

**IMUNOLOGI UNTUK MENDUKUNG  
PENGELOLAAN KESEHATAN IKAN  
PADA AKUAKULTUR**



**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar  
dalam Bidang Bioteknologi Perikanan dan Kelautan  
pada Fakultas Pertanian  
Universitas Gadjah Mada**

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar  
Universitas Gadjah Mada  
Tanggal 21 Februari 2023**

**oleh:  
Prof. Dr. Ir. Alim Isnansetyo, M.Sc.**



*Bismillahirrahmanirrahhim.*

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Yang saya hormati,  
Ketua, Sekretaris dan para anggota Majelis Wali Amanat;  
Rektor dan Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada;  
Ketua, Sekretaris, dan anggota Senat Akademik;  
Ketua, Sekretaris, dan anggota Dewan Guru Besar;  
Para Dekan dan Wakil Dekan di lingkungan UGM;  
Ketua dan Sekretaris Senat Fakultas Pertanian UGM;  
Para dosen, mahasiswa, tenaga kependidikan, dan segenap tamu undangan.

Dalam suasana yang membahagiakan ini, marilah kita awali dengan memanjatkan syukur *alhamdulillah* ke hadirat Allah Swt., atas segala rahmat dan hidayah yang selalu dilimpahkan kepada kita. Kami mohon diperkenankan berdiri di hadapan para hadirin yang mulia untuk menyampaikan pidato dalam rangka pengukuhan Guru Besar dalam bidang Bioteknologi Perikanan dan Kelautan pada Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Judul pidato yang saya sampaikan adalah:

## **IMUNOLOGI UNTUK MENDUKUNG PENGELOLAAN KESEHATAN IKAN PADA AKUAKULTUR**

Saya memulai karier sebagai peneliti di bidang budi daya ikan (akuakultur) pada September 1991 setelah saya diwisuda sebagai Sarjana pada Agustus di tahun yang sama. Saat itu saya memulai berkariier dalam pengembangan komoditas laut di salah satu Balai Pengembangan Budidaya Laut. Setelah saya bergabung dengan Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian UGM pada tahun 1993, Bapak alm. Prof. Dr. Ir. Kamiso Handoyo Nitimulyo, M.Sc. menugaskan saya untuk mengembangkan Imunologi Ikan. Penelitian saya yang pertama didanai UGM adalah penelitian tentang Penambahan Vitamin C pada Pakan Lele (*Clarias* sp.) untuk Meningkatkan Respon Imun terhadap Vaksin *Aeromonas hydrophila*. Hasil penelitian tersebut

dipublikasikan dalam jurnal nasional yang saat itu belum ada sistem akreditasi seperti yang ada sekarang ini. Itulah penelitian yang mengawali karier saya sebagai dosen di Universitas Gadjah Mada.

Selanjutnya, pada tahun 1997, saya berkesempatan melanjutkan studi dengan beasiswa Monbusho G to G, diawali dengan program pelatihan bahasa Jepang dan program *Research Student*. Saya menempuh program master dalam bidang *Applied Biological Sciences* di Saga University, Japan. Program doktoral saya tempuh dalam bidang *Applied Biological Chemistry* di United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University pada tahun 2000–2003. Laboratorium Marine Biotechnology, pada Marine and Highland Bioscience Center merupakan laboratorium yang memberikan bekal keilmuan dan keterampilan kepada saya selama menempuh program master dan doktoral. Penelitian disertasi saya menemukan bakteri spesies baru yang diisolasi dari Pulau Ogasawara. Saya memberi nama spesies untuk bakteri tersebut *Pseudoalteromonas phenolica* (Isnansetyo & Kamei, 2003). Sejak saat itu, saya berpikir, betapa besarnya kesempatan dan peluang peneliti Indonesia untuk menemukan makro dan mikroorganisme laut dengan kategori taksonomi yang baru karena laut Indonesia mempunyai mega biodiversitas.

Para hadirin yang saya hormati,

Imunologi adalah ilmu yang mempelajari sistem kekebalan yang merupakan cabang penting dalam ilmu medis dan biologi. (<https://www.immunology.org/public-information/what-immunology>). Dalam KBBI, imunologi adalah ilmu tentang kekebalan (daya tahan) tubuh terhadap infeksi dan penyakit (<https://www.kbbi.web.id/imunologi>). Konsep kekebalan tubuh sudah dicetuskan sejak abad ke-5 sebelum masehi (430 BC) di Yunani oleh Thucydides (*the father of Scientific History*) yang mengamati dan menulis penyintas dari suatu wabah. Pada abad ke-10, Rhazes menemukan teori alergi asma dan penduduk Tiongkok melakukan pencegahan dengan peningkatan kekebalan terhadap *smallpox* menggunakan serbuk kulit kering (*dried crusted powder*) dari lesi *smallpox*. Sejarah berlanjut di Eropa dengan percobaan ilmiah dan penemuan-penemuan di bidang imunologi. Pada tahun 1789, Edward

Jenner menemukan vaksin *smallpox*. Louis Pasteur dan asistennya pada tahun 1879 melakukan percobaan terkontrol mengenai kekebalan tubuh. Pada masa-masa berikutnya diikuti dengan penemuan-penemuan antibodi, komplemen, serodiagnosis, anafilaksis, fagositosis, *mast cell*, *delayed-type hypersensitivity*, dan penemuan-penemuan besar lain oleh peneliti-peneliti terkenal pada saat itu (Doherty & Robertson, 2004).

Imunologi ikan sudah mulai berkembang pada tahun 1850-an. Buku anatomi yang ditulis oleh Stannius pada tahun 1854 sudah mendeskripsikan sistem organ ikan dan juga menyebutkan fagositosis pada nefros. Perkembangan hematologi ikan pada saat itu merupakan awal perkembangan imunologi ikan. Mechnikov mengamati fagosit yang diambil dari larva *starfishes*. Kemudian, disusul oleh penemuan-penemuan lain, yaitu penemuan *thyroid*, *tymus*, limfosit, dan lain-lain oleh peneliti-peneliti saat itu. Pada tahun 1938, Snieszko dkk. mempublikasikan tentang serologi pada ikan yang terserang *Aeromonas punctata*. Penemuan ini yang menjadi awal berkembangnya vaksinasi pada ikan. Buku pertama yang berjudul *Imunologi Ikan* ditulis dalam bahasa Rusia oleh Luk'yanenko pada tahun 1971 (Van Muiswinkel, 2008). Saat ini, imunologi makin berkembang, termasuk imunologi dalam bidang perikanan, terutama akuakultur. Imunologi ikan sangat menyokong perkembangan bioteknologi perikanan dan kelautan, baik pada tataran penelitian, pengembangan, maupun penerapan.

Bioteknologi (terutama Bioteknologi Perikanan dan Kelautan) mempunyai peran sangat penting dalam imunologi ikan dan pengelolaan kesehatan ikan pada akuakultur. Diagnosis cepat dan skrining induk/benih unggul dapat menggunakan antibodi monoklonal, ekspresi gen-gen imun pada ikan, pengembangan vaksin rekombinan, vaksin DNA/RNA adalah beberapa contoh peran bioteknologi dalam aplikasi imunologi ikan. Penelitian mikrobiome saluran pencernaan dan air media budi daya ikan juga merupakan sumbangan bioteknologi dalam pengelolaan kesehatan ikan yang akhir-akhir ini banyak diterapkan. Pemanfaatan sumber daya akuatik yang sangat melimpah di Indonesia sebagai sumber bahan bioaktif untuk immunostimulan, *adjuvant*, prebiotik, pakan fungsional, mikroorganisme potensial juga sangat membutuhkan penerapan teknik-teknik bioteknologi.

## **Akuakultur**

Bapak/Ibu hadirin yang saya hormati,

Menurut Undang-Undang Perikanan No. 31 Tahun 2004, akuakultur (pembudidayaan ikan atau budi daya ikan) adalah kegiatan memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk kegiatan menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya. Sementara itu, yang dimaksud ikan pada undang-undang yang sama adalah segala jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam lingkungan perairan. Walaupun pengertian ikan dalam undang-undang tersebut sangat luas, kajian imunologi ikan di Indonesia saat ini banyak mempelajari ikan bersirip (*fin fish*) dan krustasea karena dua sumber daya ikan tersebut banyak dibudidayakan.

Akuakultur menyumbang 26% dari total produk perikanan dunia pada tahun 2000 dan meningkat pesat menjadi 48% pada tahun 2019. Akuakultur merupakan salah satu agribisnis dengan pertumbuhan tertinggi. Pada tahun 2019, Indonesia menduduki peringkat kedua hasil tangkap setelah Tiongkok. Sementara itu, dari subsektor, akuakultur Indonesia pada peringkat ketiga setelah Tiongkok dan India. Produksi akuakultur Indonesia pada tahun 2000 mencapai 788.500 ton, meningkat 554.6% menjadi 5.950.000 ton pada tahun 2019 (FAO, 2022). Perkembangan produksi akuakultur Indonesia ini jauh di atas rata-rata perkembangan produksi akuakultur dunia (163.2%) pada periode waktu yang sama, yaitu 32.417.700 ton (2000) menjadi 85.336.000 ton (2019) (FAO, 2022).

Keberhasilan akuakultur sangat ditentukan oleh pengelolaan kesehatan ikan. Pengelolaan kesehatan ikan modern bertumpu pada tindakan-tindakan pencegahan dan meninggalkan tindakan-tindakan pengobatan yang terkendala, baik secara teknis, ekonomis, maupun efektivitas karena sangat dipengaruhi oleh kualitas air. Oleh karena itu, peran imunologi ikan saat ini sangat penting dan akan makin penting pada masa mendatang.

## **Sistem Imun pada Ikan dan Tantangan Aplikasinya**

Hadirin yang saya hormati,

Sistem imun pada ikan pada prinsipnya terdiri atas sistem imun non-spesifik dan spesifik seperti halnya pada vertebrata yang lain. Akan tetapi, ada perbedaan yang mendasar yang perlu selalu dipertimbangkan dalam pengembangan dan penerapan imunologi ikan pada akuakultur. Pertimbangan tersebut didasarkan pada sifat ikan sebagai hewan poikilotherm dan sifat-sifat intrinsik sistem kekebalan tubuh ikan. Hewan poikilotherm yang dikenal dengan hewan berdarah dingin, yaitu hewan yang tidak dapat mempertahankan suhu tubuhnya, sehingga suhu tubuh tersebut mengikuti suhu lingkungannya. Sifat metabolisme ikan yang demikian ini menyebabkan sistem kekebalan tubuh ikan, baik spesifik maupun non- spesifik, sangat tergantung pada suhu lingkungan. Pada suhu lingkungan di bawah optimal, aktivitas sistem imun ikan juga akan menurun.

Sifat-sifat intrinsik sistem kekebalan tubuh ikan juga sangat berbeda dengan mamalia. Isotipe immunoglobulin pada suatu individu ikan lebih sedikit dibandingkan mamalia. Akan tetapi, isotipe immunoglobulin bervariasi pada ikan-ikan yang berbeda kelompok taksonominya. Sebagai contoh, ikan bertulang sejati (Teleostei) mempunyai isotipe immunoglobulin IgM, IgD, dan IgT/Z, sedangkan pada ikan bertulang rawan mempunyai isotipe IgM, IgW, IgX/R, dan IgNAR (Tort *et al.*, 2003; Mashoof & Criscitiello, 2016).

Ikan menghasilkan antibodi dengan afinitas lebih rendah, respons lebih lambat, dan respons memori yang lebih lemah dibandingkan dengan mamalia (Tort *et al.*, 2003). Pada suhu yang lebih rendah dari suhu optimum, tingkat metabolisme ikan akan menurun menyebabkan penurunan produksi antibodi. Hal ini yang menyebabkan terjadinya variasi hasil pada vaksinasi ikan pada kondisi budi daya yang berbeda. Bukan hanya pertahanan spesifik ikan yang dipengaruhi oleh kualitas air budi daya, pertahanan non- spesifik, baik humoral maupun seluler, juga dipengaruhi oleh kualitas air tersebut.

Kualitas air yang menjadi faktor eksternal tersebut menjadikan usaha peningkatan kekebalan tubuh ikan dalam akuakultur lebih kompleks dan merupakan tantangan peneliti-peneliti imunologi ikan untuk menemukan metode yang efektif, terutama dalam penerapan

vaksinasi dan immunostimulan. Di lain pihak, pada tataran aplikasi, para pembudi daya ikan juga mempunyai tantangan untuk mengendalikan kondisi kualitas air yang optimal untuk memacu dan mempertahankan level imun tubuh ikan yang tinggi.

### **Aplikasi Immunologi Ikan dalam Akuakultur**

Status kekebalan tubuh ikan makin banyak digunakan sebagai parameter penting dalam evaluasi teknologi yang dikembangkan oleh peneliti akuakultur. Sejak tahun 2014, berdasarkan publikasi jurnal pada pangkalan data utama (Science direct, SpringerLink, Taylor & Francis, Proquest, BMJ, dan lain-lain), penggunaan parameter-parameter kekebalan tubuh makin banyak digunakan untuk evaluasi inovasi biologis pada bidang akuakultur. Parameter kekebalan tubuh ikan dapat digunakan untuk melengkapi parameter utama pada penelitian dan inovasi dalam berbagai aspek akuakultur. Sebagai contoh, parameter kekebalan ikan digunakan untuk mengevaluasi hasil pemuliaan ikan, biologi perkembangan, evolusi, bahan cemaran di lingkungan, nutrisi dan formulasi pakan ikan, probiotik, prebiotik, hingga dampak pemanasan global. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan imunologi ikan dapat merambah ke berbagai bidang ilmu di luar bidang ilmu perikanan dan akuakultur.

Hadirin yang saya muliakan,

Tujuan utama penerapan imunologi pada akuakultur adalah untuk meningkatkan dan menjaga kesehatan ikan yang didukung oleh kesehatan lingkungan yang optimal. Aplikasi-aplikasi teknologi yang dapat meningkatkan imun ikan sangat bervariasi, yaitu penerapan immunostimulan, probiotik, prebiotik, postbiotik, paraprobiotik, sinbiotik, vaksinasi, dan pakan fungsional.

#### **1. Immunostimulan**

Immunostimulan merupakan senyawa makromolekul maupun mikromolekul untuk meningkatkan kekebalan tubuh (non-spesifik) yang berasal dari berbagai sumber, baik mikroorganisme maupun makroorganisme, dari sumber daya laut maupun terrestrial. Peran



immunostimulan, selain untuk meningkatkan kekebalan tubuh, secara tidak langsung juga dapat meningkatkan pertumbuhan, memperbaiki mikroflora, dan kesehatan pencernaan sehingga dapat meningkatkan efisiensi pakan. Immunostimulan sudah banyak dikembangkan dan diaplikasikan dalam akuakultur. Polisakarida berasal dari organisme laut (kitin, kitosan, kitosan oligo-sakarida, alginat, fucoidan, ulvan, laminaran, karagenan, galaktan) banyak diteliti untuk peningkatan kekebalan tubuh ikan (Mohan *et al.*, 2019). Alginat efektif meningkatkan kekebalan tubuh ikan dan udang dengan peningkatan respons kekebalan non-spesifik seluler dan humoral, peningkatan enzim antioksidan dan resistensi terhadap serangan penyakit (Yudiati *et al.*, 2019, 2016; Isnansetyo *et al.*, 2014; Isnansetyo *et al.*, 2018, 2020a, 2020b). Fucoidan dari rumput laut coklat juga mampu meningkatkan kekebalan tubuh udang dan ikan (Isnansetyo *et al.*, 2016; Purbomartono *et al.*, 2019; Setyawan *et al.*, 2018; Isnansetyo *et al.*, 2018). Senyawa immunostimulan lain yang dapat digunakan dalam akuakultur, antara lain,  $\beta$ -glucan (dari yeast), polifenol, alkaloid, flavonoid, lektin, karotenoid, peptidoglikan, lipopolisakarida, dan lain-lain. Immunostimulan juga dapat diperoleh dari tanaman herbal yang saat ini banyak digunakan pada akuakultur. Hal yang perlu diingat dalam aplikasi immunostimulan pada ikan adalah dosis, frekuensi, dan lama waktu pemberian yang tepat. Apabila dosis terlalu tinggi, frekuensi terlalu kerap dan penerapan yang terlalu lama maka kemungkinan akan bersifat immunosupresif.

## 2. Prebiotik

Prebiotik adalah komponen pakan/pangan yang tidak tercerna yang mempunyai manfaat untuk meningkatkan pertumbuhan, kesehatan inang, dan menyokong pertumbuhan bakteri yang baik pada saluran pencernaan. Dari aspek pertahanan tubuh, prebiotik dapat meningkatkan aktivitas lysozyme dan fagositosis, mengaktifasi makrofag, menstimulasi *monocyte-derived dendritic cells*, meningkatkan fungsi *barrier epithelial*, meningkatkan populasi bakteri baik pada usus, serta memproduksi metabolites perantara yang membantu keseimbangan sistem kekebalan (Nawaz *et al.*, 2018).

Sebagai contoh, prebiotik adalah fructooligosakarida (FOS), galactooligosakarida (GOS), inulin, xylooligosakarida (XOS), polydextrosa, dan pektik oligosakarida (POS). Saat ini, prebiotik banyak diteliti dan diaplikasikan dalam akuakultur yang dikombinasikan dengan probiotik. Kombinasi ini biasanya disebut dengan sinbiotik.

### 3. Probiotik, Postbiotik, dan Paraprobiotik

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang menguntungkan/bermanfaat bagi ikan dan/atau mempertahankan/memperbaiki kualitas air jika diberikan pada jumlah memadai. Probiotik meningkatkan kekebalan non-spesifik, mukosal, dan humoral ikan melalui mekanisme mengendalikan respons inflamasi, meningkatkan aktivitas enzim antioksidan, meningkatkan ekspresi gen imun, menghasilkan metabolit aktif, menghasilkan enzim yang membantu enzim pencernaan sehingga pemanfaatan nutrisi lebih optimal. Probiotik juga secara langsung berkompetisi dengan patogen melalui mekanisme penghambatan, kolonisasi, dan kompetisi ruang adhesi (Kuebutornye *et al.*, 2019). Jenis-jenis probiotik yang dapat diaplikasikan di akuakultur saat ini sangat banyak, misalnya *Arthrobacter*, *Flaviramulus*, *Flavobacter*, *Bacillus* sp., *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacteria*, *Pseudoalteromonas*, *Pseudomonas*, *Saccharomyces*, dan lain-lain.

Postbiotik adalah produk-produk yang dihasilkan oleh probiotik yang berupa produk *non-viable*, produk samping metabolik yang mempunyai aktivitas biologis dalam inang. Postbiotik merupakan senyawa bioaktif yang dihasilkan mikroorganisme saat proses fermentasi anaerobik untuk menghasilkan energi berupa adenosine triphosphate (ATP). Senyawa bioaktif ini dihasilkan oleh sel saat masih hidup maupun senyawa yang keluar dari sel yang mengalami lisis. Sebagai contoh, asam lemak rantai pendek, fragmen sel mikrobia, polisakarida ekstraseluler, lisat sel, asam teichoik, vitamin, enzim, dan lain-lain (Thorakkattu *et al.*, 2022). Postbiotik dapat digunakan untuk meningkatkan kekebalan tubuh ikan.

Probiotik yang diinaktivasi sering disebut dengan paraprobiotik dan memberikan manfaat untuk kesehatan inang dengan meningkatkan

sistem imun, aktivitas anti-inflamory, antioksidan, antiproliferasi, dan antagonistik terhadap patogen (Siciliano *et al.*, 2021). Definisi postbiotik dan paraprobiotik ini masih rancu hingga saat ini. Postbiotik-paraprobiotik belum banyak diterapkan dalam akuakultur.

#### 4. Sinbiotik

Sinbiotik mulai diterapkan di akuakultur sejak sekitar 15 tahun yang lalu. Seperti halnya probiotik dan prebiotik, sinbiotik juga berperan dalam peningkatan sistem kekebalan tubuh ikan melalui mekanisme peningkatan sitokin pada epitel intestin yang dapat memodulasi fungsi sel dendrik, sel T, sel B, menginduksi kemampuan LPS untuk memicu aktivitas tumor nekrosis faktor  $\alpha$ , meningkatkan ekspresi gen *Toll-like receptor 2* sehingga meningkatkan aktivitas ledakan respirasi, fagositosis, dan produksi nitrik oksida. Pada udang, sinbiotik meningkatkan proliferasi dan degranulasi hemosit saat merespons partikel asing (Huynh *et al.*, 2017).

#### 5. Vaksinasi

Vaksinasi pada ikan mulai berkembang pesat sejak tahun 1970-an, walaupun vaksin pada manusia sudah dikembangkan sejak abad ke-17. Lisensi pertama untuk vaksin ikan dikeluarkan pada tahun 1976 di Amerika, yaitu vaksin untuk mencegah Yersiniosis/Enteric Red Mouth (ERM) pada ikan salmon (Gudding & Van Muiswinkel, 2013). Penelitian tentang vaksin ikan makin gencar pada 10 tahun terakhir ini ditunjukkan dengan banyaknya publikasi yang mencapai lebih dari 40% dari publikasi vaksin ikan yang ada selama ini. Vaksin ikan yang ada di Indonesia masih terbatas dengan hanya 8 izin edar yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan RI (<http://www.sibatik.kkp.go.id/web/daftar-izin/>). Kondisi ini menuntut agar peneliti Indonesia lebih giat dalam pengembangan vaksin ikan dan mengurai kendala di tingkat aplikasi yang masih belum teratasi.

Sebagian besar vaksin komersial untuk ikan yang beredar di Indonesia saat ini merupakan vaksin sel utuh yang dibunuh atau dilemahkan. Teknologi vaksin dengan vaksin hidup (*live attenuated*), subunit vaksin, vaksin rekombinan, vaksin asam nukleat (DNA atau

RNA) perlu dikembangkan dengan selalu memperhatikan aspek keamanan terhadap konsumen, ikan, dan lingkungan yang ketat. Vaksin asam nukleat, terutama vaksin DNA untuk ikan akhir-akhir ini banyak dikembangkan, tetapi masih menemui kendala karena ikan yang diberikan vaksin DNA ada yang mengkategorikan sebagai ikan transgenik atau *Genetically Modified Organism* (GMO). Walaupun jumlah publikasi tentang vaksin DNA meningkat pesat sejak tahun 1988, produk yang memperoleh lisensi hingga saat ini masih sangat terbatas. Vaksin DNA pada ikan yang pertama memperoleh lisensi adalah APEX-IHN pada tahun 2005 untuk menanggulangi *Infectious Hematopoietic Necrosis Virus* (IHNV) pada ikan salmon. Pada tahun 2017, vaksin DNA untuk menanggulangi *Salmon Pancreas Disease Virus* (SPDV) mendapat lisensi untuk dipasarkan oleh the *European Medicine Agency* (EMA) (Collins *et al.*, 2019).

Para hadirin yang terhormat,

Kontribusi imunologi ikan dalam kesehatan ikan dan lingkungan makin besar saat ini dan di masa mendatang. Keberhasilan bisnis akuakultur sangat ditentukan oleh ketersediaan benih unggul yang memadai. Penilaian kualitas benih ikan unggul didasarkan atas dua parameter utama, yaitu pertumbuhan yang cepat dan ketahanan terhadap penyakit. Kriteria yang disebutkan terakhir dievaluasi dengan penerapan metode dan prinsip-prinsip imunologi ikan, yaitu penilaian ketahanan non-spesifik dan spesifik, resistensi terhadap serangan penyakit, ekspresi gen-gen imun, dan gen-gen yang berhubungan dengan kemampuan adaptasi terhadap stres.

Imunologi ikan juga berkontribusi dalam diagnosis penyakit secara cepat dan akurat dengan prinsip reaksi antigen-antibodi. Metode ELISA dan immunohistokimia, *Fluorescence Antibodi Test* (FAT) sangat membantu dalam diagnosis penyakit ikan. Diagnosis ini juga mendukung penerapan biosekuriti pada unit-unit usaha akuakultur.

Pakan merupakan faktor produksi akuakultur yang menyerap biaya produksi paling besar. Komponen formulasi pakan ikan yang ideal bukan sekadar mendukung sintasan dan pertumbuhan ikan, tetapi juga harus dapat menjaga dan meningkatkan kesehatan ikan. Selain

nutrien makro dan mikro, pakan ikan juga perlu ditambahkan pakan fungsional (*functional feed*) yang dapat meningkatkan kesehatan ikan dan kualitas produk akuakultur. Oleh karena itu, imunologi ikan akan makin penting perannya dalam menemukan pakan fungsional dan mengevaluasi formulasi-formulasi pakan ikan.

## **Perspektif ke Depan**

Akuakultur intensif akan berkembang makin cepat di seluruh belahan dunia, termasuk di Indonesia, sebagai respons terhadap peningkatan permintaan produk perikanan. Di lain pihak, kuantitas produk perikanan dari hasil tangkap mengalami stagnasi, bahkan cenderung menurun. Problematika terbesar dalam akuakultur intensif adalah wabah penyakit, di samping makin mahalnya harga pakan. Penyakit yang menimbulkan kerugian besar pada akuakultur air tawar, antara lain, *aeromoniasis*, *streptococciosis*, *mycobacteriosis*, *flexibacteriosis/columnariosis*, Koi Herpes Virus (KHV), Tilapia Lake Virus (TiLV), dan *ichthyophthiriasis*. Sementara itu, pada akuakultur laut sering ditemukan penyakit *streptococciosis*, *vibriosis*, *big belly disease* (BBD), *scale drop disease*, Viral Nervous Necrosis (VNN), *iridovirus*, *mouth rot*, *tail rot*, dan serangan berbagai parasit. Contoh penyakit yang dijumpai pada budi daya udang, antara lain, *vibriosis*, White Spot Syndrome Virus (WSSV), Early Mortality Syndrome (EMS), *myonecrosis*, *white faeces disease*, dan *microsporidiosis*. Kaitannya dengan wabah penyakit, ikan sangat tergantung pada imun non-spesifik karena keterbatasan intrinsik antibodi spesifik yang diproduksi dibandingkan dengan mamalia dan unggas. Produksi benih unggul dengan kriteria ketahanan terhadap penyakit menjadi parameter penting, di samping pertumbuhan dan sintasan. Pada tataran teknis, penggunaan bibit unggul perlu dibarengi usaha peningkatan kekebalan tubuh ikan non-spesifik dengan mengembangkan dan menerapkan bukan hanya metode tunggal (*single method*), tetapi perlu kombinasi beberapa metode pengendalian penyakit.

Penggunaan bio-informatik untuk mempelajari sistem kekebalan ikan dan menemukan teknologi pengendalian penyakit perlu digalakkan. Pemanfaatan sumber daya akuatik Indonesia, baik

mikroorganisme maupun makroorganisme, baik dari perairan tawar maupun laut, perlu lebih intensif dengan penerapan bioteknologi dalam rangka meningkatkan inovasi immunostimulan, probiotik, prebiotik, sinbiotik, postbiotik/paraprobiotik, vaksin, mikrobiom, aplikasi quorum quensing, dan pakan fungsional. Pengembangan vaksin ikan juga perlu memanfaatkan konsep-konsep baru, seperti virus-like partikel (virosome), *gene editing*, vaksin DNA/RNA, dan *reverse genetic vaccine*. Produk hasil inovasi tersebut diharapkan dapat menggantikan antibiotik untuk pengendalian penyakit ikan yang ramah lingkungan. Fasilitas, pendanaan, kemudahan, dan dukungan yang memadai dari pemerintah sangat diperlukan. Kebijakan untuk memberikan kemudahan dan fasilitas khusus untuk hilirisasi dan komersialisasi produk-produk bioteknologi kelautan dan perikanan yang dihasilkan anak bangsa sangat diperlukan agar produk lokal dapat bersaing dengan produk impor. Kriteria evaluasi dalam pemberian izin edar perlu disesuaikan dengan perkembangan bioteknologi saat ini tanpa mengurangi urgensi kriteria keamanan terhadap konsumen, lingkungan, termasuk ekosistem perairan dan ikan yang dibudidayakan.

Hadirin yang saya hormati,

Perkenankanlah saya menyampaikan rangkuman dari uraian yang sudah saya sampaikan. Subsektor akuakultur berkembang cepat di Indonesia dan di seluruh dunia, yang mengarah pada akuakultur intensif. Pengelolaan kesehatan ikan dan lingkungan serta penanggulangan penyakit yang merupakan salah satu kunci sukses bisnis akuakultur perlu berbasis pada peningkatan imun ikan terhadap serangan penyakit dan stress/tekanan lingkungan. Peran imunologi ikan makin besar dalam segala aspek akuakultur, baik dalam penyediaan bibit unggul, pengembangan pakan, maupun pengelolaan kesehatan ikan dan lingkungan.

Dalam kesempatan yang berbagai ini, saya mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia, dalam hal ini Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk menjabat sebagai Guru Besar dalam bidang Bioteknologi Perikanan dan Kelautan di

Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Saya juga menyampaikan terima kasih kepada Rektor, Senat Akademik, Dekan dan Wakil Dekan, dan Senat Fakultas Pertanian, serta Departemen Perikanan, Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan kesempatan, bantuan, dukungan, dan menyetujui saya untuk menjabat sebagai Guru Besar.

Ucapan terima kasih yang mendalam saya haturkan kepada yang tercinta, ibu dan bapak saya, almarhumah Ibu Sugirah dan almarhum Bapak Muhammad Yusuf, yang telah menghadirkan saya di dunia ini, membesarkan, mengasuh, dan mendidik dengan penuh kasih sayang. Semoga segala daya dan upaya beliau menjadi amal jariyah. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada ibu mertua saya, Ibu Siti Marwiyah dan bapak mertua saya, almarhum Bapak Parsito atas dukungan, doa, dan bimbingannya. Terima kasih juga saya sampaikan kepada istri tercinta, Endang Sulistyarningsih; anak saya, Alinda Syifa Fumizuki dan Aditya Ilham Alim; kakak-kakak dan adik saya yang telah memberikan kasih sayang, suasana damai untuk berkembang tumbuh bersama dan belajar menuntut ilmu. Semoga semua kebaikan tersebut menjadi amal jariyah dan mendapatkan balasan yang jauh lebih banyak dari Allah Swt.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada guru-guru saya di SDN 1 Panggang, SMPN 1 Panggang, dan SMAN 1 Bantul. Kepada para dosen kami di Fakultas Pertanian UGM, khususnya dosen-dosen di Departemen Perikanan, saya ucapkan terima kasih atas segala ilmu dan bimbingan selama saya menempuh pendidikan sarjana. Ucapan terima kasih secara khusus saya sampaikan kepada Bapak Ir. Sukiman Wirasapoetro, M.S. (sebagai pembimbing akademik S-1), almarhum Bapak Prof. Dr. Ir. Kamiso Handoyo Nitimoelyo, M.Sc. dan Bapak almarhum Dr. Ir. Iwan Yusuf Bambang Lelono, M.Sc. (sebagai Dosen Pembimbing Skripsi), yang telah memberikan bimbingan dalam menuntut ilmu, melakukan penelitian, dan berkarier. Kami ucapkan terima kasih juga kepada Ibu Ir. RetnoWidaningroem, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Rustadi, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Susanto Somowiyarjo, M.Sc. dan Prof. Dr. Ir. Bambang Hadisutrisno, DEA., yang selalu memberikan motivasi kepada saya. Saya mengucapkan terima kasih kepada Dr. Yuto Kamei, Prof. Dr. Yasushi Uchida, Prof. Dr. Hisashi Murata, Prof. Dr. Fumio

Hashimoto, dan Prof. Shinkichi Tawata yang telah membimbing saya selama menempuh program master dan doktoral, terutama dalam pelaksanaan penelitian, penulisan tesis master dan disertasi. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Prof. Dr. Masahiro Seguchi yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk bergabung dalam program *post doctoral* di bawah *the Ariake Research Project* dan atas bimbingannya walaupun di sela-sela kesibukan beliau sebagai Wakil Rektor Saga University saat itu.

Terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Jamhari, S.P., M.P.; Prof. Dr. Ir. Sri Nuryani Hidayah Utami, M.P., M.Sc.; Dr. Rudi Harimurti, S.P., M.P.; Dr. Ir. Triyanto, M.Si.; Dr. Suadi, S.Pi., MAgr.Sc., Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Pertanian UGM periode tahun 2012–2016 dan 2016–2021 yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk membantu sebagai Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat dan memercayai saya sebagai PIC Akademik dalam pembangunan Laboratorium Terpadu Agrotropical Learning Center (AGLC).

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada sivitas akademika di Fakultas Pertanian UGM: para dosen, tenaga kependidikan, para mahasiswa, dan alumni yang membanggakan atas segala kerja sama dan dukungan selama ini untuk memajukan almamater kita secara bersama. Kepada teman-teman di organisasi profesi, terutama Masyarakat Akuakultur Indonesia yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Rochmin Dahuri, M.Sc.; dan Forum Pimpinan Perguruan Tinggi Perikanan dan Kelautan Indonesia (FP2TPKI) yang diketuai oleh Prof. Ir. Prof. La Sara, M.Si., Ph.D. (2020–2022) dan Prof. Dr. Maftuch, M.S. (2022–2024), saya mengucapkan banyak terima kasih atas kerja sama, kesempatan, dan suasana yang nyaman dalam usaha memajukan bidang perikanan, terutama akuakultur.

Kepada hadirin yang saya muliakan dan saya hormati, terima kasih sebesar-besarnya atas luangan waktu yang sangat berharga untuk menghadiri dan mengikuti pidato pengukuhan ini dengan penuh kesabaran. Mohon maaf atas segala kesalahan yang saya perbuat.

*Alhamdulillah rabbil' alamin.*

*Wa billahitaufik wal hidayah, wassalamu'alaikum wr. wb*



## DAFTAR PUSTAKA

- Collins, C., Lorenzen, N. & Collet, B. (2019). DNA vaccination for finfish aquaculture. *Fish & shellfish immunol*, 85, 106-125.
- Doherty, M. & Robertson, M.J. (2004). Some early trends in immunology. *TRENDS in Immunol*, 25(12), 623-631.
- FAO (2021). World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021. Rome.
- Gudding, R. & Van Muiswinkel, W.B. (2013). A history of fish vaccination: science-based disease prevention in aquaculture. *Fish & shellfish immunol*, 35(6), 1683-1688.
- Huynh, T.G., Shiu, Y.L., Nguyen, T.P., Truong, Q.P., Chen, J.C. & Liu, C.H. (2017). Current applications, selection, and possible mechanisms of actions of synbiotics in improving the growth and health status in aquaculture: a review. *Fish & shellfish immunol*, 64, 367-382.
- Isnansetyo A., Indarjulianto, S., Istiqomah, I., Handayani, C.R. & Setyawan, A. (2018). Formulasi fucoidan dari *Sargassum* sp. dan multivitamin untuk meningkatkan kekebalan tubuh udang terhadap serangan White Spot Syndrome Virus (WSSV). Patent. P00201805499.
- Isnansetyo A., Yudiati, E., Triyatmo, B. & Handayani, C.R. (2018). Aplikasi Na-alginat dari *Sargassum siliquosum* secara oral untuk meningkatkan ketahanan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) terhadap serangan White Spot Syndrome Virus (WSSV). Patent. P00201805489.
- Isnansetyo, A., & Kamei, Y. (2003). *Pseudoalteromonas phenolica* sp. nov., a novel marine bacterium that produces phenolic anti-methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* substances.

*International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53(2), 583-588.

- Isnansetyo, A., Fikriyah, A., Kasanah, N. & Murwantoko (2016). Non-specific immune potentiating activity of fucoidan from a tropical brown algae (Phaeophyceae), *Sargassum cristaefolium* in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture International*, 24(2), 465-477.
- Isnansetyo, A., Irpani, H. M., Wulansari, T. A. & Kasanah, N. (2014). Oral administration of alginate from a tropical brown seaweed, *Sargassum* sp. to enhance non-specific defense in walking catfish (*Clarias* sp.). *Aquac Indones*, 15(1), 14-20.
- Isnansetyo, A., Istiqomah, I. & Aditama, T. (2020a). Formulasi imunostimulan berbasis alginat dan multivitamin untuk meningkatkan kekebalan tubuh dan resistensi terhadap serangan penyakit pada ikan laut. Patent. P00202008756.
- Isnansetyo, A., Istiqomah, I. & Dzakhirah, A. (2020b). Formulasi N-alginat, multivitamin dan asam amino sebagai imunostimulan untuk menanggulangi penyakit dan meningkatkan pertumbuhan ikan. Patent. P00202003090.
- Kuebutornye, F.K., Abarike, E. D. & Lu, Y. (2019). A review on the application of *Bacillus* as probiotics in aquaculture. *Fish & shellfish immunol*, 87, 820-828.
- Mashoof, S. & Criscitiello, M.F. (2016). Fish immunoglobulins. *Biology*, 5(4), 45.
- Mohan, K., Ravichandran, S., Muralisankar, T., Uthayakumar, V. Chandirasekar, R., Seedeve, P, Abirami, R.G. & Rajan, D.K. (2019). Application of marine-derived polysaccharides as immunostimulants in aquaculture: A review of current knowledge and further perspectives. *Fish & shellfish immunol*, 86, 1177-1193.
- Nawaz, A., Irshad, S., Hoseinifar, S.H. & Xiong, H. (2018). The functionality of prebiotics as immunostimulant: Evidences from trials on terrestrial and aquatic animals. *Fish & shellfish immunol*, 76, 272-278.
- Purbomartono, C., Isnansetyo, A., Murwantoko & Triyanto (2019). Dietary fucoidan from *Padina boergesenii* to enhance non-

- specific immune of catfish (*Clarias* sp.). *Journal of Biological Sciences*, 19(2), 173-180.
- Siciliano, R.A.; Reale, A.; Mazzeo, M.F.; Morandi, S.; Silveti, T.; Brasca, M. (2021). Paraprobiotics: A new perspective for functional foods and nutraceuticals. *Nutrients* 13, 1225.
- Setyawan, A., Isnansetyo, A., Murwantoko, M., Indarjulianto, S., & Handayani, C. R. (2018). Comparative immune response of dietary fucoidan from three Indonesian brown algae in white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *AACL Bioflux*, 11(6), 1707-1723.
- Thorakkattu, P., Khanashyam, A. C., Shah, K., Babu, K. S., Mundanat, A. S., Deliephan, A., ... & Nirmal, N. P. (2022). Postbiotics: Current trends in food and pharmaceutical industry. *Foods*, 11(19), 3094.
- Tort, L., Balasch, J. C., & Mackenzie, S. (2003). Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses. *Immunología*, 22(3), 277-286.
- Van Muiswinkel, W. B. (2008). A history of fish immunology and vaccination I. The early days. *Fish & Shellfish Immunology*, 25(4), 397-408.
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko, Triyanto & Handayani, C.R. (2019). Alginate from *Sargassum siliquosum* simultaneously stimulates innate immunity, upregulates immune genes, and enhances resistance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against white spot syndrome virus (WSSV). *Marine Biotechnol*, 21(4), 503-514.
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko, Triyanto & Handayani, C.R. (2016). Innate immune-stimulating and immune genes up-regulating activities of three types of alginate from *Sargassum siliquosum* in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & shellfish immunol*, 54, 46-53.

**BIODATA**

Nama : Prof. Dr. Ir. Alim Isnansetyo, M.Sc.  
 Janis Kelamin : Pria

Tempat &  
 Tgl Lahir : Gunungkidul, 26 Juni 1967

NIP : 196706261994121001

Pangkat/Gol : Pembina Tkt I/IV b

Jabatan : Guru Besar

Alamat Kantor : Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian UGM,  
 Jln. Flora Bulaksumur, Yogyakarta

Email : isnansetyo@ugm.ac.id

Program Studi : Akuakultur; Magister Ilmu Perikanan

Keluarga : 1. Dr. Ir. Endang Sulistyaningsih, M.Sc. (Istri)  
 2. Alinda Syifa Fumizuki (Anak)  
 3. Aditya Ilham Alim (Anak)

Pendidikan : 1. SDN 1 Panggang (1980)  
 2. SMPN 1 Panggang (1983)  
 3. SMAN 1 Bantul (1986)  
 4. Sarjana Departemen Perikanan UGM (1991)  
 5. Master Applied Biological Science, Saga  
 University (2000)  
 6. Doctoral Applied Biological Chemistry, United  
 Graduate School of Agircultural Science,  
 Kagoshima University, Jepang

**Publikasi Jurnal Terpilih (5 tahun terakhir)**

1. Handayani, D. P., Isnansetyo, A., Istiqomah, I., & Jumina, J. (2022). Anti-Vibrio activity of *Pseudoalteromonas xiamenensis* STKMTI. 2, a new potential vibriosis biocontrol bacterium in marine aquaculture. *Aquaculture Research*, 53(5), 1800-1813.
2. Handayani, D. P., Isnansetyo, A., Istiqomah, I., & Jumina, J. (2022). New report: Genome mining untaps the antibiotics biosynthetic gene cluster of *Pseudoalteromonas xiamenensis* STKMTI. 2 from a mangrove soil sediment. *Marine Biotechnology*, 24(1), 190-202.
3. Nugraha, T. A., Isnansetyo, A., & Djalil, M. (2022). Fermented earthworms as a feed additive enhances non-specific immune response in catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture International*, 30(1), 211-226.
4. Isnansetyo, A., Handayani, D. P., Istiqomah, I., Arif, A., & Kaneko, T. (2022). An antibacterial compound purified from a tropical coastal plant, *Diospyros maritima*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(1).
5. Mulia, D. S., Isnansetyo, A., Pratiwi, R., & Asmara, W. (2021). Antibiotic resistance of *Aeromonas* spp. isolated from diseased walking catfish (*Clarias* sp.). *Biodiversitas*, 22(11), 4839-4846.
6. Muliari, M., Akmal, Y., Irfannur, I., Zulfahmi, I., Isnansetyo, A., Istiqomah, I., ... & Batubara, A. S. (2022). Haematological responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) to exposure to effluent from palm oil mills. *European Journal of Environmental Sciences*, 12(2), 67-73.
7. Isnansetyo, A., Istiqomah, I., Anshary, H., Sriwulan, S., Yudiati, E., Subagiyo, S., ... & Kartikasari, D. W. (2022). Identification and antibiotic-resistant properties of *Vibrio owensii* and *V. alginolyticus* isolated from the Spermonde Islands, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(11).
8. Muarif, S., Sulistyarningsih, E., Suci Handayani, V. D., & Isnansetyo, A. (2022). Substituting *Sargassum* sp. Compost for Inorganic Fertilizer Improves the Growth and Yield of Shallot

- (*Allium cepa* L. Aggregatum Group). *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 45(4).
9. Heriyati, E., Rustadi, R., Isnansetyo, A., Triyatmo, B., Istiqomah, I., Deendarlianto, D., & Budhijanto, W. (2022). Microbubble aeration in a recirculating aquaculture system (RAS) increased dissolved oxygen, fish culture performance, and stress resistance of red tilapia (*Oreochromis* sp.). *Trends in Sciences*, 19(20), 6251-6251.
  10. Astuti, R. P., Isnansetyo, A., Pratiwi, R., & Hadisusanto, S. (2022). Comparison of Nutritional And Protease Activity Profiles of Two Live Feed Candidates of *Pseudodiaptomus* Species. *Indonesian Aquaculture Journal*, 17(1), 45-51.
  11. Pratiwi, A. F., Satyantini, W. H., Mahasri, G., Mukti, A. T., & Isnansetyo, A. (2022). The addition of *Caulerpa racemosa* extract in feed on clinical sign and intestinal histopathological profile of whiteleg shrimp after infected by *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 11(2), 193-200.
  12. Husni, A., Izmi, N., Ayunani, F. Z., Kartini, A., Husnayain, N., & Isnansetyo, A. (2022). Characteristics and antioxidant activity of fucoidan from *Sargassum hystrix*: Effect of extraction method. *International Journal of Food Science*, 2022.
  13. Mulia, D. S., Utomo, T., & Isnansetyo, A. (2022). The efficacy of *Aeromonas hydrophila* GPI-04 feed-based vaccine on African catfish (*Clarias gariepinus*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(3).
  14. Mulia, D. S., Isnansetyo, A., Pratiwi, R., & Asmara, W. (2021). Antibiotic resistance of *Aeromonas* spp. isolated from diseased walking catfish (*Clarias* sp.). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(11).
  15. Lutfia, F. N. L., Isnansetyo, A., Susidarti, R. A., & Nursid, M. (2020). Chemical composition diversity of fucoidans isolated from three tropical brown seaweeds (Phaeophyceae) species. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(7).
  16. Yudiati, E., Isnansetyo, A., & Handayani, C. R. (2019). Alginate from *Sargassum siliquosum* simultaneously stimulates innate

- immunity, upregulates immune genes, and enhances resistance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against white spot syndrome virus (WSSV). *Marine Biotechnology*, 21(4), 503-514.
17. Setyowati, E. A., Isnansetyo, A., Djohan, T. S., & Nurcahyo, R. W. (2019). Antimalarial activity of microalgae extracts based on inhibition of PfMQO, a mitochondrial *Plasmodium falciparum* enzyme. *Pharmacognosy Journal*, 11(6s).
  18. Negoro, S. L. C., & Isnansetyo, A. (2018). Identification of marine leech and assessment of its prevalence and intensity on cultured hybrid groupers (*Epinephelus* sp.). *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 19(5), 1798-1804.
  19. Melki, M., Isnansetyo, A., Widada, J., & Murwantoko, M. (2018). Distribution of ammonium-oxidizing bacteria in sediment with relation to water quality at the Musi River, Indonesia. *Hayati Journal of Bioscience*, 25(4), 198-205.
  20. Yudiati, E., & Isnansetyo, A. (2017). Characterizing the three different alginate type of *Sargassum siliquosum*. *Indonesian Journal of Marine Sciences/Ilmu Kelautan*, 22(1).
  21. Isnansetyo, A., Lutfia, F. N. L., Nursid, M., & Susidarti, R. A. (2017). Cytotoxicity of fucoidan from three tropical brown algae against breast and colon cancer cell lines. *Pharmacognosy Journal*, 9(1).

## Perolehan Paten

1. Vaksin Vibrio Polivalen Untuk Menanggulangi Vibriosis Pada Ikan Kerapu (2010). ID P0026256
2. Metode Isolasi Fucoidan dari Padina sp. dan Aktivasinya sebagai Anti-kanker Payudara dan Kolon dengan Sitotoksitas Selektif. (2020). IDP000066417.
3. Aplikasi Na-alginat dari *Sargassum siliquosum* secara oral untuk meningkatkan ketahanan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) terhadap serangan White Spot Syndrome Virus (WSSV). (2018). P00201805489.
4. Formulasi Na-alginat, multivitamin dan asam amino sebagai imunostimulan untuk menanggulangi penyakit dan meningkatkan pertumbuhan ikan. (2020a). P00202003090.

5. Formulasi immunostimulan berbasis alginat dan multivitamin untuk meningkatkan kekebalan tubuh dan resistensi terhadap serangan penyakit pada ikan laut. (2020). P00202008756.
6. Vaksin Inaktif Trivalen Untuk Menanggulangi Penyakit Vibriosis Dan Fotobakteriosis Pada Budidaya Ikan Laut (2019).
7. Formulasi Fucoidan dari *Sargassum* sp. Untuk Meningkatkan Kekebalan Tubuh Udang Terhadap Serangan Virus. (2018). P00201805499.

### **Penghargaan**

1. Satya Lencana Karya Satya 20 tahun oleh Presiden RI (2017)
2. Kesetiaan 25 Tahun oleh Rektor UGM (2018)
3. Publikasi Terbaik Kluster Agro (2019)

### **Pengalaman Jabatan di UGM**

1. Ketua Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian UGM (2021–Sekarang)
2. Ketua Gugus Tugas Kemandirian Garam (2021–sekarang)
3. Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Fakultas Pertanian UGM (2012–2021)
4. Ketua Prodi Magister Ilmu Perikanan (2016–2021)
5. Kepala Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan (2016–2021)
6. PIC akademik Agrotropical Learning Center (2018– 2021)
7. Kepala Laboratorium Hidrobiologi (2014–2016)
8. Kepala Lab Kesehatan Ikan dan Lingkungan (2016– 2021)

### **Pengalaman sebagai Editor/Penulis Buku**

1. Industri Udang Berkelanjutan: Aspek Budidaya, Pengelolaan dan Pasca Panen. (2021). Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. ISBN: 978-979-8678-36- 3.



2. 75 Tahun Fakultas Pertanian UGM: Meniti Sejarah untuk Kemakmuran Bangsa. (2021). Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. ISBN: 978-979-8678-33-2
3. Inovasi Budidaya Ikan Nila. (2021). ISBN: 987-623- 9833-80-0.
4. Merangkai Gagasan Dan Inovasi: Merespon Pandemi Covid-19 untuk Kemajuan Perikanan dan Kelautan. (2020). SmartMedia Utama. Yogyakarta. ISBN: 978- 623-6532-12-6
5. Proceeding of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Tropical Agriculture (editor). (2018). Springer Nature, Switzerland. ISBN 978-3-319-97552-8 (Print); 978-3- 319-97553-5 (eBook)].
6. The 2<sup>nd</sup> International Symposium on Marine and Fisheries Research. (2018). Earth and Enviromental Sciences: 39. IOP Publishing, UK. ISSN: 1755-1307.
7. International Conference on Organic Agriculture in the Tropics: State-of-the-Art, Challenges and Opportunities. (editors). (2018). Earth and Enviromental Sciences: 215. IOP Publishing, UK.