

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG KESEHATAN IKAN DAN LINGKUNGAN**

**INOVASI PENGEMBANGAN VAKSIN
UNTUK BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR
BERKELANJUTAN**



OLEH:

ANGELA MARIANA LUSIASTUTI

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
JAKARTA, 28 SEPTEMBER 2022**

**INOVASI PENGEMBANGAN VAKSIN
UNTUK BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR
BERKELANJUTAN**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2022 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike 4.0 International license (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC-BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG KESEHATAN IKAN DAN LINGKUNGAN**

**INOVASI PENGEMBANGAN VAKSIN
UNTUK BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR
BERKELANJUTAN**

OLEH:

ANGELA MARIANA LUSIASTUTI

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
JAKARTA, 28 SEPTEMBER 2022**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2022 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Veteriner

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Inovasi Pengembangan Vaksin untuk Budidaya Ikan Air Tawar Berkelanjutan/Angela Mariana Lusiasuti. Jakarta: Penerbit BRIN, 2022.

ix + 78 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8052-01-1 (cetak)
978-623-8052-02-8 (e-book)




- | | |
|---------------|------------------------|
| 1. Vaksin | 2. Pengembangan |
| 3. Pencegahan | 4. Penyakit Ikan Tawar |

639.31

Copy editor : Anton Winarko
Proofreader : Prapti Sasiwi & Dhevi E.I.R. Mahelingga
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : S. Imam Setyawan

Cetakan : September 2022



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung BJ Habibie, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: 0811-8612-369
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id
 PenerbitBRIN
 Penerbit_BRIN
 penerbit_brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BIODATA RINGKAS



Angela Mariana Lusiastuti, lahir di Surabaya, pada tanggal 26 September 1961 adalah anak kesatu dari Bapak V.F. Issutarso dan Ibu M.A. Widaryatinah Budidarmo. Menikah dengan Suryanto dan dikaruniai satu orang anak, yaitu Damianus Yanna Kristianto.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 1/M Tahun 2020 tanggal 6 Januari 2020 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai 6 Januari 2020.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 281/I/HK/2022 Tanggal 13 September 2022 yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Santa Maria, tahun 1973, Sekolah Menengah Pertama Santa Agnes, tahun 1976, Sekolah Menengah Atas Frateran Surabaya, tahun 1980. Memperoleh gelar Dokter Hewan dari Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga, Surabaya tahun 1986, gelar Magister Sains di bidang Kesehatan Masyarakat Veteriner dari Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor tahun 1994, dan gelar Doktor di bidang Sains Veteriner dari Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor tahun 2003.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: DAAD *Sandwich Program* di Justus Liebig University Gießen, Jerman (tahun 2003), DAAD *Research and Training Stay* di Hessisches Landeslabor Standort

Gießen, Jerman (2011), *Gill Health Symposium* di Singapore (2018), dan *Bactivac Network Workshop on Mucosal Vaccine for Tilapia* di Vietnam (2019).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Muda golongan III/d tahun 2008, Peneliti Ahli Madya golongan IV/a tahun 2009, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/d bidang Kesehatan Ikan dan Lingkungan tahun 2020.

Menghasilkan 196 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal dan prosiding. Sebanyak 54 KTI ditulis dalam bahasa Inggris.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing dan penguji mahasiswa S-1, S-2, dan S-3 di Institut Pertanian Bogor, Universitas Indonesia, Universitas Padjadjaran Bandung, Universitas Airlangga Surabaya, dan Universitas Brawijaya Malang.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota *World Aquaculture Society* (2018–2020), anggota *Asian Fisheries Society* (2018–2022), pengurus Himpunan Peneliti Indonesia (2020–2022), pengurus organisasi Masyarakat Ikhtiologi Indonesia (2018–2022), anggota Perhimpunan Dokter Hewan Indonesia (1986–2022), dan pengurus organisasi *Indonesian Network of Fish Health Management* (2010–2022).

Menerima tanda penghargaan Adi Bakti Mina Bahari dari Menteri Kelautan dan Perikanan RI untuk Penelitian Terbaik Vaksin Ikan (tahun 2012, 2014, dan 2015), Satyalancana Karya Satya X Tahun (tahun 1997), XX Tahun (tahun 2007), dan XXX Tahun (tahun 2018) dari Presiden RI.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	v
PRAKATA PENGUKUHAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN PEMBUATAN VAKSIN IKAN PADA MASA LALU, MASA KINI, DAN MASA DEPAN ...	3
2.1 Vaksin Ikan Masa Lalu	3
2.2 Vaksin Ikan Masa Kini	5
2.3 Vaksin Ikan Masa Depan	6
III. VAKSIN IKAN UNTUK PENCEGAHAN PENYAKIT	11
3.1 Vaksin Kering Beku	12
3.2 Vaksin Monovalen dan Bivalen KHV dan <i>A. hydrophila</i> ...	13
3.3 Vaksin Monovalen dan Bivalen <i>Mycobacterium fortuitum</i> dan <i>A. hydrophila</i>	14
3.4 Vaksin Monovalen dan Bivalen <i>Streptococcus agalactiae</i> ...	15
3.5 Vaksin Polivalen <i>Streptococcus agalactiae</i>	17
IV. STRATEGI PENGEMBANGAN VAKSIN IKAN DI INDONESIA	19
4.1 Vaksin Polivalen untuk Masa Depan	19
4.2 Kebijakan Pengembangan Vaksin di Indonesia	20
V. KESIMPULAN	24
VI. PENUTUP	25
UCAPAN TERIMA KASIH	26
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	38
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH	39
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA	61
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	66

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA PENGUKUHAN

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Mahakuasa atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah Pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

**“INOVASI PENGEMBANGAN VAKSIN UNTUK
BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR BERKELANJUTAN”**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

I. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan nasional, sektor perikanan budidaya berperan dalam mendukung kemandirian pangan, penyediaan lapangan kerja, dan kesejahteraan masyarakat. Pada sisi makro, budidaya ikan berpotensi mendorong peningkatan kontribusi sektor perikanan terhadap produk domestik bruto (PDB) Indonesia. Produksi budidaya di sektor perikanan tahun 2017 memberikan kontribusi sebesar 2,57% terhadap PDB Indonesia. Pada tahun 2020, produksi tersebut mengalami peningkatan menjadi 3,7%¹. Potensi sektor akuakultur 1,3 kali PDB atau sebesar 130%. Total produksi perikanan budidaya air tawar tahun 2020 adalah 18.440.000 ton, sedangkan target produksi ikan air tawar yaitu 25% dari total produksi¹. Hal ini menjadi peluang yang dapat dikembangkan secara optimal melalui percepatan pengembangan kapasitas usaha, baik di tingkat masyarakat maupun industri dengan penyediaan input teknologi yang efisien, mutu produk yang terjamin, dan rantai sistem produksi yang efisien dari hulu hingga hilir. Sementara itu, peningkatan produksi dapat dipacu dengan melakukan intensifikasi.

Saat ini, penyakit ikan menjadi masalah penting karena merupakan salah satu kendala dalam kegagalan produksi komoditas unggulan perikanan budidaya. Munculnya penyakit pada ikan merupakan hasil interaksi yang kompleks antara tiga biosistem dalam perairan, yaitu inang/ikan yang lemah, patogen yang virulen, dan kualitas lingkungan yang memburuk².

Pengelolaan kesehatan ikan sebagai upaya pencegahan penyakit ikan di masa mendatang terutama adalah melalui pendekatan ekologis-biologis seperti penggunaan vaksin untuk penyakit endemik potensial, biosekuriti, probiotik, herbal esensial, dan pembentukan populasi yang tahan penyakit^{3,4}.

Kurangnya pemahaman dan penerapan sistem pengelolaan kesehatan ikan pada sebagian besar pembudidaya, menyebabkan tidak dialokasikannya biaya untuk pengelolaan kesehatan ikan budidaya. Demikian juga, penggunaan vaksin impor dan obat ikan yang tidak tepat atau berlebihan berdampak negatif, baik terhadap lingkungan perairan, ikan, keanekaragaman hayati lainnya, maupun manusia sebagai konsumen⁵. Perubahan iklim akibat pemanasan global juga merupakan ancaman bagi budidaya berkelanjutan sehingga muncul berbagai penyakit baru (*new emerging disease*) atau *re-emerging disease* dengan virulensi yang meningkat⁶.

Munculnya penyakit pada budidaya ikan menyebabkan kerugian ekonomi yang tidak sedikit. Infeksi *Aeromonas* sp. (penyakit merah) mengakibatkan kerugian 400 miliar rupiah per tahun. Infeksi parasit *Ichthyophthyrus multifiliis* (bintik putih) mengakibatkan kematian ikan 25% hingga 100% dalam waktu singkat, dengan kerugian 50 miliar rupiah per tahun. Serangan *Streptococcus* sp. pada ikan nila mengakibatkan kematian yang signifikan, yaitu 20%–50% dari total populasi dan menelan kerugian 15 miliar rupiah per tahun. Penyakit koi herpesvirus (KHV) sejak tahun 2002 mengakibatkan kerugian pada budidaya ikan mas dan koi lebih dari 50 miliar rupiah per tahun⁷. Wabah *Megalocytivirus* pada ikan gurami dari tahun 2018 sampai sekarang mengakibatkan kematian 50%–100% pada benih dan induk ikan gurami dalam waktu singkat⁷.

Pencanangan Gerakan Vaksinasi Ikan (Gervikan) sejak tahun 2014 bertujuan untuk menyosialisasikan penggunaan vaksin yang aman, efektif, dan murah serta mendorong produsen obat untuk memproduksi vaksin ikan. Oleh sebab itu, inovasi pengembangan vaksin ikan dibutuhkan untuk pencegahan penyakit sebagai kunci sukses di dalam budidaya ikan berkelanjutan.

II. PERKEMBANGAN PEMBUATAN VAKSIN IKAN PADA MASA LALU, MASA KINI, DAN MASA DEPAN

Banyaknya penyakit ikan yang berpotensi menimbulkan wabah memerlukan adanya manajemen kesehatan ikan, yaitu dengan melakukan pencegahan penyakit melalui vaksinasi (Lampiran 1). Vaksinasi dapat mengurangi insidensi penyakit, menurunkan tingkat keganasan pathogen, dan menurunkan angka mortalitas sehingga produksi budidaya tetap stabil, bahkan meningkat^{8,9}. Vaksin untuk perikanan budidaya pertama kali dikembangkan pada tahun 1974, yang ditujukan untuk mencegah penyakit yersiniosis pada ikan salmon. Pembuatan vaksin ikan ini menggunakan metode konvensional. Barulah pada tahun 1997, pembuatan vaksin alternatif dimulai dengan teknologi DNA rekombinan¹⁰.

Perkembangan produksi vaksin dari masa ke masa mencakup vaksin ikan masa lalu, masa kini, dan masa depan. Vaksin ikan masa lalu adalah vaksin generasi pertama, sedangkan vaksin masa kini dikategorikan menjadi vaksin generasi kedua. Adapun vaksin ikan masa depan terdiri atas vaksin generasi ketiga dan keempat. Dalam industri akuakultur modern, vaksin ikan di masa depan harus hemat biaya, ramah lingkungan, dan harus memungkinkan untuk diproduksi skala besar. Selain itu, vaksin juga harus tersedia dan cocok untuk pembudidaya ikan skala kecil atau skala rumah tangga.

2.1 Vaksin Ikan Masa Lalu

Pencegahan penyakit ikan pada masa lalu menggunakan jenis vaksin yang dibuat dengan metode vaksin konvensional. Vaksin dengan hanya satu jenis mikroba (monovalen, monospesies) diinaktivasi formalin serta diaplikasikan melalui perendaman,

per oral dan injeksi dengan atau tanpa adjuvan. Vaksin konvensional umumnya disebut vaksin inaktif. Pada vaksin dengan desain konvensional, dilakukan uji fenotipe dan genotipe sebatas sekuens untuk meyakinkan jenis spesies mikrobnnya dan dilanjutkan dengan uji efikasi. Walaupun aman digunakan, vaksin inaktif ini mempunyai kelemahan terutama durasi proteksi yang pendek. Hal ini disebabkan rendahnya aktivasi imunitas seluler sehingga diperlukan adjuvan atau vaksinasi ulang¹⁰.

Desain formulasi vaksin harus melalui identifikasi antigen protektif terlebih dahulu. Jika lebih dari satu antigen bersifat protektif maka dilakukan seleksi strain untuk mengetahui antigen yang dapat menstimulasi sistem imun yang lebih baik dari yang lain sebagai kandidat vaksin potensial yang diberikan secara oral, imersi atau injeksi karena potensinya bisa berbeda-beda. Pada vaksin konvensional, determinasi antigen dilakukan secara serologis¹¹.

Vaksin komersial pertama adalah vaksin *enteric redmouth disease* (ERM, yersiniosis) dan vibriosis, yang diluncurkan di Amerika Serikat pada akhir 1970-an. Vaksin ini berdasarkan formulasi inaktivasi sel utuh dan aplikasinya secara imersi. Vaksin komersial pertama dalam bentuk bivalen berisi *Edwardsiella ictaluri* dan *Flexibacter columnare* bakterin, mempunyai efektivitas yang rendah. Kemudian vaksin ini mulai dicoba menggunakan isolat hidup yang diatenuasi (*live attenuated*). Pada saat itu, metode ini merupakan hal yang baru dan sangat menjanjikan untuk berkembangnya vaksin polivalen di masa mendatang¹⁰.

Selain vaksin inaktif, vaksin hidup dikategorikan ke dalam vaksin konvensional. Kelebihan vaksin hidup adalah ketika vaksin inaktif tidak mampu mencegah penyakit virus dan bakteri yang bersifat intraseluler, vaksin hidup dapat memberikan durasi imunitas yang lebih panjang¹⁰. Selain itu, tidak seperti

vaksin inaktif yang selalu memerlukan adjuvan, vaksin hidup dapat mempertahankan sifat infeksi alaminya sehingga cukup efektif tanpa menggunakan adjuvan. Vaksin hidup menggunakan bakteri yang dilemahkan, mempunyai potensi risiko yang harus menjadi perhatian, yaitu kembalinya sifat virulensi bakteri atau adanya sisa virulensi bakteri yang memengaruhi efikasinya¹⁰. Vaksin komersial pertama dari vaksin hidup adalah vaksin *E. ictaluri* untuk pencegahan *enteric septicemia of catfish* dan vaksin *F. columnare* untuk penyakit *columnaris* pada *catfish*¹⁰.

2.2 Vaksin Ikan Masa Kini

Perikanan budidaya yang terus berkembang membutuhkan vaksin yang lebih *advanced* untuk mengatasi penyakit baru dan *re-emerging disease*. Vaksin masa kini adalah vaksin subunit. Vaksin subunit dibuat melalui teknik rekayasa genetika untuk memperoleh fragmen antigen dari mikroorganisme sehingga disebut dengan vaksin rekombinan.

Vaksin vektor rekombinan adalah hasil kemajuan bioteknologi yang disiapkan dengan hanya mengambil protein dari daerah imunogenik bakteri atau virus patogen dan mengekspresikannya dalam inang heterolog. Protein tersebut kemudian diproduksi dalam jumlah besar secara *in vitro* dan kemudian dimurnikan untuk digunakan sebagai vaksin⁸.

Vaksin subunit tergolong dalam vaksin vektor rekombinan yang diperuntukkan terutama untuk infeksi virus dan parasit, yang tidak mudah untuk dikultur. Vaksin subunit menggunakan komponen antigen dan tidak dapat bereplikasi sehingga tidak berisiko pada ikan. Vaksin subunit dapat merangsang respons imun yang kuat tetapi lebih lemah dibandingkan vaksin inaktif dan vaksin hidup. Hal ini karena jumlah komponen antigennya terbatas sehingga bergantung pada adjuvan yang efektif untuk

memperoleh kekebalan yang sesuai dan memerlukan imunisasi ulang (*booster*) untuk memastikan kekebalan protektif jangka panjang⁸.

2.3 Vaksin Ikan Masa Depan

Dunia sekarang menghadapi pemanasan global dan perubahan iklim yang berpengaruh terhadap kejadian penyakit baik yang merupakan penyakit baru (*new emerging disease*), penyakit lama yang muncul kembali (*re-emerging disease*), dan distribusi penyakit yang cenderung meluas³. Hal ini mengakibatkan kematian larva yang abnormal, baik di *hatcheries* maupun pembesaran pada pembudidaya skala kecil/rumah tangga yang tidak terdeteksi dan tidak pernah dilaporkan. Penyalahgunaan dan penggunaan berlebihan antibiotik juga merupakan problem yang dihadapi terutama oleh negara-negara berkembang di era sekarang¹².

Vaksin DNA adalah salah satu vaksin ikan masa depan yang sudah diteliti dan dikembangkan oleh beberapa negara. Vaksin DNA ditujukan untuk penyakit yang disebabkan oleh virus dan parasit. Vaksinasi menggunakan vaksin DNA telah dilakukan untuk penyakit *infectious haematopoietic necrosis virus* (IHN) dan *viral haemorrhagic septicaemia virus* (VHS) pada ikan *rainbow trout* dan memberikan proteksi berturut-turut selama dua tahun dan 17 bulan pascavaksinasi^{13,14}. Vaksin DNA untuk parasit *Ichthyophthirius multifiliis* pernah dicoba dibuat tetapi tidak memperoleh hasil yang menggembirakan¹⁵. Saat ini, Kanada menggunakan satu vaksin DNA komersial untuk infeksi *salmon pancreas disease virus* (SPDV) yang menyerang salmon atlantik (*Salmo salar*). Vaksin ini sudah disetujui oleh *European Medicines Agency* untuk digunakan di Eropa¹⁶. Di Indonesia, serangan KHV pada ikan mas dapat diatasi dengan pemberian vaksin DNA. Kelebihan dari vaksin DNA adalah bersifat ge-

nerik, sederhana, aman, dapat mencapai tujuan vaksinasi ketika vaksinasi konvensional gagal, mengaktifkan kekebalan humoral dan seluler, memberikan proteksi yang baik apabila diberikan pada stadia awal, proteksinya tidak dipengaruhi oleh suhu, dan penyediaan vaksin dapat dilakukan dalam waktu cepat dengan biaya yang relatif murah¹⁷. Desain vaksin DNA mengandung sisipan gen glikoprotein 25 (GP25), yang menggunakan gen virus isolat asal Indonesia sebagai sumber DNA yang disisipkan ke plasmid untuk KHV¹⁷.

Produksi vaksin DNA secara *in vitro* biasanya menggunakan bakteri *Escherichia coli*. Plasmid DNA ditransformasi ke dalam sel bakteri, kemudian sel transforman *Escherichia coli* yang mengandung plasmid DNA diseleksi. Klon *Escherichia coli* yang membawa plasmid DNA ini kemudian dibiakkan dalam media yang sesuai dalam skala industri. Selanjutnya, plasmid DNA diisolasi, dimurnikan, dan diformulasi menjadi vaksin DNA¹⁸.

Vaksin di masa depan membutuhkan desain vaksin yang cermat dengan mengombinasikan beberapa antigen potensial. Analisis biomolekuler seperti pendekatan metagenomik dan teknologi skrining menggunakan *high-throughput DNA sequencing* atau *next generation sequencing* (NGS), *multi locus sequence typing* (MLST), ataupun *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP) untuk mengetahui secara detail variasi dan penentuan penanda/marka genetik untuk jenis infeksi tertentu, baik patogen maupun respons kekebalan inang, fungsi dan peran mikrob, serta menganalisis mikrob yang tidak dapat dikultur menggunakan media tumbuh artifisial¹⁹ sehingga diperoleh kandidat antigen yang imunogenik dan protektif.

Selama bertahun-tahun, organisasi kesehatan dunia, *World Health Organization* (WHO), *The United Nations Children's*

Fund (UNICEF), dan *Global Alliance for Vaccines and Immunization* (GAVI) mendiskusikan diluncurkannya vaksin polivalen sebagai bentuk vaksin generasi baru yang memberikan proteksi terhadap 3–5 jenis penyakit sekaligus. Vaksin polivalen untuk ikan yang sudah dikaji adalah kombinasi antara bakteri *Vibrio anguillarum* dan *Pasteurella piscicida* untuk ikan kakap (sea-bass) ¹¹.

Selain vaksin polivalen, aplikasi vaksinasi oral menjadi perhatian di masa depan. Pola perilaku memangsa yang berbeda pada ikan menyebabkan dosis pada aplikasi oral tidak terdistribusi secara merata di antara semua ikan. Selain itu, kondisi keasaman lambung menurunkan efikasi antigen vaksin. Enkapsulasi antigen vaksin dengan mikroalga, partikel alginat, nanopartikel atau biofilm dapat melindungi antigen dan mengurangi kerusakan ini²⁰. Inseri vaksin menggunakan mikroalga dan pakan alami lain (*natural feed-based vaccine*) menjadi tantangan di masa depan yang perlu dikembangkan di Indonesia.

Keanekaragaman hayati flora yang berpotensi sebagai obat herbal di Indonesia sangat besar. Eksplorasi tanaman herbal sebagai adjuvan alami perlu dikembangkan di masa depan. Vaksinasi dengan ekstrak dari *Asparagus racemosus* sebagai imunoadjuvan dapat meningkatkan fagositosis, aktivitas bakterisida serum serta rasio albumin dan globulin dibanding dengan kelompok ikan tanpa diberi imunoadjuvan²¹, walaupun masih perlu diteliti lebih lanjut komparasi imunoadjuvan bahan alami ini dengan adjuvan sintetik komersial yang sudah dimanfaatkan masyarakat.

Vaksin masa depan terutama ditujukan untuk patogen virus yang mudah mengalami mutasi. Vaksin dengan antigen dari partikel mirip virus (*virus like particles*, VLP) adalah komponen vaksin subunit yang lebih *advanced*, yang terbentuk

dari perakitan protein kapsid virus menjadi partikel yang meniru struktur alami virus¹⁰. Namun, tidak seperti partikel virus yang sebenarnya, VLP tidak memiliki materi genom sehingga kecil kemungkinannya terjadi mutasi balik atau patogen menjadi virulen kembali. VLP tidak dapat bereplikasi pada tubuh inang penerima, tetapi dapat memotensialkan respons imun bawaan. Selain itu, VLP adaptif melalui pengenalan subunit secara berulang dengan menghasilkan respons seluler dan humoral yang tinggi. VLP, baik yang tidak berselubung maupun berselubung, telah diproduksi pada bakteri, ragi, tanaman transgenik, serangga, mamalia, dan platform bebas sel. Selain itu, antigen vaksin dapat diproduksi dari fusi atau konjugasi kimiawi ke dalam protein struktural virus, menghasilkan VLP *chimeric*¹⁰. Kandidat vaksin VLP untuk penyakit ikan telah banyak dikembangkan. Vaksin VLP diproduksi dengan memanfaatkan ekspresi bakteri *Escherichia coli*, ragi, *baculovirus*, sel tumbuhan, dan rakitan mandiri bebas sel.

Vaksin berbasis RNA adalah vaksin masa depan yang menjanjikan. Penggunaan vaksin RNA memiliki sejumlah keuntungan yaitu lebih aman karena RNA tidak menular dan tidak dapat terdegradasi oleh proses seluler normal, tidak ada potensi risiko infeksi atau mutagenesis insersional. Selain itu, RNA adalah stimulator yang kuat untuk meningkatkan kekebalan tubuh¹⁰. Vaksin RNA menggunakan vektor *Alphavirus* sedang dalam proses diteliti saat ini²².

Vaksin RNA dapat menggunakan vektor *Alphavirus* sebagai sel inang, memiliki satu gen RNA yang mengodekan replikasi RNA. Akan tetapi, gen yang mengodekan struktur protein tersebut diganti dengan antigen yang diinginkan. Platform replikon RNA penyandi antigen ini memungkinkan jumlah antigen yang sangat sedikit dapat diproduksi secara *in vitro* dari cetakan

DNA. Replikasi virus terjadi di sitoplasma sel inang dan tidak tergantung pada sistem replikasi inang sehingga inang hanya berperan sebagai alat pengirim atau pembawa (*delivery vehicle*). Vaksin RNA *alphaviral* ini lebih efisien dalam menstimulasi respons imun spesifik, terutama respons seluler, dibandingkan vaksin DNA yang menggunakan plasmid²².

Vaksin ikan yang dikembangkan di Indonesia dikategorikan dalam tiga era dan didesain berdasarkan pola penularan penyakit yang bersifat reinfeksi, koinfeksi, dan superinfeksi¹¹. Era vaksin monovalen tahun 2009–2011 berdasarkan pola penyakit reinfeksi. Pengertian reinfeksi ialah infeksi primer oleh mikroorganisme ikan yang sakit menjadi sembuh, tetapi kemudian terinfeksi kembali dengan mikroorganisme yang sama atau berbeda. Era vaksin bivalen tahun 2012–2015 berpola koinfeksi yang didefinisikan sebagai infeksi dengan dua atau lebih mikroorganisme heterolog dalam jarak waktu yang pendek sebelum infeksi primernya memberikan respons imunologis.

Sementara itu, superinfeksi didefinisikan sebagai terpapar infeksi sekunder setelah infeksi primer memberikan respons imunologis. Dengan adanya kejadian mutasi patogen dan superinfeksi maka sejak tahun 2016 sampai sekarang Indonesia membutuhkan desain vaksin polivalen dan kering beku. Penularan reinfeksi membutuhkan vaksin dengan antigen yang kuat dan mempunyai proteksi silang terhadap jenis strain yang ada di Indonesia. Koinfeksi dan superinfeksi membutuhkan desain vaksin dengan perbandingan tertentu serta sinergis, sesuai dengan posisi antigennya, yaitu sebagai infeksi primer, sekunder, atau tersier.

III. VAKSIN IKAN UNTUK PENCEGAHAN PENYAKIT

Dalam strategi vaksinasi yang ideal, diperlukan keputusan seperti penyakit spesifik yang akan dipapar, jenis vaksin, metode vaksinasi, pemilihan waktu vaksinasi, dan perlakuan vaksinasi ulang (*booster*). Protokol pelaksanaan vaksinasi harus diikuti dengan saksama, yaitu metode pemberiannya disesuaikan dengan ukuran ikan, penyimpanan vaksin harus pada suhu dingin (2–8°C), ikan dipuasakan 48–72 jam sebelum vaksinasi, semua peralatan vaksinasi harus dalam keadaan steril (didisinfeksi), ikan ditimbang, minimum-maksimum dan rata-rata bobot ikan direkam untuk penentuan dosis vaksin apabila diberikan dengan dicampur pakan²³.

Vaksinasi yang sukses tergantung pada pengembangan pnyalut atau pelindung antigen vaksin dan metode aplikasi yang benar. Aplikasi melalui perendaman merupakan teknik vaksinasi pilihan untuk ikan berukuran kecil dan dalam jumlah banyak. Benih ikan sebelum ditebar direndam larutan vaksin selama 15 sampai 30 menit. Aplikasi oral melalui pakan diutamakan untuk ikan yang memerlukan vaksinasi ulang (*booster*) pada pemeliharaan lama karena harus dipanen pada ukuran tertentu. Selain itu, aplikasi vaksin melalui pakan dilakukan pada ikan yang sudah dipelihara dalam kolam-kolam pemeliharaan. Aplikasi injeksi terutama diberikan pada calon induk dan induk agar larva ikan memperoleh kekebalan dari induknya (*maternal immunity*). Ukuran ikan dan suhu air menjadi faktor penting ketika memutuskan waktu yang tepat untuk dilakukan vaksinasi sehingga diperoleh kekebalan yang protektif terhadap penyakit infeksi tertentu²³.

3.1 Vaksin Kering Beku

Penanganan penyakit ikan terdiri atas pencegahan (promotif dan preventif); pengobatan (kuratif); pemusnahan (eradikatif); dan pemulihan (rehabilitatif). Upaya peningkatan promotif preventif dapat dipastikan menekan tindakan kuratif, eradikatif, dan rehabilitatif^{24,25}. Vaksinasi melindungi ikan terhadap satu jenis patogen melalui vaksin monovalen, atau lebih dari satu patogen menggunakan vaksin bivalen atau polivalen^{26,27}. Vaksinasi terbukti menjadi strategi pencegahan penyakit yang efektif untuk mengurangi wabah penyakit^{28,29}.

Vaksin umumnya berbentuk cair. Vaksin cair memiliki kelemahan antara lain kurang praktis serta mudah rusak selama penyimpanan dan transportasi. Hal ini mengingat karakteristik vaksin cair sensitif terhadap panas sehingga tidak dapat mempertahankan stabilitas struktur untuk jangka waktu yang lama²⁸. Solusi yang dapat dilakukan yakni penggunaan vaksin kering beku yang mudah dalam proses mobilitasnya serta mempertahankan kualitas pada suhu panas dan efektivitas vaksin. Jika vaksin cair langsung dikeringbekukan, produk yang dihasilkan lengket dan tidak larut dalam air. Oleh karena itu, dibutuhkan penyalut yang mampu melindungi vaksin saat pengeringbekuan sehingga lebih meningkatkan imunogenitas vaksin²⁸.

Vaksin sel utuh *A. hydrophila* yang dikeringbekukan tanpa penyalut mereduksi berat vaksin cair 100 g menjadi serbuk 4,2 g dan menghasilkan sintasan relatif pada ikan gurami (*Osporonemus gouramy*) sebesar 31,67%, ikan nila (*Oreochromis niloticus*) 45,83%, dan ikan lele (*Clarias* sp.) 70%³⁰. Tiga jenis penyalut, yaitu kitosan, maltodekstrin, dan susu skim diteliti untuk vaksin kering beku terbaik agar efikasinya meningkat. Kitosan 1% ternyata efektif meningkatkan nilai RPS sebesar 85,21

± 7,20%, dan menghasilkan titer antibodi tertinggi²⁹. Aplikasi vaksin cair dan kering beku disalut kitosan terhadap komposisi dan diversitas mikrobiota saluran cerna ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) diteliti menggunakan NGS²⁹. Vaksin kering beku berpenyalut kitosan memiliki diversitas dan komunitas mikrob “baik” jauh lebih banyak dibandingkan vaksin cair dan ikan yang tidak divaksinasi. Baik vaksin cair maupun kering beku dapat mereduksi patogen di dalam saluran cerna ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Vaksin kering beku dengan tehnik *spray drying* atau mikroenkapsulasi memperpanjang waktu simpan dan menjaga viabilitas sel bakteri 28,29. Hasil riset ini didaftarkan sebagai paten vaksin kering beku berpenyalut kitosan bekerjasama dengan Pusat Riset Bioteknologi, Organisasi Riset Ilmu Pengetahuan Hayati, Badan Riset dan Inovasi Nasional.

3.2 Vaksin Monovalen dan Bivalen KHV dan *A. hydrophila*

Sejak tahun 2002, koi herpes virus (KHV) merupakan penyakit mematikan yang menyerang ikan mas dan koi di Indonesia, bahkan saat ini, infeksi KHV sudah menyebar di seluruh dunia. Virus KHV dan *A. hydrophila* menyebabkan kematian akut ikan mas dan koi dengan gejala perdarahan dan nanah pada insang³¹. Hingga kini belum ada pengobatan yang efektif untuk penyakit KHV.

Penyakit KHV diketahui menyebar melalui transmisi dengan kontak langsung, cairan ikan, air, dan substrat, virus ini dapat menyebar dengan cepat dalam lingkungan perairan dan dapat menyebabkan kematian hingga 100% kurang dari 7 hari. KHV bersifat laten dalam tubuh. Aktivasi virus ini pada umumnya dipicu oleh penurunan suhu dari yang normalnya 28–32°C menjadi 18–24°C. Gejala umum penyakit KHV ketika menginfeksi ikan pertama kali adalah kerusakan insang. Insang yang merupakan organ target KHV memucat dan beberapa hari kemudian mulai

membusuk. Kerusakan insang biasanya diikuti dengan infeksi sekunder oleh bakteri *A. hydrophila* sehingga menyebabkan luka borok pada tubuh dan geripis pada sirip serta ekor^{31,32}.

Vaksin bivalen KHV-Aero dibuat karena pada setiap infeksi KHV baik pada ikan mas maupun ikan koi pasti ditemukan *Aeromonas hydrophila* sehingga didesain kombinasi antara penyebab primer KHV dan penyebab sekunder *A. hydrophila*. Vaksin KHV-Aero diaplikasikan melalui injeksi, pakan, dan perendaman dengan konsentrasi $10^{3,71}$ TCID₅₀/mL³². Vaksin bivalen meningkatkan sintasan 8–10% lebih tinggi dibandingkan vaksin monovalen maupun tanpa divaksinasi. Riset ini menghasilkan paten vaksin monovalen KHV IDP000052190³³.

3.3 Vaksin Monovalen dan Bivalen *Mycobacterium fortuitum* dan *A. hydrophila*

Penyakit tuberculosis atau TBC pada ikan gurami disebabkan oleh *Mycobacterium fortuitum* yang bersifat kronis dengan gejala khas mata menonjol keluar (monolateral eksoftalmus) dan adanya nodula pada organ hati. Tingkat sintasan perlakuan vaksin monovalen sel utuh sebesar 83,33% dan nilai sintasan relatifnya sebesar 66,67%³⁴. Berdasarkan nilai RPS, sediaan vaksin monovalen sel utuh mampu merangsang respons imun spesifik dan nonspesifik pada ikan gurami serta efektif memberikan level proteksi yang lebih baik³⁵.

Patogenesis koinfeksi penyakit tuberculosis pada ikan gurami disebabkan oleh *M. fortuitum* sebagai infeksi primer dan *A. hydrophila* sebagai infeksi sekunder. Oleh karena itu, didesain sediaan vaksin bivalen yang memiliki kemampuan sinergi dalam menginduksi sifat tanggap kebal spesifik pada ikan gurami yang lebih baik dibandingkan vaksin monovalennya^{36,37}. Patogenesis penyakit mikobakteriosis pada ikan terdiri atas tiga fase. Perta-

ma, bakteri menginfeksi ikan dengan cara menempel dan masuk ke dalam tubuh melalui beberapa jalur yaitu melalui permukaan tubuh, insang, dan saluran pencernaan. Kedua, bakteri kemudian berkembang biak dan menjadi ganas dengan menyebabkan kerusakan pada jaringan tubuh ikan. Fase ketiga, bakteri dirilis atau dieliminasi dari tubuh ikan³⁸.

Komposisi vaksin bivalen terbaik yang diaplikasikan melalui injeksi, perendaman, dan oral adalah campuran antara *A. hydrophila* 10¹⁰ cfu/mL dan sel utuh *M. fortuitum* 10⁹ cfu/mL dengan perbandingan 1:1 v/v^{39,40} dan dapat meningkatkan sintasan 19,8%–26,5% lebih tinggi dibandingkan ikan yang divaksin menggunakan vaksin monovalen dan tanpa divaksinasi⁴⁰. Riset ini menghasilkan paten vaksin monovalen IDP000053275 dan vaksin bivalen *Mycobacterium fortuitum* dan *A. hydrophila* IDP000071864⁴¹.

3.4 Vaksin Monovalen dan Bivalen *Streptococcus agalactiae*

Streptococcus agalactiae diidentifikasi menjadi penyebab utama kematian pada budidaya nila^{42,43,44}. Di Indonesia, penyakit pada ikan nila yang disebabkan oleh *S. agalactiae* ada beberapa jenis serotipe. Penyakit ini menyerang benih dan nila pembesaran^{45,46}. Berdasarkan studi streptokokosis pada budidaya nila di Waduk Cirata yang dikarakterisasi menggunakan *multilocus sequence typing* (MLST), diidentifikasi *S. agalactiae* non hemolitik sebagai agen penyebabnya^{47,48}. *Streptococcus agalactiae* sudah resistan terhadap beberapa jenis antibiotik⁴⁹ dan sangat virulen sehingga vaksin sel utuh *S. agalactiae* dibuat untuk pencegahannya. Aplikasi vaksin monovalen *S. agalactiae* N14G secara injeksi, baik menggunakan sediaan produk ekstraselular (ECP) dan sel utuh maupun kombinasi keduanya, memperoleh hasil RPS > 90⁵⁰.

Streptokokosis penyakit pada ikan nila yang pada awalnya disebabkan *Streptococcus agalactiae* Grup B (GBS) merupakan penyakit ganas yang juga menyerang sapi dan manusia⁴⁸. Hasil riset MLST membuka wawasan bahwa telah terjadi kladogenesis pada *S. agalactiae*. Kladogenesis tersebut merupakan pemisahan spesies dari pohon filogenetik yang membentuk grup atau klad tersendiri yaitu *sequence type* 261 yang terpisah dari klad sapi dan klad manusia^{51,52}. Pemisahan spesies ini karena terjadi polimorfisme (*single nucleotide polymorphism*, SNP) pada genom *S. agalactiae*, yaitu adanya dua basa yang berubah yakni pada basa 24 dan basa 167. Pada basa 24, terjadi substitusi basa baru, sedangkan pada basa 167 terjadi perbedaan basa⁵³. Mutasi SNP kemungkinan disebabkan karena peningkatan suhu akibat pemanasan global. Pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*), suhu air yang tinggi meningkatkan keparahan streptokokosis. Infeksi streptokokosis sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu. Perubahan suhu lingkungan dari rendah ke suhu tinggi (35°C) memodulasi cepat-lambatnya aktivitas enzimatik dan memengaruhi proses transkripsi gen virulen. Aktivitas hemolisis GBS meningkat lima kali lipat, diikuti respons inflamasi dengan peningkatan regulasi 30–40 kali dari gen siklooksigenase-2, IL-1 β dan TNF- α antara 6 dan 96 jam pascainfeksi⁵⁴. Vaksin monovalen *S. agalactiae* ini mendapatkan apresiasi dari Kementerian Kelautan Perikanan sebagai penemuan baru berdasarkan Keputusan Menteri KP No 34/Kepmen-KP/2014.

Tahun 2009, timbul pemikiran membuat vaksin bivalen yang dapat melindungi ikan terhadap dua patogen sekaligus¹¹. Ikan nila rentan terhadap serangan koinfeksi *S. agalactiae* dan *A. hydrophila*⁵⁵. Gambaran histologi organ ikan nila akibat koinfeksi berupa kerusakan *cerebellum* dan *mesencephalon* menyebabkan gerakan ikan tidak terkontrol dan deformasi bentuk tubuh menyerupai huruf C⁵⁵. Kerentanan alami ikan nila terindikasi

koinfeksi penyakit MAS dan streptokokosis adalah sebesar 60%, dengan gejala klinis eksoptalmia, asites, hemoragi, sirip gripis, ginjal dan hati berwarna pucat, serta saluran intestin kosong⁵⁶. Upaya menggunakan bakteriofag tidak memberikan hasil yang memuaskan^{57,58} sehingga peninjakan melalui vaksin bivalen merupakan alternatif berikutnya⁵⁹. Nilai RPS vaksin bivalen campuran sel utuh dan ECP mencapai 100% untuk uji tantang dengan *A. hydrophila* dan 56,7% pada uji tantang koinfeksi *A. hydrophila* dan *S. agalactiae*.

3.5 Vaksin Polivalen *Streptococcus agalactiae*

Pengembangan vaksin membutuhkan rangkaian riset meliputi praformulasi, stabilitas, serta studi toksikologi dan klinis⁴⁵. Deteksi dan jumlah gen virulen *S. agalactiae* menjadi dasar desain vaksin. Proteksi vaksin monovalen *S. agalactiae* menghasilkan nilai RPS optimal saat diuji tantang dengan bakteri *S. agalactiae* yang homolog, sedangkan dari uji tantang dengan bakteri *S. agalactiae* heterolog, RPS yang dihasilkan cenderung rendah. Hal ini membuktikan bahwa sangat sulit untuk mendapatkan strain kandidat vaksin monovalen yang mampu memproteksi bakteri yang berbeda biotipe, genotipe, dan serotipe. Kandidat potensial untuk desain vaksin ini adalah *S. agalactiae* non-hemolitik (biotipe 2) N₁₄G dari Jawa Barat, dengan jumlah gen virulen 6/10 gen. Bakteri β-hemolitik (biotipe 1) NP105O dan SG01-16 dari Papua dan Jambi dengan gen virulen sebanyak 7/10 gen⁶⁰. Hasil deteksi gen virulen dan jumlah gen virulen dijadikan dasar pemilihan bakteri penyusun vaksin serta penghitungan komposisi vaksin. Penyusunan komposisi vaksin polivalen adalah 30%:35%:35% dalam satu sediaan⁶¹. Vaksin polivalen *booster* memberikan proteksi yang tinggi dengan nilai RPS 90.91%, 81.82%, dan 84.21% ketika diuji tantang bakteri NP105O, N₁₄G dan SG01-16.

Riset ini menghasilkan 3 buah paten, yaitu vaksin monovalen *S. agalactiae* IDP000049427⁶²; dan vaksin bivalen *A. hydrophila* - *S. agalactiae* IDP000065965⁶³ dikomersialisasikan PT Caprifarmindo Laboratories; serta vaksin polivalen *S. agalactiae* P00202001505, kerja sama Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong, BRPBATPP dan FPIK IPB⁶⁴.

Keberhasilan vaksin polivalen *S. agalactiae* diterapkan untuk menanggulangi kasus superinfeksi pada benih ikan patin di Subang Jawa Barat dengan infeksi primer *Edwardsiella ictaluri* dan diperparah dengan infeksi *A. hydrophila*^{65,66}. Vaksin untuk kasus ini didesain menggunakan kombinasi gen virulen untuk memperoleh sediaan vaksin polivalen potensial sebagai tindak pencegahan penyakit Edwardsiellosis pada ikan patin⁶⁷. *Edwardsiella ictaluri* yang digunakan sebanyak 17 isolat dan terseleksi tiga isolat yang paling virulen dengan komposisi gen virulen yang saling melengkapi yang berasal dari ikan patin yang terinfeksi penyakit *enteric septicemia of catfish* (ESC) dari sentra budidaya patin di Indonesia⁶⁷. Vaksin polivalen *Edwardsiella ictaluri* ini sedang dalam riset skala laboratorium.

IV. STRATEGI PENGEMBANGAN VAKSIN IKAN DI INDONESIA

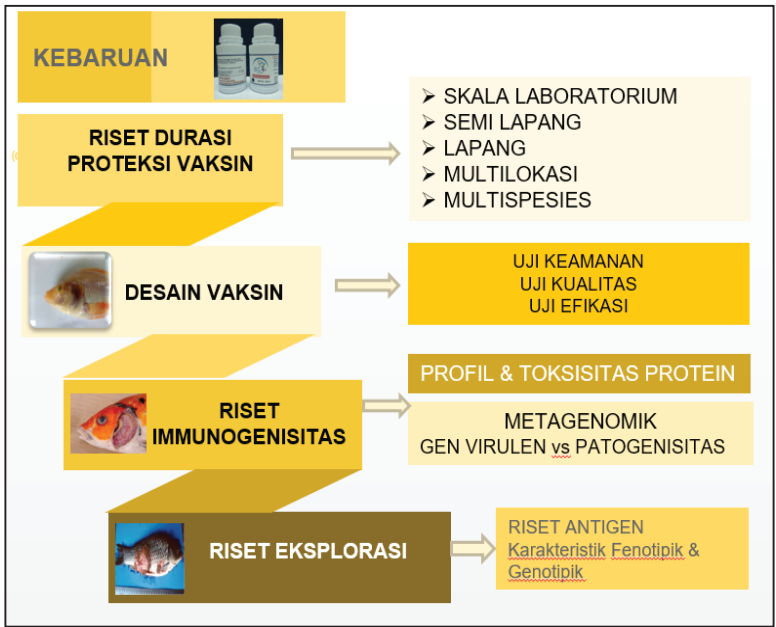
Pengelolaan kesehatan ikan tidak dapat mengandalkan obat kimia dan antibiotik yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan perairan, tetapi melalui upaya pencegahan berbasis vaksinasi yang harus menjadi paradigma baru bagi pelaku usaha perikanan budidaya.

4.1 Vaksin Polivalen untuk Masa Depan

Tantangan utama dalam pengembangan vaksin ikan adalah memperoleh respons imun terutama dari koinfeksi bakteri dan virus, antarvirus, atau infeksi bakteri dan bakteri, yang mampu memberikan proteksi silang. Adanya koinfeksi berarti ada diversitas epitop yang memerlukan strategi desain vaksin yang cermat. Mikroba penyebab koinfeksi muncul dalam proporsi sama kuat sehingga strategi desain vaksin berbasis pohon filogenetik atau garis keturunan (*lineage*) dengan mengeksplorasi keturunan terdekat dapat menjadi solusi menghasilkan vaksin polivalen potensial.

Penggunaan vaksin polivalen adalah suatu keharusan yang dibutuhkan pada masa mendatang. Desain vaksin polivalen memerlukan kompatibilitas kondisi fisik, kimia, dan biologis dari komponen aktif vaksin, adjuvan, dan ekseprien. Desain vaksin konvensional disempurnakan dengan pemetaan keberadaan dan fungsi gen virulen dikorelasikan dengan patogenisitas penyakit (Gambar 1). Patogen dengan jenis strain yang berbeda dapat memiliki jenis gen virulen yang berbeda pula. Desain vaksin dengan kombinasi antarstrain dengan jenis gen virulen yang berbeda dapat memberikan proteksi yang lebih baik.

Pemanfaatan analisis biomolekuler untuk genomik patogen (*pathogen typing*) dan *next generation sequencing* (NGS) sebagai pendukung untuk desain vaksin. Metagenomik dapat dimanfaatkan, baik untuk konstruksi formula vaksin dengan menghasilkan sekuens mikrob kandidat vaksin secara cepat dan *feasible* maupun untuk deteksi ekspresi respons imun.



Gambar 1. Diagram Alir Vaksin Polivalen Berbasis Gen Virulen^{47,53,60}

Kemandirian peneliti dan industri farmasi nasional dalam membuat dan memproduksi vaksin ikan berbasis isolat lokal perlu didukung dengan kebijakan sebagai berikut.

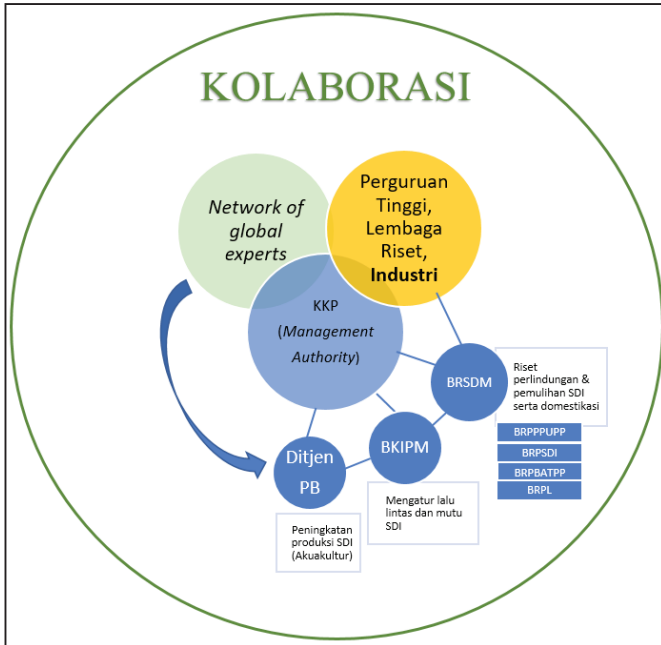
4.2 Kebijakan Pengembangan Vaksin di Indonesia

Ke depan, keberagaman virus dan bakteri yang semakin tinggi dapat ditanggulangi tidak hanya secara teknis dengan desain vaksin polivalen, tetapi juga memerlukan kolaborasi antarpengambil kebijakan agar berpartisipasi dalam penyediaan antigen vaksin potensial dalam waktu singkat. Saat ini, ketersediaan antigen vaksin berpacu dengan evolusi patogen yang berkembang lebih cepat. Ketika vaksin sedang diteliti ataupun diproduksi, sudah muncul virus atau bakteri yang sama dengan sifat yang lebih virulen.

Strategi manajemen kesehatan ikan menuntut kerja sama antarlembaga dan perlu memanfaatkan data dasar nasional seperti koleksi antigen (*Indonesia Culture Collection*) dan jejaring kerja antarlembaga yang mempunyai tugas dan fungsi yang sama untuk mendukung proses produksi vaksin agar segera dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pembudidaya (Gambar 2).

Proses lisensi vaksin hasil riset, mulai proses pengembangannya sampai siap diregister (hilirisasi dan komersialisasi), harus disimplifikasi sehingga vaksin lokal yang sangat diperlukan pembudidaya cepat dan mudah diperoleh serta tidak tergantung dengan vaksin impor.

Vaksin berbasis isolat lokal harus dikembangkan untuk menggantikan vaksin impor yang dapat menyebabkan *vaccine escape* akibat jenis antigen yang berbeda, sambil tetap mewaspadaai *biopiracy* karena Indonesia kaya dengan keanekaragaman hayati.



Gambar 2. Strategi manajemen kesehatan ikan di Indonesia menuntut kerja sama antarlembaga⁶⁸.

Pembuatan vaksin jenis *autogenous* perlu dipacu dan difasilitasi, agar masyarakat tidak perlu menunggu lama sehingga tidak terjadi wabah yang menyebabkan kerugian ekonomi yang tidak sedikit.

Selain itu, perlu kebijakan yang mendukung pengembangan vaksin di antaranya yaitu meningkatkan edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat dengan mengedepankan peran penyuluh perikanan sebagai garda terdepan dan wakil pemerintah yang langsung berhadapan dengan masyarakat pembudidaya.

Peran aktif ahli kesehatan ikan dan dokter hewan diperlukan dalam menangani penyakit ikan mulai dari deteksi sampai pengendaliannya. Penyediaan dan pengembangan benih bebas penyakit spesifik (*Specific Pathogen Free*, SPF) dan benih resistan (*Specific Pathogen Resistance*, SPR) sangat diperlukan untuk mengantisipasi banyaknya penyakit ikan yang berpotensi menjadi wabah.

Benih sebaiknya berasal dari induk yang sudah divaksinasi terlebih dahulu oleh instansi yang berwenang sebelum didiseminasikan ke masyarakat, disertai dengan pemantauan efektivitas dan efek samping dari vaksinasi melalui sero surveilans untuk kontrol kualitas mutu vaksin.

V. KESIMPULAN

Pengembangan vaksin monovalen dan bivalen ikan air tawar didesain berdasarkan pola penyakit yang bersifat reinfeksi dan koinfeksi. Pengembangan vaksin polivalen didesain berdasarkan jenis dan jumlah gen virulen dari patogen potensial yang diidentifikasi melalui analisis biomolekuler dan kemudian dikombinasikan antarisolat patogen terpilih. Desain vaksin polivalen dengan pemetaan gen virulen ditujukan pada patogen penyebab superinfeksi dan patogen yang mengalami mutasi gen.

Aplikasi vaksinasi pada budidaya ikan air tawar dapat meningkatkan sintasan ikan lebih dari 10%. Penggunaan vaksin kering beku *Aeromonas hydrophila* meningkatkan sintasan ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) sebesar 88,89%. Vaksin bivalen *M. fortuitum* dan *A. hydrophila* pada ikan gurami serta vaksin bivalen *S. agalactiae* dan *A. hydrophila* untuk ikan nila meningkatkan sintasan berturut-turut sebesar 51,4%–95,7% dan 78,33%–97,73%. Nilai *Relative Percent Survival* untuk vaksin polivalen *S. agalactiae* adalah 81,82%–90,91%, sedangkan sintasan ikan mas vaksin KHV dan vaksin KHV-Aero adalah 60% dan 68%.

VI. PENUTUP

Tantangan ke depan dalam budidaya ikan air tawar berkelanjutan, baik intensif maupun superintensif adalah meminimalkan berkembangnya penyakit dan mengurangi penggunaan antibiotik yang membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan melalui alternatif pengganti antibiotik, yaitu vaksin, probiotik, prebiotik, sinbiotik, bahan alami (herbal), dan imunostimulan.

Inovasi vaksin polivalen ke depan harus terus dikembangkan dengan menggunakan isolat lokal dan memperbaiki cakupan diversitas patogen serta respons reaktivitas silang antarpatogen. Pengembangan vaksin modern seperti vaksin subunit, DNA, dan RNA harus dimulai.

Harapan ke depan adalah dicanangkannya kembali Gerakan Vaksinasi Ikan (GERVIKAN), mengingat produksi komoditas ikan air tawar (ikan mas, lele, nila, patin, dan gurami) berdasarkan target tahun 2020 adalah sebesar 25% dari total produksi perikanan budidaya nasional. Jika bantuan benih ikan air tawar tersebut divaksinasi terlebih dahulu sebelum didiseminasikan ke masyarakat, dapat meningkatkan nilai total produksi perikanan budidaya sebesar 3% sampai 7,5%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada akhir orasi, perkenankan saya menyampaikan puji syukur ke hadirat Tuhan YME atas berkat yang dilimpahkan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan orasi ini dan mengemban amanah di Pusat Riset Veteriner (PRV), Organisasi Riset Kesehatan, Badan Riset dan Inovasi Nasional sebagai bagian dari pengabdiaan saya kepada-Nya. Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan saya menyampaikan terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. H. Joko Widodo; Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional, Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.; Menteri Kelautan dan Perikanan, Ir. Sakti Wahyu Trenggono M.M.; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Bambang Subiyanto, M.Agr.; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani, DEA; dan para anggota Majelis Pengukuhan Profesor Riset serta Tim Penelaah Naskah Orasi, Prof. Dr. Bambang Subiyanto, M.Agr.; Prof. Dr. Ir. Sonny Koeshendrajana, M.Sc.; dan Prof. Dr. Haryanti, M.S. Terima kasih kepada Plt. Sekretaris Utama BRIN, Dr. Rr. Nur Tri Aries Suestiningtyas, M.A.; Plt. Kepala BOSDM BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si.; dan Panitia Pelaksana Pengukuhan Profesor Riset.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Indroyono Soesilo, M.Sc.; Dr. Endhay Kusnendar, M.S.; Prof. Dr. Rizal Max Rompas, M.Agr.; Dr. Achmad Poernomo, M.App.Sc.; Dr. Gellwyn Yusuf; Zulfikar Mochtar, M.Sc.; Prof. Ir. R. Sjarief Widjaja, Ph.D, FRINA, sebagai Kepala Badan Riset Kelautan dan Perikanan (periode 2008–2020); Kepala BRSDMKP, Dr. I Nyoman Radiarta, S.Pi, M.Sc.; dan Sekretaris BRSDMKP, Dr. Kusdiantoro. Terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Ketut Sugama, Prof. Dr. Ir. I Nyoman Adiasmara Giri, M.S.,

Prof. Dr. Hari Eko Irianto, Dr. Ir. Toni Ruhimat, M.Sc., dan Waluyo S. Abutohir, S.H. serta Dr. Ir. Tri Heru Prihadi, M.Sc. Kepala Pusat Perikanan Budidaya (periode 2008–2015) dan Kepala Pusat Riset Perikanan saat ini, Yayan Hikmayani M.Si. Terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Estu Nugroho, M.Sc., Prof. Dr. Rudhy Gustiano, M.Sc., Retno Utami, M.Sc., Prof. Dr. Brata Pantjara, M.P., Nur Hidayat, M.Si., Dr. Arif Wibowo, S.P., M.Si., Kepala Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor (periode 2009–2021), dan Dr. Roro Sri Pudji Retnaningdewi, Kepala BRPBATPP saat ini. Terima kasih kepada Kepala OR Kesehatan, Prof. Dr. drh. NLP. Indi Dharmayanti, Kepala Pusat Riset Veteriner, drh. Harimurti Nuradji, Ph.D., atas dukungannya, juga segenap ketua kelompok riset (kelris), periset, dan staf PRV yang merupakan keluarga baru saya di BRIN. Terima kasih kepada guru-guru saya yang membantu meniti karir saya, Almarhum Dr. Garry Cores de Vries M.Sc. (FKH Unair), Prof. Dr. drh. Mirnawati Sudarwanto (FKH IPB), Prof. Dr. Ewald Usleber (Justus-Liebig University), Prof. Dr. Sven Bergmann (Friederich Loeffler Institut), peneliti IRD Prancis, Dr. J-C Avarre, Dr. Domenico Caruso, Jacques Slembrouck, Prof. Dr. Sukenda beserta tim dosen BDP FPIK IPB, teman eks IRP2I BRPBATPP, Taukhid, M.Sc., Septyan Andriyanto, MSi, Dr. Uni Purwaningsih, M.Si., Tuti Sumiati, M.Si., Dr. Desy Sugiani, M.Si., Dr. Lila Gardenia, M.Si., Dr. Nunak Nafiqoh, M.Sc., Dr. Hessy Novita, M.Si., Dr. Yani Aryati, M.Si., Tatik Mufidah, M.Si., teknisi dan karyawan IRP2I, serta teman-teman baru Kesehatan Hewan Akuatik di PRV atas dukungan dan kerjasamanya sehingga saya dapat mencapai jenjang jabatan fungsional peneliti tertinggi ini. Terima kasih kepada para peneliti, teknisi, litkayasa, dan jabatan fungsional lainnya eks BRPBATPP Bogor, atas dukungannya. Kepada kedua orang tua saya, Almarhum Papa, V.F. Issutarso dan Mama, M.A. Widary-

atinah Budidarmo terima kasih atas bimbingan dan doa yang tidak pernah putus yang menjadi kekuatan dan semangat hidup saya. Kepada Bapak/Ibu mertua, Almarhum Sarmani Mukahir, semoga beliau berdua berbahagia di surga. Kepada suami tercinta, Ir. Suryanto, M.Sc. serta ananda D. Yanna Kristianto, S.Psi., terima kasih atas kesabaran, pengertian, dan dukungan penuh dalam perjalanan meniti karir saya. Terima kasih kepada kakak-kakak dan adik-adik tercinta atas dukungan serta doanya. Kepada para undangan, hadirin, dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah hadir, baik *offline* maupun *online* memberikan dukungan kepada saya, saya ucapkan terima kasih. Akhir kata, semoga orasi ilmiah saya bermanfaat untuk pengembangan teknologi perikanan yang berkelanjutan di bidang kesehatan ikan dan hewan akuatik di Indonesia. Semoga Tuhan YME melindungi dan memberkati kita semua, amin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Laporan Tahunan 2017. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan; 2018.
2. Snieszko SF. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes. *Journal of Fish Biology*. 1974;6(2):197–208.
3. **Lusiastuti AM**, Gustiano R, Kristanto AH. Gambaran umum dan kebijakan penggunaan probiotik di Indonesia. Dalam: Kristanto AH, Wiadnyana NN, Gustiano R, Sunarno MTD, Widiati A, Lusiastuti AM, editor. *Bunga Rampai Probiotik*. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2015:1–10.
4. **Lusiastuti AM**, Taukhid. *Direktori Herbal*. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2011:2.
5. **Lusiastuti AM**. *Obat Ikan*. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2017.
6. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Maskur, Murwantoko, Prayitno SB, Sugiani D, Caruso D. 2020. Building and improving the capacity of fish and environmental health management strategy in Indonesia. Dalam: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol 521, No. 1. IOP Publishing; 2020.
7. Bergmann SM, **Lusiastuti AM**, Zeng W, Wang Y, Wang Q, Li Y, Lenk M, Lorenzen-Schmidt FG, Avarre JC, Hwang J. Global warming and viral diseases: Tilapia Lake Virus (TiLV) in Tilapia, common carp, crucian carp, and rainbow trout: first results. *E3S Web of Conferences* Vol. 322. EDP Sciences; 2021.
8. Assefa A, Abunna F. Maintenance of fish health in aquaculture: Review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. *Veterinary Medicine International*. 2018; <https://doi.org/10.1155/2018/5432497>
9. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2021 tentang tindakan tanggap darurat dan pengendalian penyakit ikan [Internet]. Kementerian Kelautan dan Perikanan; 2021 [diakses 30 Mei 2021]. Diunduh dari <http://jdih.kkp.go.id/peraturan/7b135-permen-kp-13-tahun-2021.pdf>

10. Ma J, Bruce TJ, Jones EM, Cain KD. A Review of fish vaccine development strategies: conventional method and modern biotechnological approach. *Microorganisms*. 2019; 7(11): 569.
11. **Lusiastuti AM**, Tauhid. Prospek Vaksin Polivalen Untuk Pencegahan Penyakit Potensial Pada Perikanan Budidaya. *Media Akuakultur*. 2009;4(1):67–72.
12. Barnes AC, Silayeva O, Landos M, Dong HT, **Lusiastuti A**, Phuoc LH, Delamare-Deboutteville J. Autogenous vaccination in aquaculture: a locally enabled solution towards reduction of the global antimicrobial resistance problem. *Reviews in Aquaculture*. 2021;14(2):907–918. doi: 10.1111/raq.12633
13. Kurath G, Garver KA, Corbeil S, Elliot DG, Anderson ED, LaPatra SE. Protective immunity and lack histopathological damage two years after DNA vaccination against infectious haematopoietic necrosis virus in trout. *Vaccine*. 2006; 24:345–354.
14. Sepulveda D, Lorenzen N. Can VHS virus bypass the protective immunity induced by DNA vaccination in rainbow trout? *PLoS One*. 2016; 11(4):e0153306.
15. Von Gersdorff Jorgensen L, Sigh J, Kania PW, Holten-Andersen L, Buchmann K, Clark T, Rasmussen JS, Einer-Jensen K, Lorenzen N. Approaches toward DNA vaccinations against a skin ciliate parasite in fish. *PLoS One*. 2012;7(11):e48129.
16. Lorenzen N, and LaPatra SE. DNA vaccines and aquacultured fish. *Review Science and Technology*. 2005; 24(1):201–213.
17. Nuryati S, Maswan NA, Alimuddin, Sukenda, Sumantadinata K, Pasaribu FH, Soejoedono RD, Santika A. Haematology of common carp following DNA vaccination and koi herpesvirus challenge test. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2010; 9(1):9–15.
18. Pasnik DJ, Smith SA. Immunogenic and protective effects of a DNA vaccine for *Mycobacterium marinum* in fish. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2005;103:195–206.

19. King WL, Siboni N, Kahlke T, Green TJ, Labbate M, Seymour JR. A New high throughput sequencing assay for characterization of the diversity of natural *Vibrio* communities and its application to a Pacific oyster mortality event. *Frontiers in Microbiology*. 2019;10:2907. doi: 10.3389/fmicb.2019.02907.
20. Embregts CWE, Rigaudeau D, Tacchi L, Pijlman GP, Kampers L, Vesely T. Vaccination of carp against SVCV with an oral DNA vaccine or an insect cells-based subunit vaccine. *Fish and Shellfish Immunology*. 2019;85:66–77.
21. Monsang SJ, Acharya A, Idrish Raja Khan Md, Kamilya D. In vitro effects of *Asparagus racemosus* ethanolic root extract on cellular immune response and immune-related gene expression of *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) leucocytes and anti-*Aeromonas hydrophila* activity. *Aquaculture Research*. 2021;52(10):4724–4734
22. Pardi N, Hogan MJ, Porter FW, Weissman D. mRNA vaccines—A new era in vaccinology. *Nature Review Drug Discovery*. 2018;17(4):261–279
23. Pantjara B, **Lusiastuti AM**, Kristanto AH, Tauhid, Prihadi TH. Industri vaksin mendukung budidaya *catfish* di Indonesia. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. *Bunga Rampai Penyakit Catfish: Prospek budidaya, permasalahan, dan pengendaliannya*. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2020:129–141.
24. Liao IC, Chao N, Leano EM. Biosecurity in shrimp aquaculture in Progress of Shrimp and Prawn Aquaculture in the World. National Taiwan Ocean University 2016. 444 hal
25. **Lusiastuti AM**, Tauhid, Anggi I, Caruso D. Dry green leaves of Indian Almond (*Terminalia catappa*) to prevent Streptococcal infection in Juveniles of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologist*. 2017;37(3):119–125.

26. Taukhid, Purwaningsih U, Sumiati T, **Lusiastuti AM**. Vaksinasi untuk mencegah penyakit bakterial pada ikan nila. Dalam: Yulianti, Nuryadi, Sumarwan NA, Nastiti DM, editor. Bunga Rampai Ikan Nila Best. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016:87–108.
27. Sugiani D, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Vaksin ikan tilapia (*Oreochromis niloticus*) menggunakan vaksin monovalen dan bivalen untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* dan Streptococcosis. Jurnal Riset Akuakultur. 2013;8(2):229–239.
28. Reynalta R, Yuhana M, **Lusiastuti AM**. Efektivitas vaksin bakterial *Streptococcus agalactiae* dengan penyalut berbeda terhadap peningkatan kinerja imunitas ikan nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Jurnal Iktiologi Indonesia. 2018;19(2):205–215.
29. Andriyanto S, Aryati Y, Sumiati T, **Lusiastuti AM**, Kurniawan K, Kuswatun R, Nuraeni N. The Potential Roles of Gut Microbiome in Modulating the Immune Response of Asian Redtail Catfish (*Hemibagrus nemurus*) Vaccinated with *Aeromonas hydrophila*. HAYATI Journal of Biosciences. 2022; 29(3):266–78.
30. Sugiani D, Taukhid, Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**. Vaksin kering beku sel utuh bakteri *Aeromonas hydrophila* untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* pada ikan lele, nila dan gurami. Jurnal Riset Akuakultur. 2018;13(2):159–167.
31. Gardenia L, Koesharyani I, Mufidah T. Immunogenicity assesment for determination of the most potential isolates of Koi Herpesvirus. Indonesian Aquaculture Journal. 2015; 10(2):155–162.
32. **Lusiastuti AM**, Novita H, Gardenia L, Taukhid, Bergmann HSM. 2020. Combination vaccines against Koi Herpesvirus and *Aeromonas hydrophila* coinfections in Koi and Common Carp. Indonesian Aquaculture Journal. 2020;15(2):93–102.
33. Gardenia L, **Lusiastuti AM**, Koesharyani T, Novita H, Sumiati T. Vaksin Koi Herpes Virus. Paten Indonesia No. IDP000052190. 2018 Agustus 2.

34. Purwaningsih U, Taukhid, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Sumiati T. Sediaan vaksin *Mycobacterium fortuitum* isolat lokal yang efektif untuk pencegahan penyakit Mycobacteriosis pada ikan gurami, *Osphronemus gourami*. Jurnal Riset Akuakultur. 2015;10(3): 423–433
35. Purwaningsih U, Indrawati A, **Lusiastuti AM**. Proteksi vaksin monovalen dan koktail sel utuh terhadap ko-infeksi *Mycobacterium fortuitum* dan *Aeromonas hydrophila* pada ikan gurame, *Osphronemus gouramy*. Jurnal Riset Akuakultur. 2014;9(2): 283–294.
36. Purwaningsih U, Indrawati A, **Lusiastuti AM**. Patogenesis ko-infeksi penyakit *fish tuberculosis* dan *Motile Aeromonads Septicemia* pada ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). Jurnal Riset Akuakultur 2015;10(1):99–107.
37. Fatimah S, Indrawati A, **Lusiastuti AM**. Toksisitas dan imunogenisitas produk ekstraseluler *Mycobacterium fortuitum* pada ikan gurame *Osphronemus guramy*. Jurnal Riset Akuakultur 2015;10(2):231–241.
38. Agriandini M, Sukenda, Widanarni, **Lusiastuti AM**. Fate and tissue distribution of *Mycobacterium fortuitum* through immersion challenge as a model of natural infection in *Osphronemus goramy*. Aquaculture International 2021. doi: 10.1007/s10499-021-00729-y.
39. Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Aryati Y. Uji multilokasi vaksin Mycofortyvac *Mycobacterium fortuitum* untuk pencegahan penyakit mycobacteriosis pada budidaya ikan gurami (*Osphronemus gourami*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Surabaya: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan; 2016:803–811.
40. Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Aryati Y. Penerapan skala lapang teknologi vaksinasi pada budidaya ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) melalui penggunaan vaksin *Mycobacterium fortuitum* untuk pencegahan penyakit Mycobacteriosis. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan; 2015: 541–550.

41. Sugiani D, Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**, Taukhid, Mufidah T, Aryati Y. Vaksin bivalen kombinasi *Mycobacterium fortuitum* dan *Aeromonas hydrophila* dan proses pembuatannya. Paten Indonesia No. IDP000071864. 2020 Oktober 01.
42. **Lusiastuti AM**, Supriyadi H, Purwaningsih U, Wadidy E. Studi patologi anatomi penyakit streptococcosis pada ikan nila dan gurame. Prosiding Seminar Nasional Tahun V Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Jurusan Perikanan dan Kelautan UGM. Yogyakarta: UGM; 2008.
43. **Lusiastuti AM**, Gardenia L, Mufidah T, Aryati Y. *Streptococcus agalactiae* infection on tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Cirata reservoir, West Java. Indonesian Aquaculture Journal. 2009;4(1):47–51.
44. **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Mufidah T, Andriyanto S. Penyakit infeksi potensial pada ikan nila. Dalam: Yulianti, Nuryadi, Sumarwan NA, Nastiti DM, editor. Bunga Rampai Ikan Nila BEST. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016:63–86.
45. Suhermanto A, Sukenda, M Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Nuryati S. 2019. Characterization of *Streptococcus agalactiae* bacterium isolated from tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in Indonesia. AACL Bioflux 2019;12(3):756–766.
46. Hardi EH, Saptiani G, **Lusiastuti AM**. 2014. Characterization of extracellular proteins produced by *Aeromonas hydrophila* cultured at different conditions. Proceedings of International Conference of Aquaculture Indonesia (ICAI), Bandung: Indonesian Aquaculture Society; 2014:80–85.
47. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Kusriani E, Hadie W. 2009. Sequence analysis of *Streptococcus agalactiae*: A pathogen causing streptococcus in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Indonesian Aquaculture Journal. 2009;4(2):87–92.
48. **Lusiastuti AM**, Hardi EH, Sukenda, Taukhid. Potensi uji postulat Koch terhadap tingkat keganasan *Streptococcus agalactiae*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010 Buku 2. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya; 2010:917–920.

49. **Lusiastuti AM**, Soraya SD, Wahyudi A. Tingkat Resistensi Antibiotika dan Virulensi Klinis *Streptococcus iniae* dan *Streptococcus agalactiae* Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Prosiding Seminar Nasional Perikanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta: UGM; 2009.
50. **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U, Hadie W. Potensi imunogenik sel utuh (*whole cell*) *Streptococcus agalactiae* yang diinaktivasi dengan formalin untuk pencegahan penyakit Streptococcosis pada ikan nila, *Oreochromis niloticus*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010 Buku 2. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya; 2010:891–900.
51. **Lusiastuti AM**, Textor M, Seeger H, Akineden O, Zschock M. The occurrence of *Streptococcus agalactiae* sequence type 261 from fish disease outbreaks of tilapia *Oreochromis niloticus* in Indonesia. *Aquaculture Research*. 2014;45(7):1260–1263.
52. **Lusiastuti AM**, Seeger H, Indrawati A, Zschoek M. The comparison of *Streptococcus agalactiae* isolated from fish and bovine using multilocus sequence typing. *Hayati Journal of Biosciences*. 2013;20(4):157–162.
53. **Lusiastuti AM**, Seeger H, Sugiani D, Mufidah T, Novita H. Deteksi polimorfisme dengan substitusi nukleotida tunggal pada *Streptococcus agalactiae* isolat lokal Indonesia. *Media Akuakultur*. 2015;10(2):91–95.
54. Kayansamruaj P, Pirarat N, Hirono I, Rodkhum C. Increasing temperature induces pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* and the up-regulation of inflammatory related genes in infected Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Veterinary Microbiology* 2014;172(1-2):265–271.
55. Sugiani D, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Pengaruh ko-infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae* dengan *Aeromonas hydrophila* terhadap gambaran hematologi dan histopatologi ikan tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur* 2012;7(1):85–91.

56. Sugiani D, **Lusiastuti AM**. Kerentanan Ikan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) terhadap serangan Ko-Infeksi Streptococcosis dan MAS. Prosiding Seminar Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2011.
57. **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U, Sumiati T. Isolasi bakteriofaga terhadap *Streptococcus agalactiae* dari ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Riset Akuakultur. 2016;5(2):237–243.
58. **Lusiastuti AM**. Terapi bakteriofaga: bisakah sebagai alternatif pengganti antibiotika pada akuakultur? Media Akuakultur. 2008;3(2):161–165.
59. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Sumiati T, Sugiani D, Purwaningsih U. Pengembangan vaksin bivalen untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* dan Streptococcosis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Prosiding Seminar hasil Penelitian Terbaik. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan; 2014:1–18.
60. Sukenda S, Suhermanto A, **Lusiastuti AM**. Virulence gene profiling and pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* isolated from tilapia (*Oreochromis niloticus*) farms in Indonesia. Indonesia Aquaculture Journal. 2021;16(2):119–125.
61. Sukenda, Sumiati T, Nuryati S, **Lusiastuti AM**, Hidayatullah D. Specific immune response kinetics and mortality patterns of tilapia *Oreochromis niloticus* on post-cocktail vaccination period against the infection of *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus agalactiae*. Omni-Akuatika. 2017;13(2):6–15.
62. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Sumiati T, Purwaningsih U. Vaksin anti *Streptococcus agalactiae* untuk ikan nila. Paten Indonesia IDP000049627. 2018 Februari 14.
63. Sumiati T, Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Taukhid, Purwaningsih U. Vaksin kombinasi *Aeromonas hydrophila*-*Streptococcus agalactiae* untuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan proses pembuatannya. Paten Indonesia No. IDP000065965. 2019 Desember 31.

64. Suhermanto A, Sukenda, M. Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Nuryati S. Vaksin anti *Streptococcus agalactiae* dan proses pembuatannya. No. Pendaftaran Paten P00202001505. 2020 Februari.
65. **Lusiastuti AM**, Sumiati T, Hadie W, Sularto, Taukhid. Studi kasus super infeksi aeromoniasis terhadap edwardsiellosis pada benih patin di kabupaten Subang, Jawa Barat. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya; 2012:765–771.
66. **Lusiastuti AM**, Hadie W, Sularto. Studi kasus aeromoniasis: potensi frekuensi infeksi kontak langsung patogen *Aeromonas hydrophila* terhadap benih ikan patin. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia; 2010.
67. Purwaningsih U, Sukenda S, **Lusiastuti AM**, Alimuddin A, Widadarni W, Nuryati S. The phenotypic, genotypic and pathogenicity comparison of *Edwardsiella ictaluri* Indonesian local isolates causing enteric septicemia of catfish. Aquaculture Research. 2022;53(10):3608–3625. doi: 10.1111/are.15865.
68. Kurniawan K, Gustiano R, Kusmini I, Prakoso VA. Genetic resources preservation and utilization of Indonesian native freshwater fish consumption. Ecology, Environment and Conservation. 2021;27(1):227–233.

LAMPIRAN

1. Jenis penyakit ikan yang berpotensi menjadi wabah di Indonesia¹

Agen Penyebab	Nama Penyakit	Ikan yang diserang
Virus	<i>Carp edema virus disease (CEVD)/koi sleepy disease</i>	Koi
	<i>Tilapia lake virus disease</i>	Ikan nila
	<i>Infectious spleen and kidney necrosis virus (ISKNV)</i>	Ikan gurami
	<i>Viral encephalopathy and retinopathy (VER) atau Viral nervous necrosis (VNN)</i>	Ikan air laut
	<i>Koi herpesvirus (KHV) disease</i>	Ikan mas dan koi
Bakteri	<i>Enteric septicemia of catfish (ESC) (Edwardsiella ictaluri)</i>	Ikan lele, ikan patin
	<i>Streptococcosis (Streptococcus iniae, Streptococcus agalactiae)</i>	Ikan nila
	<i>Motile Aeromonad Septicemia (MAS) (Aeromonas hydrophila)</i>	Semua spesies ikan
	<i>Furunculosis (Aeromonas salmonicida)</i>	Semua jenis ikan
	<i>Fish tuberculosis (Mycobacterium fortuitum)</i>	Ikan gurami
Parasit	<i>Ichthyophthiriasis (Ichthyophthirius multifiliis)</i>	Semua jenis ikan air tawar
Jamur	<i>Infection with Aphanomyces invadans atau Epizootic ulcerative syndrome</i>	Semua jenis ikan

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

BUKU NASIONAL

1. **Lusiastuti AM.** Obat Ikan. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2017.
2. **Lusiastuti AM,** Taukhid. Direktori Herbal. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2011.

BAGIAN DARI BUKU NASIONAL

3. Andriyanto S, **Lusiastuti AM,** Novita H. Faktor eksternal dan internal yang berpengaruh terhadap kekebalan dan munculnya penyakit pada *catfish*. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga Rampai Penyakit *Catfish*: Prospek budidaya, permasalahan, dan pengendaliannya. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2020.
4. Sugiani D, Nafiqoh N, **Lusiastuti AM.** *New emerging disease* pada *catfish*. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga Rampai Penyakit *Catfish*: Prospek budidaya, permasalahan, dan pengendaliannya. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2020.
5. Pantjara B, **Lusiastuti AM,** Kristanto AH, Taukhid, Prihadi TH. Industri vaksin mendukung budidaya *catfish* di Indonesia. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga Rampai Penyakit *Catfish*: Prospek budidaya, permasalahan, dan pengendaliannya. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2020.
6. **Lusiastuti AM,** Nafiqoh N, Andriyanto S. Aplikasi vaksin dan probiotik pada pembesaran ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga Rampai Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2019.
7. Taukhid, **Lusiastuti AM,** Hastuti MS, Rahman A, Setyowati D, Sugiani D, Sukowati AS. Buku Saku Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan. Direktorat kawasan dan Kesehatan Ikan, Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan; 2018.

8. **Lusiastuti, A.M.,** Sugiani, D., Mufidah, T., Andriyanto, S. Penyakit infeksi potensial pada ikan nila. Dalam: Yulianti, Nuryadi, Sumarwan NA, Nastiti DM, editor. Bunga Rampai Ikan Nila BEST. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016:63–86.
9. Taukhid, Purwaningsih U, Sumiati T, **Lusiastuti AM.** Vaksinasi untuk mencegah penyakit bakterial pada ikan nila. Dalam: Yulianti, Nuryadi, Sumarwan NA, Nastiti DM, editor. Bunga Rampai Ikan Nila BEST. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016:87–108.
10. **Lusiastuti AM,** Sugiani D, Andriyanto S, Taukhid. Pengelolaan kesehatan ikan, tanaman, dan lingkungan pada budidaya yumina bumina. Dalam: Yulianti, Nuryadi, Sumarwan NA, Nastiti DM, editor. Bunga Rampai Yumina Bumina. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016:121–142.
11. **Lusiastuti AM,** Gustiano R, Kristanto AH. Gambaran umum dan kebijakan penggunaan probiotik di Indonesia. Dalam: Kristanto AH, Wiadnyana NN, Gustiano R, Sunarno MTD, Widiati A, Lusiastuti AM, editor. Bunga Rampai Probiotik. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2015:1–10.
12. Sugiani D, **Lusiastuti AM,** Purwaningsih U, Mufidah T, Aryati Y. Eksplorasi kandidat probiotik dari media budidaya dan saluran pencernaan untuk kesehatan ikan air tawar. Dalam: Kristanto AH, Wiadnyana NN, Gustiano R, Sunarno MTD, Widiati A, Lusiastuti AM, editor. Bunga Rampai Probiotik. Bogor: PT. Penerbit IPB Press; 2015:11–24.

JURNAL INTERNASIONAL

13. Pepey E, Taukhid, Keck N, **Lusiastuti AM,** Avarre JC, Sundari G, Sarter S, Caruso D. Application of the FTA elute card coupled with visual colorimetric loop-mediated isothermal amplification for the rapid diagnosis of *Streptococcus agalactiae* in farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Fish Diseases. 2021;44(5):505–512. doi: 10.1111/jfd.13337.

14. Sukenda S, Gardenia L, Zairin M, **Lusiastuti AM**, Alimudin A. Identification of giant gourami iridovirus (GGIV): a new infectious spleen and kidney necrosis virus (ISKNV) from natural outbreak in cultured *Osphronemus goramy*. *Aquaculture International*. 2020;28(3):1069-1082. doi: 10.1007/s10499-020-00513-4.
15. Agriandini M, Sukenda, Widanarni, **Lusiastuti AM**. Fate and tissue distribution of *Mycobacterium fortuitum* through immersion challenge as a model of natural infection in *Osphronemus goramy*. *Aquaculture International* 2021;29(5): 1979–1989. doi: 10.1007/s10499-021-00729-y.
16. Bergmann SM, Dabels J, Klafack S, Jin Y, Lee PY, Hofmann AC, Wang Y, Wang Q, Li Y, Zeng W, **Lusiastuti AM**, Zheng S, Jin Y, Kielpinska J, Monaghan S. Serological responses to koi herpesvirus (KHV) in a non-cyprinid reservoir host. *Journal of Fish Diseases*. 2021;44(8):1229–1236.
17. **Lusiastuti AM**, Aryati Y, Sugiani D, Caruso D, Slembrouck J. The effects of feed supplemented with *Azolla filiculoides* in the growth performance and microbiota gut of common carp (*Cyprinus carpio*). *Hayati Journal Biosciences* 2021;
18. Barnes AC, Silayeva O, Landos M, Dong HT, **Lusiastuti A**, Phuoc LH, Delamare-Deboutteville J. Autogenous vaccination in aquaculture: a locally enabled solution towards reduction of the global antimicrobial resistance problem. *Reviews in Aquaculture*. 2021;14(2):907–918. doi: 10.1111/raq.12633
19. Citarasu T, Thirumalaikumar E, Sathishkumar R, Vimal S, Babu MM, Uma G, **Lusiastuti AM**. Efficacy of recombinant subunit OMP and hly vaccines against *Aeromonas hydrophila* in Rohu (*Labeo rohita*). *Journal of Fish Diseases* 2022;doi: 10.1111/jfd.13682.
20. Purwaningsih U, Sukenda S, **Lusiastuti AM**, Alimuddin A, Widanarni W, Nuryati S. The phenotypic, genotypic and pathogenicity comparison of *Edwardsiella ictaluri* Indonesian local isolates causing enteric septicemia of catfish. *Aquaculture Research*. 2022;53(10):3608–3625. doi: 10.1111/are.15865.

21. Sukenda S, Suhermanto A, **Lusiastuti AM**. Virulence gene profiling and pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* isolated from tilapia (*Oreochromis niloticus*) farms in Indonesia. *Indonesia Aquaculture Journal*. 2021;16(2):119–125.
22. **Lusiastuti AM**, Novita H, Gardenia L, Taukhid, Bergmann HSM. Combination vaccines against Koi Herpesvirus and *Aeromonas hydrophila* coinfections in Koi and Common Carp. *Indonesian Aquaculture Journal*. 2020;15 (2):93–102.
23. Nafiqoh N, Sukenda S, M Zairin Jr, Alimuddin A, **Lusiastuti AM**, Sarter S, Caruso D, Avarre JC. Antimicrobial properties against *Aeromonas hydrophila* and immunostimulant effect on *Clarias gariepinus* of *Piper betle*, *Psidium guajava*, and *Tithonia diversifolia* plants. *Aquaculture International*. 2020;28(1):1–13.
24. Gardenia L, Sukenda, M Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Alimuddin. Development of primary cell culture from spleen of giant gourami *Osphronemus goramy* for propagation of giant gourami iridovirus (GGIV). *Journal of Fish Diseases*. 2020;43(8):829–838. doi: 10.1111/jfd.13155
25. Aryati Y, Widanarni, Wahjuningrum D, Rusmana I, **Lusiastuti AM**. The effect of dietary honey prebiotic on microbiota diversity in the digestive tract of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its growth performance. *Aquaculture Research*. 2020;52(3):1215–1226. doi: 10.1111/are.14980.
26. Klafack S, Fiston-Lavier AS, Bergmann SM, Hammoumi S, Schröder L, Fuchs W, **Lusiastuti AM**, Lee PY, Heredia SV, Master student consortium, Gosselin-Grenet AS, Avarre, JC. Cyprinid herpesvirus 3 evolves in vitro through an assemblage of haplotypes that alternatively become dominant or under-represented. *Viruses*. 2019;11(8):754.
27. Suhermanto A, Sukenda, M. Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Nuryati S. Characterization of *Streptococcus agalactiae* bacterium isolated from tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in Indonesia. *AACL Bioflux*. 2019;12(3):756–766.

28. Sihananto BS, Novita H, Wianty C, **Lusiastuti AM**. A case study of lymphocystis virus disease in farmed giant snakehead (*Channa striata*) in Mandiangin, South Kalimantan. Indonesian Aquaculture Journal. 2019;14(2):75–81
29. Mawardi M, **Lusiastuti AM**, Idealistina DF. *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.: Control gyrodactyliasis in catfish *Clarias gariepinus*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2019;7(6):197–202
30. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Anggi I, Caruso D. Dry green leaves of Indian almond (*Terminalia catappa*) to prevent streptococcal infection in Juveniles of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Bulletin of the European Association of Fish Pathologist. 2017;37(3):119–125
31. Sukenda, Sumiati T, Nuryati S, **Lusiastuti AM**, Hidayatullah D. Specific immune response kinetics and mortality patterns of tilapia *Oreochromis niloticus* on post-cocktail vaccination period against the infection of *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus agalactiae*. Omni-Akuatika. 2017;13(2):6–15.
32. Nisaa K, Sukenda S, M Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Nuryati S. Fry tilapia (*Oreochromis niloticus*) antibody improvement against *Streptococcus agalactiae* through broodstock vaccination. Pakistan Journal of Biotechnology. 2017;14(1):9–16.
33. Tanbiyaskur, Widanarni, **Lusiastuti AM**. Administration of Bacillus NP5 and oligosaccharide to enhance the immune response of tilapia *Oreochromis niloticus* towards streptococcosis. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research. 2015;20(2):304–315.
34. Johan O, Bengen DG, Zamani NP, Suharsono, Dmuth D, **Lusiastuti AM**, Sweet MJ. Microbial community of black band disease on infection, healthy, and dead part of scleractinian Montipora sp. colony at Seribu Islands Indonesia. Indonesian Aquaculture Journal. 2014;9(2):165–175.

35. Amrullah, Sukenda, Harris E, Alimuddin, **Lusiastuti AM**. Immunogenicity of the 89 kDa toxin protein of extracellular products of *Streptococcus* in *Oreochromis niloticus*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2014;9(4):176–186.
36. **Lusiastuti AM**, Textor M, Seeger H, Akineden O, Zschock. The occurrence of *Streptococcus agalactiae* sequence type 261 from fish disease outbreaks of tilapia *Oreochromis niloticus* in Indonesia. *Aquaculture Research*. 2014;45(7):1260–1263.
37. **Lusiastuti AM**, Seeger H, Indrawati A, Zschoek M. The comparison of *Streptococcus agalactiae* isolated from fish and bovine using multilocus sequence typing. *Hayati Journal of Biosciences*. 2013;20(4):157–162.
38. Caruso D, **Lusiastuti AM**, Taukhid, Slembrouck J, Komarudin O, Legendre M. Traditional pharmacopeia in small scale freshwater fish farms in West Java, Indonesia: An ethnoveterinary approach. *Aquaculture*. 2013;416:334–345.
39. Syahida IEA, Sarjito S, Prayitno SB, **Lusiastuti AM**. Pengaruh ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap profil darah dan kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2013;2(4):94–107.
40. Taukhid, Sugiani D, **Lusiastuti AM**. Improvement of non specific immune system on common carp (*Cyprinus carpio*) against Koi Herpesvirus Disease (KHVD) by addition of ascorbic acid on fish diet: a field scale study. *Indonesian Aquaculture Journal*. 2010;5(1):45–51.
41. Sholichah L, **Lusiastuti AM**, Caruso D, Subamia IW, Purwaningsih U. Tumour case in Koi carp (*Cyprinus carpio*). *Indonesian Aquaculture Journal*. 2010;5(2):139–145.
42. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Kusriani E, Hadie W. Sequence analysis of *Streptococcus agalactiae*: a pathogen causing Streptococcus in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Indonesian Aquaculture Journal* 2009;4(2):87–92.

43. **Lusiastuti AM**, Gardenia L, Mufidah T, Aryati Y. First report of *Streptococcus agalactiae* of tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Cirata reservoir of West Java. Indonesian Aquaculture Journal 2009;4(1):47–51.
44. **Lusiastuti AM**, Sumiati T, Priadi A. The effects of storage temperature and kinds of media on the survival rate of *S. agalactiae* bacteriophage. Indonesian Aquaculture Journal 2008;3(2):147–149.

JURNAL NASIONAL

45. Aryati Y, Widanarni, Wahjuningrum D, Rusmana I, **Lusiastuti AM**. Potensi prebiotik madu klengkeng, randu dan organik terhadap kinerja pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Riset Akuakultur. 2020;15(3):185–193.
46. Andriyanto S, Novita H, **Lusiastuti AM**, Taukhid. Identifikasi bakteri patogen dan parasit penyebab penyakit pada ikan toman (*Channa micropeltes*). Media Akuakultur. 2020;15(1):39–46.
47. Mufidah T, Purwaningsih U, Nafiqoh N, **Lusiastuti AM**. Immunoglobulin yolk anti *Streptococcus agalactiae* untuk imunoterapi penyakit Streptococcosis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Riset Akuakultur. 2020;15(2):103–110.
48. Nafiqoh N, Sukenda, M Zairin Jr, Alimuddin, **Lusiastuti AM**, Avarre JC. Status kesehatan ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang menerima pakan bersuplemen kombinasi daun sirih (*Piper betle*), jambu biji (*Psidium guajava*) dan kipahit (*Tithonia diversifolia*). Jurnal Riset Akuakultur. 2018;13(4):357–365.
49. Sugiani D, Taukhid, Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**. Vaksin Kering Beku Sel Utuh bakteri *Aeromonas hydrophila* untuk Pencegahan Penyakit *Motile Aeromonads Septicemia* pada Ikan Air Tawar. Jurnal Riset Akuakultur. 2018;13(2):159–167.
50. Suhermanto A, Sukenda, M Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Nuryati S. Toksisitas sel utuh dan *extracellular product* (ECP) *Streptococcus agalactiae* hemolitik dan non-hemolitik pada ikan nila (*oreochromis niloticus*). Jurnal Riset Akuakultur. 2018;13(4):317–328.

51. Sugiani D, Taukhid, Purwaningsih U, **Lusiastuti, A.M.** Vaksin kering beku sel utuh bakteri *Aeromonas hydrophila* untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* pada ikan lele, nila, dan gurami. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2018;13(2):159–167.
52. Reynalta R, Yuhana M, **Lusiastuti AM.** Efektivitas vaksin bacterial *Streptococcus agalactiae* dengan penyalut berbeda terhadap peningkatan kinerja imunitas ikan nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 2018;19(2):205–215.
53. Setiyaningsih L, Widanarni, **Lusiastuti AM,** Yuhana M. Pengaruh pemberian mikrokapsul probiotik *Bacillus cereus* P22 dan *Staphylococcus lentus* L1k pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan, respon imun dan resistensi ikan lele, *Clarias gariepinus* Burchell 1822 yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 2017;17(2):143–154.
54. Sugiani D, Purwaningsih U, Septyan A, **Lusiastuti AM.** Bakteri pada ikan gabus *Channa striata*, semah *Tor spp.*, dan baung *Hemibagrus sp.*: identifikasi, virulensi, dan kerentanan terhadap beberapa antibiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2018;13(4):347–356.
55. Danaparamita ED, Mulyana, **Lusiastuti AM.** Efektivitas pemberian ekstrak Kipahit (*Tithonia diversifolia*) sebagai imunostimulan untuk pencegahan *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) pada ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*). *Jurnal Mina Sains*. 2017;3(1).
56. Destianingrum NDA, Yuhana M, **Lusiastuti AM.** Multispecies probiotic application through feed addition in cultured tilapia to prevent streptococcosis. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2017;16(2):205–214.
57. **Lusiastuti AM,** Andriyanto S, Samsudin R. Efektivitas kombinasi probiotik mikroenkapsulasi melalui pakan untuk pengendalian penyakit *Motile Aeromonads Septicemia* pada ikan lele *Clarias gariepinus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2017;12(2):179–186.

58. Nisaa K, Sukenda, M. Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Nuryati S. Benih turunan induk ikan nila yang divaksinasi pada tingkat kematangan gonad-2 tahan *Streptococcus agalactiae*. Jurnal Veteriner. 2016;17(3):355–364.
59. **Lusiastuti AM**, Ulkhaq M., Widanarni, Prihadi TH. Evaluasi pemberian probiotik *Bacillus* pada media pemeliharaan terhadap laju pertumbuhan dan perubahan histopatologi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Jurnal Riset Akuakultur. 2016;11(2):171–179.
60. Novita H, Rusmana I, Yuhana M, Pasaribu FH, **Lusiastuti AM**. 2016. Uji in vitro bakteri anti *quorum sensing* pendegradasi *acyl homoserine lactone* *Aeromonas hydrophila*. Jurnal Riset Akuakultur. 2016;11(3):291–296.
61. Haditomo AHC, **Lusiastuti AM**, Widanarni. Studi *Bacillus firmus* sebagai kandidat probiotik dalam menghadapi *Aeromonas hydrophila* pada media budidaya. Saintek Perikanan Indonesian/ Journal of Fisheries Science and Technology. 2016;11(2):111–114.
62. Fidyandini HP, Yuhana M, **Lusiastuti AM**. Addition of multispecies probiotics in the culture medium of African catfish to prevent the Motile Aeromonads Septicemia disease. Jurnal Veteriner. 2016;17(3):440–448.
63. Purwaningsih U, Indrawati A, **Lusiastuti AM**. Patogenesis ko-infeksi penyakit *fish tuberculosis* dan *Motile Aeromonads Septicemia* pada ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). Jurnal Riset Akuakultur. 2015;10(1):99–107.
64. Sumiati T, Sukenda, Nuryati S, **Lusiastuti AM**. Pengembangan metode ELISA untuk mendeteksi respons imun spesifik pada ikan nila *Oreochromis niloticus* yang divaksinasi terhadap *Aeromonas hydrophila* dan *Streptococcus agalactiae*. Jurnal Riset Akuakultur. 2015;10(2):243–250.
65. Febriani R, Taukhid, **Lusiastuti AM**. Kerentanan ikan nila Sultana, *Red Nifi*, Srikandi dan Aureus terhadap infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae*. Jurnal Riset Akuakultur. 2015;10(2):221–230.

66. Khasani I, Alimuddin, M Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Sopian A. Resistensi udang galah keturunan pertama terhadap infeksi *Vibrio harveyi*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2015;10(2):251–260.
67. Sya'bani N, Yustiati A, Rustikawati I, **Lusiastuti AM**. Frekuensi penambahan probiotik *Bacillus* sp dan *Staphylococcus* sp pada media pemeliharaan benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) untuk ketahanan terhadap *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 2015;2(1):140–150.
68. Fatimah S, Indrawati A, **Lusiastuti AM**. Toksisitas dan imunogenisitas produk ekstraseluler *Mycobacterium fortuitum* pada ikan gurame *Osphronemus guramy*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2015;10(2):231–241.
69. Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Sukenda, Harris E. Profil protein vaksin *Aeromonas hydrophila* dan *Streptococcus agalactiae* hasil inaktivasi dengan formalin: diuji menggunakan sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2014;9(3):449–461.
70. Purwaningsih U, Indrawati A, **Lusiastuti AM**. Proteksi vaksin monovalen dan koktail sel utuh terhadap ko-infeksi *Mycobacterium fortuitum* dan *Aeromonas hydrophila* pada ikan gurame, *Osphronemus gouramy*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2014;9(2):283–294.
71. **Lusiastuti AM**, Dugue R, Sugiani D, Wadjdy EF, Setiadi. *Fish welfare*: apakah ikan dapat merasakan sakit dan nyeri?. *Media Akuakultur*. 2014;9(1):57–63.
72. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Sumiati T. Aplikasi vaksin *Streptococcus agalactiae* untuk pencegahan penyakit Streptococcosis pada budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Berita Biologi*. 2014;13(3):247–255.
73. Taukhid, Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**. Efikasi beberapa sediaan vaksin *Streptococcus agalactiae* N14G untuk pencegahan penyakit Streptococcosis pada ikan nila, *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2014;9(2):295–305.

74. Ulkhaq MF, Widanarni, **Lusiastuti AM**. Application of *Bacillus* probiotic to prevent *Aeromonas hydrophila* infection in *Clarias* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2014;13(2):105–114.
75. Kurniasih T, Widanarni, Mulyasari, Melati I, Azwar ZI, **Lusiastuti AM**. Isolasi, seleksi, dan identifikasi bakteri dari saluran pencernaan ikan lele sebagai kandidat probiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2013;8(2):277–286.
76. Hardi EH, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Kandidat vaksin potensial *Streptococcus agalactiae* untuk pencegahan penyakit streptococcosis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Veteriner*. 2013;14(4):408–416.
77. **Lusiastuti AM**, Maryanti SD, Purwaningsih U. Probiotik *Bacillus cereus* untuk pengendalian penyakit streptococcosis pada ikan nila, *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2013;8(1):109–119.
78. **Lusiastuti AM**, Sumiati T, Hadie W. Probiotik *Bacillus firmus* untuk pengendalian penyakit *Aeromonas hydrophila* pada budidaya ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2013;8(2):253–264.
79. Sugiani D, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Vaksin ikan tilapia (*Oreochromis niloticus*) menggunakan vaksin monovalen dan bivalen untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* dan Streptococcosis. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2013;8(2):229–239.
80. Purwaningsih U, Taukhid, **Lusiastuti AM**. Efektivitas vaksin *Mycobacterium fortuitum* terhadap peningkatan kelangsungan hidup dan penambahan bobot biomassa ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Bulletin Litbang Budidaya Air Tawar*. 2013.
81. Sugiani D, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Pengaruh ko-infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae* dengan *Aeromonas hydrophila* terhadap gambaran hematologi dan histopatologi ikan tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 2012;7(1):85–91.

82. Sugiani D, **Lusiastuti AM**. Komparasi kualitas sediaan vaksin bakterin hasil inaktivasi menggunakan formaldehid. *Bulletin Litbang Budidaya Air Tawar* 2012; 1(1)
83. **Lusiastuti AM** dan Taukhid. Seleksi kandidat probiotik anti *Aeromonas hydrophila* untuk pengendalian penyakit ikan air tawar. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2012;7(2):269–277.
84. Hardi EH, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Karakteristik dan patogenisitas *Streptococcus agalactiae* tipe β -hemolitik dan non-hemolitik pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Veteriner*, 2011;12(2):152–164.
85. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Suryadi K, Rosidah, Setiadharna G. Optimasi frekuensi pemberian vitamin C (*Ascorbic Acid*) pada pakan komersial untuk pengendalian penyakit Koi Herpesvirus (KHV) pada ikan mas, *Cyprinus carpio* Linn. *Berita Biologi*. 2010;10(3):339–347.
86. **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U, Sumiati T. Isolasi bakteriofaga terhadap *Streptococcus agalactiae* dari ikan nila (*Oreochromis niloticus*) *Jurnal Riset Akuakultur*. 2010;5(2):237–243.
87. **Lusiastuti AM**, Hadie W. Penggunaan vaksin *Aeromonas hydrophila*: Pengaruhnya terhadap sintasan dan imunitas larva ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*). *Berita Biologi*. 2010;10(2):151–158.
88. **Lusiastuti AM**, Taukhid. Prospek vaksin polivalen untuk pencegahan penyakit potensial pada perikanan budidaya. *Media Akuakultur*. 2009;4(1):67–72.
89. **Lusiastuti AM**. Skrining toksin Asam Okadaik pada kekerangan dan ikan menggunakan immunoassay. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2008;3(1):27–31.
90. **Lusiastuti AM**. Terapi bakteriofaga: bisakah sebagai alternatif pengganti antibiotika pada budidaya? *Media Akuakultur*. 2008;3(2):161–165.
91. **Lusiastuti AM**, Peranginangin R. Perbandingan kemampuan diagnosis ELISA dan HPLC untuk deteksi toksin *Diarrhetic Shellfish Poisoning* pada kekerangan. *Media Akuakultur*. 2008;3(1):45–48.

92. **Lusiastuti AM**, Seeger H, Sugiani D, Mufidah T, Novita H. Deteksi polimorfisme dengan substitusi nukleotida tunggal pada *Streptococcus agalactiae* isolat lokal Indonesia. *Media Akuakultur*. 2015;10(2):91–95.

PROSIDING INTERNASIONAL

93. Bergmann SM, **Lusiastuti AM**, Zeng W, Wang Y, Wang Q, Li Y, Lenk M, Lorenzen-Schmidt FG, Avarre JC, Hwang J. Global warming and viral diseases: Tilapia Lake Virus (TiLV) in Tilapia, common carp, crucian carp, and rainbow trout: first results. *E3S Web of Conferences* Vol. 322. EDP Sciences; 2021.
94. **Lusiastuti AM**, Hardi EH, Tanbiyaskur, Haditomo AHC. Prospect of a combination therapy of herbs and probiotic as an alternative control bacterial diseases in freshwater aquaculture. *Proceedings of International Conference on Medical Plants, the 38th Meeting of National Working Group on Indonesian Medicinal Plant*, Surabaya; 2010.
95. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Maskur, Murwantoko, Prayitno SB, Sugiani D, Caruso D. Building and improving the capacity of fish and environmental health management strategy in Indonesia. *Dalam: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol 521, No. 1. IOP Publishing; 2020.
96. Sugiani D, Purwaningsih U, Gardenia L, Mufidah T, Nafiqoh N, Aryati Y, Sumiati T, Andriyanto S, Taukhid, **Lusiastuti AM**, Caruso D. A case study on mortality of Neon Tetra (*Paracheirodon innesi*) associated with seasonal climate transitions in West Java-Indonesia. *Proceeding Ecological Intensification: New paragon for sustainable aquaculture IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 521, Bogor; 2020:180.
97. Novita H, Andriyanto S, Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Caruso D. Parasitic and bacterial diseases in aquarium-reared Indonesian Snakehead (*Channa micropeltes*). *Proceeding Ecological Intensification: New paragon for sustainable aquaculture IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 521, Bogor; 2020:172.

98. Nafiqoh N, Caruso D, Avarre JC, Sukenda, **Lusiastuti AM**, Sarter S, Alimuddin, M Zairin Jr, Sugiani D, Purwaningsih, U. The Effect of *Psidium guajava*, *Piper betle* and *Tithonia diversifolia* as medicinal herbs on pathogenic bacteria *Aeromonas hydrophila*. Proceeding Ecological Intensification: New paragon for sustainable aquaculture IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 521; 2020:168.
99. Sumiati T, Taukhid, Novita H, **Lusiastuti AM**. Multicentric vaccine trial of bivalent combination of *Streptococcus agalactiae* and *Aeromonas hydrophila* for tilapia (*Oreochromis niloticus*) in several area in West Java. Proceeding Ecological Intensification: New paragon for sustainable aquaculture IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 521; 2020:182.
100. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Andriyanto S, Sugiani D, Sumiati T, Suhermanto A. Safety and efficacy of in-active bivalent and trivalent *Streptococcus agalactiae* (hemolytic and non-hemolytic serotype) vaccines on Nile-tilapia, *Oreochromis niloticus*. Proceeding Ecological Intensification: New paragon for sustainable aquaculture IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 521; 2020:186.
101. Hardi EH, Saptiani G, **Lusiastuti AM**. Characterization of extracellular protein of the Nile tilapia pathogen *Pseudomonas sp.* The 8th Korea-Asean Joint Symposium: Biomass Utilization and Renewable Energy, Korea University; 2014.
102. Hardi EH, Saptiani G, **Lusiastuti AM**. Characterization of extracellular proteins produced by *Aeromonas hydrophila* cultured at different conditions. Proceedings of International Conference of Aquaculture Indonesia (ICAI), Bandung; 2014:80–85.
103. Sugiani D, Nafiqoh N, Novita H, Sumiati T, Andriyanto S, Taukhid, **Lusiastuti AM**. Safety and efficacy test to immersion vaccine against *Streptococcus agalactiae* and *Aeromonas hydrophila* for Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Dalam: E3S Web of Conferences 322; 2021:02004. doi: 10.1051/e3sconf/202132202004.

104. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Andriyanto S, Sugiani D, Sumiati T, Suhermanto A. Efficacy of inactive bivalent and trivalent *Streptococcus agalactiae* bacteria (biotype 1 & 2) vaccines on tilapia, *Oreochromis niloticus*. E3S Web of Conferences 322; 2021:02014. doi: 10.1051/e3sconf/202132202014.
105. Novita H, Purwaningsih U and **Lusiastuti AM**. Application of loop mediated isothermal amplification (LAMP) method for detection of *Edwardsiella ictaluri* on patin (*Pangasius* sp.) fish. Dalam: International Symposium on Aquatic Sciences and Resources Management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 744. IOP Publishing; 2021:012050. doi:10.1088/1755-1315/744/1/012050.
106. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Kusriani E, Hadie W. Sequence analysis of *Streptococcus agalactiae*: A pathogen causing Streptococcus in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Proceedings International Seminar Fom Ocean for Food Security, Energy, and Sustainable Resources and Environment. Surabaya: Fisheries and Marine Faculty, Airlangga University; 2009.
107. Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**, Subagya J. Histology of *Ichthyophthirius multifiliis* infected the gills of Mahseer (*Tor duoronnensis*). Proceeding International Seminar, Airlangga University; 2008.

PROSIDING NASIONAL

108. **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Novita H. Molecular identification of probiotic bacteria as biological control agent in freshwater aquaculture. Prosiding Seminar Nasional Ikan X dan Kongres Masyarakat Iktiologi Indonesia ke 5. Cibinong: LIPI; 2018.
109. **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Novita H, Purwaningsih U. Bakteri kandidat probiotik dari nila dan lele sebagai agen *quorum quencher*. Prosiding Seminar Nasional Ikan X dan Kongres Masyarakat Iktiologi Indonesia ke 5 Jilid 2. Cibinong: LIPI; 2018:447–452.

110. Widyastuti YR **Lusiastuti AM**. Profil bakteri probiotik untuk pengendali lingkungan budidaya ikan. Prosiding Simposium Nasional Ikan dan Perikanan Masyarakat Ikhtiologi Indonesia; 2017:555–564.
111. Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Hardi EH, Purwaningsih U. Kajian *Streptococcus agalactiae* non hemolitik grup B isolat lokal Indonesia dari ikan nila, *Oreochromis niloticus*. Prosiding Seminar Nasional Ikan ke 9 Masyarakat Ikhtiologi Indonesia; 2016:179–188.
112. Widyastuti YR **Lusiastuti AM**. Teknik produksi bakteri heterotroph untuk bioflok dengan media kultur yang murah. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Surabaya; 2016:829–835.
113. Gardenia L, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Purwaningsih U, Sumiati T. Uji lapang vaksin koiherpes virus di lokasi berbeda untuk pencegahan penyakit KHV pada ikan koi (*Cyprinus carpio* koi). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Surabaya; 2016:741–752.
114. Mufidah T, **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U. Uji lapang penggunaan IgY anti *Streptococcus agalactiae* untuk imunoterapi penyakit *Streptococcus agalactiae* pada budidaya ikan nila BEST. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Surabaya; 2016:785–790.
115. Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Aryati Y. Uji multilokasi vaksin Mycofortyvac *Mycobacterium fortuitum* untuk pencegahan penyakit mycobacteriosis pada budidaya ikan gurami (*Osphronemus gourami*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Surabaya; 2016:803–811
116. Cahyadi A, **Lusiastuti AM**. Aplikasi teknologi eco-electric untuk media pendederan budidaya udang. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur; 2016:457–464.
117. **Lusiastuti AM**, Andriyanto S, Yuhana M, Samsudin R. Sintasan dan aktivitas *Respiratory Burst* pada ikan lele (*Clarias* sp) dengan pemberian probiotik mikroenkapsulasi terhadap penyakit *motile aeromonads septicemia*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Surabaya; 2016:753–761

118. Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Bunyamin M, Novita H. Pembuatan antibodi poliklonal (PABS) anti-nila dan anti-patin untuk deteksi penyakit ikan berbasis serologis. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bogor; 2015:579–584.
119. **Lusiastuti AM**, Yuhana, M., Hilma, P.F., Samsudin, R., Andriyanto, S. Aplikasi probiotik multispecies melalui air untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonads Septicemia* terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bogor; 2015:531–540.
120. Andriyanto S, Abinawanto, **Lusiastuti AM**. Analisis morfometrik *median hook* parasit *Gyrodactylus sp.* yang menginfestasi ikan lele (*Clarias gariepinus*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bogor; 2015:571–577.
121. Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Aryati Y. Penerapan skala lapang teknologi vaksinasi pada budidaya ikan gurami (*Osporonemus gouramy*) melalui penggunaan vaksin *Mycobacterium fortuitum* untuk pencegahan penyakit Mycobacteriosis. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bogor; 2015:541–550
122. Kusmini II, Arifin OZ, Saputra A, **Lusiastuti AM**. Aplikasi vaksin StreptoVac dan probiotik Pato-Aero 1 terhadap pertumbuhan ikan nila BEST (*Oreochromis niloticus*) di Tabanan, Bali. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bandung; 2014:1051–1059.
123. Taufik M, **Lusiastuti AM**, Kontara EK. Peningkatan produktivitas dan keuntungan usaha pendederan dan pembesaran ikan lele (*Clarias gariepinus*) melalui aplikasi probiotik. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bandung. 2014:227–236.
124. Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Wiratama E. Pengembangan metode indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) untuk mengukur respon imun humoral ikan nila, *Oreochromis niloticus* terhadap antigen *Streptococcus agalactiae*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bandung; 2014:1069–1074.

125. Sumiati T, Taukhid, **Lusiastuti AM**. Evaluasi keamanan vaksin bakteri *Aeromonas hydrophila* inaktif terhadap ikan, lingkungan dan aspek keamanan pangan. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bandung; 2014:1129–1139.
126. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Sumiati T, Sugiani D, Purwaningsih U. Pengembangan vaksin bivalen untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonad Septicemia* dan Streptococcosis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Prosiding Seminar hasil Penelitian Terbaik; 2014:1–18.
127. **Lusiastuti AM**, Samsudin R. Prospek kombinasi probiotik dan herbal (*bioherb*) pada pakan ikan perbaiki daya cerna dan pengendalian patogen pada usus. Prosiding Simposium Nasional Bioteknologi Budidaya IV. IPB International Center, Bogor; 2012.
128. **Lusiastuti AM**, Sumiati T, Hadie W, Sularto, Taukhid. Studi kasus super infeksi aeromoniasis terhadap edwardsiellosis pada benih patin di kabupaten Subang, Jawa Barat. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya; 2012:765–771.
129. Hadie W, Hadie LE, **Lusiastuti AM**. Strategi genetik udang galah (*Macrobrachium rosenbergii de Man*) dalam menghadapi lingkungan sub optimal. Prosiding Simposium Nasional Bioteknologi Budidaya IV. IPB International Convention Center, Bogor; 2012.
130. Taukhid, Taslihan A, **Lusiastuti AM**. Prospek vaksinasi pada perikanan budidaya di Indonesia. Prosiding Indoaqua - Forum Inovasi Teknologi Budidaya. Makasar; 2012:805–815.
131. Sumiati T, Ath-Thar MHF, **Lusiastuti AM**. Uji multilokasi vaksin *Aeromonas hydrophila* untuk pencegahan penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* pada ikan mas *Cyprinus carpio*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Makasar; 2012:779–783.
132. Sugiani D, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Respon imun ikan tilapia, *Oreochromis niloticus*, terhadap vaksin bivalen sel utuh dan ekstraselular antigen *Aeromonas hydrophila* dan *Streptococcus agalactiae*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Makasar; 2012:755–763.

133. **Lusiastuti AM**, Sumiati T, Hadie W, Wijaya A. Kajian aktivitas probion anti *Streptococcus agalactiae* pada media pemeliharaan benih ikan nila *Oreochromis niloticus*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bali; 2011:649–654.
134. **Lusiastuti AM**, Haditomo AHC, Sumiati T, Wijaya A, Sularto. Uji seleksi probion anti *Streptococcus agalactiae* untuk formulasi sediaan monospesies dan multispesies. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur Jilid 2; Bali, 2011:639–647.
135. **Lusiastuti AM**, Haditomo AHC, Sularto. Seleksi Probion anti *Aeromonas hydrophila* untuk sediaan probiotik multispesies. Prosiding Seminar Nasional Perikanan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2011.
136. **Lusiastuti AM**, Haditomo AHC, Purwaningsih U, Wijaya A, Sularto. Kajian legalitas beberapa produk probiotik komersial yang beredar di Bogor. Prosiding Seminar Nasional Perikanan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2011.
137. Sugiani D, **Lusiastuti AM**. Kerentanan Ikan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) terhadap serangan Ko-Infeksi Streptococcosis dan MAS. Prosiding Seminar Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2011.
138. Hadie W, Hafsaridewi R, **Lusiastuti AM**. Upaya tata kelola Unit Pembenuhan Rakyat (UPR) ikan patin untuk peningkatan produksi benih: Suatu studi kasus di Kabupaten Bogor. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Bali; 2011:171–179.
139. Yosmaniar, Widiyati A, **Lusiastuti AM**. Penggunaan *Aspergillus niger* sebagai pengikat logam Cu dan Cr sedimen Waduk Cirata. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Budidaya. Bali; 2011:203–208
140. Hadie W, Sularto, **Lusiastuti AM**. Heterosis sifat tahan penyakit *Aeromonas hydrophila* pada hibrida Nasutus tahap pendederan. Prosiding Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM, Jilid I. Yogyakarta: UGM; 2011.

141. Sumiati T, Taukhid, **Lusiastuti AM**. Vaksin KHV untuk pengendalian penyakit Koi Herpesvirus pada ikan mas (*Cyprinus carpio*): Tinjauan aspek keamanan dan potensi. Prosiding Seminar Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian UGM, Jilid I. Yogyakarta: UGM; 2011.
142. Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U. Potensi antibakteri pegagan *Centella asiatica* [L] Urb. Untuk penyakit bercak merah (*Haemorrhagic septicaemia*) akibat infeksi *Aeromonas hydrophila* pada ikan lele (*Clarias gariepinus*). Forum Inovasi Teknologi Akuakultur; 2010:885–890
143. **Lusiastuti AM**, Hardi EH, Sukenda, Taukhid. Potensi uji Postulat Koch terhadap tingkat keganasan *Streptococcus agalactiae*. Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Buku 2; 2010:917–920.
144. **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U, Hadie W. Potensi imunogenik sel utuh (*whole cell*) *Streptococcus agalactiae* yang diinaktivasi dengan formalin untuk pencegahan penyakit Streptococcosis pada ikan nila, *Oreochromis niloticus*. Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Buku 2; 2010:891–900
145. Hadie W, Emmawati L, **Lusiastuti AM**. Peningkatan produksi benih ikan patin di unit pembenihan rakyat (UPR) melalui penerapan kekebalan bawaan (*maternal immunity*). Forum Inovasi Teknologi Budidaya, Buku 2; 2010:957–961.
146. **Lusiastuti AM**, Hardi EH. Gambaran darah sebagai indikator kesehatan pada ikan air tawar. Prosiding Seminar Nasional Ikan VI; 2010:65–69.
147. **Lusiastuti AM**, Hadie W, Sularto. Studi kasus Aeromoniasis: potensi frekuensi infeksi kontak langsung patogen *Aeromonas hydrophila* terhadap benih ikan patin. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia; 2010:35–38
148. Hardi EH, Sukenda, Harris E, **Lusiastuti AM**. Efek infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae* terhadap kadar hematokrit dan glukosa darah ikan nila *Oreochromis niloticus*. Prosiding Seminar Nasional Tahunan VII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. 2010.

149. Hardi EH, **Lusiastuti AM**, Sukenda, Harris E, Taukhid. Kajian variabilitas *Streptococcus agalactiae* pada sapi, ikan dan manusia. Prosiding Seminar Nasional Tahunan VII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan; 2010.
150. Gardenia L, Koesharyani I, Supriyadi H, Aryati Y, **Lusiastuti AM**. Aplikasi deteksi *Streptococcus iniae* dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) menggunakan dua macam primer spesifik. Prosiding Seminar Nasional Tahunan VII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan; 2010.
151. **Lusiastuti AM**, Hardi EH, Sukenda, Taukhid, Harris E. Vaksin *Streptococcus agalactiae*: Kajian perbandingan metode preparasi sel utuh (*Whole cell*) tipe non hemolitik untuk pencegahan penyakit Streptococcosis pada ikan nila *Oreochromis niloticus*. Prosiding Simposium Nasional Bioteknologi Akuakultur III; 2010:44–52.
152. **Lusiastuti AM**, Soraya SD, Wahyudi A. Tingkat resistensi antibiotika dan virulensi klinis *Streptococcus iniae* dan *Streptococcus agalactiae* pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Prosiding Seminar Nasional Perikanan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2009.
153. **Lusiastuti AM**, Pramudito H. Metode *in vivo* pada terapi jus Lidah Buaya terhadap luka insisi *Pseudomonas aeruginosa*: Kajian bioetika dan *Animal Welfare*. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia. Jakarta: Sekolah Tinggi Perikanan; 2009:25–28.
154. Mufidah T, **Lusiastuti AM**, Supriyadi H. Ekspor-impor ikan hias: Tinjauan segi etika dan *fish welfare*. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia. Jakarta: Sekolah Tinggi Perikanan; 2009:349–352.
155. **Lusiastuti AM**, Supriyadi H, Purwaningsih U, Wadidy E. Studi patologi anatomi penyakit Streptococcosis pada ikan nila dan gurame. Prosiding Seminar Nasional Tahun V Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2008.

156. **Lusiastuti AM**, Setijaningsih L. Kandungan timbal dan merkuri pada daging ikan mas dan nila: Tinjauan dari aspek kesehatan masyarakat veteriner. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia, Jakarta: Sekolah Tinggi Perikanan; 2008:142–144.
157. Setijaningsih L, **Lusiastuti AM**. Kondisi histologi insang dan ginjal pada ikan nila *Oreochromis niloticus* di Waduk Cirata Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia. Jakarta: Sekolah Tinggi Perikanan; 2008:136–141.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. **Lusiastuti AM.** Upaya penanganan parasit Ich pada pembenihan ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Warta Iktiologi*. 2019;31(1):9–12.
2. **Lusiastuti AM,** Wiryono D, Kurniasih RA. The blood disorder in *Osphronemus guramy*: is it possibly caused by Megalocytivirus infection? World Aquaculture Conference, Montpellier France; 2018.
3. Caruso D, Samsudin R, **Lusiastuti AM,** Sugiani D, Pouil S, Slembrouck J. Ecological intensification of giant gourami ponds in Indonesia biological effects of *Azolla filliculoides* in total or partial replacement of commercial feed on juveniles of giant gourami *Osphronemus goramy*. World Aquaculture Conference, Montpellier France; 2018.
4. Nafiqoh N, Sukenda, Avarre JC, **Lusiastuti AM,** Alimuddin, M Zairin J, Caruso D, Sarter S. Haematological change on *Clarias gariepinus* following diet supplemented with combined plant leaves. The 2nd International Conference on Aquaculture Biotechnology; 2018.
5. Sumiati T, Taukhid, **Lusiastuti AM,** Sunarno MTD. Case study on multi-infectious of potential bacterial diseases in Giant gourami *Osphronemus goramy*. The 2nd International Conference on Aquaculture Biotechnology; 2018.
6. Taukhid, Novita H, Sugiani D, **Lusiastuti AM,** Al Wazzan IM. *Policy Brief* Resistensi strain Nila *Oreochromis niloticus* terhadap penyakit *Tilapia Lake Virus* (TiLV). Pusat Riset Perikanan Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan; 2018.
7. **Lusiastuti AM.** Pencegahan Tilapia Lake Virus di Indonesia. *Majalah Info Akuakultur*. 2017; Edisi 32.
8. **Lusiastuti AM.** Keunggulan budidaya ikan nila. *Majalah Info Akuakultur*. 2017; Edisi 24.

9. **Lusiastuti AM**, Andriyanto S, Mawardi M, Sugiani D. Case study the parasite infection of Gyrodactylid monogeneans in *Clarias gariepinus*. 10th Symposium on Diseases in Asian Aquaculture (DAA10), Bali-Indonesia; 2017.
10. Yudistira DI, Oedjijono, **Lusiastuti AM**. Aplikasi Vaksin Bivalen KHV-*Aeromonas hydrophila* Untuk Pengendalian Penyakit Ko-Infeksi KHV (Koi Herpes Virus) dan *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio Koi*) [tesis]. [Banyumas]: Unsoed; 2017.
11. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Slembrouck J, Tri Barkah W, Yuhana M, Avarre JC, Caruso D. A Disease overview and epidemiological holistic approach on guramy farming: A cross sectional study on prevalence and risk factors of ectoparasite infestation in giant goramy *Osphronemus goramy* farming in West Java, Indonesia. Franco-Indonesian Workshop on Goramy; 2017.
12. **Lusiastuti AM**. Cegah peredaran probiotik ilegal. *Trobos Aqua*. 2016;48:32–33.
13. Caruso D, Taukhid, **Lusiastuti AM**. Studi eko-patologi budidaya ikan gurame *Osphronemus goramy* skala kecil di Kabupaten Bogor. Jejaring Gurame Tasikmalaya; 2014 Oktober.
14. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U, Sugiani D, Sumiati T. Aplikasi vaksin Mycofortovac untuk pencegahan penyakit Mycobacteriosis pada budidaya ikan gurami. *Rekomendasi Teknologi Kelautan dan Perikanan*; 2014:211–219.
15. Rini SP, Yuhana M, **Lusiastuti AM**. Efektivitas penambahan simplisia rimpang temulawak *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. pada pakan ikan nila *Oreochromis niloticus* terhadap infeksi *Streptococcus agalactiae* [tesis]. [Bogor]: IPB; 2014.
16. Pramesti IA, Yuhana M, **Lusiastuti AM**. Efektifitas penambahan simplisia daun sirih *Piper betle* pada pakan ikan patin *Pangasionodon hypophthalmus* terhadap infeksi *Aeromonas hydrophila* [tesis]. [Bogor]: IPB; 2014.
17. Santoso RA, Yuhana M, **Lusiastuti AM**. Aplikasi berbagai dosis bakteri proteolitik L1k dalam pakan untuk pengendalian Streptococcosis pada ikan nila *Oreochromis niloticus* dengan metode kohabitasi [skripsi]. [Bogor]: IPB; 2013.

18. Hasibuan UR, Yuhana M, **Lusiastuti AM**. Aplikasi Probiotik amilolitik NB21b dan proteolitik L1k melalui pakan untuk pengendalian Streptococcosis pada ikan nila *Oreochromis niloticus*[skripsi]. [Bogor]: IPB; 2013.
19. **Lusiastuti AM**, Novita H, Aryanti Y, Supriyadi H. Kebijakan kinerja budidaya ikan lele, *Clarias* spp. di Kabupaten Bogor. Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya; 2012.
20. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Hadie W, Sularto. Studi kasus: emboli gas (*gas bubble disease*) dan kanibalisme pada benih ikan patin. Trobos. 2011.
21. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Supriyadi H. Analisis obyektif manajemen kesehatan ikan pada perikanan budidaya. Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya; 2011:199–211.
22. **Lusiastuti AM**. Pengganti antibiotik dari bakteriofaga. Trobos. 2010;127.
23. Sennung LP, Sukenda, Yuhana M, **Lusiastuti AM**. Pengendalian penyakit Streptococcosis pada ikan nila *Oreochromis niloticus* dengan menggunakan vaksin sel utuh tipe β -hemolitik dan non-hemolitik *Streptococcus agalactiae*. [tesis]. [Bogor]: IPB; 2010.
24. **Lusiastuti AM**, Supriyadi H, Aryati Y, Praseno O. Analisis kebijakan pengembangan budidaya ikan hias dan ikan konsumsi di Kabupaten Bogor. Pusat Riset Perikanan Budidaya; 2008:71–79.
25. **Lusiastuti AM**, Sudrajat A, Supriyadi H, Hadie W, Suwidah, Aryati Y, Johan O. Kebijakan penerapan *traceability* pada kegiatan budidaya udang. Pusat Riset Perikanan Budidaya; 2008:159–171.
26. **Lusiastuti AM**, Supriyadi H, Gardenia L, Mufidah T, Aryati Y, Sumiati T. Studi kasus: Streptococcosis pada ikan gurame disebabkan oleh *Streptococcus iniae* dan *Streptococcus agalactiae*. Teknologi Perikanan Budidaya, Pusat Riset Perikanan Budidaya; 2008:335–339.
27. Supriyadi H, **Lusiastuti AM**, Aryati Y. Kebijakan pengendalian penyakit udang. Pusat Riset Perikanan Budidaya; 2008:119–126.

28. Caruso D, **Lusiastuti AM**, Taukhid, Sholisha L, Slembrouck J, Legendre M. Therapeutic alternatives in aquaculture: phytotherapy, ethnobotany and fish pathology. *Aquaculture Asia Pasific Magazine*. 2013; 9(2):37–38.

PATEN

29. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Sugiani D, Sumiati T, Purwaningsih U. Sediaan probiotik berbasis bakteri dan proses pembuatannya. Paten Indonesia No IDP000047958. 2017 September 26.
30. Taukhid, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Sumiati T, Purwaningsih U. Vaksin anti *Streptococcus agalactiae* untuk ikan nila. Paten Indonesia No. IDP000049627. 2018 Februari 14.
31. Gardenia L, **Lusiastuti AM**, Koesharyani T, Novita H, Sumiati T. Vaksin Koi Herpes Virus. Paten Indonesia No. IDP000052190. 2018 Agustus 2.
32. Aryati Y, **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Taukhid, Andriyanto S. Proses pembuatan vaksin *Flavobacterium columnare*. Paten Indonesia No. IDP000052195. 2018 Agustus 2.
33. Mufidah T, **Lusiastuti AM**, Purwaningsih U, Taukhid, Nunak Nafiqoh N. Immunoglobulin yolk anti *Streptococcus agalactiae*. Paten Indonesia No. IDP000053051. 2018 Agustus 29.
34. **Lusiastuti AM**, Taukhid, Sugiani D, Purwaningsih U, Sumiati T. Komposisi sediaan probiotik dari bakteri dan proses pembuatannya. Paten Indonesia No. IDP000057557. 2019 Maret 28.
35. Sumiati T, Sugiani D, **Lusiastuti AM**, Taukhid, Purwaningsih U. Vaksin kombinasi *Aeromonas hydrophila-Streptococcus agalactiae* untuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan proses pembuatannya. Paten Indonesia No. IDP000065965. 2019 Desember 31.
36. Suhermanto A, Sukenda, M. Zairin Jr, **Lusiastuti AM**, Nuryati S. Vaksin anti *Streptococcus agalactiae* dan proses pembuatannya. No. Pendaftaran Paten P00202001505. 2020 Februari.

37. Sugiani D, Purwaningsih U, **Lusiastuti AM**, Taukhid, Mufidah T, Aryati Y. Vaksin bivalen kombinasi *Mycobacterium fortuitum* dan *Aeromonas hydrophila* dan proses pembuatannya. Paten Indonesia No. IDP000071864. 2020 Oktober 01.
38. **Lusiastuti AM**, Yuhana M, Taukhid, Sugiani D, Aryati Y, Novita H, Widanarni. Sediaan Probiotik Bivalen *Bacillus subtilis* P23 dan *Staphylococcus lentus* L1k untuk ikan air tawar dan proses pembuatannya. Paten Indonesia No. IDP000077159. 2021 Mei 31.
39. **Lusiastuti AM**, Sugiani D, Novita H, Kristanto AH, Wibowo A, Ridwan R, Rohmatussolihat, Fidriyanto R, Lisdiyanti P, Widyastuti Y. Vaksin kering beku *Aeromonas hydrophila* berpenyalut kitosan dan proses pembuatannya. No. Pendaftaran Paten P00202111298. 2021 Desember 9.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data pribadi

Nama	: Dr. Drh. Angela Mariana Lusiastuti, M.Si.
Anak ke	: 1 dari 4 bersaudara
Jenis Kelamin	: Perempuan
Nama Ayah Kandung	: Vincentius Fererius Issutarso (Alm.)
Nama Ibu Kandung	: Maria Anastasia Widaryatinah Budidarmo
Nama Suami	: Ir. Suryanto, M.Sc.
Jumlah Anak	: 1 (satu)
Nama Anak	: Damianus Yanna Kristianto, S.Psi.
Nama Instansi	: Pusat Riset Veteriner, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	: Inovasi Pengembangan Vaksin untuk Budidaya Ikan Air Tawar Berkelanjutan
Bidang Keahlian	: Kesehatan Ikan dan Lingkungan
No. SK Pangkat Terakhir	: 27/K Tahun 2020
No. SK Peneliti Utama	: 1/M Tahun 2020

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/PT/ Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1	SD	SDK Santa Maria	Surabaya	1973
2	SMP	SMPK Santa Agnes	Surabaya	1976
3	SMA	SMAK Frateran	Surabaya	1979
4	S-1	Univ. Airlangga	Surabaya	1986
5	S-2	IPB	Bogor	1994
6	S-3	IPB	Bogor	2003

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1	DAAD Sandwich Program	Giessen, Jerman	2003
2	DAAD Research and Training Stay	Giessen, Jerman	2011
3	Koi Herpes Virus Vaccine Development	IRP2I Depok	2015
4	Workshop OIE Twinning Program Koi Herpes Virus Regional South East Asia	Denpasar, Bali	2017
5	Practical Training on The Molecular detection of Tilapia Lake Virus by RT-PCR	IRP2I Depok	2017
6	Bactivac Network Workshop on Mucosal Vaccine for Tilapia	Ho Chi Minh Vietnam	2019
7	<i>Streptococcus agalactiae</i> Bacteria Detection assisted by Loop Me- diated Isothermal Amplification (LAMP) Method	Depok	2018
8	Gill Health Symposium	Singapore	2018
9	Pelatihan Validasi dan Verifikasi Metode	Jakarta	2020

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
10	Pelatihan Kalibrasi Massa dan Suhu	Jakarta	2020
11	Pelatihan Analisis Berbasis Resiko	Jakarta	2020
12	Workshop of Technical Cooperation Programme on Mitigation of Antimicrobial Resistance (AMR) Risk Associated with Aquaculture in Indonesia (TCP/RAS/3702)	Jakarta	2020
13	Increasing Employee Engagement	Jakarta	2021

D. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1	Asisten Ahli Madya (III/a)	1 Juli 1989
2	Asisten Ahli (III/b)	1 April 1995
3	Lektor Madya (III/c)	1 Maret 1999
4	Peneliti Muda (III/d)	1 Mei 2008
5	Peneliti Madya (IV/a)	1 November 2009
6	Peneliti Madya (IV/b)	1 Desember 2011
7	Peneliti Madya (IV/c)	1 Agustus 2014
8	Peneliti Utama (IV/d)	17 Februari 2020

E. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1	<i>Person in Charge</i> Kerjasama IRD France-AMAFRAD-RIFAFE Bogor	BRSDM-KP	2015–2022
2	<i>Person in Charge</i> PUI RIFAFE Bogor dan Kyotobiken Labs, Kyoto untuk Vaksin KHV-Aero	Pusat Riset Perikanan	2018

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
3	<i>Person in Charge</i> PUI RIFAFE Bogor dan Kyoritzu Seiyaku, Tokyo untuk Vaksin Streptovac	Pusat Riset Perikanan	2018
3	<i>Person in Charge</i> BRPBATPP Bogor dan BIOTEK LIPI untuk Vaksin Kering Beku	BRPBATPP Bogor	2019–2022
4	<i>Person in Charge</i> Perjanjian Lisensi PT Caprifarmindo Labs untuk Vaksin Hydrogalaksi	BRSDM-KP	2020–2022
5	Anggota Riset Inovatif Produktif (RISPRO) Vaksin Hydrogalaksi	BRPBATPP Bogor	2020–2022
6	Anggota Tim Penilai Obat Ikan	Dirjen Budi- daya KKP	2014– sekarang
7	Anggota Tim Satgas Pengendali Penyakit Otentifikasi	Dirjen Budi- daya KKP	2020
8	Anggota Tim Penilai Jenis Ikan Baru yang akan dibudidayakan	BRSDM-KP	2020
9	Anggota Tim Pakar BRPBATPP	BRPBATPP Bogor	2020
10	Anggota Tim Penilai Tingkat Kesiapterapan Teknologi BRPBATPP	BRPBATPP Bogor	2020
11	Anggota Majelis Asesor Peneliti	BRSDM-KP	2019–2022

F. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (kota, Negara)	Tahun
1	Technical Workshop Water Quality, RAS and Aquaponic	Pemateri	Wageningen University Netherland/Mandiangan Kalimantan Selatan	2017
2	World Aquaculture Conference	Pemateri	IRD France/ Montpellier France	2018
3	International Symposium	Pemateri	Guangzhou China	2016

G. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1	Bulletin Teknisi Litkayasa Akuakultur	Pusat Riset Perikanan Budidaya	Anggota dewan redaksi	2018
2	Jurnal Iktiologi Indonesia	Masyarakat Iktiologi Indonesia	Anggota dewan redaksi	2018
3	Journal of Tropical Ichthyology	Masyarakat Iktiologi Indonesia	Anggota dewan redaksi	2021

H. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1	Penulis Tunggal	8
2	Penulis Utama	60
2	Penulis bersama penulis lainnya	128
	Total	196

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1	Bahasa Inggris	54
2	Bahasa Indonesia	142
	Total	196

I. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1	Uni Purwaningsih	KKP	Membimbing mahasiswa S2	2013
2	Lili Solichah	KKP	Membimbing mahasiswa S2	2014
3	Tuti Sumiati	KKP	Membimbing mahasiswa S2	2015
4	Septyan Andriyanto	KKP	Membimbing mahasiswa S2	2015
5	Desy Sugiani	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2009
6	Ofri Johan	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2012
7	Ikhsan Khasani	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2013
8	Nunak Nafiqoh	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2014

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
9	Ellya Sinurat	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2015
10	Hessy Novita	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2015
11	Lila Gardenia	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2015
12	Yani Aryati	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2016
13	Tatik Mufidah	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2016
14	Uni Purwaningsih	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2018
15	Mira Mawardi	KKP	Membimbing mahasiswa S3	2022

Mahasiswa

No	Nama	PT/Univ	Peran/Tugas	Tahun
1	Imam Taufik	Unida	Membimbing mahasiswa S1	2010
2	Awaluddin	IPB	Membimbing mahasiswa S1	2012
3	Ami	Unpad	Membimbing mahasiswa S1	2013
4	Reza	Unpad	Membimbing mahasiswa S1	2013
5	M. Bunyamin	Unida	Membimbing mahasiswa S1	2013
6	Edwina Dhyani D.	Unida	Membimbing mahasiswa S1	2014
7	Maryanti	Unpad	Membimbing mahasiswa S1	2014
8	Happy Baswara	Unida	Membimbing mahasiswa S1	2015

No	Nama	PT/Univ	Peran/Tugas	Tahun
9	Samsi Haryono	Unida	Membimbing mahasiswa S1	2015
10	Nurussahra	Unpad	Membimbing mahasiswa S1	2015
11	Wira Tri Barkah	IPB	Membimbing mahasiswa S1	2015
12	Haezy Satriani Cahya W	IPB	Membimbing mahasiswa S1	2017
13	Leni M. Lutue	Unpad	Membimbing mahasiswa S1	2017
14	Lina	Unida	Membimbing mahasiswa S1	2017
15	R Gatot Perdana	UT	Membimbing mahasiswa S2	2009
16	Winarti	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2009
17	Tanbiyaskur	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2009
18	Joko	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2010
19	Berto Wibawa	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2011
20	Sefti Heza Dwinanti	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2011
21	Evi Alfiah	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2013
22	Nur Dalilah Ayu D.	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2013
23	Rona Choirus Zaudjat	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2013
24	Nurjannah	Undip	Membimbing mahasiswa S2	2013

No	Nama	PT/Univ	Peran/Tugas	Tahun
25	Kurniawan	Undip	Membimbing mahasiswa S2	2013
26	Syahida IEA	Undip	Membimbing mahasiswa S2	2013
27	M. Faizal Ulkhaq	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2014
28	Hilma Putri Fidyandini	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2014
29	Siti Fatimah	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2014
30	Lilik Setiyaningsih	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2015
31	Ibnu Bangkit B. Suryadi	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2015
32	Denny Indra Yudistira	UnSoed	Membimbing mahasiswa S2	2016
33	Ricko Reynalta	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2016
34	Alfabetian H. Condro H.	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2017
35	Nurmayuni Kartika	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2018
36	Maulina Agriandini	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2018
37	Rita Febrianti	IPB	Membimbing mahasiswa S2	2018
38	Irvan Firmansyah	AUP Jkt	Membimbing mahasiswa S2	2022
39	Esti Handayani Hardi	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2008
40	Hengky Manoppo	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2011
41	Amrullah	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2012

No	Nama	PT/Univ	Peran/Tugas	Tahun
42	Henny Syawal	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2012
43	Faturrahman	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2012
44	Ilmiah	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2012
45	Khairun Nisaa	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2012
46	Achmad Suhermanto	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2015
47	ST Hidayah Triana	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2016
48	Ricky Jauhari	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2016
49	Woro Hastuti Satyantini	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2017
50	Waode Munaeni	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2020
51	Thirumalaikumar	MS Univ	Membimbing mahasiswa S3	2021
52	Lelin C	MS Univ	Membimbing mahasiswa S3	2021
53	Yanti Nababan	IPB	Membimbing mahasiswa S3	2022
54	Fuandila NN	Montpell Univ	Membimbing mahasiswa S3	2022

J. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1	Pengurus	Himpunan Peneliti Indonesia (HIMPENINDO) Bogor	2020
2	Pengurus	Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII)	2018
3	Anggota	Asian Fisheries Society (AFS)	2018
4	Anggota	World Aquaculture Society (WAS)	2018
5	Anggota	Perhimpunan Dokter Hewan Indonesia (PDHI)	1986–2021
6	Pengurus	Indonesian Network on Fish Health Management (INFHEM)	2010–2021

K. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Tanda Kehormatan Satyalencana Karya Satya 10 Tahun	Presiden RI	1997
2	Tanda Kehormatan Satyalencana Karya Satya 20 Tahun	Presiden RI	2007
3	Tanda Kehormatan Satyalencana Karya Satya 30 Tahun	Presiden RI	2018
4	Adi Bakti Mina Bahari Pemenang III Penelitian terbaik	Menteri KP	2012
5	Sumber Inspirasi Indonesia: 18 Karya Unggulan Teknologi Anak Bangsa	MenRISTEK	2013

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
6	Adi Bakti Mina Bahari Juara I Bidang Litbang KP Kategori Perikanan	Menteri KP	2014
7	Adi Bakti Mina Bahari Juara I Hasil Penelitian Terbaik Bidang Kelautan dan Perikanan	Menteri KP	2015

L. Penemuan Baru

No.	Penemuan Baru yang Bermanfaat Bagi Negara	Surat Keputusan
1	Vaksin Streptovac	Keputusan Menteri KP No 34/ Kepmen-KP/2014
2	Vaksin Hydrovac	Keputusan Menteri KP No 35/ Kepmen-KP/2014

M. Keterlibatan sebagai Mitra Bebestari

No.	Jurnal	Tahun
Jurnal Nasional		
1	Jurnal Budidaya Indonesia	2014–2021
2	Jurnal Iktiologi Indonesia	2018–2021
3	Jurnal Veteriner	2015–2021
3	Acta Veterinaria	2015–2021
4	Buletin Teknisi Litkayasa Budidaya	2016–2021
5	Biodiversitas	2018
6	Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan	2021

No.	Jurnal	Tahun
Jurnal Internasional		
1	Advances Animal and Veterinary Science	2019–2021
2	Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research	2020
3	Journal of Aquaculture and Fish Health	2019–2021
4	Saudi Journal of Biological Sciences	2020
5	Aquaculture	2021
6	Indonesian Journal of Marine Science	2021
7	Hayati Journal of Biosciences	2021

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung BJ Habibie, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: 0811-8612-369
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

DOI: 10.55981/brin.659



ISBN 978-623-8052-01-1



Buku ini tidak diperjualbelikan.