



IPB University
— Bogor Indonesia —



Imunostimulasi dan Vaksinasi untuk Pengendalian Penyakit dalam Akuakultur Berkelanjutan

Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.

Guru Besar Tetap Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
IPB University

ORASI ILMIAH GURU BESAR IPB UNIVERSITY

Auditorium Andi Hakim Nasution
IPB University
25 April 2026

ORASI ILMIAH GURU BESAR IPB

**IMUNOSTIMULASI DAN VAKSINASI UNTUK
PENGENDALIAN PENYAKIT DALAM
AKUAKULTUR BERKELANJUTAN**

ORASI ILMIAH

**Guru Besar Tetap
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
IPB University**

Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.

**Auditorium Andi Hakim Nasution
IPB University
25 April 2026**

Ringkasan

Orasi ilmiah ini mengangkat pentingnya pengendalian penyakit dalam akuakultur sebagai fondasi menuju sistem produksi perikanan yang berkelanjutan. Pertumbuhan populasi global meningkatkan kebutuhan akan protein hewani, sehingga akuakultur menjadi sektor strategis dalam penyediaan pangan berbasis perairan. Perkembangan sektor ini berlangsung sangat pesat, namun diiringi oleh tantangan serius berupa meningkatnya kejadian penyakit akibat *bad aquaculture practices*.

Penyakit pada ikan dan udang tidak hanya berdampak secara biologis, tetapi juga menimbulkan konsekuensi ekonomi dan sosial yang luas. Wabah penyakit dapat menyebabkan kematian massal, penurunan kualitas hasil panen, serta kerugian finansial yang signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan akuakultur tidak semata ditentukan oleh peningkatan produksi, tetapi juga oleh kemampuan dalam mengelola kesehatan organisme secara sistematis dan berkelanjutan.

Penggunaan antibiotik selama ini menjadi salah satu pendekatan utama dalam pengendalian penyakit. Meskipun mampu memberikan hasil dalam jangka pendek, pendekatan ini menyimpan risiko besar, terutama munculnya resistensi antimikroba serta pencemaran lingkungan perairan. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan strategi alternatif yang lebih aman, efektif, dan ramah lingkungan. Immunostimulasi menjadi salah satu solusi melalui peningkatan respons imun non-spesifik organisme, sehingga mampu menghadapi serangan patogen secara lebih optimal. Vaksinasi juga berperan penting melalui pembentukan kekebalan spesifik yang bersifat lebih tahan lama, terutama pada ikan yang memiliki sistem imun adaptif.

Pendekatan imunostimulasi dan vaksinasi mencerminkan perubahan paradigma dalam akuakultur, yaitu pergeseran dari pendekatan kuratif menuju strategi preventif berbasis ilmu pengetahuan. Pemanfaatan bahan alami sebagai imunostimulan, serta pengembangan teknologi vaksin, tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Pendekatan ini sejalan dengan konsep akuakultur berkelanjutan yang menekankan harmoni antara produktivitas dan kelestarian lingkungan.

Pengendalian penyakit dalam akuakultur tidak sekadar persoalan teknis, melainkan bagian dari tanggung jawab ilmiah dan moral dalam menjamin ketersediaan pangan masa depan. Penerapan inovasi yang tepat diharapkan mampu memperkuat ketahanan sektor akuakultur, sehingga mampu berkembang sebagai sistem produksi yang produktif, aman, dan berkelanjutan bagi generasi mendatang.

Kata kunci: akuakultur, imunostimulan, penyakit ikan, vaksin DNA, vaksinasi.

Ucapan Selamat Datang

Bismillahirrahmaanirrahiim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yang saya hormati,

Rektor IPB University;

Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat IPB University;

Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar IPB University;

Ketua dan Anggota Senat Akademik IPB University;

Para Wakil Rektor, Dekan, Wakil Dekan, Ketua Departemen, serta seluruh jajaran pimpinan di lingkungan IPB University;

Para dosen, tenaga kependidikan, mahasiswa, teman sejawat, dan alumni;

Keluarga tercinta serta hadirin undangan yang saya muliakan;

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kita dapat hadir bersama dalam keadaan sehat walafiat pada acara Orasi Ilmiah Guru Besar IPB ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman. *Aamiin*.

Hadirin yang berbahagia,

Pada kesempatan ini, perkenankan saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kehadiran Bapak dan Ibu sekalian dalam acara orasi ilmiah ini. Kehadiran Bapak dan Ibu merupakan suatu kehormatan sekaligus bentuk dukungan yang sangat berarti bagi saya.

Melalui kesempatan ini, dengan memohon rida Allah SWT, saya akan menyampaikan orasi ilmiah yang berjudul:

“Imunostimulasi dan Vaksinasi untuk Pengendalian Penyakit dalam Akuakultur Berkelanjutan”

Orasi ilmiah ini merupakan rangkuman pemikiran serta hasil penelitian yang telah dilakukan oleh saya dan mahasiswa bimbingan S-1, S-2, S-3, serta kolega sesama dosen BDP IPB dan di luar IPB dalam bidang kesehatan ikan, khususnya terkait upaya pengendalian penyakit sebagai bagian dari pengembangan akuakultur yang berkelanjutan. Harapan saya, apa yang disampaikan dalam orasi ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, peningkatan produktivitas akuakultur, serta kesejahteraan para pembudidaya di Indonesia.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Foto Orator



Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.

Daftar Isi

Ringkasan.....	iii
Ucapan Selamat Datang.....	v
Foto Orator.....	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar	xii
Pendahuluan.....	1
Penyakit Strategis pada Komoditas Akuakultur dan Dampak Kerugiannya.....	2
2.1 Penyakit Ikan	3
<i>Motile Aeromonas Septicaemia</i> MAS pada Ikan Tawar.....	4
<i>Koi Herpes Virus Disease</i> (KHVD)	4
Penyakit Kuning (<i>Jaundice</i>)	5
Penyakit <i>Streptococcosis</i>	5
2.2 Penyakit Udang.....	6
Penyakit Bintik Putih atau <i>White Spot Disease</i> (WSD).....	6
<i>Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease</i> (AHPND).....	7

Penyakit <i>Infectious Myonecrosis</i> (IMN).....	8
Penyakit <i>Hepatopancreatic Microsporidiosis</i> (HPM).....	8
2.3 Penyakit Koinfeksi.....	9
Pengendalian Penyakit melalui Imunostimulasi dan Vaksinasi	11
3.1 Imunostimulasi	11
3.2 Vaksinasi	15
3.3 Pengendalian Penyakit dengan Vaksin DNA.....	17
3.4 Imunitas Maternal (<i>Maternal Immunity</i>)	22
3.5 Tantangan Vaksin DNA.....	24
3.6 Vaksinasi pada Udang: Suatu Paradigma Baru.....	26
Kebijakan Pengendalian Penyakit Ikan dan Udang di Indonesia.....	28
Penutup	30
Daftar Pustaka.....	31
Ucapan Terima Kasih.....	40
Foto Keluarga.....	45
Riwayat Hidup	46

Daftar Tabel

- Tabel 1. Kerugian akibat penyakit pada akuakultur3
- Tabel 2. Kelangsungan hidup relatif udang vaname yang diberi Imuno-FS pascauji tantang dengan bakteri *Vibrio parahaemolyticus* 13
- Tabel 3. Kelangsungan hidup relatif udang vaname yang diberi Imuno-FS pascauji tantang dengan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) 13
- Tabel 4. Kelangsungan hidup relatif udang vaname yang diberi serbuk daun kelor pascauji tantang dengan bakteri *Vibrio parahaemolyticus* 14
- Tabel 5. Kelangsungan hidup relatif benih ikan mas yang divaksinasi dengan vaksin DNA GP 25 dengan kepadatan berbeda pascauji tantang dengan virus KHV20
- Tabel 6. Kelangsungan hidup relatif benih ikan koi yang divaksin dengan vaksin DNA GP 11 dengan dosis berbeda pascauji tantang dengan virus KHV20
- Tabel 7. Kelangsungan hidup relatif benih ikan mas yang diuji tantang dengan virus KHV pada hari ke-30 dan dipelihara selama 30 hari pascauji tantang21
- Tabel 8. Kelangsungan hidup relatif benih ikan mas yang divaksin dengan vaksin DNA GP 25 pada 30, 45, dan 60 hari pra-pijah dan diuji tantang dengan virus KHV pada hari ke-14 dan dipelihara selama 21 hari pascauji tantang23
- Tabel 9. Kelangsungan hidup relatif udang vaname pasca uji tantang dengan *V. parahaemolyticus*27

Daftar Gambar

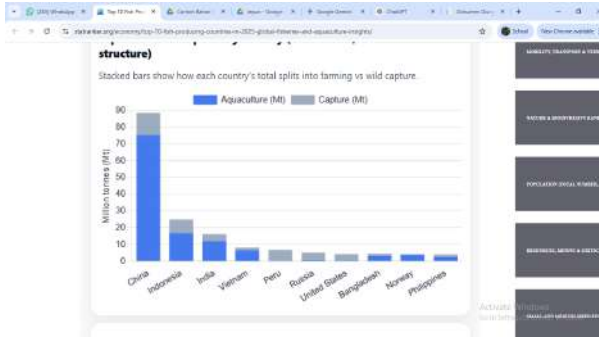
- Gambar 1. Peran dan potensi Indonesia dalam perikanan dunia (Statrangker 2026).....2
- Gambar 2. Penurunan penggunaan antibiotik pada budidaya salmon di Norwegia seiring dengan peningkatan penggunaan vaksin yang berkorelasi positif dengan peningkatan produksi (Norwegian Seafood Council 2020).....16

Pendahuluan

Memasuki abad ke-21, akuakultur semakin berperan penting dalam penyediaan pangan global. Peningkatan populasi dunia mendorong naiknya permintaan protein, sehingga sistem produksi perlu dioptimalkan tanpa mengabaikan prinsip keberlanjutan.

Menurut FAO GlobeFish (2026), produksi perikanan dunia mencapai 197 juta ton pada tahun 2025, dengan akuakultur sebagai kontributor utama yang terus tumbuh, sementara perikanan tangkap relatif stabil di kisaran 92,9 juta ton. Produksi akuakultur meningkat 1,7% dibandingkan tahun sebelumnya, menegaskan perannya sebagai penggerak pasokan global. FAO juga memproyeksikan bahwa pada tahun 2030, akuakultur akan menyumbang sekitar 50% produksi perikanan dunia, dengan total produksi hewan akuatik diperkirakan mencapai 205 juta ton pada 2032.

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi sumber daya perikanan yang sangat besar, didukung oleh garis pantai yang panjang serta wilayah perairan yang luas. Dengan total produksi mencapai 24,85 juta ton, didominasi oleh akuakultur sebesar 67,9% (Gambar 1; Statrangker 2026), Indonesia menempati posisi sebagai produsen perikanan terbesar kedua di dunia setelah China. Akuakultur merupakan penggerak utama peningkatan produksi perikanan nasional. Oleh karena itu, optimalisasi akuakultur yang berkelanjutan menjadi langkah strategis dalam memanfaatkan keunggulan Indonesia sebagai negara kepulauan.



Gambar 1. Peran dan potensi Indonesia dalam perikanan dunia (Statrangker 2026)

Peningkatan permintaan tersebut mendorong intensifikasi budidaya melalui kepadatan tebar yang lebih tinggi di tengah situasi perubahan iklim yang dapat meningkatkan stress pada ikan sehingga berisiko meningkatkan kejadian penyakit. Secara global, kerugian akibat penyakit akuakultur diperkirakan melebihi USD 6 miliar, sehingga pengelolaan kesehatan ikan menjadi sangat penting untuk menjaga produktivitas dan ketahanan pangan.

Penyakit Strategis pada Komoditas Akuakultur dan Dampak Kerugiannya

Budidaya organisme akuatik (akuakultur) menghadapi tantangan yang salah satunya berupa penyakit. Penyakit merupakan salah satu faktor utama penyebab kerugian dalam kegiatan budidaya organisme akuatik atau budidaya ikan dalam arti luas, termasuk budidaya ikan dan udang (Tabel 1). Penyakit ikan dapat menyebabkan kerugian kumulatif hingga ratusan miliar rupiah per tahun di Indonesia, dengan tingkat kematian massal mencapai 50–90% pada beberapa wabah. Pada periode 2007–2009, kerugian total akibat penyakit ikan

mencapai Rp1 triliun (rata-rata sekitar Rp300–333 miliar per tahun). Walaupun belum ada data kerugian total terbaru akibat penyakit, akan tetapi penyebaran penyakit pada ikan budidaya menimbulkan kerugian ekonomi yang besar dan mengancam keberlanjutan produksi.

Penyakit dapat menurunkan tingkat kelangsungan hidup (*survival*), memperlambat pertumbuhan, serta menurunkan kualitas hasil budidaya. Penyakit pada ikan dan udang umumnya disebabkan oleh patogen, antara lain bakteri, virus, jamur, dan parasit. Patogen tersebut tidak hanya menurunkan kesehatan organisme budidaya tetapi juga menyebabkan kerugian ekonomi yang sangat besar baik di tingkat petani kecil maupun industri besar.

Tabel 1. Kerugian akibat penyakit pada akuakultur

No.	Golongan	Contoh Penyakit	Kerugian (USD)
1.	Virus	<i>White spot disease (WSD)</i> , <i>koi herpesvirus (KHV)</i>	± 1–3 miliar/tahun
2.	Bakteri	<i>Motile aeromonas septicemia (MAS)</i> , <i>streptococcosis</i>	± 0,5–1,5 miliar/tahun
3.	Fungi	Saprolegniasis	± 10–100 juta/tahun
4.	Parasit	<i>White spot (Ich)</i> , <i>sea lice</i>	± 0,5–2 miliar/tahun

Data kerugian secara global menurut Maezono *et al.* (2025)

2.1 Penyakit Ikan

Motile aeromonas septicemia (MAS), *koi herpesvirus disease (KHV)*, penyakit kuning (*jaundice*), dan *streptococcosis* merupakan penyakit yang paling umum menyerang ikan budidaya dengan tingkat kejadian yang tinggi serta dampak mortalitas dan kerugian ekonomi yang signifikan. Penyakit-penyakit ini banyak dilaporkan pada komoditas utama seperti ikan mas, nila, dan lele, serta mencerminkan dominasi patogen bakterial dan viral dalam sistem budidaya.

***Motile Aeromonas Septicaemia* MAS pada Ikan Tawar**

Motile aeromonas septicaemia (MAS) merupakan penyakit infeksi bakterial akut yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila*. Penyakit ini muncul pertama kali di Indonesia pada tahun 1980 dan menyebabkan wabah kematian ikan 80–90%. Infeksi dapat bersifat akut (kematian massal dalam waktu singkat) atau kronis (Semwal *et al.* 2023). Di Indonesia, kejadian penyakit MAS pernah menimbulkan kerugian signifikan, dengan tingkat kematian yang mencapai ratusan hingga puluhan ribu ekor ikan, terutama pada budidaya gurami, lele, serta komoditas ikan air tawar lainnya.

***Koi Herpes Virus Disease* (KHVD)**

Koi herpes virus disease (KHVD) atau yang sebelumnya dikenal dengan penyakit *carp interstitial nephritis and gill necrosis* (CNG) adalah penyakit akibat infeksi koi herpesvirus (KHV). Penyakit ini merupakan salah satu penyakit viral paling mematikan pada ikan famili Cyprinidae, terutama ikan koi (*Cyprinus carpio* koi) dan ikan mas atau *common carp* (*Cyprinus carpio*).

Saat ini, KHV telah dilaporkan atau terdeteksi setidaknya di 33 negara di berbagai benua. Indonesia merupakan salah satu negara pertama di Asia Tenggara yang terdampak berat oleh KHV. Pada 2002–2003, ribuan pembudidaya koi (terutama di Jawa Timur) terdampak, dengan kerugian ekonomi mencapai miliaran rupiah (estimasi awal USD 0,5 juta dalam 3 bulan pertama, naik hingga USD 15 juta pada akhir 2003).

Prevalensi penyakit tetap tinggi hingga kini. Berdasarkan survei tahun 2023 pada 236 ikan dari 43 pembudidaya ikan di berbagai provinsi menunjukkan hampir 70% positif virus KHV (baik simptomatik maupun asimtomatik), termasuk variasi genom ORF150 yang berpotensi memengaruhi virulensi

(Fuandila *et al.* 2023). Kasus terbaru dilaporkan pada 2023 bahwa wabah KHVD pada ikan mas di keramba jaring apung di Kampar (Riau) menyebabkan kematian sekitar 350 ton ikan dari Januari–April 2023.

Penyakit Kuning (*Jaundice*)

Ikan lele (*Clarias* sp.) merupakan salah satu komoditas unggulan dari ikan air tawar yang telah dibudidayakan di Indonesia baik dalam skala besar maupun skala rumah tangga dikarenakan permintaannya yang semakin meningkat. Dari pedagang pecel lele di Jabodetabek saja yang jumlahnya lebih dari 15 ribu warung tenda, dengan pasokan 150 ton per hari (Robby *et al.* 2015) dengan harga per kg Rp30.000,00 menghasilkan perputaran uang sebesar 4,5 miliar rupiah per malam.

Selain penyakit MAS, penyakit lain yang sering muncul pada budidaya ikan lele dan menimbulkan kerugian signifikan bagi pembudidaya adalah penyakit kuning (*jaundice*). Berdasarkan pemeriksaan histopatologis, penyakit ini ditandai oleh kerusakan jaringan pada berbagai organ, seperti hati, usus, ginjal, limpa, serta kantung empedu (Asrido *et al.* 2024). Penyakit kuning pada ikan lele dapat menyebabkan tingkat kematian yang tinggi dalam suatu populasi dan menimbulkan kerugian ekonomi bagi para pembudidaya.

Penyakit *Streptococcus*

Penyakit *streptococcosis* pada ikan umumnya disebabkan oleh dua spesies bakteri utama, yaitu *Streptococcus iniae* dan *Streptococcus agalactiae*. Bakteri *S. agalactiae*, yang juga dikenal sebagai *Group B Streptococcus* (Hidayatullah *et al.* 2022; Sukenda *et al.* 2021), dilaporkan lebih dominan menginfeksi ikan nila di Indonesia. Penyakit ini mengakibatkan

kematian ikan bisa mencapai lebih dari 75% populasi, sehingga menimbulkan kerugian besar dalam budidaya ikan nila di Indonesia. Penyakit ini terjadi di segmen pembenihan, pendederan, dan pembesaran.

Streptococcosis merupakan salah satu penyakit yang menimbulkan kerugian ekonomi besar dalam industri perikanan budidaya. Secara global, penyakit ini dilaporkan menyebabkan kerugian hingga ratusan juta dolar Amerika Serikat per tahun, yang diperkirakan mencapai 150 juta USD pada tahun 2000 dan meningkat menjadi sekitar 250 juta USD pada tahun 2008, terutama akibat tingginya tingkat mortalitas yang dapat mencapai 50–100% (Amal dan Zamri 2011). Di Indonesia, penyakit ini menjadi salah satu kendala utama dalam budidaya ikan nila, yang sering kali memicu kematian massal dan kerugian finansial yang signifikan.

2.2 Penyakit Udang

White spot disease (WSD), *acute hepatopancreatic necrosis disease* (AHPND), *infectious myonecrosis* (IMN), dan *hepatopancreatic microsporidiosis* (HPM) merupakan penyakit utama pada budidaya udang dengan tingkat kejadian yang tinggi secara global maupun nasional. Penyakit-penyakit ini sering menyerang komoditas udang vaname dan udang windu, dengan karakteristik infeksi yang cepat, tingkat mortalitas tinggi, atau penurunan pertumbuhan yang berdampak langsung pada produktivitas budidaya udang.

Penyakit Bintik Putih atau *White Spot Disease* (WSD)

White spot disease (WSD) atau penyakit bintik putih adalah penyakit viral yang paling mematikan yang disebabkan oleh *White Spot syndrome virus* (WSSV) dan merugikan di industri akuakultur udang global, termasuk Indonesia. WSSV bersifat

sangat virulen, menyerang berbagai spesies udang penaeid seperti vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan windu (*Penaeus monodon*), serta beberapa krustasea lain. Infeksi bersifat sistemik dan akut, menyebabkan kematian massal hingga 100% dalam waktu 3–10 hari setelah gejala muncul.

WSSV menyebabkan kerugian ekonomi sangat besar di industri udang budidaya. Secara global, sejak kemunculannya pada 1990-an, penyakit ini diperkirakan menimbulkan kerugian mencapai USD 8–15 miliar, dengan beberapa estimasi hingga USD 20 miliar di Asia saja. Indonesia, sebagai salah satu produsen udang terbesar, tidak bisa mengelak dari ancaman WSSV. Di tingkat nasional, wabah WSSV sering menyebabkan penurunan produksi hingga puluhan ribu ton per tahun yang memengaruhi ketahanan pangan dan ekonomi petambak kecil. Sebagai contoh di daerah Kendal Jawa Tengah yang mengalami kerugian ~Rp21 miliar atau ~USD 1,4 juta (Kusna *et al.* 2023). Kerugian secara nasional tentu lebih besar lagi walaupun tidak ada catatan resmi yang melaporkannya.

Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND)

Acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) merupakan penyakit pada udang yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. Infeksi *V. parahaemolyticus* dapat menyebabkan tingkat kematian yang sangat tinggi, bahkan mencapai 100% pada fase awal pemeliharaan, khususnya dalam 20–30 hari setelah penebaran pascalarva (Hossain *et al.* 2023). Oleh karena itu, penyakit ini juga dikenal sebagai *early mortality syndrome* (EMS), karena menyebabkan kematian massal pada tahap awal siklus budidaya di tambak.

Bakteri *V. parahaemolyticus* strain AHPND yang dapat mengekspresikan toksin PirAvp dan PirBvp telah dilaporkan menjadi penyebab utama udang terserang AHPND (Khusnah

et al. 2023). Bakteri ini biasanya ada di air pesisir dan estuari, dan menular secara oral melalui air atau pakan yang terkontaminasi (Kumar *et al.* 2021).

Penyakit ini menyebabkan penurunan produksi hingga 60% di daerah endemik (Alune 2020). Sebelumnya penyakit AHPND dilaporkan tidak ditemukan di Indonesia, perkembangan terkini menunjukkan bahwa Indonesia juga tidak bisa menghindari penyebaran penyakit ini. AHPND telah menyebabkan kerugian ekonomi global mencapai USD 43 miliar sejak kemunculannya, dengan kerugian tahunan lebih dari USD 7 miliar (Kumar *et al.* 2022).

Penyakit *Infectious Myonecrosis (IMN)*

Penyakit *infectious myonecrosis* (IMN) pada udang disebabkan oleh *infectious myonecrosis virus* (IMNV), yang merupakan salah satu ancaman utama dalam budidaya udang, terutama pada udang vaname. Penyakit ini menyebabkan kerugian ekonomi signifikan di industri akuakultur global, dengan tingkat mortalitas mencapai 40–80% pada populasi yang terinfeksi (Saravanan *et al.* 2025).

IMNV telah menyebabkan kerugian ekonomi global yang sangat besar, diperkirakan melebihi USD 1 miliar pada periode 2002–2011. Di tingkat lokal, kerugian juga dilaporkan signifikan, seperti di Kabupaten Kendal yang didominasi oleh pembudidaya skala kecil, dengan kehilangan produksi mencapai 257 ton (Kusna *et al.* 2023).

Penyakit *Hepatopancreatic Microsporidiosis (HPM)*

Penyakit *hepatopancreatic microsporidiosis* (HPM) adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit *Ecytonucleospora hepatopenaei* atau sebelumnya dikenal dengan nama *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP). Penyakit HPM

dikenal juga dengan nama mikrosporidiosis hepatopankreas. Parasit EHP adalah parasit mikrosporidia intraseluler yang menyerang udang budidaya, terutama udang vaname dan udang windu. Penyakit ini pertama kali diidentifikasi sekitar 2004–2009 di Thailand dan telah menjadi ancaman signifikan karena menyebabkan retardasi pertumbuhan tanpa mortalitas tinggi, sehingga sering disebut sebagai *silent pathogen* yang merugikan secara ekonomi.

EHP pertama kali dilaporkan di Thailand dan Vietnam (sekitar 2009–2010, terkait *slow growth syndrome* pada *P. monodon*). Penyakit ini menyebar luas melalui perdagangan benih dan air. EHP telah menjadi endemik di banyak negara produsen udang utama, terutama di Asia yaitu Thailand, Vietnam, Indonesia, Malaysia, China (prevalensi tinggi di Shandong/Jiangsu), India, Korea, dan Bangladesh. Selain itu EHP juga dilaporkan terjadi di Venezuela.

EHP tidak membunuh massal, tetapi menyebabkan kerugian melalui pertumbuhan lambat (*feed conversion ratio* naik, panen lebih kecil/lama), sehingga biomassa rendah dan pendapatan menurun. Kerugian global mencapai USD 567,62 juta per tahun di India (Patil *et al.* 2021). EHP dilaporkan sebagai salah satu faktor utama kegagalan panen pada fase awal pemeliharaan (di bawah 30 hari), bersama dengan AHPND dan WSSV, yang secara kolektif dapat menurunkan produktivitas tambak hingga 30–50% pada area terdampak.

2.3 Penyakit Koinfeksi

Penyakit koinfeksi (*co-infection*) pada ikan merupakan kondisi di mana dua atau lebih patogen berbeda menyerang ikan secara bersamaan. Hal ini sering terjadi pada budidaya ikan intensif, terutama ketika ikan mengalami stres akibat kepadatan tinggi, kualitas air buruk (suhu rendah, pH

ekstrem, dan oksigen rendah), atau malnutrisi. Koinfeksi biasanya memperburuk gejala, meningkatkan mortalitas, dan menyulitkan pengendalian karena interaksi sinergis (saling memperkuat) atau kadang antagonis (saling melemahkan) antarpatogen.

Sebagai contoh koinfeksi antara *A. hydrophila* dan *S. agalactiae* (atau *S. iniae*) yang sering ditemukan bersama pada ikan nila merah dan tilapia. Koinfeksi yang lain adalah antara *V. harveyi* dan *Pseudomonas stutzeri* pada ikan kakap (*Lates calcarifer*). Penyakit ini sering terjadi pada benih ikan kakap putih yang ditandai dengan gejala klinis berupa perubahan warna tubuh menjadi hitam atau lebih dikenal dengan sebutan *black body syndrome*/BBS (Izwar *et al.* 2020).

Ikan nila sering kali mengalami koinfeksi antara bakteri *A. hydrophila* dengan *infectious spleen and kidney necrosis virus* (ISKNV). Koinfeksi antara *A. hydrophila* dan ISKNV dapat mempercepat waktu kematian ikan (Nurul *et al.* 2025). Koinfeksi antara bakteri dengan cendawan direpresentasikan oleh kejadian penyakit *epizootic ulcerative syndrome* (EUS) dan MAS pada ikan lele. Penyakit EUS disebabkan oleh cendawan *Aphanomyces invadans*, yang sering kali disertai infeksi sekunder oleh bakteri seperti *A. hydrophila*.

Koinfeksi yang sering terjadi antara bakteri dan parasit adalah bakteri *A. hydrophila* dan parasit *Ichthyophthirius multifiliis* (sering disebut sebagai 'Ich' atau *white spot disease*). Koinfeksi ini bersifat sinergis, di mana kehadiran satu patogen memperkuat dampak yang lain dan menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan dalam industri perikanan (Kumar *et al.* 2022). Penyakit koinfeksi juga terjadi di udang. Udang yang baru ditebar di tambak sering kali terinfeksi bakteri *Vibrio* sp. dan parasit EHP.

Pengendalian Penyakit melalui Imunostimulasi dan Vaksinasi

Pengendalian penyakit pada kegiatan budidaya termasuk ikan dan udang dapat dilakukan melalui **imunostimulasi** dan **vaksinasi**. Langkah ini dapat dijadikan strategi pengelolaan kesehatan ikan yang ramah lingkungan, sebagai alternatif pengganti antibiotik yang berisiko menimbulkan resistensi. Namun, efektivitas pendekatan ini tergantung pada perbedaan mendasar dalam sistem imun antara ikan (vertebrata) dan udang (invertebrata).

3.1 Imunostimulasi

Imunostimulan merupakan substansi, baik yang berasal dari bahan alami maupun dari bahan sintesis, yang berfungsi meningkatkan aktivitas sistem imun tanpa bersifat spesifik terhadap antigen tertentu sebagaimana pada vaksin. Imunostimulan bekerja melalui modulasi respons imun, antara lain dengan meningkatkan fungsi sel fagositik serta menstimulasi aktivitas sel pembunuh alami (*Natural Killer/ NK* atau *Non-Cytotoxic Cell/NCC*), sistem komplemen, lisozim, dan respons antibodi pada ikan. Aktivasi sistem imun oleh imunostimulan tersebut berkaitan dengan peningkatan perlindungan terhadap berbagai penyakit, baik yang bersifat menular dan tidak menular.

Imunostimulan dapat berasal dari berbagai sumber seperti mikroorganisme, produk hewani, senyawa molekuler, dan produk nabati (fitogenetik). Imunostimulan berbasis tanaman atau fitogenik berkembang pesat karena dinilai relatif aman dan ramah lingkungan. Tanaman mengandung beragam metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, dan polisakarida kompleks yang memiliki aktivitas

imunomodulator dan antioksidasi. Senyawa-senyawa tersebut mampu meningkatkan aktivitas sel imun sekaligus menekan stres oksidatif yang berpotensi menyebabkan immunosupresi. Efektivitas imunostimulan berbasis tanaman sangat dipengaruhi oleh dosis, metode ekstraksi, dan durasi pemberian dalam sistem budidaya (Zhang *et al.* 2024).

Imunostimulasi merupakan pendekatan melalui pemberian zat alami maupun sintetis untuk meningkatkan respons imun non-spesifik, baik pada ikan maupun udang. Pendekatan ini menjadi semakin penting, terutama pada udang yang memiliki keterbatasan sistem imun dibandingkan dengan ikan. Berbagai bahan alami telah dilaporkan memiliki potensi sebagai imunostimulan, di antaranya daun kelor yang terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Nuryati *et al.* 2026), serta limbah batang pisang yang menunjukkan efek serupa (Nuryati *et al.* 2025a).

Hasil penelitian kami menunjukkan pada ikan, imunostimulan yang bersumber dari limbah batang pisang dapat digunakan untuk mencegah infeksi penyakit yang disebabkan oleh cendawan *Saprolegnia* sp. (Nuryati *et al.* 2015a), bakteri *A. hydrophila* (Nuryati *et al.* 2024), bakteri *V. parahaemolyticus* (Nuryati *et al.* 2025a), dan WSSV (Ramadhan *et al.* 2017).

Imunostimulan dari limbah batang pisang mengandung flavonoid, tannin, dan saponin (Nuryati *et al.* 2025a) terbukti mampu mencegah infeksi WSSV (Ramadhan *et al.* 2017). Ekstrak seduh batang pisang dapat digunakan untuk pengobatan ikan maskoki yang terinfeksi parasit *Argulus* (Nuryati *et al.* 2025b).

Imunostimulan FS merupakan formula imunostimulan hasil inovasi Divisi Kesehatan Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University. Formulasi ini terbukti berpotensi dalam mencegah berbagai

penyakit infeksi, di antaranya *Vibrio parahaemolyticus* sebagai penyebab AHPND (Tabel 2). Selain itu, imunostimulan FS juga dapat mencegah dari infeksi WSSV (Tabel 3).

Tabel 2. Kelangsungan hidup relatif udang vaname yang diberi Imuno-FS pascauji tantang dengan bakteri *Vibrio parahaemolyticus*

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
K-	100 ± 0,00 ^c	-
K+	56,67 ± 5,77 ^a	-
M0,1	73,33 ± 5,77 ^b	58,83 ± 10,19 ^a
M0,3	76,67 ± 5,77 ^{bc}	64,71 ± 17,77 ^{ab}
M0,5	86,67 ± 5,77 ^c	88,23 ± 10,19 ^c

K-: kontrol negatif; K+: kontrol positif; M0,1: udang dengan pemberian Imuno-FS 0,1 g/kg pakan; M0,3: udang dengan pemberian Imuno-FS 0,3 g/kg pakan; M0,5: udang dengan pemberian Imuno-FS 0,5 g/kg pakan. Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Tabel 3. Kelangsungan hidup relatif udang vaname yang diberi Imuno-FS pascauji tantang dengan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV)

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
K-	100 ± 0,00 ^a	-
K+	53,33 ± 0,58 ^d	-
M0,1	66,67 ± 0,58 ^c	28,33 ± 10,41 ^b
M0,3	76,67 ± 0,58 ^b	27,78 ± 25,46 ^b
M0,5	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a

K-: kontrol negatif; K+: kontrol positif; M0,1: udang dengan pemberian Imuno-FS 0,1 g/kg pakan; M0,3: udang dengan pemberian Imuno-FS 0,3 g/kg pakan; M0,5: udang dengan pemberian Imuno-FS 0,5 g/kg pakan. Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Imunostimulan yang bersumber dari daun kelor juga mengandung flavonoid, tanin dan saponin. Imunostimulan ini dapat menghasilkan kelangsungan hidup tertinggi sebesar $76,00 \pm 12,00$ (Nuryati *et al.* 2026). Dengan metode ekstraksi menggunakan etanol dapat menghasilkan kelangsungan hidup relatif yang berbeda (Tabel 4).

Tabel 4. Kelangsungan hidup relatif udang vaname yang diberi serbuk daun kelor pascauji tantang dengan bakteri *Vibrio parahaemolyticus*

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
K-	$93,33 \pm 6,51^b$	-
K+	$44,33 \pm 10,26^a$	-
M0,5	$86,67 \pm 6,51^b$	$76,00 \pm 12,00^a$
M0,75	$80,33 \pm 7,00^b$	$64,00 \pm 12,00^a$
M1	$60,00 \pm 6,11^b$	$60,00 \pm 18,00^a$

K-: kontrol negatif; K+: kontrol positif; M0,5: udang dengan pemberian serbuk daun kelor 0,5 g/kg pakan; M0,75: udang dengan pemberian serbuk daun kelor 0,75 g/kg pakan; M1: udang dengan pemberian serbuk daun kelor 1 g/kg pakan. Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Imunostimulasi sering dikombinasikan dengan vaksinasi untuk memperkuat respons adaptif, misalnya meningkatkan produksi antibodi terhadap patogen seperti *Aeromonas hydrophila*. Keuntungan imunostimulasi diantaranya biaya yang diperlukan relatif rendah, ramah lingkungan, dan dapat diberikan melalui pakan atau air. Namun efek dari imunostimulan ini bersifat sementara karena mengaktifkan kekebalan non spesifik sehingga pemberian perlu dilakukan secara berulang. Zat seperti beta-glukan, probiotik, dan ekstrak herbal (misalnya dari daun kelor, limbah batang pisang, serta bahan alami lainnya) dapat meningkatkan aktivitas fagositosis, produksi enzim lisozim, dan hemosit pada udang, sehingga

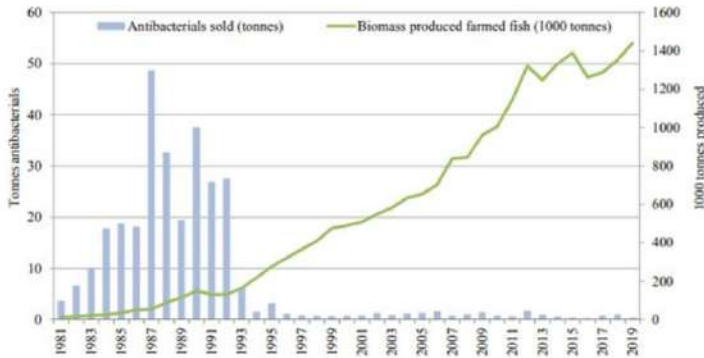
meningkatkan ketahanan terhadap penyakit seperti *white spot disease* yang disebabkan oleh WSSV atau Vibriosis yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio*.

3.2 Vaksinasi

Vaksinasi merupakan pendekatan efektif dalam budidaya ikan karena sistem imun adaptif mampu menghasilkan antibodi jangka panjang. Di Norwegia, penggunaan vaksin—terutama *oil-based multivalent* sejak awal 1990-an—menjadi kunci keberhasilan industri salmon melalui pengendalian penyakit, penurunan mortalitas, serta peningkatan pertumbuhan dan efisiensi produksi. Selain itu, vaksinasi memungkinkan pengurangan penggunaan antibiotik secara signifikan sehingga mendukung keberlanjutan (*sustainability*) akuakultur.

Produksi salmon Norwegia meningkat dari sekitar 600 ribu ton (2005) menjadi 1,6–1,65 juta ton (2022), seiring penurunan penggunaan antibiotik (Gambar 2). Keberhasilan ini didukung vaksin yang efektif terhadap penyakit strategis serta perbaikan *breeding* dan pakan (Iversen *et al.* 2025). Produsen seperti Mowi ASA juga melaporkan peningkatan produksi ikan premium seiring tingginya vaksinasi (Furuset 2025). Mortalitas fase laut turut menurun dari 15,5% (2021) menjadi sekitar 3,91%, terkait peningkatan cakupan vaksin termasuk untuk penyakit PD (Mechlaoui *et al.* 2025).

Sejak akhir 1980-an, vaksin memungkinkan industri berkembang tanpa wabah besar. Meskipun faktor lain turut berperan, vaksinasi tetap menjadi kontributor utama dalam peningkatan produktivitas dan keberlanjutan industri salmon Norwegia.



Gambar 2. Penurunan penggunaan antibiotik pada budidaya salmon di Norwegia seiring dengan peningkatan penggunaan vaksin yang berkorelasi positif dengan peningkatan produksi (Norwegian Seafood Council 2020)

Vaksinasi terbukti mampu menurunkan penggunaan antibiotik secara signifikan (hingga $\geq 60\%$), sehingga mendukung produksi akuakultur yang lebih ramah lingkungan, mengurangi risiko resistensi antimikroba (AMR), dan meningkatkan keberlanjutan. Selain itu, vaksinasi berkontribusi pada peningkatan efisiensi produksi melalui pertumbuhan ikan yang lebih baik dan konversi pakan yang lebih optimal. Data Norwegian Seafood Council (2020) menunjukkan bahwa pada 2019 hanya terdapat 16 resep antibiotik dalam budidaya salmon di Norwegia, dengan sekitar 99% produksi dilakukan tanpa antibiotik.

Berdasarkan perkembangannya, vaksin ikan dibagi menjadi tiga generasi, yaitu vaksin generasi I yaitu konvensional (*attenuated* dan *inactivated*), vaksin generasi II yaitu vaksin subunit/protein rekombinan, dan vaksin generasi III yaitu DNA. Vaksin *inactivated* aman karena tidak menyebabkan infeksi, namun respons imun dan durasinya relatif terbatas serta

biaya produksi tinggi. Sebaliknya, vaksin *attenuated* mampu memicu kekebalan humoral dan seluler dengan proteksi lebih lama, tetapi berisiko menimbulkan infeksi. Vaksin protein rekombinan lebih ekonomis dan mudah diproduksi massal, namun kurang optimal dalam mengaktivasi imun seluler. Sementara itu, vaksin DNA bersifat stabil, aman, dan mampu menginduksi respons imun yang lengkap, meskipun terbatas pada protein yang imunogenik.

Di Indonesia, penelitian vaksin *inactivated* telah dilakukan untuk berbagai patogen, seperti *Aeromonas hydrophila* (Lusiastuti 2022), kombinasi *Mycobacterium fortuitum* dan *A. hydrophila* (Purwaningsih *et al.* 2014), vaksin bivalen *A. hydrophila*–*S. agalactiae* (Sukenda *et al.* 2017), serta vaksin bivalen anti-*black body syndrome* (Nugrahawaty *et al.* 2017).

3.3 Pengendalian Penyakit dengan Vaksin DNA

Vaksin DNA merupakan bagian dari vaksin generasi ketiga, setelah vaksin generasi pertama (konvensional: *inactivated* dan *attenuated*) serta generasi kedua (subunit/protein rekombinan). Pada komoditas udang, pendekatan vaksin konvensional seperti vaksin inaktif terhadap *Vibrio* spp. telah menunjukkan kemampuan meningkatkan ketahanan udang, meskipun durasi proteksinya relatif terbatas karena sistem imun udang yang berbasis imun bawaan (Amatul-Samahah *et al.* 2020). Selain itu, perkembangan terbaru menunjukkan bahwa vaksin udang berbasis DNA yang menargetkan antigen bakteri memiliki potensi dalam meningkatkan respons imun dan tingkat kelangsungan hidup udang (Madsari *et al.* 2022). Vaksin DNA menggunakan plasmid DNA rekombinan yang membawa gen penyandi antigen imunogenik, sehingga setelah masuk ke tubuh ikan, sel inang akan mengekspresikan antigen

tersebut dan memicu respons imun. Di Indonesia, vaksin DNA pertama dikembangkan untuk mencegah infeksi koi herpesvirus (KHV) (Nuryati *et al.* 2010).

Vaksinasi ikan telah digunakan lebih dari 50 tahun dan terbukti efektif dalam mencegah penyakit bakteri dan virus, terutama pada sistem budidaya intensif yang rentan terhadap wabah. Sebagian besar vaksin yang digunakan masih berupa vaksin generasi pertama (*inactivated*), sementara vaksin hidup (*attenuated*) lebih efektif dalam memicu respons imun karena meniru infeksi alami (Ma *et al.* 2019).

Dibandingkan vaksin hidup, vaksin DNA lebih aman karena hanya mengekspresikan protein antigen tanpa melibatkan organisme utuh, serta mampu menginduksi respons imun bawaan dan adaptif dengan durasi lebih lama. Perkembangan teknologi vaksin modern, termasuk DNA, RNA, dan rekombinan, menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efektivitas vaksin akuakultur, sehingga berperan penting dalam mendukung kesehatan ikan dan keberlanjutan produksi di masa depan.

Adapun keunggulan vaksin DNA pada ikan di antaranya adalah:

- **Keamanan tinggi:** Tidak mengandung patogen hidup, sehingga tidak ada risiko menginfeksi inang yang divaksin
- **Produksi cepat dan fleksibel:** Tidak memerlukan banyak patogen, akan tetapi hanya perlu urutan gen imunogenik antigen (bisa dari sekuen genom patogen), sehingga cepat dikembangkan untuk patogen baru atau variannya.
- **Respons imun kuat:** Sangat efektif merangsang kekebalan seluler dan humoral, terutama terhadap virus intraseluler (seperti rhabdovirus pada ikan salmon atau KHV pada ikan mas).

- **Perlindungan jangka panjang:** Bisa bertahan berbulan-bulan hingga bertahun-tahun.
- **Biaya relatif rendah:** Untuk produksi skala besar setelah pengembangan awal.
- **Stabilitas:** Plasmid DNA tahan lama dan mudah disimpan (tidak perlu lemari pendingin).

Vaksin DNA anti koi herpesvirus (KHV) di Indonesia telah terbukti mampu meningkatkan kelangsungan hidup ikan. Vaksin DNA ini dikonstruksi dengan menggunakan gen glikoprotein asal virus KHV dengan promoter eukariota dari ikan medaka. Penelitian tahap awal uji vaksin DNA GP 25 dengan menginjeksikan vaksin dalam bentuk plasmid terkonstruksi ke ikan mas dengan dosis 12,5 µg per 100 g bobot ikan mampu menghasilkan kelangsungan hidup relatif tertinggi sebesar 96,7% setelah diuji tantang dengan KHV (Nuryati *et al.* 2010). Vaksin DNA yang diberikan melalui pakan dengan frekuensi 3 kali dalam seminggu mampu memberikan kelangsungan hidup relatif sebesar $84,60 \pm 13,32\%$ (Nuryati *et al.* 2015b).

Vaksin DNA GP-25 dalam bentuk bakteri terkonstruksi *E. coli* DH5α yang mengandung plasmid GP-25 bisa diaplikasikan pada benih ikan mas yang berumur 20 hari (Tabel 5). Hasilnya menunjukkan bahwa vaksin dengan kepadatan 800 ekor/L benih menghasilkan kelangsungan hidup relatif terbaik yaitu $68,93 \pm 8,74 \%$ (Aonullah *et al.* 2017). Suatu vaksin dianggap efektif apabila nilai RPS (*relative percent survival*) atau KHR (kelangsungan hidup relatif) $\geq 50\%$ yang menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan yang divaksinasi lebih baik dibanding dengan yang tidak divaksinasi (Pasaribu *et al.* 2018).

Tabel 5. Kelangsungan hidup relatif benih ikan mas yang divaksinasi dengan vaksin DNA GP 25 dengan kepadatan berbeda pascauji tantang dengan virus KHV

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
K-8	100 ± 0 ^a	
K+8	13,33 ± 6,67 ^{cd}	
V8	68,89 ± 3,85 ^b	68,93 ± 8,74 ^a
K-12	100 ± 0 ^a	
K+12	8,89 ± 3,85 ^d	
V12	17,8 ± 3,85 ^c	9,89 ± 4,76 ^b

K-: kontrol negatif; K+: kontrol positif; V: ikan yang divaksin. Angka di belakang kode perlakuan adalah kepadatan ikan 8 (800 ekor/L) dan 12 (1.200 ekor/L). Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Vaksin DNA GP 11 yang berbeda konstruksi dengan vaksin GP 25 diujikan pada ikan koi dengan metode injeksi intramuskular (Tabel 6). Hasilnya menunjukkan bahwa vaksinasi dengan dosis 7,5 µg/ 100 g bobot ikan menghasilkan kelangsungan hidup relatif tertinggi (Chairunnisa *et al.* 2016).

Tabel 6. Kelangsungan hidup relatif benih ikan koi yang divaksin dengan vaksin DNA GP 11 dengan dosis berbeda pascauji tantang dengan virus KHV

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
K-	100 ± 0 ^d	-
K+	33,33 ± 5,77 ^a	-
V2,5	50,00 ± 10,00 ^b	24,60 ± 15,85 ^a
V7,5	93,33 ± 11,55 ^{cd}	90,48 ± 16,50 ^b
V12,5	83,33 ± 5,77 ^c	75,40 ± 6,87 ^b

K-: kontrol negatif; K+: kontrol positif; V2,5: ikan yang diberikan vaksin dosis 2,5 µg/100 µl; V7,5: ikan yang diberikan vaksin dosis 7,5 µg/100 µl; V12,5: ikan yang diberikan vaksin dosis 12,5 µg/100 µl. Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Vaksin GP 11 dapat diaplikasikan di ikan mas melalui pakan (oral) dengan frekuensi pemberian 1 kali, 2 kali, dan 3 kali dalam waktu satu minggu. Frekuensi pemberian 2 kali dan 3 kali dalam seminggu menghasilkan kelangsungan hidup relatif terbaik yaitu sebesar $78,9 \pm 18,2$ dan $85,6 \pm 12,6$ (Tabel 7; Rouf *et al.* 2020).

Tabel 7. Kelangsungan hidup relatif benih ikan mas yang diuji tantang dengan virus KHV pada hari ke-30 dan dipelihara selama 30 hari pascauji tantang

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
K-	100 ± 0^d	-
K+	$51,3 \pm 16,8^a$	-
V1	$73,1 \pm 1,8^b$	$44,7 \pm 3,7^a$
V2	$89,7 \pm 8,9^c$	$78,9 \pm 18,2^b$
V3	$93,0 \pm 6,1^c$	$85,6 \pm 12,6^b$

K-: kontrol negatif; K+: kontrol positif; V1: ikan yang diberikan vaksin frekuensi 1 kali/ minggu; V2: ikan yang diberikan vaksin frekuensi 2 kali/ minggu; V3: ikan yang diberikan vaksin frekuensi 3 kali/ minggu. Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Keberhasilan pengembangan vaksin DNA pada ikan menjadi landasan penting untuk mengadaptasi pendekatan serupa pada udang. Pemahaman bahwa toksin PirA dan terutama PirB berperan kunci dalam patogenisitas AHPND menegaskan keduanya sebagai target utama pengembangan vaksin (Huynh *et al.* 2026). Sejalan dengan itu, penelitian Madsari *et al.* (2022) menunjukkan bahwa konstruksi vaksin DNA berbasis gen protease *V. parahaemolyticus* yang dimodifikasi mampu menghilangkan aktivitas enzimatik namun tetap mempertahankan sifat imunogeniknya serta menginduksi respons imun humoral dan seluler. Pendekatan serupa juga telah dilaporkan pada vaksin DNA terhadap WSSV yang menggunakan gen target seperti VP28 dan mampu

meningkatkan ketahanan udang melalui aktivasi respons imun bawaan. Dengan demikian, dasar molekuler ini dapat diarahkan menjadi konstruksi vaksin DNA atau protein rekombinan sebagai strategi inovatif dalam pengendalian efektif penyakit viral dan bakterial pada budidaya udang (Rajendran *et al.* 2022).

3.4 Imunitas Maternal (*Maternal Immunity*)

Imunitas maternal pada ikan merupakan perlindungan pasif yang ditransfer dari induk betina ke telur dan larva melalui komponen imun dalam kuning telur dan cairan ovarium. Berbeda dengan mamalia, transfer ini terjadi saat vitelogenesis karena ikan tidak memiliki plasenta dan sistem imun larva belum berkembang sempurna.

Komponen yang ditransfer meliputi imunoglobulin (IgM), komplemen (misalnya C3), *lysozyme*, serta faktor imun bawaan lain seperti sitokin dan lectin, yang berperan dalam perlindungan awal terhadap patogen. Selain itu, nutrisi dan hormon juga mendukung perkembangan sistem imun larva.

Vaksinasi induk (*broodstock vaccination*) dapat meningkatkan imunitas maternal dengan meningkatkan kadar antibodi yang ditransfer ke telur. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian vaksin DNA pada induk ikan sebelum pemijahan mampu meningkatkan ketahanan larva terhadap infeksi. Vaksinasi 60 hari sebelum pemijahan menghasilkan tingkat kelangsungan hidup larva tertinggi hingga 14 hari pascamenetas setelah uji tantang KHV, meskipun menurun pada hari ke-21 (Tabel 8; Kurniaji *et al.* 2018).

Tabel 8. Kelangsungan hidup relatif benih ikan mas yang divaksin dengan vaksin DNA GP 25 pada 30, 45, dan 60 hari pra-pijah dan diuji tantang dengan virus KHV pada hari ke-14 dan dipelihara selama 21 hari pascauji tantang

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
Kontrol -	100 ± 0 ^d	-
V30	62,22 ± 4,15 ^b	46,03 ± 7,91 ^a
V45	67,78 ± 7,85 ^b	53,97 ± 11,46 ^a
V60	84,44 ± 3,85 ^c	77,78 ± 4,65 ^b

K-: kontrol negatif; V30: ikan yang diberikan vaksin 30 hari pra-pijah; V45: ikan yang diberikan vaksin 45 hari pra-pijah; V60: ikan yang diberikan vaksin 60 hari pra-pijah. Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Vaksin DNA mampu menginduksi respons imun bawaan dan adaptif, ditandai dengan peningkatan ekspresi gen seperti *Mx*, *IFN γ* , *IL1 β* , dan *TNF α* yang mencapai puncak pada hari ke-14 pascavaksinasi. Sementara itu, gen *MHC I*, *MHC II*, dan *IgM* menunjukkan ekspresi tertinggi pada hari ke-28 (Nuryati *et al.* 2020).

Vaksinasi induk ikan koi dengan vaksin DNA GP-11 terbukti meningkatkan ketahanan larva terhadap KHV. Waktu vaksinasi 60 hari pra-pijah menghasilkan kelangsungan hidup larva tertinggi (~73%) pada hari ke-14 pascauji tantang, serta kadar antibodi tertinggi pada induk, telur, dan larva, dibandingkan waktu vaksinasi lainnya (Kurniaji *et al.* 2018; Nuryati *et al.* 2024). Selain itu, ekspresi gen *IgM* dan *RAG1* juga tertinggi pada perlakuan ini, dengan puncak pada hari ke-28. Gen *RAG1* sebagai penanda pematangan sel B terekspresi lebih cepat (mulai hari ke-8) pada ikan yang divaksin, dibandingkan kontrol yang baru muncul pada hari ke-21, menunjukkan bahwa vaksinasi induk dapat mempercepat perkembangan sistem imun larva.

Dari sisi formulasi, vaksin DNA berbasis *E. coli* DH5a dapat disimpan dalam bentuk kering beku (*freeze-dried*) tanpa menurunkan efikasi secara signifikan. Metode ini menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang tidak berbeda nyata dibandingkan vaksin tanpa pengeringan, sehingga efektif sebagai strategi penyimpanan vaksin DNA (Afifah *et al.* 2022).

3.5 Tantangan Vaksin DNA

Vaksin DNA adalah vaksin yang dibuat/dikonstruksi melalui proses rekayasa genetika. Vaksin DNA KHV dibuat dengan menggunakan *backbone* plasmid bakteri dengan menggunakan gen penyandi protein imunogenik yang berasal dari patogen baik virus maupun bakteri dan menggunakan promoter eukariota.

Pemerintah telah meratifikasi Protokol Cartagena sesuai dengan UU Nomor 5 tahun 2004 tentang Pengesahan *Cartagena Protocol on Biosafety to The Convention on Biological Diversity* (Protokol Cartagena tentang Keamanan Hayati atas Konvensi tentang Keanekaragaman Hayati). Peraturan Pemerintah Nomor 21 tahun 2005 menjelaskan lebih rinci mengenai Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetika.

Vaksin DNA yang merupakan produk rekayasa genetika dikhawatirkan akan menyebabkan gangguan pada keanekaragaman hayati. Kekhawatiran pertama bahwa vaksin DNA dikhawatirkan akan membuat ikan yang divaksin menjadi transgenik. Kekhawatiran kedua bahwa vaksin DNA dapat melakukan *horizontal gene transfer* (HGT) ke bakteri akuatik yang merupakan flora normal di perairan.

Kekhawatiran pertama sangat kecil bahwa ikan yang divaksin akan menjadi transgenik. Meskipun menggunakan promoter eukariota, vaksinasi dilakukan saat ikan telah melewati fase embriogenesis dan organogenesis, sedangkan transgenesis

harus dilakukan pada fase gamet atau embrio 1–2 sel sebelum pembelahan zigot. Dengan demikian, kemungkinan tersebut tidak terjadi pada aplikasi vaksin DNA di ikan.

Kekhawatiran kedua terkait potensi transfer gen resistensi antibiotik melalui konjugasi, transduksi, atau transformasi. Vaksin DNA berbentuk plasmid umumnya diberikan melalui injeksi sehingga sangat kecil kemungkinan terlepas ke lingkungan perairan. Plasmid yang masuk ke tubuh ikan akan mengekspresikan gen imunogenik yang menghasilkan glikoprotein untuk menginduksi respons imun.

Sediaan vaksin DNA berbasis bakteri terkonstruksi harus diinaktivasi menggunakan formalin 3% untuk mematikan bakteri. Kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya HGT karena konjugasi memerlukan sel donor hidup dan aktif dengan sistem seperti T4SS dan pilus konjugatif. Bakteri yang telah diinaktivasi tidak memiliki energi dan struktur sel yang utuh untuk melakukan transfer gen. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa bakterin hasil perlakuan formalin tidak menghasilkan transfer gen resistensi kanamisin pada *E. coli* (Donassolo *et al.* 2020). Uji keamanan terhadap bakteri akuatik juga telah kami lakukan dan saat ini dalam tahap publikasi/revisi (Nuryati *et al.* 2026).

Vaksin DNA merupakan inovasi penting dalam akuakultur modern karena kecepatan pengembangan dan efektivitasnya terhadap penyakit infeksi oleh virus yang sulit dikendalikan dengan vaksin konvensional. Selain itu, vaksin DNA bisa menjadi jawaban untuk pembuatan vaksin dari virus atau parasit. Pembuatan vaksin generasi pertama asal virus mengharuskan propagasi virus pada kultur sel yang biayanya cukup mahal. Demikian juga, vaksin dari parasit yang sulit untuk dipropagasi secara *in vitro*. Vaksin DNA bisa menjadi jalan keluar terhadap masalah tersebut.

Vaksin polivalen adalah keniscayaan untuk memproteksi ikan dari infeksi beberapa patogen sekaligus. Vaksin polivalen generasi awal dibuat dengan menggabungkan beberapa patogen dalam satu formula vaksin sehingga dapat memproteksi ikan dari infeksi multipatogen. Vaksin DNA polivalen bisa dibuat dengan menggabungkan beberapa gen imunogenik dari beberapa antigen/patogen sekaligus.

3.6 Vaksinasi pada Udang: Suatu Paradigma Baru

Paradigma konvensional menyatakan bahwa vaksinasi pada udang sulit diterapkan karena tidak adanya sistem kekebalan adaptif sebagaimana pada vertebrata. Namun, perkembangan penelitian mutakhir menunjukkan adanya peluang baru dalam pengendalian penyakit berbasis imunitas. Pendekatan vaksinasi maternal, yaitu melalui imunisasi induk untuk mentransfer perlindungan ke larva melalui *yolk*, telah dilaporkan mampu memberikan perlindungan terhadap infeksi WSSV hingga sekitar 60% pada udang vaname.

Meskipun udang seperti *L. vannamei* dan *Marsupenaeus japonicus* tidak memiliki sistem imun adaptif, sistem imun bawaan yang dimilikinya mampu menunjukkan karakteristik memori melalui mekanisme *innate immune memory* atau *trained immunity*. Temuan ini menantang paradigma lama bahwa invertebrata hanya memiliki respons imun non-spesifik tanpa kemampuan memori.

Penelitian pendahuluan di Laboratorium Kesehatan Organisme Akuatik, IPB University menunjukkan bahwa udang yang divaksinasi menggunakan vaksin *V. parahaemolyticus* inaktif mampu memberikan tingkat proteksi signifikan, dengan nilai kelangsungan hidup relatif lebih dari 50% dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa

vaksinasi pada udang berpotensi menjadi strategi efektif dalam meningkatkan ketahanan terhadap infeksi bakteri serta memperkuat bukti adanya respons imun protektif pada invertebrata.

Tabel 9. Kelangsungan hidup relatif udang vaname pasca uji tantang dengan *V. parahaemolyticus*

Perlakuan	Kelangsungan Hidup (%)	Kelangsungan Hidup Relatif (%)
K-	100 ± 00 ^c	-
K+	48 ± 2,00 ^a	-
A	86 ± 8,72 ^c	73,08 ± 8,38 ^b
B	94 ± 5,29 ^{cd}	88,46 ± 5,09 ^b
C	70 ± 2,00 ^b	42,31 ± 1,92 ^a

K-: kontrol negatif; K+: kontrol positif; A: udang yang divaksin dengan dosis 10³ CFU mL⁻¹; B: udang yang divaksin dengan dosis 10⁵ CFU mL⁻¹; C: udang yang divaksin dengan dosis 10⁷ CFU mL⁻¹. Perbedaan huruf pada akhir nilai mengindikasikan perbedaan signifikan ($p < 0,05$).

Udang memiliki sistem pertahanan alami (*innate immunity*), yaitu kekebalan non-spesifik yang melibatkan respons seluler dan humoral. Secara klasik, udang dianggap tidak memiliki memori imun seperti vertebrata, namun penelitian terkini menunjukkan adanya mekanisme *trained immunity* yang memungkinkan respons lebih cepat dan efektif terhadap patogen yang pernah dikenali (Gourbal *et al.* 2018). Pengenalan patogen juga dapat berlangsung lebih spesifik melalui molekul seperti DSCAM yang meningkatkan keragaman pengenalan antigen dan berkontribusi pada pembentukan *innate immune memory*, sehingga udang yang pernah terpapar menunjukkan respons imun lebih optimal (Lanz-Mendoza *et al.* 2024).

Beberapa perusahaan bioteknologi, seperti Dalam Animal Health (Athens, Georgia, dan USA), tengah mengembangkan vaksin berbasis *innate immunity* pada udang, termasuk melalui pendekatan maternal dan transgenerasional. Kandidat vaksin

ini berpotensi menjadi alternatif non-kimia untuk pengendalian penyakit utama seperti WSD akibat WSSV dan AHPND/EMS. Dalam uji efikasi, vaksin menunjukkan tingkat kelangsungan hidup 62% terhadap WSSV dan 61% terhadap AHPND.

Berbagai penelitian juga melaporkan keberhasilan pengembangan vaksin terhadap patogen utama seperti WSSV, EHP, dan *V. parahaemolyticus*. Vaksin inaktif, subunit, DNA, maupun oral terbukti meningkatkan respons imun bawaan, ditandai peningkatan fagositosis, enzim pertahanan, dan ekspresi gen imun. Peningkatan ini berdampak langsung pada kelangsungan hidup udang setelah ujiantang. Temuan tersebut memperkuat bahwa vaksinasi merupakan pendekatan menjanjikan untuk meningkatkan ketahanan penyakit dan keberlanjutan akuakultur (Low dan Chong 2020; Rajendran et al. 2022; Nkuba et al. 2023; Isa et al. 2026).

Kebijakan Pengendalian Penyakit Ikan dan Udang di Indonesia

Fenomena perubahan iklim meningkatkan risiko penyakit ikan melalui perubahan suhu, salinitas, dan kualitas air yang secara langsung meningkatkan virulensi patogen serta mempercepat siklus hidupnya. Kondisi ini menyebabkan ikan lebih rentan terhadap infeksi dan memperbesar kerugian pada sektor perikanan budidaya maupun tangkap. Peningkatan suhu perairan, misalnya, terbukti mempercepat metabolisme patogen seperti *A. hydrophila* dan berbagai spesies *Vibrio* (*V. anguillarum*, *V. harveyi*, *V. alginolyticus*, *V. coralliilyticus*, dan *V. vulnificus*), yang diikuti dengan peningkatan produksi faktor virulensi seperti eksotoksin, protease, hemolisin, sistem sekresi, motilitas, hingga kemampuan membentuk biofilm. Secara bersamaan, stres termal pada ikan menurunkan respons imun inang, sehingga risiko infeksi menjadi semakin tinggi.

Oleh karena itu, langkah pengendalian perlu diarahkan secara lebih strategis dan berkelanjutan dengan melibatkan berbagai pihak. Pelaku budidaya didorong untuk lebih memperhatikan daya dukung lingkungan, termasuk pengelolaan kualitas air, kepadatan tebar, serta praktik budidaya yang ramah lingkungan guna menekan stres dan risiko penyakit. Di sisi lain, industri farmasi dan perusahaan pengembang vaksin perlu memperkuat kolaborasi dengan perguruan tinggi untuk mengakselerasi pengembangan produk imunostimulan dan vaksin, termasuk vaksin DNA, yang efektif, aman, dan terjangkau bagi pembudidaya.

Peran pemerintah, khususnya melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan, menjadi krusial dalam membuat kebijakan yang adaptif dan berbasis ilmiah, termasuk regulasi penggunaan obat dan vaksin yang jelas, terkini, serta menjamin keamanan pangan.

Penggunaan imunostimulan dan vaksin merupakan suatu keniscayaan. Kebijakan produksi komoditas prioritas atau komoditas strategis nasional yaitu budidaya nila salin dan udang vaname perlu mendapat dukungan kebijakan terkait imunostimulan dan vaksin sehingga riset yang dilakukan berdampak dan berkontribusi positif dalam peningkatan produksi ikan nasional. Selain dua komoditas strategis nasional, komoditas lain seperti lele, patin, gurame, ikan mas, bandeng, kakap, kerapu, dan rumput laut tetap perlu mendapat perhatian karena menjadi komoditas utama dalam produksi budidaya di berbagai provinsi.

Selain itu, dukungan terhadap hilirisasi hasil riset dan diseminasi teknologi kepada masyarakat menjadi kunci agar inovasi yang dihasilkan di perguruan tinggi tidak berhenti pada tataran akademik, tetapi dapat diimplementasikan secara luas di lapangan. Sinergi multipihak ini menjadi fondasi penting dalam membangun sistem kesehatan ikan yang tangguh di tengah tekanan perubahan iklim.

Penutup

Demikian orasi ilmiah yang dapat saya sampaikan pada kesempatan ini. Berbagai pemikiran yang telah diuraikan merupakan bagian dari upaya untuk memahami sekaligus menjawab tantangan dalam pengelolaan kesehatan organisme akuatik, khususnya dalam mendukung pengembangan akuakultur yang berkelanjutan.

Pengendalian penyakit melalui pendekatan imunostimulasi dan vaksinasi diharapkan dapat menjadi salah satu strategi yang efektif dan ramah lingkungan serta memenuhi ketentuan keamanan pangan (*food safety*). Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan produktivitas, tetapi juga pada upaya menjaga keseimbangan ekosistem perairan serta keberlanjutan sistem budidaya secara menyeluruh.

Saya menyadari bahwa apa yang disampaikan dalam orasi ilmiah ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, pengembangan penelitian dan inovasi di bidang kesehatan ikan dan udang masih perlu terus dilakukan secara berkesinambungan, melalui kolaborasi antara akademisi, peneliti, pemerintah, dan pelaku usaha.

Harapan saya, orasi ilmiah ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang akuakultur, serta menjadi bagian dari upaya bersama dalam mewujudkan sistem produksi perikanan yang produktif, sehat, dan berkelanjutan.

Akhir kata, saya menyampaikan terima kasih atas perhatian dan kehadiran Bapak dan Ibu sekalian. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Daftar Pustaka

- Afifah J, Sukenda S, Alimuddin A, Nasrullah H, **Nuryati S**. 2023. Protective Effects of Immersion Immunization of Koi with *Escherichia coli* DH5 α Carrying DNA Vaccine Against Koi Herpesvirus. *Fish and Shellfish Immunology Reports*. 4, 100078. DOI: 10.1016/j.fsirep.2022.100078.
- Amal MNA, Zamri-Saad M. 2011. Streptococcosis in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): A Review. *Animals*. 11(4): 1230. DOI: 10.3390/ani11041230.
- Amatul-Samahah M, Omar W, Ikhsan N, Azmai M, Zamri-Saad M, Ina-Salwany M. 2020. Vaccination Trials Against Vibriosis in Shrimp: A Review. *Aquaculture Reports*.18, 100471.
- Aonullah AA, **Nuryati S**, Alimuddin, Murtini S. 2017. Efficacy of Koi Herpesvirus DNA Vaccine Administration by Immersion Method on *Cyprinus carpio* field scale culture. *Aquaculture Research*. 1–8. DOI: 10.1111/are.13097.
- Asrido F, **Nuryati S**, Widanarni W. 2024. Histopathology of Liver, Kidney, Intestine, Spleen, and Bile of Catfish with Jaundice. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 23(2): 250–261. DOI: 10.19027/jai.23.2.250-261.
- Chairunnisa SA, **Nuryati S**, Alimuddin, Murtini S, Santika A, Yanti DH. 2016. Efficacy of GP-11 KHV DNA Vaccine in *Cyprinus carpio haematopterus*. *Indonesian Aquaculture Journal*. 11(1): 31–39. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/iaj>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2026. Globefish Highlights International Markets for Fisheries and Aquaculture Products. Rome: FAO.

- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. Rome: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2022. Transforming Aquatic Food Systems for Sustainable Development. Rome: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022 (SOFIA)—Online Report. Rome: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Rome: FAO.
- Fuandila NN, Lusiastuti AM, Yuhana M, Santika A, Gosselin-Grenet AS, Cherif C, Avarre JC. 2023. Prevalence of Cyprinid Herpesvirus 3 and ORF150 Genomic Variations in Carp Populations of Indonesia. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. 43(3): 102–13. DOI: 10.48045/001c.84009.
- Furuset A. 2025. Mowi Sees Surge in Premium Fish Production as Vaccination Rates Rise. *IntraFish*. <https://www.intrafish.com/salmon/mowi-sees-surge-in-premium-fish-production-as-vaccination-rates-rise/2-1-1778683> [15 Februari 2026].
- GMSG, Rodrigues RR, Moreira ÂN, Conceição FR. 2020. Formaldehyde Effects on Kanamycin Resistance Gene of Inactivated Recombinant *Escherichia coli* Vaccines. *Biotechnology Letters*. 42(11): 2223–2230. DOI: 10.1007/s10529-020-02929-7.
- Hidayatullah D, Sukenda S, **Nuryati S**, Mulyani R, Kurniaji A. 2022. Efikasi Vaksin Booster *Streptococcus agalactiae* pada Induk Ikan Nila terhadap Imunitas Maternal untuk

- Pencegahan Streptococcosis. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 17(2): 102–114. DOI: 10.31851/jipbp.v17i2.9277.
- Hossain M, Farjana N, Afroz R, Jaman HU, Saha PK, Roy HS, Rahman MA, Farid MA. 2023. Genes Expression in *Penaeus monodon* of Bangladesh; Challenged with AHPND-causing *Vibrio parahaemolyticus*. *Fish Shell Immunol*. 4(100092): 1–12. DOI: 10.1016/j.fsirep.2023.100092.
- Huynh TB, Le ML, Bui-Nguyen TA, Ha TPT, Van TTH, Vo VT, Phan MD, Tran-Van H. 2026. Genomic and AHPND Pathogenesis Characterization of a Novel *Vibrio parahaemolyticus* Strain Carrying an ISVal1-like Insertion in *pirBvp*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 217, 108606. DOI: 10.1016/j.jip.2026.108606.
- Isa T, Widodo RT, Noor SM, Nor Amdan NA, Abdul Kari Z, Mohd Taufek N, Mohamed Zuki F, Abdullah A, Bhassu S, Mohamed Sofian Z, Mustapha S, Mohamad Haron DE, Azemi AK, Nordin ML. 2026. Recent Advances in Vaccination Strategies Against Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND) in Shrimp for Sustainable Aquaculture Industry: A Comprehensive Review. *Fish Shellfish Immunol*. 170, 111136. DOI: 10.1016/j.fsi.2026.111136.
- Izwar A, **Nuryati S**, Sukenda S, Rahman R, Purnomowati R. 2020. Isolation, Identification, and Pathogenicity Tests of Pathogenic Bacterial Associated with Black Body Syndrome in White Barramundi *Lates calcarifer* B. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 19(1): 39–49. DOI: 10.19027/jai.19.1.39-49.

- Kumar V, Das BK, Swain HS, Chowdhury H, Roy S, Bera AK, Das R, Parida SN, Dhar S, Jana AK, Behera BK. 2022. Outbreak of *Ichthyophthirius multifiliis* Associated with *Aeromonas hydrophila* in *Pangasianodon hypophthalmus*: The Role of Turmeric Oil in Enhancing Immunity and Inducing Resistance Against Co-infection. *Frontiers in Immunology*. 13, 956478. DOI: 10.3389/fimmu.2022.956478.
- Kurniaji A, **Nuryati S**, Murtini S, Alimuddin A. 2018. Immunity Response and Larval Growth of Anti CyHV-3 DNA Vaccinated Common Carp (*Cyprinus carpio*) at Different Pre-Spawning Time. *Pakistan Journal of Biotechnology*. 15(3): 689–698. <https://pjbtor.org/index.php/pjbtor/article/view/362>.
- Kusna M, Prayitno SB, Sarjito, Wijayanto D. 2023. Economic Impact Due to Infectious Myonecrosis Virus (IMNV) Disease in Intensive Vannamei Shrimp Aquaculture in Kendal Regency. *AAFL Bioflux*. 16(5). <http://www.bioflux.com.ro/aafl>.
- Lanz-Mendoza H, Gálvez D, Contreras-Garduño J. 2024. The Plasticity of Immune Memory in Invertebrates. *Journal of Experimental Biology*. 227(1): 1–11.
- Low CF, Chong CM. 2020. Peculiarities of Innate Immune Memory in Crustaceans. *Fish & Shellfish Immunology*. 104, 605–612. DOI: 10.1016/j.fsi.2020.06.047.
- Lusiastuti AM. 2022. Inovasi Pengembangan Vaksin untuk Budidaya Ikan Air Tawar Berkelanjutan. Badan Riset dan Inovasi Nasional.
- Ma J, Bruce TJ, Jones EM, Cain KD. 2019. A Review of Fish Vaccine Development Strategies: Conventional Methods and Modern Biotechnological Approaches. *Microorganisms*. 7, 569. DOI: 10.3390/microorganisms7110569.

- Madsari N, Maskaw S, Obchoei S, Kwankaew P, Senghoi W, Utarabhand P, Runsaeng P. 2022. Determination of the Efficacy of Using a Serine Protease Gene as a DNA Vaccine to Protect Against *Vibrio parahaemolyticus* Infection in *Litopenaeus vannamei*. *Developmental & Comparative Immunology*. 135, 104459. DOI: 10.1016/j.dci.2022.104459.
- Maezono M, Nielsen R, Buchmann K, Nielsen M. 2025. The Current State of Knowledge of the Economic Impact of Diseases in Global Aquaculture. *Reviews in Aquaculture*. 17(3): p.e70039. DOI: 10.1111/raq.70039.
- Mechlaoui M, Nordstrand E, Strandskog G, Jensen I, Seternes T. 2024. Vaccinated Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) Maintain a Specific Antibody Response Throughout the Seasonal Fluctuations of a Full Commercial Production Cycle in SEA: A Case Study. *Aquaculture*. 595, 741536.
- Nkuba A, Mahasri G, Lastuti NDR, Mwendolwa AA. 2023. The Effect of Immersion Duration of *Zoothamnium penaei* Crude Protein Extracts to Stimulate Immune System in *Litopenaeus vannamei* Against *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 15(2): 408–419. DOI: 10.20473/jipk.v15i2.38349.
- Nugrahawati A, **Nuryati S**, Sukenda, Rahman, Brite M, Aditya TW. 2019. Efficacy of Bivalent Vaccine Against Black Body Syndrome (BBS) of Barramundi *Lates calcarifer* B. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 18(2): 172–181.
- Nurul F, **Nuryati S**, Sukenda S, Alimuddin A. 2025. The Occurrence of *Aeromonas hydrophila* and Infectious Spleen and Kidney Necrosis Virus Pathogenicity Test in the Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 29(1): 911–934. www.ejabf.journals.ekb.eg.

- Nuryati A**, Octavera A, Karima SN, Alimuddin A, Yuhana M, Sukenda S. 2025a. Dietary Banana Stem Powder Enhances Immune Response, Disease Resistance, and Growth in Pacific White Shrimp Under AHPND Challenge. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*. 41, 187. DOI:10.1007/s41208-025-00952-x.
- Nuryati S**, Alimuddin, Sukenda, Soejoedono RD, Santika A, Pasaribu FH, Sumantadinata K. 2010. Construction of a DNA Vaccine Using Glycoprotein Gene and Its Expression Towards Increasing Survival Rate of KHV-Infected Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Natur Indonesia*. 13(1): 47–52.
- Nuryati S**, Alsani FW, Nasrullah N, Carman O, Hastuti YP, Kusriani, Alimuddin A. 2020. Immune Related Genes Expression Analysis in Koi Fish After Vaccinated with Koi Herpes Virus DNA Vaccines. *Indonesian Aquaculture Journal*. 15(1): 25–32. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/iaj>.
- Nuryati S**, Aulia N, Rahman R. 2015a. Effectivity of *Musa paradisiaca* Extract to Control *Saprolegnia* sp. Infection on Giant Gourami Larvae. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 14(2): 151–158.
- Nuryati S**, Khodijah S, Alimuddin, Setiawati M. 2015b. Efektivitas Penggunaan Vaksin DNA dalam Pakan pada Ikan Mas yang Diinfeksi Koi Herpesvirus. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 9(1).
- Nuryati S**, Octavera A, Cipta DJ, Yusra S, Anggara Y, Alimuddin A. 2026. Environmental Safety Evaluation of a DNA Vaccine Against Koi Herpesvirus (KHV) in Common Carp (*Cyprinus carpio*): A Preliminary Study in a Tropical Aquaculture Setting. *Aquaculture International* (Revised).

- Nuryati S**, Setiyawan DN, Yuhana M, Gustilatov M. 2026. Prevention of *Vibrio parahaemolyticus* Infection in Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Using Oral *Moringa oleifera* Leaf Powder as an Alternative to Antibiotics. *Comparative Immunology Reports*. 10, 200269.
- Nuryati S**, Widanarni, Yulianti SA, Kurniaji A. 2025b. Efektivitas Ekstrak Seduh Batang Pisang Ambon *Musa paradisiaca* terhadap *Argulus* sp. pada Ikan Mas Koki *Carassius auratus*. *Media Akuakultur*. 20(2). DOI: 10.15578/ma.19.2.2024.55-62.
- Nuryati S**, Zulhelmi A, Wahjuningrum D, Kurniaji A. 2024. Efektivitas Ekstrak Seduhan Batang Pohon Pisang Ambon dalam Mencegah Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Larva Ikan Nila. *Media Akuakultur*. 19(2): 55–62.
- Nuryati, S**, Kusriani E, Agustina SS, Hidayatullah D., Hastuti YP, Carman O, Nasrullah H, Gustilatov M. 2024. Maternal Immunity and Immune Improvement of Koi *Cyprinus rubrofuscus* Larvae After DNA Vaccination Against Koi Herpesvirus. *Genetics of Aquatic Organisms*. 8(2): GA796. DOI: 10.4194/GA796.
- Pasaribu W, Sukenda S, **Nuryati S**. 2018. The Efficacy of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Broodstock and Larval Immunization Against *Streptococcus agalactiae* and *Aeromonas hydrophila*. *Fishes*. 3(16): DOI: 10.3390/fishes3010016.
- Patil PK, Geetha R, Ravisankar T, Avunje S, Solanki GH, Abraham TJ, Vinoth SP, Jithendran KP, Alavandi SV, Vijayan KK. 2021. Economic Loss Due to Diseases in Indian Shrimp Farming with Special Reference to *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) and White Spot Syndrome Virus (WSSV). *Aquaculture*. 533, 736231. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2020.736231.

- Purwaningsih U, Indrawati A, Lusiastuti AM. 2014. Proteksi Vaksin Monovalen dan Koktail Sel Utuh terhadap Ko-infeksi *Mycobacterium fortuitum* dan *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Gurame, *Osphronemus gouramy*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 9(2): 283–294.
- Rajendran KV, Sreedharan K, Deepika A, Kulkarni A. 2022. *Shrimp Immune System and Immune Responses*. In: *Fish Immune System and Vaccines*. Singapore: Springer.
- Ramadhan A, **Nuryati S**, Priyoutomo NB, Alimuddin A. 2017. Dietary Ambon Lumut Banana Stem Extract *Musa cavendishii* Var. Dwarf Paxton as an Immunostimulant for White Spot Disease Prevention in Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 16 (2):164–173.
- Robby AN, Arsyad A, Yusdiarti A. 2015. Analisis Pendapatan dan Faktor-faktor Produksi yang Memengaruhi Usaha Budidaya Pembenihan Ikan Lele Dumbo di Kecamatan Ciseeng Bogor. *Jurnal AgribiSains*. 1(1): 30–37.
- Rouf AB, **Nuryati S**, Alimuddin A, Sukenda S. 2020. Efficacy of GP-11 KHV DNA Vaccine in Common Carp (*Cyprinus carpio*) Through Feed by Different Frequency of Administration. *Omni-Akuatika*. 16(1): 1–10. <http://ojs.omniakuatika.net>.
- Saravanan K, Rathinam RB, Ibrahlim SA, Praveenraj J, Kiruba-Sankar R, Kumar G. 2025. Dissection of Emerging Shrimp Viruses Through Scientometric Assessment: Insights Into Infectious Myonecrosis Virus (IMNV) and Decapod Iridescent Virus 1 (DIV1). *Viruses*. 17(8): 1115. DOI: 10.3390/v17081115.

- Semwal A, Kumar A, Kumar N. 2023. A Review on Pathogenicity of *Aeromonas hydrophila* and Their Mitigation Through Medicinal Herbs in Aquaculture. *Heliyon*. 9(3), e14088. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e14088. PMID: 36938468; PMCID: PMC10018484.
- [StatRanker]. 2026. Top 10 Fish Producing Countries in 2025: Global Fisheries and Aquaculture Insights.
- Sukenda S, Suhermanto A, Zairin M Jr, Lusiastuti AM, **Nuryati S**, Hidayatullah D. 2021. Virulence Gene Profiling and Pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* ISOLATED from Tilapia, *Oreochromis niloticus* Farms in Indonesia. *Indonesian Aquaculture Journal*. 16(2): 119–125. DOI: 10.15578/iaj.16.2.2021.119-125.
- Sukenda S, Sumiati T, **Nuryati S**, Lusiastuti AM, Hidayatullah D. 2017. 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*. 13(2).
- Zhang Y, Li Z, Wang Q, Chen X. 2024. Effects of Dietary Immunostimulants on Growth Performance, Immune Response and Disease Resistance of Penaeid Shrimp: A Meta-Analysis. *Aquaculture*. 586, 740654. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2024.740654.

Ucapan Terima Kasih

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyampaikan Orasi Ilmiah di forum yang terhormat ini. Pada kesempatan yang berbahagia ini, saya menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk memegang amanah sebagai Guru Besar Tetap Bidang Penyakit Ikan, di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB terhitung sejak tanggal 1 Juni 2025.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi saya sampaikan kepada Rektor IPB dan segenap jajarannya, Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat, Ketua dan Anggota Senat Akademik, Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar, Ketua dan Anggota Senat Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB beserta jajarannya, Ketua Departemen Budidaya Perairan FPIK IPB, Tim Penilai Karya Ilmiah IPB, dan Pejabat Struktural lainnya yang telah memberikan kesempatan dan persetujuan serta membantu dalam pengajuan kenaikan jabatan ke Guru Besar, serta memberikan dukungan moril dan materil sehingga memungkinkan terlaksananya Orasi Ilmiah Guru Besar IPB pada hari ini.

Terima kasih dan penghargaan yang tinggi saya sampaikan kepada Prof. Dr. Julie Ekasari, M.Sc. yang membantu memberi masukan dalam penulisan naskah orasi ini, juga terima kasih dan penghargaan yang tinggi saya sampaikan kepada Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc. dan Prof. Ir. Sukenda, M.Sc. yang

telah berkenan menelaah naskah Orasi Ilmiah ini dan telah memberi masukan pada naskah Orasi Ilmiah ini sehingga menjadi lebih baik.

Terima kasih kepada Panitia Penyelenggara Orasi Ilmiah Guru Besar IPB yang diketuai oleh Direktur Administrasi Pendidikan, serta kepada Kepala Biro Umum IPB dan seluruh staf atas fasilitas dan bantuan yang diberikan dalam penyelenggaraan Orasi Ilmiah ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi saya sampaikan kepada semua dosen-dosen saya pada jenjang S-1, S-2 dan S-3 di Institut Pertanian Bogor. Secara khusus pula saya ucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada para pembimbing skripsi saya Drh. M.Alifuddin, M.Si. (alm.) dan Drs. Dayat Bastiawan, M.S.; pembimbing tesis saya Prof. Dr. Darnas Dana, M.Sc.; Prof. Dr. drh. Fachriyan H. Pasaribu; dan Dr. drh. Martin B. Malole. Ucapan terima kasih untuk pembimbing doktoral saya Prof. Dr. drh. Fachriyan H. Pasaribu, Prof. Dr. drh. Retno D. Soejoedono, M.S., Prof. Dr. Ir. Sukenda, M.Sc., dan Prof. Dr. Alimuddin S.Pi., M.Sc., yang telah dengan tulus memberikan bimbingan, arahan, dan wawasan dalam sains.

Kepada para sesepuh Departemen BDP saya haturkan rasa hormat dan terima kasih yang dalam atas bimbingannya untuk menekuni bidang perikanan budidaya, terkhusus kepada Prof. Dr. Ir. Sri Lestari Angka, M.Sc. dan drs. Muhammad Alifuddin, M.Si. (alm.) yang membimbing dalam pelaksanaan tugas sebagai dosen mata kuliah Penyakit Organisme Akuatik. Kepada Ketua dan Sekretaris Departemen BDP sejak Desember 1995 di mana saya mengawali karier sebagai dosen, saya ucapkan terima kasih, karena telah menciptakan suasana akademik yang kondusif hingga saya dapat mengembangkan

keilmuan saya. Kepada para kolega tenaga pendidik dan kependidikan, terima kasih atas kebersamaannya untuk terus membesarkan Departemen BDP tercinta.

Kepada teman-teman dari Divisi Kesehatan Ikan: Prof. Sukenda, Prof. Widanarni, Prof. Munti Yuhana, Dr. Dinamella Wahjuningrum, Dr. Muhamad Gustilatov, dan Rahman M.Si, saya sampaikan terima kasih dan penghargaan yang tinggi atas kerja sama dan kebersamaannya dalam mengembangkan ilmu bidang kesehatan ikan, baik untuk kegiatan pendidikan dan pengajaran, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat.

Secara khusus, ucapan terima kasih dan rasa hormat yang tak terhingga saya sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Darnas Dana, M.Sc. (alm.), Prof. Dr. Ir. Enang Harris, M.S. (alm.), Prof. Dr. Ir. Kadarwan Soewardi, M.Sc. (alm.), dan Dr. Kusman Sumawidjaja (alm); yang telah menerima dan memberikan rekomendasi sebagai staf pengajar di Departemen BDP FPIK IPB. Dukungan dan kepercayaan yang telah diberikan menjadi fondasi penting yang mengantarkan saya meniti jalur akademik dan pengabdian sebagai dosen hingga mencapai jenjang Guru Besar.

Saya juga menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang mendalam kepada lembaga pemberi beasiswa yang telah mendukung perjalanan studi saya dari jenjang Sarjana hingga Doktoral. Pada jenjang Sarjana (S-1), saya menerima Beasiswa Yayasan van Deventer. Studi Magister (S-2) dan Doktoral (S-3) saya didukung oleh Beasiswa Pendidikan Pascasarjana (BPPS) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Depdikbud RI, tahun 1997–2000 dan 2005–2010. Seluruh dukungan tersebut telah menjadi bagian penting dalam keberlangsungan dan pencapaian akademik saya.

Kepada seluruh mahasiswa bimbingan saya D-3/D-4, S-1, S-2, dan S-3 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu, baik yang telah menjadi alumni maupun yang masih aktif menempuh studinya, saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi atas kerja keras, kerja sama, dan kebersamaannya dalam menghasilkan karya-karya yang sangat berharga bagi pengembangan keilmuan serta karier saya. Semoga kesuksesan senantiasa menyertai anda di masa depan.

Kepada teman-teman sekolah, teman-teman seperjuangan sejak pendidikan dasar, menengah, sarjana hingga pascasarjana, grup penelitian S-1 Divisi Kesehatan ikan BDP, grup penelitian S-2 Ilmu Perairan Sekolah Pascasarjana IPB, dan grup penelitian S-3 di Sains Veteriner FKH IPB dan di laboratorium Biologi Molekuler Departemen BDP, FPIK-IPB saya ucapkan terima kasih atas perhatian dan kebersamaannya, semoga silaturahmi kita tetap terjalin.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, saya sampaikan bakti dan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua saya Ibu Hj. Supriani dan Bapak Mulyono (alm.) yang telah melahirkan, membesarkan saya dengan kasih sayang, kesabaran, ketulusan, serta terus mendoakan saya hingga saya bisa seperti sekarang. Demikian pula saya sampaikan terima kasih dan doa kepada Bapak Kuwat Widodo (alm.) dan Ibu Djumiati.

Selanjutnya, ucapan terima kasih dan rasa sayang saya sampaikan kepada adik kandung saya (Suselo, A.Md., Widi Astuti, S.Pd., Sofia Rachmawati (alm.)), juga kepada adik-adik ipar saya (Dwi Kurniawati, A.Md dan Agung Setiawan, S.T.P., M.Si.) serta para keponakan, terima kasih tak terhingga atas doa, kasih sayang, keceriaan, dan kebersamaannya hingga saat ini.

Tidak lupa saya ucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada tim khusus (Annisa Widya Ananda, S.Pi., Siti Mantiqiah, S.Pi., Ardana Kurniaji, S.Pi., M.Si., Egi Gumelar, Dr. Muhamad Gustilatov, Moh. Burhanuddin Mahmud, M.Si., Talita Shofa Adestia, S.Farm., M. Imun, Belinda Astari, S.Pi., M.Si., Kurnia Anggraini Rahmi, S.Pi., M.Si., dan Adna Sumadikarta, M.Si) yang telah membantu dalam mempersiapkan materi orasi, bantuan teknis untuk pelaksanaan orasi lainnya.

Yang terakhir namun sangat penting dalam hidup saya, suami saya Mujiyanto, S.P., saya ucapkan terima kasih yang dengan setia dan sangat sabar mendampingi saya, juga sebagai pembimbing dan penyemangat dalam hidup saya, juga kepada anak-anak saya apt. Husnia Nurul Izzati, S.Farm., Muhammad Nabhan Fikriansyah, Lc., dan Muhammad Nabil Fikriansyah yang telah memberi warna dan kebahagiaan dalam hidup saya; serta kepada semua kolega, sahabat, teman, seluruh keluarga, dan para hadirin yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu, saya sampaikan terima kasih atas perhatian dan perkenannya untuk menghadiri acara Orasi Ilmiah saya pada hari ini.

Aamiin Allahumma Aamiin.

Billahitaufiq walhidayah.

Wassalamualaikumwarrahmatullahi wa barakatuh.

Foto Keluarga



Keterangan:

Foto bersama keluarga tercinta
(Mujiyanto, S.P., apt.; Husnia Nurul Izzati, S.Farm.;
M. Nabhan Fikriansyah, Lc.; dan M. Nabil Fikriansyah)

Riwayat Hidup

Identitas Diri

Nama lengkap : Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.
Jenis kelamin : Perempuan
Tempat, tanggal lahir : Kediri, 6 Juni 1971
Agama : Islam
Jabatan fungsional : Guru Besar pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, terhitung sejak 1 Desember 2024
Pangkat/golongan : Pembina tingkat I/IV/c
NIP/NIDN : 197106061995122001/0006067105
Nama suami : Mujiyanto, S.P.
Alamat kantor : Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680
Telp. : 0251-8628755
Fax. : 0251-8622941
E-mail : sri_nuryati@apps.ipb.ac.id
Alamat rumah : Laladon Permai, Blok. G No. 14 RT/RW 003/005, Kel. Laladon, Kec. Ciomas-Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16610
Telp./HP : 0813-8159-7606

Riwayat Pendidikan

Jenjang Pendidikan	Penyelenggara dan Negara	Bidang Keahlian	Tahun Lulus
Sarjana	Institut Pertanian Bogor, Indonesia	Budidaya Perairan	1995
Magister	Institut Pertanian Bogor, Indonesia	Ilmu Perairan (Kesehatan Ikan)	2000
Doktor	Institut Pertanian Bogor, Indonesia	Sains Veteriner (Penyakit Ikan)	2010

Riwayat Pekerjaan

Periode	Jabatan	Institusi
1995–sekarang	Dosen	Institut Pertanian Bogor
2014–2015	Komisi Pendidikan, Departemen BDP	Institut Pertanian Bogor
2022–sekarang	Sekretaris Program Studi S-2 Ilmu Akuakultur	Institut Pertanian Bogor
2022–sekarang	<i>Chief Editor</i> Jurnal Akuakultur Indonesia	Institut Pertanian Bogor
2024–2025	Tim Konseling Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan	Institut Pertanian Bogor
2025–sekarang	Anggota Senat Guru Besar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan	Institut Pertanian Bogor
Desember 2025–sekarang	Anggota Dewan Guru Besar IPB	Institut Pertanian Bogor

Kegiatan Pendidikan dan Pengajaran

No.	Mata Kuliah	Strata/Jenjang
1.	Teknik Diagnosa Penyakit Ikan	Vokasi/Sarjana Terapan
2.	Teknik Pencegahan Penyakit dan Pengobatan Ikan	Vokasi/Sarjana Terapan
3.	Dasar-dasar Akuakultur	Sarjana
4.	Penyakit Organisme Akuatik	Sarjana
5.	Manajemen Kesehatan Organisme Akuatik	Sarjana
6.	Sistem Manajemen Mutu Akuakultur	Sarjana

Kegiatan Pendidikan dan Pengajaran (lanjutan)

No.	Mata Kuliah	Strata/Jenjang
7.	Praktik Terpadu Akuakultur	Sarjana
6.	Patologi Ikan	Magister
7.	Bioteknologi Akuakultur	Magister
8.	Imunoteknologi Ikan	Magister
9.	Rekayasa Gen Ikan	Doktor
10.	Patogenesis Penyakit Ikan	Doktor

Pengalaman Membimbing Mahasiswa

No.	Strata/Jenjang	Jumlah Alumni (Orang)	Jumlah Mahasiswa Aktif (Orang)
1.	Diploma/Sarjana Terapan	11	2
2.	Sarjana	142	5
3.	Magister	60	8
4.	Doktor	12	4

Kegiatan Pelatihan/*Training*

No.	Training/Pelatihan	Penyelenggara	Jangka Waktu
1997	<i>Training on Marine Parasites</i>	FPIK-IPB dan DAAD Jerman	6 hari
2008	<i>Training on Integrated Quality Programme Management Based on HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) Conception</i>	LPPM IPB	6 hari
2016	<i>Training on Quality Control Method of Raw Material & Herbal Medicine Product</i>	Pusat Studi Biofarmaka-IPB	6 hari
2021	Pelatihan Pembuatan Obat Tradisional	Universitas Airlangga	8 jam

Kegiatan Pelatihan/*Training* (lanjutan)

No.	Training/Pelatihan	Penyelenggara	Jangka Waktu
2023	Sertifikasi Uji Kompetensi dengan Skema Okupasi Ahli Budidaya Ikan/ Udang	Lembaga Sertifikasi Profesi Kelautan dan Perikanan (LSPKP)-Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP)	6 hari
2026	<i>Workshop on SCOPE–HE CONNECTIVITY: Higher Education Partnership for a Sustainable Blue Economy (STABLE)</i>	Carl von Ossietzky University Oldenburg, Germany	6 hari

Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat: 2020–2025

Tahun	Training/Pelatihan	Penyelenggara
11 Desember 2020	Pembicara pada Webinar <i>Online</i> Rumpi Pembudidaya Vol. IX (Narasumber)	PT Tanah Tinggal Karya Indonesia (<i>Aqualand</i>) bekerja sama dengan Minafarmindo
25 September 2021	Pembicara pada Webinar “Geliat Ikan Hias Indonesia untuk Dunia”	Himpunan Alumni FPIK IPB
2 November 2021	Pembicara pada <i>In House Training</i> Teknik Pengujian Virus pada Ikan dan Udang	Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan Jambi
17–21 Januari 2022	Pembicara pada <i>Training Fish School</i> Dasar-dasar Akuakultur (<i>Batch I</i>)	Departemen Budidaya Perairan FPIK-IPB bekerja sama dengan PT Suri Tani Pemuka

Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat: 2020–2025 (lanjutan)

Tahun	Training/Pelatihan	Penyelenggara
14–18 Februari 2022	Pembicara pada <i>Training Fish School</i> Dasar-dasar Akuakultur (<i>Batch II</i>)	Departemen Budidaya Perairan FPIK-IPB bekerja sama dengan PT Suri Tani Pemuka
9 November 2022	Pembicara pada Pelatihan Pengendalian Penyakit pada Ikan Koi di Kec. Nglegok, Kab. Blitar, Jawa Timur	IPB University dalam Program <i>One Village One CEO</i> (OVOC)
10 November 2022	Pembicara pada Pelatihan Pengendalian dan Penanggulangan Penyakit pada Ikan Maskoki di Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung, Jawa Timur	IPB University dalam Program <i>One Village One CEO</i> (OVOC)
21 Juni 2023	Pembicara pada Webinar <i>NH University and Lanchance Groups: Feed Efficiency and Control Disease in Aqua Farm</i>	PT New Hope Aqua Feed Indonesia
20 November 2023	Pembicara pada Bimbingan Teknis Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Ikan melalui Penerapan CBIB	Dinas Perikanan dan Peternakan Kabupaten Bogor
28–30 Mei 2024	Pembicara pada kegiatan Dosen Pulang Kampung di Kabupaten Kediri, Jawa Timur	Direktorat Pengembangan Masyarakat Agromaritim IPB bekerja sama dengan Dinas Perikanan Kabupaten Kediri
19–21 Oktober 2023	Pembicara pada <i>Workshop on Sustainable Shrimp Feed and Fish Medicine</i>	Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan

Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat: 2020–2025 (lanjutan)

Tahun	Training/Pelatihan	Penyelenggara
12 Juli 2024	Pembicara pada KKNT Inovasi IPB 2024 pada Kegiatan Vertical (Vertiminaponic Optimal)	Direktorat Pengembangan Masyarakat Agromaritim IPB University
29 Juli 2 Agustus 2024	Pembicara pada Training Akuakultur Tingkat Madya untuk <i>Fish Technical Team</i> Unit <i>Aquafeed</i> Lampung dan Medan	Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University bekerja sama dengan PT Suri Tani Pemuka
12–13 Juni 2025	Pembicara pada Sekolah Pemberdayaan Masyarakat (SPR): Bidang Perikanan di Kecamatan Dolo Barat, Kabupaten Sigi-Sulawesi Tengah	Direktur Pengembangan Masyarakat Agromaritim IPB University
26 Juni 2024	Pembicara pada <i>Workshop Good Aquaculture Practices</i> di Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur	IPB University
29 Juli–3 Agustus 2024	Pembicara pada <i>Training on Fish Technical Team Tingkat Madya AQF Lampung</i>	PT Suri Tani Pemuka
22 Juli 2025	Pembicara dalam Pelatihan “ <i>Fish Health Strategies: From Prevention to Effective Treatment</i> ”	PT Central Proteina Prima Tbk
29–31 Juli 2025	Pembicara pada Kegiatan Dosen Pulang Kampung di Kabupaten Kediri	Direktur Pengembangan Masyarakat Agromaritim IPB University bekerja sama dengan Dinas Perikanan Kab.Kediri
11 Agustus 2025	Pembicara pada Sekolah Pemberdayaan Masyarakat (SPR): Bidang Perikanan di Kec. Loa Kulu, Kab. Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur	Direktur Pengembangan Masyarakat Agromaritim IPB University

Kegiatan Penelitian

Tahun	Judul Penelitian	Ketua/ Anggota	Sumber Dana/Skema
2012– 2014	Perakitan Varietas Ikan Mas Tumbuh Cepat dan Tahan Infeksi Virus KHV	Anggota	Penelitian Unggulan, DIP-IPB
2014– 2016	Aplikasi Vaksin DNA Anti-KHV pada Budidaya Ikan Mas <i>Cyprinus carpio</i> untuk Ketahanan Pangan Nasional	Ketua	Penelitian Desentralisasi, BOPTN-IPB
2017	Peningkatan Produksi Benih Kakap Putih (<i>Lates calcarifer</i>) melalui Pengendalian Penyakit Berbasis <i>Food Safety</i> (Ketua Peneliti)	Ketua	Penelitian Desentralisasi/ Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi-(Dikti Kemdikbud)
2018– 2020	Peningkatan Produksi Ikan Koi <i>Cyprinus carpio</i> Menggunakan Vaksin DNA Anti Koi Herpesvirus (KHV)	Ketua	Penelitian Desentralisasi /Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi-(Dikti Kemdikbud)
2022	Vaksin DNA Bivalen Anti Penyakit MAS (<i>Motile Aeromonas Septicaemia</i>) dan Anti-Streptococcosis (Ketua peneliti)	Ketua	Penelitian Mandiri
2022	Efektifitas Pertumbuhan dan Hasil Panen Virus Koi Herpes pada Telur Ayam Berembrio sebagai Kandidat Vaksin untuk Ikan Mas dan Koi <i>Cyprinus carpio</i>	Anggota	BRIN/Rumah Program Riset dan Inovasi
2023	Aplikasi Imuno-FS untuk Penanggulangan Penyakit Utama pada Budidaya Udang Vaname (Ketua Peneliti)	Ketua	Penelitian Terapan Jalur Hilirisasi (PT-JH)- (BIMA Dikti-Kemendikbud)

Kegiatan Penelitian (lanjutan)

Tahun	Judul Penelitian	Ketua/ Anggota	Sumber Dana/Skema
2024	Aplikasi Imuno-FS untuk Penanggulangan Penyakit Utama pada Budidaya Udang Vaname (Ketua Peneliti)	Ketua	Penelitian Terapan (BIMA-Dikti-Kemdikbud)
2025	Uji Lapang Imuno-FS Penanggulangan Penyakit Akibat Bakteri dan Virus pada Udang Vaname	Ketua	Penelitian Terapan Luaran Model (BIMA-Kemendikisaintek)

Kegiatan dalam Seminar Ilmiah/Lokakarya/ *Workshop*

Tahun	Judul Kegiatan	Panitia/Peserta/ Pembicara
2012	Seminar Berkala Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia Cabang Bogor, Bogor	Presenter
2013	Seminar Masyarakat Akuakultur Indonesia, Solo	Presenter
2014	Simposium Bioteknologi Akuakultur V, Bogor	Presenter
2015	<i>The 4th International Seminar on Fisheries and Marine Science</i> , Universitas Riau	Presenter
2016	<i>6th International Fisheries Symposium (IFS)</i> , Phu Quoc Island, Vietnam	Presenter
2017	<i>Japanese Society of Fisheries for Future Generation Symposium</i> , Tokyo, Japan	Presenter
2018	<i>International Conference on Aquaculture Biotechnology</i> , Bogor	Ketua Organizing Committee/Presenter
2019	<i>8th International Fisheries Symposium (IFS)/ ASEAN-FEN</i> , Hatyai, Thailand	Presenter

Kegiatan dalam Seminar Ilmiah/Lokakarya/ Workshop (lanjutan)

Tahun	Judul Kegiatan	Panitia/Peserta/ Pembicara
2020	9 th International Fisheries Symposium (IFS)/ ASEAN-FEN, Kuala Lumpur, Malaysia	Presenter
2023	Seminar Nasional Hasil Penelitian IPB Tahun 2023	Presenter
2024	Seminar Nasional Hasil Penelitian IPB Tahun 2024	Presenter
2025	Seminar Nasional Hasil Penelitian IPB Tahun 2025	Presenter
2025	13 th International Fisheries Symposium (IFS) ASEAN Fisheries and Marine Resources for Global Sustainability, Semarang	Presenter

Penghargaan yang Pernah Diraih

No.	Prestasi yang Dicapai/ Penghargaan yang Diperoleh	Lembaga Pemberi	Tahun	Tingkat (Lokal, Nasional, Internasional)
1.	102 Inovasi Paling Prospektif-2010: Konstruksi vaksin untuk mencegah penyakit yang disebabkan oleh virus KHV	Business Innovation Center	2010	Nasional
2.	Satya Lencana Karya Satya X tahun	Presiden RI	2010	Nasional
3.	Pemakalah Oral Terbaik	Simposium Bioteknologi Akuakultur V	2014	Nasional

Penghargaan yang Pernah Diraih (lanjutan)

No.	Prestasi yang Dicapai/ Penghargaan yang Diperoleh	Lembaga Pemberi	Tahun	Tingkat (Lokal, Nasional, Internasional)
4.	107 Inovasi Paling Prospektif-2016: Imunisasi untuk Ikan	Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi	2016	Nasional
5.	109 Inovasi Paling Prospektif-Ikan Lele Tahan Penyakit	Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi	2017	Nasional
6.	Satya Lencana Karya Satya XX tahun	Presiden RI	2018	Nasional
7.	114 Karya Inovasi Indonesia Paling Prospektif-2022	Business Innovation Center	2022	Nasional
8.	Penghargaan sebagai Dosen dengan Nilai Evaluasi Penyelenggaraan Proses Belajar Mengajar (EPBM) Terbaik di Sekolah Vokasi Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024	Sekolah Vokasi IPB	2024	Nasional
9.	Jumlah H-indeks Scopus Tertinggi Departemen Budidaya Perairan Tahun 2025	Direktorat Kajian Strategis dan Reputasi Akademik, IPB University	2025	Nasional

Organisasi Profesi/Ilmiah

No.	Tahun	Jenis>Nama Organisasi	Keanggotaan
1.	2022–sekarang	<i>Indonesian Society of Scientific Aquaculture (ISSA)</i>	Anggota
2.	2008–sekarang	Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI)	Anggota
3.	2020–sekarang	<i>World Aquaculture Society (WAS)</i>	Anggota
4.	2020–sekarang	<i>Indonesian Network on Fish Health Management (INFHEM)</i>	Anggota

Reviewer/Editor Jurnal

No	Tahun	Peran	Penerbit/Institusi
1.	2022	<i>Reviewer</i>	Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada
2.	2023	<i>Reviewer</i>	<i>International Seminar on Fish and Fisheries Science (ISFFS)</i>
3.	2025	<i>Reviewer</i>	<i>Veterinary Research Communication</i>

Daftar Publikasi 5 Tahun Terakhir

- Nuryati S**, Alsani FW, Nasrullah H, Carman O, Hastuti YP, Kusriani E, Alimuddin A. 2020. Immune Related Gene Expression Analysis in Koi After Vaccination with Koi Herpes Virus DNA Vaccines. *Indonesian Aquacultural Journal*. 15(1): 25–32.
- Kurniaji A, **Nuryati S**, Alimuddin A, Murtini S. 2020. Gonad Development and Blood Profile of Anti-KHV DNA Vaccinated Common Carp. *Aquacultura Indonesiana*. 21(2): 49–55.
- Anjani TP, Wahjuningrum D, **Nuryati S**, Khasani I. 2021. The Evaluation of the Addition of Commercial Yeast with β -Glucan Content in Feed on the Immunity of Snakehead Fish *Channa striata* Infected by *Aeromonas hydrophila* Bacteria. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 10(2), 155.
- Wardani WW, Alimuddin A, Junior MZ, Setiawati M, **Nuryati S**. 2021. Growth Performance, Fillet Quality and Immunity After Challenge with *Streptococcus agalactiae* of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) Fed Diet Containing Cysteamine and Creatine. *Aquaculture Research*. 52, 4237–4248.
- Wardani WW, Alimuddin A, Junior MZ, Setiawati M, **Nuryati S**, Suprayudi MA. 2021. Growth Performance, Robustness Against Stress, Serum Insulin, IGF-1 and GLUT4 Gene Expression of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) Fed Diet Containing Graded Levels of Creatine. *Aquaculture Nutrition*. 27, 274–286.

- Susanti E, Wahjuningrum D, **Nuryati S**, Setiawati M. 2021. The Effectiveness of Cinnamon Powder and Cinnamon Leaf Extract to Prevent *Aeromonas hydrophila* Infection on Striped Catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 20(2): 63–173.
- Sukenda, Suhermanto A, Junior MZ, Lusiastuti A, **Nuryati S**, Hidayatullah D. 2021. Virulence Gene Profiling And Pathogenicity of *Streptococcus agalactiae* Isolated From Tilapia, *Oreochromis niloticus* Farms In Indonesia. *Indonesian Aquaculture Journal*. 16(2): 119–125.
- Koepper S, **Nuryati S**, Palm HW, Theisen S, Wild C, Yulianto I, Kleinertz S. 2021. Parasite Fauna of the White-Streaked Grouper (*Epinephelus ongus*) from the Thousand Islands, Java, Indonesia. *Acta Parasitol*. 66(2): 543–552.
- Koepper S, **Nuryati S**, Palm HW, Wild C, Yulianto I, Kleinertz S. 2022. Metazoan Endoparasite Fauna and Feeding Ecology of Commercial Fishes from Java, Indonesia. *Parasitology Research*. 121(2): 551–562.
- Lesmanawati W, Manalu W, Rahminiwati M, Suprayudi MA, **Nuryati S**. 2022. Combination of *Nigella sativa* and *Phyllanthus niruri* as an Immunostimulant for The Prevention of White Spot Disease in *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 11(3): 306–316.
- Afifah J, Sukenda S, Alimuddin A, Nasrullah H, **Nuryati S**. 2023. Protective Effects of Immersion Immunization of Koi with *Escherichia coli* DH5 α Carrying DNA Vaccine Against Koi Herpesvirus. *Fish and Shellfish Immunology Reports*. 4, 100078.

- Nuryati S, Yanti M, Rahman, Wahyuwardani S. 2023. Kidney and Liver Histopathology of Sea Bass *Lates calcarifer* Infected with Black Body Syndrome-Associated Bacteria. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 22(2): 170–178.
- Borut RR, Sukenda S, Nuryati S, Nirmala K, Effendi I, Widanarni W. 2023. The Health Status of Hybrid Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* (♀) x *E. lanceolatus* (♂) Cultured in Floating-net Cage at Kelapa Dua Island, Seribu Islands, Indonesia. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 22(2): 106–114.
- Borut RR, Sukenda S, Nuryati S, Nirmala K, Effendi I, Widanarni W. 2023. Occurrence of *Vibrio* spp. and Viral Nervous Necrosis (VNN) in Cultured Hybrid Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* ♀ x *E. lanceolatus* ♂ and Wild Fish at Seribu Islands, Indonesia. *AACL Bioflux*. 16(5): 2506–2516.
- Kemal R, Fauzi IA, Nuryati S, Wardani WW, Suprayudi MA. 2023. Evaluation of Selenoprotein Supplementation on Digestibility, Growth, and Health Performance of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*. 5, 2008517.
- Wahjuningrum D, Hilal A, Waturangi DE, Nuryati S. 2023. The Potential of Shallot Skin Powder and Actinomycetes Metabolites as Antimicrobe and Antibiofilm in the Treatment of Eel (*Anguilla bicolor bicolor*) Infected with *Aeromonas hydrophila*. *BMC Research Notes*. 16, 324. pp 1–6.
- Nuryati S, Kusriani E, Agustina SS, Hidayatullah D, Hastuti YP, Carman O, Nasrullah, Gustilatov M. 2024. Maternal Immunity and Immune Improvement of Koi *Cyprinus rubrofasciatus* Larvae After DNA Vaccine Against Koi Herpesvirus. *Genetics of Aquatic Organisms*. (2), GA796.

- Lusiastuti AM, Gardenia L, Setiadi S, Kadriah IAK, Nuryati S, Sudaryatma PE, Novita H, Nafiqoh N, Sumiati T, Putri AWM, Purwaningsih U, Syahidah D, Sugiani D, Penataseputro T, Fuandila NN. 2024. Short Communication Propagation of Koi Herpesvirus Using Embryonated Chicken Eggs: A Potential Substitute Method for Fish Vaccine Production. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. Vol. 44, Issue 3: September 12, 2024 CEST.
- Asrido F, Nuryati S, Widanarni W. 2024. Histopathology of Liver, Kidney, Intestine, Spleen, and Bile of Catfish with Jaundice. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 23(2): 250–261.
- Nuryati S, Zulhelmi A, Wahjuningrum D, Kurniaji A. 2024. Efektivitas Ekstrak Seduhan Batang Pohon Pisang Ambon dalam Mencegah Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Larva Ikan Nila. *Media Akuakultur*. 19(2): 55–62.
- Nurul F, Nuryati S, Sukenda S, Alimuddin A. 2025. The Occurrence of *Aeromonas hydrophila* and Infectious Spleen and Kidney Necrosis Virus Pathogenicity Test in the Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 29(1): 911–934.
- Nuryati S, Octavera A, Karima SN, Alimuddin A, Yuhana M, Sukenda S. 2025. Dietary Banana Stem Powder Enhances Immune Response, Disease Resistance, and Growth in Pacific White Shrimp Under AHPND Challenge. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*. 41, 187.
- Nuryati S, Setiyawan DN, Yuhana M, Gustilatov M. 2026. Prevention of *Vibrio parahaemolyticus* Infection in Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Using Oral *Moringa oleifera* Leaf Powder as an Alternative to Antibiotics. *Comparative Immunology Reports*. 10, 200269.

Daftar Publikasi di Prosiding

- Nuryati S**, Soraya S, Alimuiddin A. 2022. Efficacy of Anti-Koi Herpesvirus DNA Vaccine in Carp *Cyprinus carpio* Fry by Immersion Method and Hyperosmotic Infiltration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1033(1): 012051.
- Nuryati S**, Fajariana F, Kurniaji A, Yuhana M. 2024. Isolation, Identification, and Koch's Postulate Test of Bacteria Associated with Yellow Symptoms in African Catfish *Clarias gariepinus*. In *BIO Web of Conferences*. 112, 01012. Bogor, Indonesia: EDP Sciences.

Daftar Buku

- Nuryati S**, Yuliana E. 2019. *Keteknikan Budidaya Ikan*. Tangerang Selatan: Penerbit Universitas Terbuka. SBN (E): 9786233124683.
- Nuryati S**, Yuhana M, Sukenda S. 2024. *Prosedur Diagnosis dan Identifikasi Penyakit Organisme Akuatik*. Bogor: PT Penerbit IPB Press. ISBN: 978-623-111-161-6.
- Sukenda S, **Nuryati S**, Widanarni W, Hidayatullah D. 2026. *Vaksinasi Ikan*. Bogor: PT Penerbit IPB Press. ISBN: 978-623-111-890-5.

Daftar Hak Kekayaan Intelektual

- Pasaribu W, Sukenda S, **Nuryati S**, Carman O, Rahman R, Hidayatullah D. 2018. Vaksin Bivalen *Streptococcus agalactiae* dan *Aeromonas hydrophila*: Preparasi dan Pemberian Vaksin pada Induk Ikan Nila. S00201811258 (Tersertifikasi).

- Nuryati S**, Alimuddin, Sukenda S, Sumantadinata K, Carman O, Hastuti YP, Kusrini E. 2020. Konstruksi Vaksin Anti-Koi Herpesvirus (KHV) dan Aplikasinya. P00202010712 (Tersertifikasi).
- Suhermanto A, Lusiastuti AM, Sukenda S, **Nuryati S**, Junior MZ. 2020. Vaksin Polivalen Anti-*Streptococcus agalactiae* dan Proses Pembuatannya. P00202001505 (Tersertifikasi).
- Sukenda S, **Nuryati S**, Hidayatullah D. 2021. Formula Pakan Vaksin Bivalen *Mycobacterium fortuitum* dan *Aeromonas hydrophila* pada Budidaya Ikan Gurami. S00202111493 (Publikasi).
- Nuryati S**, Fitriatunisa, Wahjuningrum D, Hidayatullah D. 2023. Vaksin Bivalen *Aeromonas hydrophila* dan *Aeromonas salmonicida* serta Penggunaannya pada Ikan Lele. P00202309468 (Lulus Formalitas).
- Nuryati S**, Karima SN, Sukenda S, Yuhana M, Alimuddin A, Hidayatullah D. 2024. Formulasi Pakan Udang Vaname Berbahan Baku Serbuk Batang Pisang. P00202414360 (Lulus Formalitas).
- Nuryati S**, Simanjuntak AM, Alimuddin A, Effendi I, Sukenda S, Yuhana M, 2025. Proses Ekstraksi Batang Pisang Ambon (*Musa Acuminata* Gros Michel Subgroup) untuk Pengendalian Penyakit White Spot pada Udang. S00202509444 (Pemeriksaan Substantif I).
- Nuryati S**, Wahjuningrum D, Hidayatullah D, Mantiqiah S. 2025. Vaksin *Vibrio parahaemolyticus* Inaktif untuk Pencegahan Penyakit Vibriosis pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). S00202509957 (Pemeriksaan Substantif I).



PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251-8355 158 E-mail: ipbpress@apps.ipb.ac.id

    Penerbit IPB Press  [ipbpress.official](https://twitter.com/ipbpress.official)  [ipbpress.com](https://www.ipbpress.com)