *Journal of Virology*. 76(12): 6370-6375.
- Tatang. 2012. Materi Latihan Vaksinator Ikan, BBPBAP Jepara. Online Article: <https://suksesmina.wordpress.com/2012/09/25/303/> Diakses: 26 September 2025
- Tavares-Dias, M., & Moraes, F. R. 2017. Hematology of teleost fish. *Journal of Fish Biology*, 90(3), 857–889.
- Taylor, N. G. H. 2005. A Review of *Argulus* sp Occuring in United Kingdom Freshwaters (Science Reports). The Environment Agency Protecting and Improving The Environment in England and Wales. P. 30
- Tlaxca, J.L.; Ellis, S.; Remmele, R.L., Jr. 2015. Live attenuated and inactivated viral vaccine formulation and nasal delivery: Potential and challenges. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 93, 56–78. Ulmer, J.B.; Geall, A.J. 2016. Recent innovations in mRNA vaccines. *Curr. Opin. Immunol.* 41, 18–22.
- Uribe, C., Folch, H., Enriquez, R., & Moran, G. 2011. Innate and adaptive immunity in teleost fish: a review. *Veterinary Medicine International*, 2011, 1–16
- Utami, S.N., 2023. Ciri-ciri *Saccharomyces cerevisiae*. Online Article: <https://www.kompas.com/skola/read/2023/05/26/150000069/ciri-ciri-saccharomyces-cerevisiae>. Diakses pada : 26 September 2025
- Verschuere L, Rombaut G, Sorgeloos P, and Verstraete W. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Microbiological and Molecular Biology Review*. 64: 655-671
- Wajsbrot, N. 2025. Tilapia Lake Virus (TiLV): Understanding its Epidemiology, Clinical Signs, Diagnosis, and Prevention. Online article. <https://aquaculturemag.com/2025/04/21/tilapia-lake-virus-tilv-understanding-its-epidemiology-clinical-signs-diagnosis-and-prevention/>. Diakses: 27 September 2025.
- Wang, Hao-Ching, Wang Han Ching, Ko Tzu Ping, Lee YuMay, Leu Jian-Horng, Ho Chun-Han, Huang Wei-Pang, Lo Chu-Fang dan Andrew HJ Wang, 2008. White Spot Syndrome Virus protein ICP11: A Histone-Binding DNA Mimic that Disrupts Nucleosome Assembly. *PNAS*. 105(52): 20768–20783.

- Wang, W., Sun, J., Liu, C., Xue, Z. 2017. Application of immunostimulants in aquaculture: current knowledge and future perspectives. *Aquac Res* 48(1):1–23.
- WHO (World Health Organization). 2006. Biorisk management: Laboratory biosecurity guidance (No. WHO/CDS/EPR/2006.6). World Health Organization.
- Wilson, J. M., & Castro, L. F. C. 2019. Morphology of the gastrointestinal tract of fish. In *Fish Physiology* (Vol. 36, pp. 1–55). Academic Press.
- Wright, A., Li, X., Yang, X., Soto, E., & Gross, J. 2023. Disease prevention and mitigation in US finfish aquaculture: A review of current approaches and new strategies. *Reviews in Aquaculture*, 15(4), 1638-1653. <https://doi.org/10.1111/raq.12807>
- Xiao, R., Wei, Y., An D, Li. D., Ta, X., Wu, Y., Ren, Q. 2019. A review on the research status and development trend of equipment in water treatment processes of recirculating aquaculture systems. *Rev Aquac* 11(3):863–895
- Yang, L., Yang, Q., Hu, Ren-Ge., Cong, W., Li, S., Kang, Yuan-Huan. 2024. Review: The evaluation of bacteriophage therapy in aquaculture: A systematic review and meta-analysis. *Aquaculture*, vol. 588. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740925>
- Yanti, M. E. G., Herliany, N. E., Negara, B. F., dan Utami, M. A. F. 2017. Deteksi Molekuler White Spot Syndrome Virus (WSSV) Pada Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di P. T. Hasfarm Inti Sentosa. *Jurnal Enggano*. 2(2): 156-169.
- Yulian, H. 2021. Kenali Berbagai Manfaat Daun Sambiloto untuk Kesehatan. Online Article: <https://momsmoney.kontan.co.id/news/kenali-berbagai-manfaat-daun-sambiloto-untuk-kesehatan>. Diakses: 26 September 2025
- Yuwanita, R., U. Yanuhar, dan Hardoko. 2013. Pathognomonic of *Viral Nervous Necrotic* (VNN) virulence on larvae of humpback grouper (*Cromileptes altivelis*). *Advances in Environmental Biology*, 7(6): 1074-1081, ISSN 1995-0756.

- Zalinar, udin. 2003. Sitoksisitas *xanthorrhizol* dari Minyak Atsiri Rimbang *Curcuma xanthorrhizol* Roxb. Terhadap Sel Kanker Payudara YBM 1 Indonesia. *Journal of Applied Chemistry*. 3(1): 1-12.
- Zhao, G. Ni, X. Zhang, Z. Pan, M. Wang, X. Xiong, Y. Wang, X dan Li, R. 2025. Isolation and identification of the pathogen in a case of *Takifugu rubripes* coinfectd with parasites and bacteria. *Journal Aquaculture and Fisheries*. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2025.04.003>
- Zhao, X., Findly, R. C., & Dickerson, H. W. 2008. *Cutaneous antibody-secreting cells and B cells in a teleost fish*. *Developmental and Comparative Immunology*, 32(5), 500–508.
- Zuraida, N., & Supriati, Y., 2001. Usahatani ubi jalar sebagai bahan pangan alternatif dan diversifikasi sumber karbohidrat. *Buletin AgroBio*, 4(1), 13-23.



Biodata Penulis

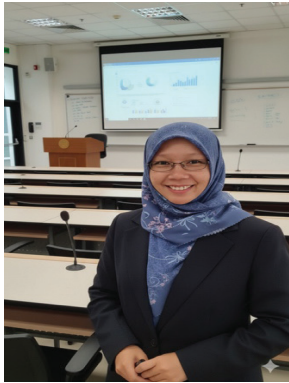


Linuwih Aluh Prastiti, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi D3 Budidaya Perikanan
Jurusan Perikanan dan Kelautan
Politeknik Negeri Lampung

Linuwih Aluh Prastiti lahir di Bandar Lampung tanggal 9 Nopember 1993. Kecintaan terhadap perikanan membawa penulis untuk menempuh studi pendidikan S1 di Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro pada tahun 2011,

kemudian melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2015 dan menyelesaikan studi tersebut pada tahun 2017. Terhitung sejak Maret 2022, penulis merupakan menjadi dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan Politeknik Negeri Lampung. Penulis menekuni bidang Kesehatan Ikan dan melakukan pengajaran dan riset pada bidang yang selaras. Penulis melakukan pengajaran di mata kuliah Anatomi dan Fisiologi Ikan, Hama dan Penyakit Ikan, Manajemen Kesehatan Ikan, Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan, dan Penyuluhan Perikanan. Penulis aktif melakukan riset yang mendukung di bidang kesehatan ikan yang sudah diterbitkan dalam beberapa judul artikel maupun buku.



Adni Oktaviana, S. Pi., M. Si

Dosen Program Studi D3 Budidaya Perikanan
Jurusan Perikanan dan Kelautan

Politeknik Negeri Lampung

Penulis lahir di Jakarta tanggal 9 Oktober 1986.

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Politeknik Negeri Lampung. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Perairan Universitas Diponegoro pada

tahun 2004 dan melanjutkan S2 pada Ilmu Akuakultur Institut Pertanian Bogor pada tahun 2011. Penulis menekuni bidang keilmuan Kesehatan ikan. Penulis telah melakukan beberapa penelitian dan mempublikasikan jurnal di bidang kesehatan ikan yang berfokus pada peningkatan kesehatan ikan dengan penggunaan probiotik, prebiotik dan sinbiotik.



Qorie Astria, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Teknologi Pembenihan Ikan

Jurusan Perikanan dan Kelautan

Politeknik Negeri Lampung

Penulis lahir di Palembang tanggal 20 Agustus 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Pembenihan Ikan, Politeknik Negeri Lampung. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Perairan, Universitas Lampung pada tahun 2013 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Akuakultur, Institut Pertanian Bogor yang diselesaikan pada tahun 2017. Penulis menekuni bidang Akuakultur dengan minat Kesehatan Ikan.

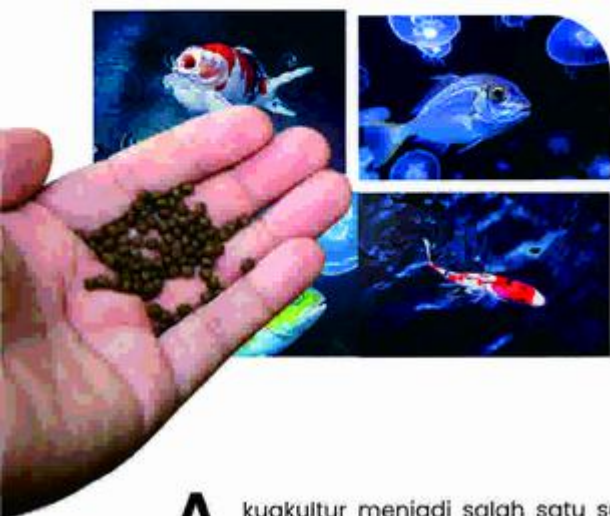


Dian Febriani, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Teknologi Pembenihan Ikan

Jurusan Perikanan dan Kelautan
Politeknik Negeri Lampung

Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 3 Februari 1976. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Pembenihan Ikan, Politeknik Negeri Lampung. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB) dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Akuakultur IPB. Penulis bergabung menjadi staff dosen di Politeknik Negeri Lampung, pada tahun 2002 hingga sekarang. Penulis telah melakukan beberapa riset guna mendukung kegiatan pengajaran pada mata kuliah yang diampu. Beberapa mata kuliah yang telah diampu selama ini meliputi hama dan penyakit Ikan, Manajemen Kesehatan Ikan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan, Serta beberapa mata kuliah lainnya yang terkait dengan budidaya perikanan.



Ilmu Kesehatan Ikan

Teori dan Aplikasi dalam Akuakultur

Akuakultur menjadi salah satu sumber penghasil pangan protein hewani yang penting, bagi populasi manusia secara global, yang jumlahnya terus bertambah saat ini, dan sangat vital bagi ketahanan pangan. Dengan peningkatan jumlah produksi dan semakin beragamnya spesies yang dibudidayakan, telah terjadi perkembangan metode budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan. Seperti budidaya akuaponik dan sistem resirkulasi berbasis lahan yang sempit, yang keduanya merupakan budidaya dengan penggunaan air yang lebih hemat.

Efisiensi penggunaan lahan, hemat air dan padat tebar tinggi dengan target produksi yang tinggi karena tuntutan jumlah konsumen yang terus meningkat, hal tersebut telah membawa tantangan tersendiri guna menghasilkan produksi yang berkualitas. Berbagai masalah muncul, dan membutuhkan struktur yang kuat untuk dapat memitigasi dampak negatif dari permasalahan-permasalahan tersebut. Akuakultur tidak lambat dalam merespon dan mengadopsi teknologi baru, dalam hal manajemen budidaya, teknologi pakan dan pengelolaan kualitas air, termasuk penerapan biosecurity, probiotik dan penggunaan vaksin, untuk bisa menemukan solusi yang efektif, dan berbagai cara lainnya dalam menangani kasus penyakit dan masalah Kesehatan yang semakin sering muncul dan Sebagian besar menjadi penyebab terjadinya gagal panen (Mohan et. al., 2019).



✉ literasinusantaraofficial@gmail.com
🌐 www.penerbitlitnus.co.id
📖 Literasi Nusantara
📞 literasinusantara_
☎ 085755971589

Pendidikan

+17

