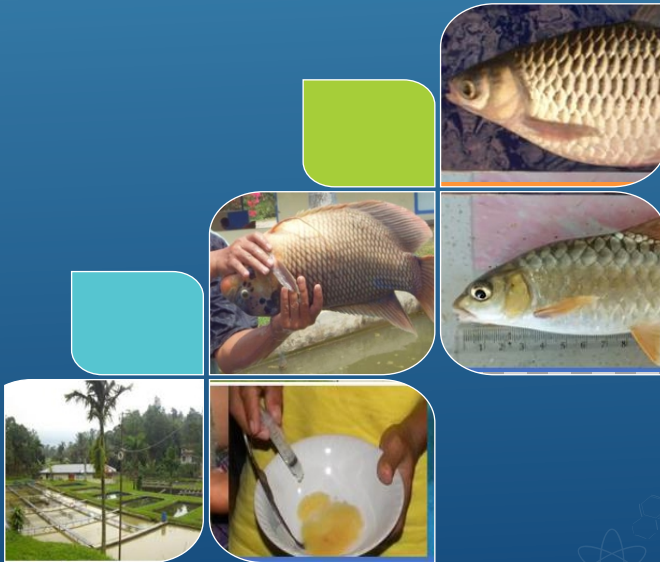




ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET BIDANG PEMULIAAN DAN GENETIKA

DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA MENDUKUNG PRODUKSI PERIKANAN



OLEH:
ANANG HARI KRISTANTO

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

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR
ASLI INDONESIA MENDUKUNG
PRODUKSI PERIKANAN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2022 oleh Penerbit BRIN

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



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

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

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



**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG PEMULIAAN DAN GENETIKA**

**DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR
ASLI INDONESIA MENDUKUNG
PRODUKSI PERIKANAN**

**OLEH:
ANANG HARI KRISTANTO**

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

© 2022 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Zoologi Terapan

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Domestikasi Ikan Air Tawar Asli Indonesia Mendukung Produksi Perikanan/Anang Hari
Kristanto–Jakarta: Penerbit BRIN, 2022.

ix + 56 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-7425-95-3 (cetak)
978-623-7425-96-0 (e-book)

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Domestikasi | 2. Ikan Air Tawar |
| 3. Produksi Perikanan | 4. Strategi Pemanfaatan |

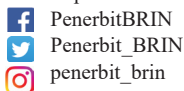
639.31

Copy editor : Risma Wahyu Hartiningsih
Proofreader : Prapti Sasiwi & Dhevi E.I.R. Mahelingga
Penata Isi : Dhevi E.I.R. Mahelingga
Desainer Sampul : S. Imam Setyawan

Cetakan Pertama : September 2022



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



BIODATA RINGKAS



Anang Hari Kristanto, dilahirkan di Solo pada tanggal 25 Juli 1960, sebagai anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan Bapak R. Hartono dan Ibu Sri Supinah. Menikah dengan Prof. Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, M.S. dan dikaruniai dua orang putri, yaitu Anindita Lintangdesi Afriani, S.KPm, M.Si. dan Nawangwulan Rizqy Andriani, S.S.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 10/K Tahun 2022 tanggal 16 Maret 2022 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai 16 Maret 2022.

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

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri 3 Pagi Jakarta, tahun 1972, Sekolah Menengah Pertama Negeri 16, Palmerah Jakarta, tahun 1975, dan Sekolah Menengah Atas Negeri XI Bulungan, Jakarta, tahun 1979-80. Memperoleh gelar Sarjana Perikanan dari Institut Pertanian Bogor, tahun 1984; memperoleh Magister dan Doktor bidang *fish breeding dan genetic* dari Auburn University, Auburn, Alabama, USA, tahun 1991 dan 2004.

Pernah menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Seksi Program dan Kerjasama, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (2005–2009), Kepala Bidang Tata Operasional, Pusat Riset Perikanan Budidaya (2009–2013), Kepala Bidang Pelayanan Teknis, Pusat Riset Perikanan Budidaya (2013–2014),

dan Kepala Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (2014–2016).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Pratama golongan III/b (1993), Peneliti Muda golongan III/c (1994), Peneliti Muda golongan III/d (1998), Peneliti Madya golongan IV/a-c (2005–2017), Peneliti Ahli Utama golongan IV/d (2018), dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/e (2021).

Menghasilkan 99 karya tulis ilmiah (KTI) dan karya tulis ilmiah lainnya, baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, bagian dari buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 45 KTI ditulis dalam bahasa Inggris.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya dan Penyuluhan Perikanan, pembimbing tesis (S2) pada IPB dan UI, serta penguji disertasi (S3) di Institut Pertanian Bogor. Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, antara lain anggota Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI) (2017), anggota World Aquaculture Society (2018–2019), anggota Masyarakat Iktiologi Indonesia (2021–sekarang), serta sebagai anggota dan pengurus Persatuan Periset Indonesia (2019–sekarang).

Menerima tanda penghargaan dalam pelepasan jenis ikan baru hasil domestikasi, antara lain ikan patin jambal (tahun 2000) dari Menteri Pertanian, ikan *Tor soro* (tahun 2011) dari Menteri Kelautan dan Perikanan, ikan tembakang Takashi (tahun 2018) dari Menteri Kelautan dan Perikanan, serta ikan mas radjadanu hasil pemuliaan (tahun 2016) dari Menteri Kelautan dan Perikanan. Menerima tanda penghargaan Satyalancana Karya Satya X Tahun (tahun 1998), XX Tahun (tahun 2010), dan XXX Tahun (tahun 2016) dari Presiden RI.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	v
PRAKATA PENGUKUHAN	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
II. PENGERTIAN DAN PERKEMBANGAN DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA.....	3
2.1 Pengertian Domestikasi Ikan Air Tawar Asli Indonesia	3
2.2 Perspektif Perkembangan Masa Lalu, Sekarang, dan Masa Datang Domestikasi Ikan Air Tawar Asli Indonesia.....	4
III. TANTANGAN DAN PERMASALAHAN PENGEMBANGAN DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA	9
3.1 Kelompok Ikan Herbivora.....	9
3.2 Kelompok Ikan Omnivora.....	11
3.3 Kelompok Ikan Karnivora.....	16
IV. STRATEGI DAN OPSI KEBIJAKAN DALAM PEMANFAATAN DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA DI MASA DEPAN	18
4.1 Pengembangan Kampung Ikan Air Tawar Asli Indonesia	18
4.2 Peningkatan Kerja Sama dengan Pemerintah Daerah	19
4.3 Penebaran Kembali (<i>Restocking</i>) Ikan Hasil Domestikasi	19
4.4 Opsi Kebijakan dalam Pengembangan Ikan Air Tawar Asli Indonesia	20
V. KESIMPULAN.....	22
VI. PENUTUP.....	23
UCAPAN TERIMA KASIH	24
DAFTAR PUSTAKA.....	27
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	34
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	48
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	49

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalaamu 'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh,

Selamat pagi, Omswatiastu, Namu Buddhaya, Salam kebajikan.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset yang mulia, dan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang terhormat, serta hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

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

**“DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA
MENDUKUNG PRODUKSI PERIKANAN”**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

I. PENDAHULUAN

Biodiversitas ikan air tawar asli di Indonesia sangat beragam dan populasinya cukup besar. Akan tetapi, beberapa tahun terakhir populasinya mulai menurun bahkan terancam punah karena berbagai sebab, antara lain terjadinya penebangan hutan yang tidak terkontrol, pencemaran lingkungan, makin merebak introduksi spesies asing yang invasif, dan terjadinya penangkapan yang berlebih.

Sampai saat ini, dilaporkan terdapat 84 famili yang terdiri 1.218 spesies ikan air tawar, dan 79 famili di antaranya berjumlah 1.172 spesies merupakan spesies asli air tawar Indonesia¹.

Dalam Statistik Perikanan tahun 2018 produksi ikan air tawar asli Indonesia dimasukkan dalam kategori ikan lainnya dan terjadi penurunan produksi sebesar 42% sejak tahun 2016 sampai tahun 2018². Ikan-ikan air tawar asli Indonesia tersebut diperoleh dari penangkapan yang dikhawatirkan populasinya di alam akan menurun. Oleh karena itu, dalam rangka melindungi populasi ikan air tawar asli Indonesia maka diperlukan pengembangan dan penguasaan teknologi domestikasi.

Domestikasi ikan adalah penjinakan ikan liar melalui penguasaan siklus reproduksi di luar habitat aslinya. Kegiatan domestikasi ikan diawali dengan koleksi, pemilihan populasi yang akan didomestikasikan, pematangan gonad melalui modifikasi lingkungan, pemberian pakan, aplikasi hormonal, pendederan, serta pembesaran^{3,4,5}. Permasalahan yang dihadapi dalam domestikasi ikan liar, antara lain ketidakmampuan ikan dalam beradaptasi di penangkaran, sulitnya membedakan jenis kelamin jantan dan betina, ikan tidak dapat matang gonad sehingga tidak dapat dipijahkan di dalam penangkaran, serta tingginya mortalitas.

tas larva pada saat pendederan. Tahapan penting untuk kegiatan domestikasi ikan diawali dengan pemilihan spesies yang tepat melalui pendekatan analisis komoditas sehingga ikan yang sudah terdomestikasi merupakan ikan budi daya baru yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan potensial untuk dikembangkan⁶.

Penguasaan domestikasi ikan air tawar asli Indonesia, sangat penting untuk mendukung produksi perikanan dan secara tidak langsung melestarikan populasi ikan (*stock enhancement*) karena berkurangnya kegiatan penangkapan ikan di alam.

II. PENGERTIAN DAN PERKEMBANGAN DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA

2.1 Pengertian Domestikasi Ikan Air Tawar Asli Indonesia

Untuk dapat digolongkan ke dalam ikan domestikasi, siklus hidup ikan sepenuhnya harus sudah dikuasai di dalam penangkaran dan terlepas dari habitat alam yang liar. Selain itu, untuk menentukan tahapan domestikasi ikan budi daya, terdapat lima kriteria antara lain: (1) ikan hasil tangkapan/ikan liar, (2) beberapa bagian dari siklus hidup berhasil dikuasai dalam penangkaran, tetapi masih terdapat beberapa masalah penting di bagian lain, (3) seluruh siklus hidup berhasil dikuasai dalam penangkaran, tetapi masih terdapat input dari alam liar, (4) seluruh siklus hidup berhasil dikuasai dalam penangkaran tanpa input dari alam liar dan belum ada program seleksi yang dilakukan, dan (5) program seleksi/pemuliaan dilakukan untuk tujuan tertentu, misalnya unggul dalam pertumbuhan, kualitas daging, atau pembentukan hibrida⁷. Proses domestikasi dimulai dengan mengoleksi ikan dari habitat asli kemudian dipindahkan ke wadah penangkaran. Pada proses pemindahan sering terjadi ikan stres dan akhirnya mati sehingga mengurangi sintasan ikan setelah sampai di wadah penangkaran. Selama proses adaptasi pada lingkungan yang baru akan memengaruhi performansi ikan yang berada dalam penangkaran⁸. Jenis ikan air tawar asli Indonesia yang mempunyai umur biologi lebih singkat dalam siklus hidupnya memerlukan waktu yang lebih pendek dalam proses domestikasi. Sementara itu, induk yang berasal dari alam disebut sebagai generasi tetua (G_0) dipelihara dalam kolam pemeliharaan/penangkaran dan diberi pakan sesuai dengan kebiasaan pakan sehingga gonadnya berkembang. Ikan yang telah

matang gonad selanjutnya dipijahkan untuk menghasilkan benih generasi pertama (G_1). Ikan generasi pertama dipelihara sampai menjadi induk dan diamati tingkat kematangan gonadnya. Pengamatan dilakukan setiap bulan sampai induk matang gonad, seperti pada ikan patin⁹. Selanjutnya, induk G_1 yang matang gonad dipijahkan untuk menghasilkan generasi kedua (G_2). Ikan hasil domestikasi dapat ditetapkan sebagai ikan budi daya jenis baru setelah melewati tahap pengujian dan ikan tersebut berasal dari generasi kedua (G_2).

2.2 Perspektif Perkembangan Masa Lalu, Sekarang, dan Masa Datang Domestikasi Ikan Air Tawar Asli Indonesia

Kegiatan budi daya ikan air tawar asli Indonesia telah dilakukan terhadap beberapa jenis ikan yang telah terdomestikasi secara alami, seperti ikan gurame (*Osphronemus gouramy*), ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*), dan nilem (*Osteochilus vittatus*). Budi daya ikan gurame lebih banyak dilakukan oleh masyarakat karena ikan ini digemari dan mempunyai harga jual yang cukup tinggi. Sementara itu, untuk jenis ikan baru yang akan dibudidayakan dari hasil domestikasi dipersyaratkan ikan tersebut dari keturunan generasi kedua (G_2), yang dilengkapi dengan data tentang asal ikan, kinerja biologi reproduksi, serta manfaat yang ditinjau dari aspek teknologi, ekonomi, budaya, dan lingkungan.

Sampai saat ini domestikasi ikan air tawar asli Indonesia yang telah mendapatkan surat keputusan (SK) dari Kementerian Pertanian (KP) dan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) sebanyak enam spesies, antara lain ikan patin jambal, tor soro, tembakang, gabus, betok, gurame Batanghari, dan ikan kelabau. Ikan lain yang ditangani dan belum didomestikasi dapat dikelompokkan berdasarkan kebiasaan makan, yaitu ikan herbivora, ikan omnivora, dan karnivora. Jenis ikan herbivora,

antara lain ikan kelabau, tembakang, tengadak, uceng, mata merah, dan cempedik. Ikan omnivora, antara lain ikan gurame, patin jambal, jelawat, tor soro, dan baung, sedangkan kelompok ikan karnivora, antara lain ikan belida dan tapah. Kegiatan domestikasi ikan air tawar dimulai sejak tahun 1988, yaitu pada ikan jelawat (*Leptobarbus hoeveni*)¹⁰. Pada saat itu, domestikasi ikan tersebut belum mengacu metode yang dipersyaratkan untuk domestikasi ikan yang diatur dalam peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan yang memperbaiki permen KP terdahulu¹¹. Pengumpulan data menitikberatkan pada kemampuan adaptasi pada lingkungan budi daya dan pematangan gonad menggunakan pakan formulasi.

Penentuan jenis kelamin jantan dan betina matang gonad pada ikan jelawat melalui pengamatan bentuk perut dan urogenital. Induk ikan jelawat betina dicirikan dengan bentuk perut membulat dan lembek bila ditekan, dan urogenital berwarna kemerahan. Pada induk ikan jantan dilakukan peliritan pada bagian urogenitalnya. Apabila induk ikan jantan telah matang gonad akan mengeluarkan semen berwarna putih. Upaya pemijahan ikan jelawat telah dilakukan dengan menggunakan hormon, baik hormon yang berasal dari kelenjar hipofisis pada ikan mas¹⁰ maupun hormon komersial dengan merek dagang “Ovaprim”⁵.

Keberhasilan pemijahan ikan jelawat dalam pemijahan secara buatan mendorong dilakukannya budi daya ikan di lahan rawa banjiran, serta pengembangan budi daya pada daerah pasang surut di Sumatra dan Kalimantan^{12,13,14}. Pada tahun 1995, dimulai domestikasi ikan patin yang kegiatannya bekerja sama antara Balai Penelitian Perikanan Budidaya Air Tawar (BPPBAT) dan *Institut de Recherche pour le Developpement* (IRD) Prancis. Domestikasi jenis ikan yang berhasil dilakukan adalah ikan patin jambal (*Pangasius jambal*) pada tahun 2000,

berdasarkan surat keputusan (SK) dari Kementerian Pertanian^{15,16}. Pada tahun 2011, domestikasi ikan tor soro (*Tor soro*)¹⁷ berhasil dilakukan oleh Balai Riset Budidaya Air Tawar, Bogor dan pada tahun 2018 menyusul ikan tembakang (*Helostoma temminckii*)¹⁸. Ketiga jenis ikan tersebut merupakan ikan budi daya baru dan telah mendapatkan surat keputusan dari Kementerian Pertanian, dan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Saat ini, jenis ikan yang masih dilakukan domestikasi di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar, Cijeruk Bogor, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan (BRPBATPP), antara lain adalah ikan semah (*Tor douronensis* dan *Tor tambroides*); baung (*Hemibagrus nemurus*), uceng (*Nemacheilus fasciatus*), mata merah (*Puntius orphoide*), belida (*Chitala lopis*), ikan tapah (*Wallago leeri* Bleeker), cempedik (*Osteochilus spirulus*), dan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*). Sementara itu, ikan cempedik (*Osteochilus spirulus*) berada di Balai Benih Ikan Mempawa di Provinsi Belitung Timur. Pada tahun 2019, Dinas Perikanan Provinsi Belitung Timur melakukan kerja sama dengan BRPBATPP.

Domestikasi ikan air tawar asli Indonesia dimulai dengan mengumpulkan spesimen hidup dari beberapa lokasi dan dipindahkan ke Instalasi Plasma Nutfah Cijeruk. Untuk mendapatkan data hubungan kekerabatan dan variasi genetik antarpopulasi yang diperoleh perlu dilakukan pengamatan secara genetika menggunakan DNA molekuler dan pengukuran fenotipe (metrik dan morfometrik). Populasi yang mempunyai kekerabatan jauh dan variasi genetik yang tinggi, dipilih sebagai populasi kandidat ikan domestikasi. Aplikasi pengamatan secara molekuler sudah dilakukan pada beberapa ikan, antara lain analisis *restriction fragment length polymorphism* (RFLP) pada ikan kelabau (*Osteochilus melanopleuora*)¹⁹, analisis *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) dilakukan pada ikan tembakang

untuk membedakan ketiga populasi tetuanya²⁰, dan analisis karakterisasi reproduksi serta morfometrik dilakukan pada ikan batak (*Tor soro*)²¹.

Sementara itu, untuk mempercepat pematangan gonad ikan air tawar asli Indonesia dalam wadah penangkaran digunakan pakan formula berbahan baku lokal ditambahkan vitamin dan minyak ikan³. Teknik lain untuk memacu perkembangan gonad ikan dilakukan melalui pemberian hormon estradiol secara oral. Hormon estradiol dicampurkan dalam pakan atau dilakukan implantasi. Implantasi hormon estradiol dilakukan dengan injeksi secara intramuskular.

Perkembangan tingkat kematangan gonad pada ikan yang diberi pakan dan hormon implantasi diamati melalui pengukuran kandungan estradiol dalam darah, seperti yang dilakukan pada ikan belida. Hormon yang digunakan untuk implantasi adalah *luteinizing hormone-releasing hormone* (LHRH). Implantasi ini dilakukan dengan mencampurkan hormon LHRH yang telah larut dalam etanol dengan bubuk *cholesterol*. Campuran tersebut dikeringkan, lalu ditambahkan 20 mg *cocoa butter*. Ketiga campuran bahan tersebut dibuat implan berukuran panjang 5,5 mm dan diameter 2,4 mm dengan berat 20 mg. Implan yang telah dibuat dimasukkan dalam alat implantasi. Implantasi hormon dilakukan pada bagian sirip punggung⁴. Hormon lain seperti *human chorionic gonadotropin* (HCG) juga diberikan melalui penyuntikan untuk menyeragamkan diameter telur. Setelah penyuntikan dengan HCG, 24 jam kemudian ikan diambil sampel telurnya menggunakan kanulasi, dengan cara memasukkan kanulasi dalam lubang urogenital induk ikan betina. Telur sampel yang diperoleh kemudian diukur diameternya serta diamati posisi inti telur dengan menggunakan mikroskop. Pengamatan posisi inti dapat dilakukan setelah telur direndam dalam larutan

serra. Induk yang mempunyai ukuran diameter telur seragam serta posisi intinya mendekati *germinal vesicle breakdown* (GVBD), dilakukan penyuntikan dengan hormon perangsang seperti hormon komersial *ovaprim*. Dosis hormon yang digunakan mengikuti rekomendasi dalam kemasan. Penyuntikan pada induk ikan betina dilakukan 2 kali dengan interval 8 jam, dan waktu laten untuk setiap ekor ikan berbeda tergantung suhu media air. Teknik fertilisasi telur tidak banyak perubahan, tetapi untuk inkubasi telur dilakukan modifikasi tergantung dari sifat telurnya. Telur ikan yang bersifat adhesif perlu dipisahkan kemudian diinkubasikan pada corong penetasan atau wadah lainnya, seperti akuarium, hapa, ataupun bak fiber yang diberi aerasi²². Larva yang diperoleh dipelihara sampai menjadi benih dan indukan generasi selanjutnya.

Di masa depan, jenis ikan yang perlu didomestikasi akan bertambah, terutama jenis ikan yang populasinya menurun dan dilindungi. Kegiatan domestikasi memerlukan biaya untuk pakan induk dan benih, biaya analisis saat pengumpulan data yang dipersyaratkan, serta penggunaan kolam untuk memelihara calon induk dan induk. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi biaya pakan dan mengurangi penggunaan kolam dapat dilakukan dengan kegiatan kriopreservasi sperma. Kegiatan kriopreservasi sperma telah dirintis dengan menggunakan krioprotektan alami dari kuning telur ayam²³.

III. TANTANGAN DAN PERMASALAHAN PENGEMBANGAN DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA

Ikan air tawar asli Indonesia sangat beragam dan setiap daerah mempunyai kegemaran tersendiri terhadap ikan yang dikonsumsi. Tantangan dalam domestikasi ikan, antara lain. **Pertama**, keberadaan populasi ikan air tawar semakin hari semakin berkurang. Hal ini sejalan dengan data produksi hasil tangkapan nelayan yang tercatat dalam statistik perikanan tahun 2018. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk mempercepat proses domestikasi sebagai upaya penyediaan benih ikan hasil domestikasi untuk budi daya. **Kedua**, kegiatan domestikasi ikan air tawar memerlukan sarana penampungan dan biaya yang besar. Dengan demikian, diperlukan upaya pengurangan biaya dan penggunaan sarana melalui kegiatan kriopreservasi. **Ketiga**, berkembangnya kegiatan budi daya ikan air tawar asli Indonesia akan memerlukan ketersediaan pakan untuk pemeliharaan larva, pemeliharaan benih, dan pembesaran.

Dari sejumlah ikan air tawar asli yang telah dan sedang di budi dayakan ada yang sudah dan mudah didomestikasi dan ada yang sulit dan memerlukan waktu yang lama menjadi ikan domestikasi. Permasalahan yang dijumpai adalah setiap ikan mempunyai karakter yang berbeda satu dengan lainnya. Selain itu, terdapat kebiasaan pakan juga berbeda berdasarkan kelompok jenis ikan, misalnya ikan herbivora, omnivora, dan karnivora.

3.1 Kelompok Ikan Herbivora

Permasalahan pada ikan herbivora, antara lain penentuan jenis kelamin jantan dan betina, misalnya pada ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) dan cempedik (*Osteochilus spirulus*). Ikan ini ber-

ukuran kecil dan tidak dapat dilihat jenis kelaminnya secara langsung oleh mata, kecuali ikan tersebut menunjukkan *sexual dimorphism* sehingga mudah dikenali. Kedua ikan tersebut dipelihara dalam akuarium dan pada bagian dasar akuarium diberikan pasir serta bebatuan yang dibuat menyerupai habitat aslinya. Dengan demikian, ikan tersebut diharapkan dapat beradaptasi dan matang gonad sehingga dapat dibedakan jenis kelaminnya dan dapat dipijahkan^{24,25}.

Kedua ikan ini telah berhasil dipijahkan. Ikan uceng berhasil dipijahkan secara buatan, sedangkan ikan cempedik masih secara alami. Penentuan jenis kelamin dan metode pemijahan kedua ikan ini merupakan keberhasilan pertama yang diperoleh karena belum pernah dilakukan orang lain.

Permasalahan pada ikan tembakang, antara lain ikan tersebut tidak dapat matang gonad saat suhu lingkungan tidak sesuai. Ikan tembakang yang dipelihara di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar Cijeruk berasal dari Kalimantan Barat. Induk ikan tembakang yang dipelihara pada kolam bersuhu 29–33°C di Balai Budidaya Ikan Sentral Anjungan dapat matang gonad setiap saat dan dapat dipijahkan²⁶. Suhu air pemeliharaan merupakan pembatas dalam memproduksi benih ikan tembakang. Di Instalasi Plasma Nutfah Cijeruk, ikan tembakang hanya bisa matang gonad pada bulan Juli sampai dengan September (suhu 28–30°C), sedangkan selain bulan tersebut, ikan tembakang tidak matang gonad.

Setelah dilakukan pelapisan (*coating*) dengan hormon estradiol pada pakan induk ikan tembakang, gonad bisa matang dan bisa dipijahkan. Benih ikan tembakang sudah berhasil diproduksi pada tahun 2018 sebanyak 160.000 ekor dan sudah ditebarkan di beberapa lokasi.

Sementara itu, permasalahan pada ikan mata merah dan ikan kelabau pada saat di penangkaran sering diserang penyakit sehingga mengalami kematian. Untuk mengatasi permasalahan tersebut ikan mata merah dan kelabau diberi pengobatan dan ditempatkan di kolam yang memiliki sumber mata air sehingga ikan dapat beradaptasi, matang gonad, kemudian dipijahkan^{27,28,29}.

3.2 Kelompok Ikan Omnivora

Pada ikan omnivora, seperti ikan baung, ikan patin jambal, ikan *Tor soro*, *Tor duoronensis*, *Tor tambroides*, ikan jelawat, dan ikan gurame mempunyai permasalahan yang berbeda. Pada stadium larva, ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) yang berumur kurang dari 21 hari bersifat karnivor. Selain itu, ketika melakukan pemijahan secara buatan, induk baung yang ditampung dalam wadah dengan suhu air yang fluktuatif, sering kali gagal dalam ovulasi. Suhu penampungan yang berfluktuasi mengganggu kinerja reproduksi induk yang akan dipijahkan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, induk yang telah disuntik ditempatkan dalam wadah berupa styrofoam dengan suhu air yang konstan menggunakan *heater*, sedangkan untuk mengatasi sifat kanibalisme digunakan naungan berupa potongan pralon dengan panjang 10–15 cm berdiameter 1/4 inci, yang ditempatkan setengah bagian dasar wadah pemeliharaan larva baung serta induk yang digunakan induk ikan baung generasi 2 (G_2)^{30,31}.

Ikan patin jambal (*Pangasius jambal*) pada awalnya belum diketahui ukuran diameter telur yang dapat merespons rangsangan hormon. Masalah tersebut dapat diatasi dengan pengambilan sampel telur setiap bulan dengan cara kanulasi, kemudian telur yang diperoleh diukur diameternya. Pengukuran diameter telur dilakukan setiap bulan sampai diperoleh diameter telur yang seragam. Setelah diperoleh ukuran diameter telur yang seragam

dan posisi inti telah mendekati *germinal vesicle breakdown* (GVBD), dilakukan penyuntikan hormon. Selain itu, ikan patin jambal mempunyai fekunditas rendah, tetapi pertumbuhannya cepat dan berdaging putih. Sebaliknya, ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) mempunyai fekunditas tinggi dan warna dagingnya agak kekuningan sehingga mempunyai harga jual rendah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut telah dilakukan hibridisasi, antara ikan patin siam betina yang mempunyai fekunditas tinggi dan berdaging kuning dengan ikan patin jambal jantan yang mempunyai warna daging putih. Hibridisasi ini menghasilkan anakan yang disebut patin hibrida (dirilis dengan nama patin pasopati) yang mempunyai pertumbuhan cepat dan berdaging putih³². Hasil riset ini telah diimplementasikan oleh Balai Riset Pemuliaan Ikan Sukamandi. Pada kegiatan pendederan 1, tahun 2013 telah dihasilkan sebanyak 350.000 ekor benih patin pasopati dengan ukuran panjang standar $3,44 \pm 0,37$ cm; panjang total $4,13 \pm 0,48$ cm; dan berat $0,72 \pm 0,24$ g. Tingkat sintasan sebesar 72,92%. Balai Sukamandi tersebut telah memproduksi patin jambal ukuran konsumsi sebanyak 158 ton/tahun, sedangkan produksi hibrida sebanyak 540 ton/tahun, hingga saat ini kedua patin tersebut terus diproduksi³³.

Ikan dewa (*Tor soro*) mempunyai siklus biologi cukup panjang, memerlukan waktu tiga tahun untuk mencapai ukuran dewasa matang gonad. Pada awal penangkaran, ikan tor soro juga mengalami kesulitan untuk matang gonad, namun setelah mengubah kolam pemeliharaan induk dengan pemberian pasir dan bebatuan pada bagian dasar kolam serta penggunaan air sumber, ikan dapat beradaptasi dan matang gonad. Benih generasi pertama ikan torsoro telah dihasilkan di luar habitat aslinya. Benih tersebut telah menjadi induk generasi pertama. Kinerja reproduksi indukan generasi pertama perlu dibanding dengan tetuanya untuk melihat apakah terjadi penurunan kinerja

reproduksinya³⁴. Produksi benih ikan dewa telah dihasilkan sejak tahun 2017 di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar sebesar 315.000 benih/tahun dan telah ditebarkan kembali (*restocking*) ke 10 lokasi dengan masing-masing sebanyak 5.000 ekor pada setiap lokasi. Lokasi tersebut antara lain Danau Toba, Sumatra Utara pada 2001, 2003, 2004, dan 2015, dan lokasi lainnya di Batu Karas Pangandaran, Sungai Cimanuk Bayongbong Garut, Situ Sukarami Sukabumi, Talaga Saat Cisarua Bogor, Ragawacana Kuningan, dan Sungai Ciliwung Sempur Bogor di Provinsi Jawa Barat³⁵.

Pengembangan ikan dewa telah dilakukan di beberapa daerah misalnya di Kabupaten Sumedang Jawa Barat dan di Kabupaten Aceh Tenggara. Dalam pembenihan ikan dewa secara buatan masih terkendala pada kondisi induk jantan dan betina yang tidak memijah secara serentak. Pada saat pengecekan awal terhadap induk betina terlihat mengeluarkan telur, tetapi ketika dilanjutkan dengan peliritan sering terjadi penyumbatan dan menyebabkan telur tidak keluar. Sementara itu, pengambilan semen induk jantan dilakukan terlebih dahulu ketika induk ikan memberikan sinyal akan memijah. Semen yang telah dikeluarkan akan rusak apabila tidak tertangani dengan baik. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan teknik kriopreservasi semen ikan menggunakan krioprotektan alami, seperti madu dengan konsentrasi tertentu yang dicampur dengan methanol dan disimpan selama 48 jam³⁶. Keberhasilan semen ikan *Tor soro* yang diawetkan dengan krioprotektan masih dapat digunakan untuk membuahi telur ikan *Tor soro* di atas 90%. Pada jenis ikan *Tor duoronensis* dan *Tor tambroides* mempunyai permasalahan yang hampir sama.

Ikan jelawat awalnya dikembangkan di Danau Teluk Jambi, kemudian pada tahun 1992, BRPBAT Bogor melakukan kerja

sama dengan Dinas Perikanan Provinsi Kalimantan Barat untuk mengembangkan budi daya ikan jelawat secara *in situ*. Permasalahan pada pengembangan ikan jelawat di Kalimantan Barat antara lain adalah rendahnya frekuensi induk matang gonad, daya tetas, dan sintasan larva. Permasalahan ini dapat diatasi dengan pemberian pakan yang kaya vitamin dan minyak ikan. Pemberian pakan formula dapat mematangkan induk sehingga pemijahan buatan dapat dilakukan. Benih ikan jelawat yang diperoleh didederkan serta dibesarkan di keramba jaring apung dan kolam^{5,37,38,39}.

Permasalahan juga terjadi pada ikan yang telah lama terdomestikasi seperti ikan gurame, antara lain 1) kesalahan pada pemilihan jenis kelamin induk yang akan digunakan dalam pemijahan; 2) aktivitas pemijahan penggunaan rasio jantan betina yang bervariasi dari 1 : 1 sampai 1 : 9; 3) penggunaan induk yang terus-menerus dalam pemijahan; dan 4) suhu pemeliharaan larva yang fluktuatif. Teknologi budi daya yang digunakan dalam pemeliharaan gurame sangat bervariasi antar-pembudidaya. Hal ini menyebabkan kendala dalam peningkatan produksi benih gurame. Di tingkat pembudidaya produksi ikan gurame dari telur sampai benih dilakukan secara segmentasi. Metode yang digunakan dalam produksi telur dan benih masih beragam dan belum seluruhnya berstandar SNI 01-6485.3- 2000⁴⁰. Perbaikan teknologi budi daya ikan gurame telah dilakukan, khususnya pada musim pemijahan di Tasikmalaya. Saat ini kriteria pemilihan induk mengacu pada SNI 01-6485.3-2000, dengan kriteria induk jantan mempunyai benjolan di kepala bagian atas, rahang bawah tebal, dan tidak adanya bintik hitam di kelopak sirip dada, sedangkan induk betina dengan bentuk kepala bagian atas datar, rahang bawah tipis, dan ada bintik hitam pada kelopak sirip dada. Pemilihan induk jantan juga dilakukan oleh pembudidaya melalui pengamatan bentuk tepi sirip ekor lurus untuk ikan

jantan dan melengkung untuk induk betina. Selain itu, ketika induk jantan diangkat dari air dan dipegang secara horizontal, sirip ekor melengkung dan tubuh ikan bergetar (*tremor*). Hal ini tidak bisa dijadikan acuan untuk penentuan jenis kelamin.

Saat ini belum ada perbedaan yang ditetapkan dalam pemilihan jenis kelamin untuk gurame berwarna gelap dan berwarna terang. Keberadaan warna dalam pemilihan induk, harus dipertimbangkan secara saksama. Informasi yang diperoleh dari hasil penelitian sebagai berikut. Pada ikan yang termasuk dalam kelompok warna gelap, pemilihan jenis kelamin berdasarkan adanya benjolan di kepala bagian atas, rahang bawah tebal, dan ada pigmen warna hitam pada kelopak sirip dada bagian luar, sedangkan untuk ikan gurame yang berwarna terang, keberadaan pigmen warna hitam pada kelopak sirip dada tidak dapat dijadikan acuan. Pemilihan induk jantan dan betina harus dikonfirmasi melalui kanulasi pada bagian *urogenital* dengan mengambil jaringan ovarium. Pengamatan adanya pigmentasi warna hitam pada bagian luar kelopak sirip dada lebih bermanfaat dibandingkan pada bagian dalam kelopak sirip dada. Keberhasilan penggunaan teknik ini dalam memilih induk jantan dan betina pada induk yang sudah dewasa sebesar 95%⁴¹. Sementara itu, rasio terbaik untuk pemijahan induk jantan dan betina adalah 1 : 1, induk ikan gurame dipasangkan di kolam pemijahan pada luasan 8 m² dan diberi satu sarang. Induk betina yang dipasangkan 1 : 1 dapat memproduksi telur selama 6 sampai dengan 7 bulan dan diistirahatkan 1 bulan sebelum induk digunakan kembali. Selain itu, rerata frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang diperoleh pada setiap sarang meningkat dari 0,09 per pemijahan/induk/bulan (menghasilkan 2.300 telur/pemijahan) hingga lebih dari 0,40 per pemijahan/induk/bulan (menghasilkan lebih 3.500 telur/pemijahan)^{42,43}. Sementara itu, sintasan larva juga dipengaruhi oleh kualitas air terutama parameter suhu air. Suhu

air pada pemeliharaan larva ikan gurame umur 10 hari setelah penetasan pada suhu 22,5°C membutuhkan waktu 42 hari untuk mencapai ukuran komersial “Nguku”. Sementara itu, apabila larva dipelihara pada suhu air 32,5°C memerlukan waktu 17 hari. Oleh karena itu, pemeliharaan larva dengan suhu yang stabil pada kisaran 30°C sangat signifikan dalam meningkatkan kinerja *zootechnical* dan secara ekonomi menguntungkan karena sintasan larvanya tinggi sebesar $75 \pm 4,8\%$ ⁴⁴.

3.3 Kelompok Ikan Karnivora

Permasalahan pada ikan karnivora, misalnya ikan belida antara lain penentuan jenis kelamin dan tingkat kematangan gonad betina. Ikan belida mempunyai bentuk badan yang pipih, dan struktur gonadnya menyesuaikan bentuk tubuhnya. Oleh karena itu, untuk membantu perkembangan gonad dilakukan implantasi hormon LHRH dan memberikan pakan yang diperkaya vitamin E. Pengamatan tingkat kematangan gonad dilakukan dengan melihat kandungan hormon estradiol dalam darah dan mengamati histologi pada sampel telur ikan belida. Selain itu, dilakukan pengecekan keberadaan sperma dan perkembangan tingkat kematangan gonad ikan setiap bulan^{45,46}. Upaya pemijahan juga dilakukan, baik dengan pemijahan semi alami⁴⁷, maupun buatan^{48,49}. Hasil pemijahan buatan diperoleh telur yang diovu-lasikan berdiameter $3,1 \pm 0,3$ mm, rataan fekunditas 594 butir, derajat pembuahan 30,5%, derajat penetasan 65,5 %, dan sintasan 40%⁵⁰.

Pada awalnya, permasalahan pada ikan tapah adalah belum dapat dibedakan jenis kelamin, ukuran telurnya masih bervariasi dan belum seragam, serta masih rendahnya daya tetas telur. Pemberian pakan udang yang ditambahkan minyak ikan dan vitamin E kepada induk ikan tapah, dapat memacu perkembangan gonad. Diameter telur sebelum disuntik berkisar $2,09 \pm 0,26$

mm, dan setelah disuntik dengan hormon ovaprim, ikan ovulasi menghasilkan fekunditas 19.952 butir/kg dan derajat pembuahan 90%, namun daya tetas telur masih rendah (0,001%). Sampai saat ini di Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar telah diperoleh benih ikan tapah sebanyak 20 ekor. Pada tahun 2018, melalui kegiatan pendampingan teknologi pemijahan ikan tapah di Balai Benih Ikan (BBI) Sei Tibun Kampar Riau, berhasil diperoleh benih sebanyak 300 ekor kemudian dibesarkan di kolam selama 12 bulan⁵¹.

IV. STRATEGI DAN OPSI KEBIJAKAN DALAM PEMANFAATAN DOMESTIKASI IKAN AIR TAWAR ASLI INDONESIA DI MASA DEPAN

Ikan air tawar asli Indonesia hasil domestikasi perlu disampaikan kepada masyarakat agar dapat dikembangkan sebagai upaya peningkatan produksi perikanan dan ketahanan pangan. Beberapa strategi pengembangan dan pemanfaatan budi daya ikan air tawar asli Indonesia perlu dilakukan⁵². Strategi pengembangan dan pemanfaatan tersebut antara lain.

4.1 Pengembangan Kampung Ikan Air Tawar Asli Indonesia

Salah satu program Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2021–2024 adalah mengembangkan kampung ikan air tawar asli Indonesia untuk peningkatan produksi perikanan dengan memanfaatkan potensi regional daerah yang ada sehingga akan mengakselerasi terciptanya lapangan pekerjaan di bidang perikanan budi daya dan pendukung kegiatan budi daya, seperti penyediaan pakan, obat-obatan, dan sarana peralatan. Berkembangnya kegiatan budi daya ikan diharapkan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat dan berdampak, baik langsung maupun tidak langsung terhadap perekonomian regional daerah. Ikan yang dikembangkan oleh masyarakat sebaiknya ikan yang sudah dirilis sebagai ikan budi daya baru atau ikan yang terdomestikasi dan dilengkapi dengan data ikan tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam memantau kualitas ikan tersebut setelah dilepaskan ke masyarakat. Pemilihan komoditas ikan air tawar asli Indonesia di masa depan harus berdasarkan kriteria, antara lain ikan tersebut mempunyai nilai ekonomis tinggi, sebagai budaya lokal, dan penguasaan aspek teknisnya sudah diketahui sehingga ikan hasil budi daya akan lebih mudah dikembangkan. Jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomis ting-

gi, antara lain jelawat, patin jambal, tor soro, gurame, dan baung, sedangkan jenis ikan yang diperuntukkan untuk ketahanan panganan termasuk jenis ikan herbivora antara lain ikan tembakang, mata merah, tengadak, uceng, dan cempedik⁵³.

4.2 Peningkatan Kerja Sama dengan Pemerintah Daerah

Jenis ikan air tawar asli yang terdapat di berbagai daerah di Indonesia sangat banyak¹. Ikan-ikan tersebut belum sepenuhnya ditangani dengan saksama, baik oleh pemerintah daerah maupun oleh pembudidaya ikan. Pengembangan ikan air tawar asli daerah dapat dilakukan secara *in situ* maupun *ex situ* melalui kerja sama dengan pemerintah daerah. Kerja sama yang terjalin dapat mengaktifkan balai benih ikan (BBI) yang ada dan sekaligus dapat menjadikan sarana peningkatan *capacity building* staf BBI. Sebagai contoh, kerja sama dalam mendomestikasi ikan air tawar asli telah dilakukan antara BRPBAT Bogor dan Pemerintah Daerah Temanggung beberapa tahun silam, khususnya dalam pengembangan ikan uceng yang merupakan ikan asli Indonesia. Selain itu, juga dilakukan kerja sama dengan Pemerintah Daerah Pasuruan untuk pengembangan ikan wader, dan juga kerja sama dengan Pemerintah Daerah Kerinci, Jambi untuk pengembangan ikan semah, serta kerja sama dengan Pemerintah Daerah Provinsi Riau untuk ikan tapah.

4.3 Penebaran Kembali (*Restocking*) Ikan Hasil Domestikasi

Penebaran ikan (*restocking*) dapat dilakukan, khususnya untuk ikan air tawar asli yang telah mengalami penurunan populasi di beberapa lokasi. Untuk penebaran ikan yang bersifat karnivora, perlu mempertimbangkan beberapa aspek penting antara lain: 1) Pengenalan kembali terhadap jenis pakan yang akan dikonsumsi di alam. Ikan karnivora, seperti ikan gabus, tapah, dan belida, di habitat aslinya mengonsumsi ikan atau pun hewan lain sesuai

dengan bukaan mulut dan preferensinya. Apabila ikan karnivora sudah terdomestikasi, pada generasi ke-2 (G_2) ikan sudah dapat mengonsumsi pakan buatan berupa *pelet*. Apabila ikan dikembalikan ke alam, perlu dilatih untuk dapat mengonsumsi ikan hidup. 2) Pengenalan terhadap pemangsa yang berada di alam. Pelatihan untuk ikan domestikasi terhadap pemangsa perlu dilakukan, biasanya ikan hasil domestikasi kurang responsif terhadap pemangsa di alam. Hal ini karena ikan sudah beradaptasi dengan lingkungan yang berbeda dengan lingkungan aslinya. 3) Ikan yang telah di-*restocking* sebaiknya mempunyai variasi genetik yang sama atau mendekati variasi genetik populasi ikan di alam. Untuk memperoleh benih ikan dengan variasi genetik yang tinggi, dapat dilakukan melalui peningkatan penggunaan induk dalam pemijahan atau menggunakan perbandingan induk jantan dan betina mendekati 1 : 1. Jumlah induk jantan dan betina yang digunakan masing-masing minimal berjumlah 25 ekor. Tujuan penggunaan induk yang banyak dalam pemijahan untuk meningkatkan nilai *efektif breeding number* (N_e). Semakin tinggi nilai N_e , nilai inbreeding (F) menurun⁵⁴. Hal ini dimaksudkan agar populasi ikan yang di-*restocking* tidak terjadi penurunan performa, seperti pertumbuhan, ketahanan terhadap penyakit, dan perubahan terhadap lingkungan.

4.4 Opsi Kebijakan dalam Pengembangan Ikan Air Tawar Asli Indonesia

Pemanfaatan ikan hasil domestikasi untuk peningkatan produksi dapat dilakukan dengan partisipasi semua pihak. Partisipasi tersebut dapat melibatkan pemerintah pusat dan daerah, masyarakat, baik pembudidaya maupun pemangku kepentingan lainnya, serta peneliti penghasil ikan domestikasi. Beberapa opsi kebijakan yang dapat dilakukan antara lain.

- 1) Dukungan dari pemerintah pusat maupun daerah berupa

fasilitas dalam penyediaan sarana dan prasarana, misalnya tersedianya kolam pemeliharaan ikan serta memfasilitasi pembentukan kelembagaan seperti koperasi.

- 2) Partisipasi masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya dalam budi daya ikan air tawar asli Indonesia. Partisipasi masyarakat adalah menjadi pembudidaya dan bersedia mengikuti pelatihan teknologi budi daya, terutama untuk ikan air tawar hasil domestikasi
- 3) Peranan peneliti sebagai pendamping teknologi budi daya ikan dapat melalui sarana, baik media komunikasi maupun pengajaran di lokasi pembudidaya. Aktivitas peneliti sebagai pendamping teknologi memberikan solusi permasalahan yang ada dan dapat menjadi umpan balik dalam melakukan pengembangan ikan tersebut di masa datang.

V. KESIMPULAN

Domestikasi ikan air tawar asli Indonesia dapat dilakukan melalui modifikasi lingkungan mendekati habitat aslinya, pemberian pakan disesuaikan dengan kebutuhan perkembangan gonad, memberikan hormon secara oral, baik yang dicampurkan dalam pakan maupun melalui implan/suntikan. Dalam proses domestikasi, baik analisis genotipe secara molekuler maupun fenotipe melalui pengukuran meristik dan morfometrik perlu dilakukan untuk memilih populasi ikan dengan variasi genetik yang tinggi.

Domestikasi ikan secara alami, seperti ikan gurame, untuk meningkatkan produksi perlu dilakukan perbaikan terhadap teknologi budi dayanya. Perbaikan teknologi dapat dilakukan, antara lain dalam pemilihan jenis kelamin induk yang tepat, penggunaan rasio pemijahan yang sesuai, lama penggunaan induk dalam pemijahan, dan penanganan larva.

VI. PENUTUP

Program domestikasi untuk menghasilkan jenis ikan budi daya akan terlihat dampaknya pada peningkatan produksi dan pelestarian ikan lokal. Keberhasilan program domestikasi dipengaruhi oleh penguasaan pengetahuan di bidang biologi dan fisiologi ikan, ketekunan, kedisiplinan, dan kekompakan tim. Hasil domestikasi ikan air tawar asli Indonesia dapat dimanfaatkan oleh masyarakat serta *stakeholder* lainnya, seperti dinas perikanan daerah dan unit pembenihan rakyat.

Tantangan ke depan adalah menciptakan peralatan yang dapat mendeteksi secara cepat induk ikan yang siap dipijahkan sehingga dapat lebih efisien dalam pemilihan induk matang gonad dan penggunaan hormon pemijahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada akhir orasi, perkenankan saya kembali menyampaikan puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas rahmat dan hidayah yang dilimpahkan sehingga kami dapat menyelesaikan orasi ini dan terus mengemban amanah di Pusat Riset Zoologi Terapan, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, sebagai bagian dari amal dan ibadah kami kepada-Nya.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankanlah saya menyampaikan terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. H. Joko Widodo; Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Dr. Laksana Tri Handoko; Menteri Kelautan dan Perikanan, Ir. Sakti Wahyu Trenggono, M.M., Sekretaris Utama BRIN, Rr. Nur Tri Aries Suestiningtyas, M.A.; dan Plt. Kepala BOSDM BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Bambang Subiyanto, M.Agr. selaku Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset; dan Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani, D.E.A, selaku Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset. Terima kasih kami ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Ketut Sugama, M.Sc.; Prof. Dr. Ir. Brata Pantjara, M.P.; dan Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani, D.E.A. sebagai Tim Penelaah Naskah Orasi.

Terima kasih atas kesempatan dan dukungan yang diberikan kepada saya oleh Kepala Badan Riset Kelautan dan Perikanan (BRKP) periode 2001–2015: Prof. Dr. Indroyono Soesilo, Dr. Gelwyn Yusuf, Prof. Dr. Rizal M. Rompas, Dr. Endhay Kusnendar, dan Dr. Achmad Poernomo. Kepala Badan Riset Sumber Daya Kelautan dan Perikanan (BRSDMKP): Zulfikar Mochtar,

M.Sc. dan Prof. Dr. Syarif Widjaya; serta Dr. I. Nyoman Radiarta dan Dr. Kusdiantoro selaku Sekretaris BRSDMKP periode 2015–2022. Terima kasih kepada Prof. Dr. M. Fatuchri Sukadi, Prof. Dr. Ketut Sugama, Dr. Endhay Kusnendar, Prof. Dr. I Nyoman Adiasmara Giri, Dr. Tri Heru Prihadi, masing-masing sebagai Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya (P4B) periode (2002–2012). Terima kasih kepada Prof. Dr. Hari Eko Irianto, Dr. Toni Ruchimat, Waluyo Sejati Abutohir, S.H., M.M., Yayan Hikmayani, S.Pi, M.Si., masing-masing sebagai Kepala Pusat Riset Perikanan (Puriskan) periode (2012–sekarang). Terima kasih kepada Prof. Dr. Estu Nugroho, Prof. Dr. Rudhy Gustiano, Ir. Retno Utami, M.Sc., dan Ir. Anang Hari Kristanto, M.Sc., Ph.D., masing-masing sebagai Kepala Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor periode 2005–2016. Terima kasih kepada Prof. Dr. Brata Pantjara, Nur Hidayat, S.Pi, M.Si, Dr. Arif Wibowo, dan Dr. R.R. Sri Pudji Sinarni Dewi, masing-masing sebagai Kepala Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, periode 2016–2022. Ucapan terima kasih kepada peneliti senior Dr. Atmadja Hardjamulia, Ir. Ningrum Suhenda, M Si., dan Drs. Oman Komarudin, M.Sc. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Kepala Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan Dr. Iman Hidayat, Kepala Pusat Riset Zoologi Terapan, Dr.rer.nat. Evy Ayu Arida, beserta teman-teman di Pusat Riset Zoologi Terapan yang telah menerima kami sebagai kolega baru. Kepada Tim Peneliti IRD, Prancis, saya ucapkan terima kasih atas kerja sama penelitian yang dilakukan selama ini. Terima kasih Kepada Dinas Perikanan Provinsi Kalimantan Barat, Dinas Perikanan Provinsi Riau, Dinas Perikanan dan Peternakan Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah, Dinas Perikanan Provinsi Belitung Timur, Balai Benih Ikan Umbulan, Kabupaten Pasuruan dan Dinas Perikanan Aceh Tenggara, atas kerja samanya selama

ini. Kepada para peneliti, teknisi litkayasa, terutama kelompok reproduksi dan genetika populasi, dan staf lainnya di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor, saya mengucapkan banyak terima kasih atas dukungan dan kerja samanya.

Kepada kedua orang tua yang sangat ananda cintai dan hormati, Ayahanda R. Hartono (alm.) dan Ibunda Sri Supinah (almh.) atas bimbingan dan doa yang tulus menjadi semangat hidup yang penuh tantangan dan selalu memacu saya agar senantiasa tekun, jujur, dan ikhlas dalam menjalankan hidup. Kepada kedua mertua Bapak Sukemi (alm.) dan ibu Khayatun (almh.) serta keluarga, saya juga mengucapkan banyak terima kasih. Kepada istriku tercinta, Prof. Dr. Iriani Setyaningsih, dan putriku Anindita Lintangdesi Afriani, SKPm, M.Si. dan Nawangwulan Rizqi Andriani, S.S., diucapkan banyak terima kasih atas kesabaran, pengertian, dukungan, dan keikhlasan dalam keluarga yang menjadi dorongan dalam meniti karier. Saya juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada adik-adik dan kakak-kakak ipar saya tercinta atas pengertian dan dukungannya. Kepada para undangan, hadirin, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara luring dan daring, saya ucapkan banyak terima kasih. Juga kepada Panitia Penyelenggara Upacara Sidang Majelis Pengukuhan Profesor Riset, saya ucapkan banyak terima kasih, sebab tanpa kerja kerasnya tidak mungkin acara ini bisa terselenggara dengan baik. Akhir kata, semoga orasi ilmiah saya ini, bermanfaat dalam mengembangkan teknologi domestikasi ikan air tawar asli Indonesia untuk peningkatan produksi perikanan.

Wabillahi taufik walhidayah, Wassalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hubert N, Kadarusman, Wibowo A, Busson F, Caruso D, Sulandari S, Nafiqoh N, Pouyau L, Rüber L, Avarre JC, Herder F, Hanner R, Keith P, Hadiaty RK. DNA Barcoding Indonesian freshwater fishes: challenges and prospects. *DNA Barcodes* 2015; 3: 144–169
2. Produksi Perikanan. (t.t.). *Statistik KKP*. Diakses pada 10 Oktober 2021 https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=prod_ikan_prov&i=2.
3. **Kristanto AH**. Teknologi pakan berbasis bahan baku lokal guna mendukung pengembangan perbenihan dan pembesaran ikan lokal di Kalimantan. *Prosiding Lokakarya Nasional Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Palangka Raya 1999: 228–253.
4. **Kristanto AH**. Profil hormon estradiol pada induk ikan belida yang diimplan dengan konsentrasi LHRH yang berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Kelautan dan Perikanan Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengabdian Sekolah Perikanan. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Jakarta 2013: (2): 43–46.
5. **Kristanto AH**, Hardjamulia A, Dharma L. Produksi benih ikan jelawat dengan suntikan hormone ovaprim di Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Balai Budidaya Air Tawar, Bogor* 1994: 189–191.
6. Sukadi MF, Nugroho E, **Kristanto AH**, Widiyati A, Winarlin, Djajasewaka H. Pengembangan komoditas perikanan budi daya air tawar di Provinsi Kalimantan Barat: Analisis komoditas lokal. Dalam: Sudradjat A, Rusastra IW, Budiharsono S, editor. *Analisis kebijakan pembangunan perikanan budi daya*. Pusat Riset Perikanan Budi Daya. Badan Litbang Kelautan dan Perikanan, Jakarta 2008: 57–69.

7. Teletchea F, Fontaine P. Levels of domestication in fish: implications for the sustainable future of aquaculture. *Fish and Fisheries* 2014; 15: 181–195.
8. **Kristanto AH**, Kusriani E. Peranan faktor lingkungan dalam pemuliaan ikan. *Media Akuakultur* 2007; 2(1): 183–188.
9. **Kristanto AH**, Slembrouck J, Legendre M. First sexual maturation and breeding cycle of *Pangasius hypophthalmus* (*Siluriformes*, *Pangasiidae*) reared in pond. *Indonesian Fisheries Research Journal* 2005; 11: 53–57.
10. Sunarno MTD, Reksalegora O, Nurdawaty S. Penelitian pembenihan ikan jelawat (*Leptobarbus hoeveni* Blkr.) dengan cara hipofisasi. *Bull. Penel. Perik. Darat* 1988; 7(2): 102–108.
11. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 21/PER-MEN-KP/2021 tentang Jenis Ikan Baru yang akan dibudidayakan.
12. **Kristanto AH**, Suhenda N, Wahyudi E, Hardjamulia A, Sunarno MTD, Sukadi MF. Penelitian pengembangan teknologi budidaya ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) di Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar*. Cipayung, Bogor 1993: 226–234.
13. **Kristanto AH**, Jaenuddin D, Juarsah I. Potensi dan pengembangan perikanan di lahan gambut (PLG) Kalimantan Tengah. *Prosiding Temu Pakar dan Lokakarya Nasional Diseminasi dan Optimasi Pemanfaatan Sumber Daya Lahan Rawa*, Jakarta 2000: 235–242.
14. **Kristanto AH**. Penguasaan teknologi budi daya untuk menghasilkan benih ikan air tawar. *Prosiding Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta 2007: 109–115.
15. Legendre M, Pouyaud L, Slembrouck J, Gustiano R, **Kristanto AH**, Subagja J, Komarudin O, Sudarto, Maskur. *Pangasius djambal*: A new candidate species for fish culture in Indonesia. *Indonesian Agricultural Research & Development Journal* 2000; 22(1): 1–14.

16. Kementerian Pertanian. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 265/Kpts/IK.240/5/2000 tentang Pelepasan Jenis Ikan Patin Jambal sebagai Jenis Unggul.
17. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP.66/MEN/2011 tentang Pelepasan Ikan TORSORO. <https://www.djpb.kkp.go.id/public/upload/download/Perundangan/KEPMEN/KEPMEN%202011-66%20ttg%20Pelepasan%20Ikan%20TORSORO.pdf>
18. Kementerian Kelautan dan Perikanan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 54/KEPMEN-KP/2018 tentang Pelepasan Ikan Tambakan Takhasi. <https://jdih.kkp.go.id/peraturan/54%20KEPMEN-KP%202018.pdf>
19. Mulyasari, Iskandariah, **Kristanto AH**, Huwoyon GH. Analisis variasi genotipe ikan kelabau (*Osteochilus kelabau*) dengan metode mitokondria-restriction fragment length polymorphism (RFLP). Jurnal Riset Akuakultur 2010; 5(1): 43–51.
20. **Kristanto AH**, Subagja J, Cahyanti W, Arifin OZ. Evaluasi variasi fenotipe dan genotipe populasi ikan tambakan dari Kalimantan Tengah, Jawa Barat, dan Jambi dengan truss morfometrik dan Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). Jurnal Riset Akuakultur 2017; 12(3): 203–211.
21. **Kristanto AH**, Asih S, Winarlin. Karakterisasi reproduksi dan morfometrik ikan batak dari dua lokasi Sumatera Utara dan Jawa Barat. Jurnal Riset Akuakultur 2007; 22(1): 59–65.
22. **Kristanto AH**, Subagja J, Slembrouck J, Legendre M. Effect of egg incubation technique on hatching rate, hatching kinetic and survival of larvae in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluriformes, Pangasiidae). Dalam Legendre M, Pariselle A, editor. The Biological Diversity and Aquaculture of Clariid and Pangasiid Catfishes in South-east Asia. Proceedings of the mid-term workshop of the “Catfish Asia Project”. Cantho, Vietnam 1998: 107–111.
23. Abinawanto A, Vardini N, **Kristanto AH**, Lestari R, Bowolaksono A. Effect of egg yolk of free-range chicken and methanol as a cryoprotective agent for the sperm preservation of cyprinid fish, *Neolissochilus soroides* (Valenciennes, 1842). Heliyon 2021; 7(10): 1–6.

24. Prakosa VA, Subagja J, **Kristanto AH**. Aspek biologi reproduksi dan pola pertumbuhan ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) dalam pemeliharaan di akuarium. *Media Akuakultur* 2017; 12(2): 67–74.
25. Radona D, **Kristanto AH**, Kurniawan K, Suparman E, Taufan-syah E, Laksono D. A preliminary study of *Osteochilus spilurus* (Bleeker 1851) domestication: Sex identification and bio-reproductive characters. *J.Fish.Aquat.Sci* 2020; 15(2): 35–41.
26. Radona D, Cahyanti W, Kusmini II. Teknologi perbenihan ikan tambakan (*Helostoma teminckii*) di Balai Budidaya ikan sentral Provinsi Kalimantan Barat. *Prosiding Forum Teknologi Akuakultur*, Bogor 2014: 885–891
27. **Kristanto AH**, Asih S, Sukadi MF, Yosmaniar. Prospek ikan kelabau (*Osteochilus melanopleura* Blkr), Tenggalan (*Puntius bulu*), dan Tengadak (*Puntius* sp.) sebagai ikan budi daya baru. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M). Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta* 2008: 133–135.
28. **Kristanto AH**, Asih S, Rasidi. Domestikasi ikan kelabau (*Osteochilus melanopleura* Blkr) untuk mendukung peningkatan produksi budi daya ikan air tawar. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, Jakarta 2011: 331–334.
29. Cahyanti W, Putri FP, Sundari S, **Kristanto AH**. Keragaman genetik dan bioreproduksi empat populasi ikan mata merah (*Puntius orphoides* Valenciennes, 1842). *Jurnal Riset Akuakultur* 2020; 15(3): 141–149.
30. **Kristanto AH**, Ath-Thar MHF, Arifin OZ, Pantjara B. Manajemen induk ikan baung. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, **Kristanto AH**, Lusiastuti AM, editor. *Bunga rampai Potensi budi daya ikan lokal prospektif: Baung Hemibagrus nemurus*. Bogor: IPB Press; 2019. 27–38.
31. **Kristanto AH**, Subagja J, Ath-thar MHF, Arifin OZ, Prakoso VA, Cahyanti W. Pengaruh suhu inkubasi induk dan pemberian naungan pada larva terhadap produksi benih ikan baung. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, Jakarta 2016: 163–167.

32. **Kristanto AH**, Widiyati A, Slembrouck J. Keragaan pertumbuhan ikan patin djambal (*Pangasius djambal*), patin bangkok (*Pangasius hypophthalmus*) dan hibridanya di kolam tanah. Prosiding Seminar Nasional Tahunan II Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan UGM, Yogyakarta 2005: 191–195
33. Tahapari E, Darmawan E. Produksi massal benih ikan patin pasupati dalam menunjang industrialisasi perikanan: “peluang ekspor ikan patin daging putih” di Palembang, Sumatera Selatan. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Jakarta 2013: 57–65.
34. **Kristanto AH**, Nugroho E, Asih S. Perbandingan karakter reproduksi antara tertua dan generasi pertama ikan kancra (*Tor soro*) asal Jawa Barat. Prosiding Pengembangan Teknologi Budi daya. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut. Badan Riset kelautan dan Perikanan, Jakarta 2007: 523–527.
35. Arifin OZ, Subagja J, Asih S, **Kristanto AH**. Budi daya ikan dewa. Bogor: IPB Press; 2019.
36. Lestari S, Abinawanto, Bowolaksono A, Gustiano R, **Kristanto AH**. The Percentage of embryo viability after 48h sperm cryopreservation: Effect of various natural cryoprotectant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020; 441(1): 012070.
37. **Kristanto AH**, Hardjamulia A, Suhenda N, Wahyudin E. Penelitian pendederan ikan jelawat di kolam. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar, Bogor 1994: 192–194.
38. **Kristanto AH**, Hardjamulia A, Wahyudin E, Dharma L. Pendederan ikan jelawat di dalam KJ. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar, Bogor 1994: 205–207.
39. **Kristanto AH**, Hardjamulia A, Suhenda N, Wahyudin E. Pembesaran ikan jelawat di KJA menggunakan jenis pakan dan padat tebar berbeda. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar, Bogor 1994: 208–211.

40. **Kristanto AH**, Slembrouck J, Subagja J, Pouil S, Arifin OZ, Prakoso VA, Legendre M. Survey on egg and fry production of giant gourami (*Osphronemus goramy*): Current rearing practices and recommendations for future research. *Journal of the World Aquaculture Society* 2020; 51(1): 119–138.
41. Slembrouck J, Arifin OZ, Pouil S, Subagja J, Yani A, **Kristanto AH**, Legendre M. Gender identification in farmed giant gourami (*Osphronemus goramy*): A methodology for better broodstock management. *Aquaculture* 2019; 498: 388–395.
42. Arifin OZ, Slembrouck J, Subagja J, Pouil S, Yani A, Asependi A, **Kristanto AH**, Legendre M. New insights into giant gourami (*Osphronemus goramy*) reproductive biology and egg production control. *Aquaculture* 2020; 519: 734743.
43. Slembrouck J, Arifin OZ, Pouil S, Subagja J, Yani A, Asependi A, **Kristanto AH**, Legendre M. Seasonal variation of giant gourami (*Osphronemus goramy*) spawning activity and egg production in aquaculture ponds. *Aquaculture* 2020; 527: 735450.
44. Prakoso VA, Pouil S, Prabowo MNI, Sundari S, Arifin OZ, Subagja J, Affandi R, **Kristanto AH**, Slembrouck J. Effects of temperature on the zootechnical performances and physiology of giant gourami (*Osphronemus goramy*) larvae. *Aquaculture* 2019; 510: 160–168.
45. **Kristanto AH**, Sutrisno, Nuryadi. Pengamatan keberadaan spermatozoa induk ikan belida pada pemeliharaan yang berbeda di kolam tanah. *Teknologi Perikanan Budi daya. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta* 2008: 21–26.
46. **Kristanto AH**, Nuryadi, Yosmaniar, Sutrisno. Perkembangan variasi telur dan sperma ikan belida yang dipelihara di kolam. *Jurnal Riset Akuakultur* 2008; 3(1): 73–82.
47. **Kristanto AH**, Nugroho E, Subagja J. Upaya domestikasi dan pemijahan ikan belida yang dipelihara dalam wadah budi daya. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan III Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Fakultas Perikanan UGM, Yogyakarta* 2006: 1–6.

48. **Kristanto AH**, Subagja J. Respon induk ikan belida terhadap hormon pemijahan. . Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Jakarta 2010: 113–116.
49. **Kristanto AH**. Pemijahan induk ikan belida secara semi alami dalam hapa yang ditempatkan di kolam. Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan UGM, Yogyakarta 2011: 1–4.
50. Setijaningsih L, Subagja J, Radona D, Pantjara B, **Kristanto AH**, Widyastuti YR. Performa pemijahan ikan belida (*Notopterus chitala*) melalui induksi hormon HCG dan LHRH. Jurnal Riset Akuakultur 2018; 13(2): 115–122.
51. Kurniawan, Subagja J, Prakoso VA, Cahyanti W, Arifin OZ, **Kristanto AH**. Pembenuhan ikan tapah (*Wallago leerii*) Bleker, 1851. Dalam: Kristanto AH, Gustiano R, Sugama K, editor. Pembenuhan ikan air tawar asli perairan Indonesia. Jakarta: AMaFRaD Press; 2021. 63–73
52. **Kristanto AH**, Dewi RRSPS. Strategi pengembangan dan pemanfaatan budi daya ikan-ikan lokal. Dalam: Kristanto AH, Gustiano R, Sugama K, editor. Pembenuhan ikan air tawar asli perairan Indonesia. Jakarta: AMaFRaD Press; 2021. 135–148
53. Muslim M, Heltonika B, Sahusilawane HA, Wardani WW, Rifai R. Ikan lokal perairan tawar Indonesia yang prospektif dibudi dayakan. Purwokerto: Pena Persada; 2020.
54. Tave D. Genetics for fish hatchery managers. Westport, Connecticut: Avi Publishing Company; 1986.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

A. Buku Nasional

1. Nugroho E, **Kristanto AH**. Panduan lengkap ikan konsumsi air tawar. Jakarta: Penebar Swadaya; 2008.

B. Bagian Buku Nasional

2. Dewi RRSPS, Nugroho E, Subagja J, **Kristanto AH**. Pembenihan ikan belida (*Chitala lopis*). Dalam: Kristanto AH, Gustiano R, Sugama K, editor. Pembenihan ikan air tawar asli perairan Indonesia. Jakarta: AMAFRaD Press; 2021. 33–41
3. Subagja J, Prakoso VA, Radona D, Arifin OZ, **Kristanto AH**. Pembenihan ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Dalam: Kristanto AH, Gustiano R, Sugama K, editor. Pembenihan ikan air tawar asli perairan Indonesia. Jakarta: AMAFRaD Press; 2021. 43–61
4. Prakoso VA, Subagja J, Arifin OZ, Ath-thar MHF, **Kristanto AH**. Pembenihan ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*). Dalam: Kristanto AH, Gustiano R, Sugama K, editor. Pembenihan ikan air tawar asli perairan Indonesia. Jakarta: AMAFRaD Press; 2021. 87–96.
5. Cahyanti W, Arifin OZ, Subagja J, **Kristanto AH**. Pembenihan ikan tambakan (*Helostoma temminckii*). Dalam: Kristanto AH, Gustiano R, Sugama K, editor. Pembenihan ikan air tawar asli perairan Indonesia. Jakarta: AMAFRaD Press; 2021. 111–121
6. Kusmini II, Gustiano R, Radona D, Prakoso VA, **Kristanto AH**, Dewi RRSPS. Pembenihan ikan gabus (*Channa striata*). Dalam: Kristanto AH, Gustiano R, Sugama K, editor. Pembenihan ikan air tawar asli perairan Indonesia. Jakarta: AMAFRaD Press; 2021. 123–134
7. Radona D, **Kristanto AH**, Prihadi TH, Pantjara B. Potensi, prospek dan permasalahan budi daya pada catfish. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga rampai penyakit *catfish*: Prospek budi daya, permasalahan, dan pengendaliannya. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2020. 1–9.

8. Setijaningsih L, Prihadi TH, **Kristanto AH**, Prakosa VA, Radona D. Kualitas air optimal untuk peningkatan produksi catfish. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga rampai penyakit *catfish*: Prospek budi daya, permasalahan, dan pengendaliannya. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2020. 11–24.
9. Pantjara B, Lusiastuti AM, **Kristanto AH**, Taukhid, Prihadi TH. Industri vaksin mendukung budi daya *catfish* di Indonesia. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga rampai penyakit *catfish*: Prospek budi daya, permasalahan, dan pengendaliannya. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2020. 129–141.
10. Pantjara B, **Kristanto AH**, Gustiano R, Samsudin R. Prospek perbenihan ikan baung dalam mendukung industri perikanan. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga rampai potensi budi daya ikan lokal prospektif: Baung (*Hemibagrus nemurus*). Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2019. 1–14.
11. **Kristanto AH**, Ath-Thar MHF, Arifin OZ, Pantjara B. Manajemen induk ikan baung. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga rampai potensi budi daya ikan lokal prospektif: Baung (*Hemibagrus nemurus*). Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2019. 27–38.
12. Kusmini II, Radona D, **Kristanto AH**, Prakoso VA. Pemeliharaan larva dan benih ikan baung. Dalam: Pantjara B, Gustiano R, Kristanto AH, Lusiastuti AM, editor. Bunga rampai potensi budi daya ikan lokal prospektif: Baung (*Hemibagrus nemurus*). Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2019. 55–70.
13. Pantjara B, **Kristanto AH**, Sutrisno. Pengembangan Teknologi Akuaponik “Yumina-Bumina”. Dalam: Pantjara B, Sunarno MTD, Gustiano R, editor. Yumina-Bumina: Produksi Ikan Terpadu dengan Tanaman Organik. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016. 1–14.

14. Sunarno MTD, Samsudin R, **Kristanto AH**. Keseimbangan Nutrien dalam Budidaya Yumina-Bumina. Dalam Pantjara B, Sunarno MTD, Gustiano R, Editor. Bunga Rampai Yumina-Bumina: Produksi Ikan Terpadu dengan Tanaman Organik. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016. 103–120.
15. **Kristanto AH**, Sunarno MTD, Pantjara B, Prihadi TH. Prospek Usaha Budidaya Yumina-Bumina. Dalam Pantjara B, Sunarno MTD, Gustiano R, editor. Yumina-Bumina: Produksi Ikan Terpadu dengan Tanaman Organik. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2016. 143–156.
16. Lusiastuti AM, Gustiano R, **Kristanto AH**. Gambaran umum dan kebijakan penggunaan probiotik di Indonesia. Dalam: Kristanto AH, Wiadnyana NN, Gustiano R, Sunarno MTD, Widiati A, Lusiastuti AM, editor. Bunga Rampai Probiotik pada Budidaya Ikan Air Tawar. Bogor: PT. Penerbit IPB Press; 2015. 1–10.

C. Jurnal Internasional

17. Pouil S, Mortillaro JM, Samsudin R, Caruso D, **Kristanto AH**, Slembrouck J. Fate of commercial pellets and role of natural productivity in giant gouramy pond using stable isotope analyses. *Aquaculture* 2022; 547: 737484.
18. Hilia SWR, Abinawanto, **Kristanto AH**. The Potential of honey supplementation in extender for preservation of brek fish (*Systomus Orphoides*) Spermatozoa. *Journal of Hunan University Natural Sciences* 2021; 48(11): 75–83.
19. Prakosa VA, Pouil S, Cahyanti W, Sundari S, Arifin OZ, Subagja J, **Kristanto AH**, Slembrouck J. Fluctuating temperature regime impairs growth in giant gourami (*Osphronemus gouramy*) larvae. *Aquaculture* 2021; 539: 736606.
20. Abinawanto, Alifiani DA, **Kristanto AH**, Dwiranti A, Fadhillah, Bowolaksono A, Lestari R. Date palm extract effect on quality of mahseer fish (*Tor soro*) Spermatozoa after frozen storage. *Journal of Hunan University (Natural Sciences)* 2021; 48(6): 48–71.

21. **Kristanto AH**, Slembrouck J, Subagja J, Pouil S, Arifin OZ, Prakoso VA, Legendre M. Survey on egg and fry production of giant gourami (*Osphronemus goramy*): Current rearing practices and recommendations for future research. *Journal of the World Aquaculture Society* 2020; 51(1): 119–138.
22. Kusmini II, Kurniawan K, Putri FP, Radona D, **Kristanto AH**, Gustiano R. Analysis of growth and nutritional values of three generations of Asian redtail catfish (*Hemibagrus nemurus*). *AAACL Bioflux* 2020; 13(6): 3348–3359.
23. Arifin OZ, Slembrouck J, Subagja J, Pouil S, Yani A, Asependi A, **Kristanto AH**, Legendre M. New insights into giant gourami (*Osphronemus goramy*) reproductive biology and egg production control. *Aquaculture* 2020; 519: 734743.
24. Slembrouck J, Arifin OZ, Pouil S, Subagja J, Yani A, Asependi A, **Kristanto AH**, Legendre M. Seasonal variation of giant gourami (*Osphronemus goramy*) spawning activity and egg production in aquaculture ponds. *Aquaculture* 2020; 527: 735450.
25. Pouil S, Samsudin R, Slembrouck J, Sihabuddin A, Sundari G, Khazaidan K., **Kristanto AH**, Pantjara B, Caruso D. Effects of shading, fertilization and snail grazing on the productivity of the water fern (*Azolla filiculoides*) for tropical freshwater aquaculture. *Aquatic Botany* 2020; 160: 103150.
26. Pantjara B, **Kristanto AH**. Pond bottom management and probiotic application in extensive Tiger prawn (*Penaeus monodon*) culture on acid sulfate soil. *AAACL Bioflux* 2020; 13(2): 974–983
27. Prakoso VA, Pouil S, Prabowo MNI, Sundari S, Arifin OZ, Subagja J, Affandi R, **Kristanto AH**, Slembrouck J. Effects of temperature on the zootechnical performances and physiology of giant gourami (*Osphronemus goramy*) larvae. *Aquaculture* 2019; 510: 160–168.
28. Pouil S, Samsudin R, Slembrouck J, Sihabuddin A, Sundari G, Khazaidan K, **Kristanto AH**, Pantjara B, Caruso D. Nutrient budgets in a small-scale freshwater fish pond aquaculture system in Indonesia. *Aquaculture* 2019; 504: 267–274.

29. Slembrouck J, Arifin OZ, Pouil S, Subagja J, Yani A, **Kristanto AH**, Legendre M. Gender identification in farmed giant gourami (*Osphronemus goramy*): A methodology for better broodstock management. *Aquaculture* 2019; 498: 388–395.
30. Arifin OZ, Prakoso VA, Subagja J, **Kristanto AH**, Pouil S, Slembrouck J. Effects of stocking density on survival, food intake and growth of giant gourami (*Osphronemus goramy*) larvae reared in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture* 2019; 509: 159–166.
31. Kusmini II, Radona D, Ath-Thar MHF, Putri FP, **Kristanto AH**, Gustiano R. Phenotypic diversity in three generation of domesticated Asian redbtail catfish, *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840) in Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation (AACL) Bioflux* 2019; 12(1): 42–50
32. Cahyanti W, Soelistyowati DT, Carman O, **Kristanto AH**. Artificial spawning and larvae performance of three Indonesian mahseer species. *AACL Bioflux* 2019; 12(1): 280–288.
33. Baras E, Arifin OZ, Slembrouck J, Subagja J, **Kristanto AH**, Legendre M. Oil globule size in fish eggs: A matter of biome and reproductive strategy. *Fish and Fisheries* 2018; 19(6): 996–1002.
34. Su B, Parera DA, Zohar Y, Abraham E, Stubblefield J, Fobes M, Bean R, Argue B, Ligeon C, Padi J, Waters P, Umali-Maceina G, Chatakondi N, **Kristanto AH**, Hutson A, Templeton C, Ballenger J, Chaimongkol A, Gima A, Gima M, Zuberi A, Lambert DM, Kim S, Mandour M, Dunham RA. Relative effectiveness of carp pituitary extract, luteinizing hormone releasing hormone analog (LHRHa) injections and LHRHa implants for producing hybrid catfish fry. *Aquaculture* 2013; 372: 133–136.
35. Chatakondi NG, Yant DG, **Kristanto AH**, Umali-Maceina GM, Dunham RA. The effects of luteinizing hormone releasing hormone analog regime and stage of oocyte maturity for induced ovulation of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of The World Aquaculture Society* 2011; 42(6): 845–853.

36. Dunham RA, Umali GM, Beam R, **Kristanto AH**, Trask M. Comparison of Production Traits of the NWAC103 Channel Catfish, NWAC103 Channel Catfish X Blue Catfish Hybrid, Kansas Select 21 Channel Catfish, and Blue Catfish Grown at Commercial Densities and Exposed to Natural Bacterial Epizootics. *North American Journal of Aquaculture* 2008; 70(1): 98–106.
37. Legendre, M, Slembrouck J, Subagja J, **Kristanto AH**. Ovulation rate, latency period and ova viability after GnRH or hCG induced breeding in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluriformes, Pangasiidae). *Aquat. Living Resour* 2000; 13(3): 145–151.
38. Nugroho E, Mulyasari, **Kristanto AH**, Ali F, Gunawan. Evaluation of genetic variability of freshwater prawn collected from Makassar-Sulawesi, Pangkalan Bun-Kalimantan, Jambi-Sumatra, Sukabumi-Java, and GI Macro using mtDNA CO-1 markers. *Indonesian Aquaculture Journal* 2008; 3(1): 23–28.
39. Suhenda N, Samsudin R, Nugroho E, **Kristanto AH**. The effect of different quality pelleted feeds on the growth of catfish (*Hemibagrus nemurus*) in floating net cage. *Indonesian Aquaculture Journal* 2010; 5(2): 133–137.

D. Jurnal Nasional

40. Cahyanti W, Saputra A, **Kristanto AH**. Performa reproduksi dan larva ikan gabus (*Chana striata* Blkr) dengan beberapa teknik pemijahan. *Jurnal Riset Akuakultur* 2021; 16(2): 99–106.
41. Subagja J, Prakoso VA, Arifin OZ, **Kristanto AH**. Pengaruh perbedaan padat tebar larva terhadap pertumbuhan dan sintasan pada ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*). *Berita Biologi* 2019; 18(2): 209–214.
42. Kusmini II, **Kristanto AH**, Widiyati A, Putri FP. Pertumbuhan dan perkembangan gonad ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) keturunan G₋₁, G₋₂, dan G₋₃. *Jurnal Riset Akuakultur* 2019; 14(4): 201–211.

43. Kusmini II, **Kristanto AH**, Subagja J, Prakoso VA, Putri FP. Respons dan pola pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dari tiga generasi dipelihara pada wadah budidaya yang berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur* 2018; 13(3): 201–211.
44. Setijaningsih L, Subagja J, Radona D, Pantjara B, **Kristanto AH**, Widyastuti YR. Performa pemijahan ikan belida (*Notopterus chitala*) melalui induksi hormone HCG dan LHRH. *Jurnal Riset Akuakultur* 2018; 13(2): 115–122.
45. Radona D, Subagja J, Prakosa VA, Kusmini II, **Kristanto AH**. Biologi reproduksi dan tingkat keberhasilan pemijahan ikan baung, *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840) populasi cirta dengan inkubasi suhu berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur* 2018; 13(2): 131–136.
46. Prakosa VA, Subagja J, Radona D, **Kristanto AH**, Gustiano R. Derajat penetasan dan sintasan larva ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dalam dua sistem penetasan berbeda. *Limnotek: Perairan Darat Tropis di Indonesia* 2018; 25(2): 58–64.
47. **Kristanto AH**, Subagja J, Cahyanti W, Arifin OZ. Evaluasi variasi fenotipe dan genotipe populasi ikan tambakan dari Jawa Barat, Kalimantan Tengah, dan Jambi dengan truss morfometrik dan random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur* 2017; 12(3): 203–211.
48. Arifin OZ, Cahyanti W, **Kristanto AH**. Keragaman genetik tiga generasi ikan tambakan (*Helostoma temminckii*) dalam program domestikasi. *Jurnal Riset Akuakultur* 2017; 12(4): 295–305.
49. Subagja J, Radona, **Kristanto AH**. Perkembangan gonad dan pertumbuhan ikan nilam betina all female hasil fertilisasi jantan neomale. *Jurnal Riset Akuakultur* 2017; 12(2): 139–146.
50. Arifin OZ, Cahyanti W, Subagja J, **Kristanto AH**. Keragaan fenotipe ikan tambakan (*Helostoma temminckii* Cuvier 1829) hasil domestikasi. (Takhasi). *Media Akuakultur* 2017; 12(1): 1–9.
51. Ardi I, Setiadi E, **Kristanto AH**, Widiyati A. Salinitas optimal untuk pendederan ikan betutu, *Oxyeleotris marmorata*. *Jurnal Riset Akuakultur* 2017; 11(4): 347–354.

52. Supriyono E, Syahputra R, Ghozali MFR, Wahjuningrum D, Nirmala K, **Kristanto AH**. Efektivitas pemberian zeolit, arang aktif, dan minyak cengkeh terhadap hormon kortisol dan gambaran darah benih ikan patin *Pangasionodon hypophthalmus* pada pengangkutan dengan kepadatan tinggi. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 2017; 11(1): 67–75.
53. Suhenda N, Samsudin R, **Kristanto AH**. Peranan lemak pakan dalam mendukung perkembangan embrio, derajat penetasan telur, dan sintasan larva baung (*Mystus nemurus*). *Jurnal Riset Akuakultur* 2016; 4(2): 201–211.
54. Mulyasari M, Soelistyowati DT, **Kristanto AH**, Kusmini II. Karakteristik genetik enam populasi ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) di Jawa Barat. *Jurnal Riset Akuakultur* 2016; 5(2): 175–182.
55. Prakoso VA, Ath-thar MHF, Subagja J, **Kristanto AH**. Pertumbuhan ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) dengan padat tebar berbeda dalam lingkungan ex situ. *Jurnal Riset Akuakultur* 2016; 11(4): 355–362
56. Pantjara B, Syafaat MN, **Kristanto AH**. Effect of dynamical water quality shrimp culture in the integrated multitropic aquaculture. *Indonesian Aquaculture Journal* 2015; 10(1): 81–90.
57. Johan O, **Kristanto AH**, Haryadi J. Puncak prevalansi penyakit karang jenis sabuk hitam (black band disease) di Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Riset Akuakultur* 2014; 9(2): 307–317.
58. Gustiano R, **Kristanto AH**, Tahapari E, Iswanto B. Evaluation of *Pangasius djambal* Bleeker 1846 and *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878) Hybrids: Biometric, Growth, and Ovarian Maturation. *Plasma Nutfah* 2012; 18(1): 32–37.
59. Radiarta IN, Ardi I, **Kristanto AH**. Aplikasi analisis spasial dan statistik multivariat terhadap kondisi kualitas perairan di Selat Alas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Timur: Aspek penting untuk pengembangan budidaya rumput laut. *Jurnal Riset Akuakultur* 2013; 8(1): 159–171.

60. Astuti IR, Prihadi TH, Supriyadi H, **Kristanto AH**. Teknik pengendalian penyakit KHV pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) melalui manipulasi lingkungan dalam skala laboratorium. *Jurnal Riset Akuakultur* 2012; 7(3): 477–484.
61. Radiarta IN, **Kristanto AH**, Saputra A. Kondisi meteorologi, klimatologi, dan perikanan di kawasan Waduk Cirata, Jawa Barat: Analisis awal kemungkinan dampak pemanasan global terhadap perikanan budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur* 2011; 6(3): 495–506.
62. Asih S, Nugroho E, **Kristanto AH**, Mulyasari M. Penentuan variasi genetik ikan batak (*Tor soro*) dari Sumatera Utara dan Jawa Barat dengan metode analisis random amplified polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur* 2008; 3(1): 91–97.
63. Gustiano R, **Kristanto AH**. Evaluation of hybridization between *Pangasius djambal* Bleeker 1846 and *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878): Biometric characterization and growth analysis. *Indonesian Aquaculture Journal* 2007; 2(1): 27–33.
64. Girsang E, **Kristanto AH**, Hadi W, Mardlijah S. Karakterisasi biometrik lobster (*Panulirus homarus*) dari beberapa lokasi. *Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia: Manfaat Ekonomi untuk Mewujudkan Ketahanan Nasional* 2006; 298–306.
65. Nugroho E, Alimuddin, **Kristanto AH**, Carman O, Megawati N, Sumantadinata K. Kloning cDNA hormon pertumbuhan dari ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Riset Akuakultur* 2008; 3(2): 183–190.
66. Nugroho E, Alimuddin, **Kristanto AH**, Charman O. Kloning Promoter baktin dari ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Riset Akuakultur* 2009; 4(1): 23–29.
67. **Kristanto AH**. Effects of thyroxine on egg and larval development of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Bull. Penel. Perik. Darat* 1992; 11(2): 50–58.

68. Arifin Z, Sunarno MTD, **Kristanto AH**. Pengangkutan benih patin (*Pangasius pangasius*) dalam kantong plastik dengan kepadatan berbeda. Bull. Penel. Perik. Darat 1991; 10(2): 52–55.

E. Prosiding Internasional

69. Hilia SWR, Abinawanto, **Kristanto AH**. Effect of honey supplementation in sperm abnormality in sperm preservation of brek fish, *Systemous orphoides*. Proceeding of the 3rd KOBICongress, International and National Conferences: Advances in Biological Sciences Research. 2021: 319–323. Atalntis Press.
70. Iswantari A, Cahyanti W, Putri FP, Hedianto DA, Prakoso VA, **Kristanto AH**. Reproductive and larval performance of artificially spawned javaen barb *Systemous orphoides* from two populations. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 744: 012035.
71. Gustiano R, Ath-thar MHF, **Kristanto AH**, Prakoso VA, Kusmini II, Saputra A. Controlling gonad maturation on snakehead (*Channa striata*, Bloch 1793) for eliminating impact of climate change. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020; 521(1): 012028.
72. Prakoso VA, Gustiano R, **Kristanto AH**, Veeran RR, Ravitu N. Risk assessment on the vulnerability of freshwater aquaculture to climate change: a case study from West Java, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 521(1): 012029.
73. Prakoso VA, Sinansari S, Priadi B, Sundari S, **Kristanto AH**. Stress response of Asian redbtail catfish (*Hemibagrus nemurus*) fingerlings subjected to various pH exposure. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 493(1): 012010.
74. Pamungkas MAB, Abinawanto, Arifin OZ, **Kristanto AH**. The spermatozoa viability of kancra fish (*Tor soro*, Valenciennes 1842) 48-hour after freezing: Effect of brown sugar as natural cryoprotectant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012063.

75. Lestari S, Abinawanto, Bowolaksono A, Gustiano R, **Kristanto AH**. The Percentage of embryo viability after 48h sperm cryopreservation: Effect of various natural cryoprotectant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012070.
76. Laeni M, Abinawanto, Subagja J, **Kristanto AH**. The effect of various concentration of quail egg yolk on spermatozoa motility of kancra fish (*Tor soro Valenciennes*, 1842) post cryopreservation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012060.
77. Fatriani R, Abinawanto, Arifin OZ, **Kristanto AH**. Sperm motility of kancra fish (*Tor soro*, Valenciennes 1842) after frozen: The effect of soybean milk as a natural cryoprotectant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012066.
78. Putri BSD, Abinawanto, Arifin OZ, **Kristanto AH**. Honey effect on sperm motility of kancra fish (*Tor soro Valenciennes*, 1842) after 48 hours freezing. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012062.
79. Vardini N, Abinawanto, Subagja J, **Kristanto AH**. The spermatozoa motility of kancra fish (*Tor soro Valenciennes*, 1842) after the frozen process: The application of egg yolk as a cryoprotectant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012065.
80. Harjanti ER, Abinawanto, Arifin OZ, **Kristanto AH**. The fertilization of *Tor soro* fish (Valenciennes, 1842) using post cryopreservation sperm: The effect of skim milk as a cryoprotectant. Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012061.
81. Alifiani DP, Abinawanto, Subagja J, **Kristanto AH**. Effect of date palm (*Phoenix dactylifera* l.) on spermatozoa viability of kancra fish (*Tor soro Valenciennes* 1842) 48 hours post cryopreservation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012067.

82. Wulandari PD, Subagja J, **Kristanto AH**. Viability of Tor fish spermatozoa (*Tor soro*, Valenciennes 1842) 48-hours cryopreservation: The effects of duck egg yolk as a natural cryoprotectant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020: 441(1): 012102.
83. Radona D, Kusmini II, Prakoso VA, **Kristanto AH**, Fakhurrrazi R. Evaluation on growth, survival and feed efficiency in three generations of domesticated Asian redbtail catfish, *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019: 348(1): 012003.
84. Laining A, **Kristanto AH**. Aquafeed development and utilization of alternative dietary ingredients in aquaculture feed formulations in Indonesia. Dalam: Catacutan MR, Coloso RM, Acosta BO, editor. Proceedings of ASEAN-SEAFDEC Regional Technical Consultation on Development and Use of Alternatif Dietary Ingredient of Fish Meal Subtitutes in Aquaculture Feed Formulation. Aquaculture Department. Southeast Asian Fisheries Development Center. Tigbauan, Iloilo, Philipines 2015: 142.
85. Legendre M, Slembrouck J, Subagja J, **Kristanto AH**. Effect of varying latency period on the in vivo survival of ova after ovaprim and hCG-induced ovulation in the Asian catfish *Pangasius hypophthalmus* (Siluriformes, Pangasiidae). Dalam: Legendre M, Pariselle A, editor. The Biological Diversity and Aquaculture of Clariid and Pangasiid Catfishs in Southeast Asia. Proceeding of the mid-term Workshop of the “Catfish Asia Project”. Cantho, Vietnam 1998: 119–126.

F. Prosiding Nasional

86. Subagja J, **Kristanto AH**, Sulhi M. Domestikasi ikan semah (*Tor douronensis*) melalui pengembangan budidaya. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2013: 1(1): 1–7.
87. Puspaningsih D, Sutrisno, **Kristanto AH**. Kelimpahan dan keragaman plankton serta hubungannya dengan beberapa parameter kualitas air pada pemeliharaan benih lele (*Clarias gariepinus*).

Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2009: 575–580.

88. **Kristanto AH**, Pantjara B, Insan I. Polikultur udang windu, nila, bandeng dan rumput laut di Tambak Idle Kabupaten Tangerang, Banten. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2013: 1(1): 183–191.
89. **Kristanto AH**, Giri INA, Sutarmat. Kajian model pengembangan budidaya kerapu hybrid di Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2015: 893–899.
90. Samsudin R, **Kristanto AH**, Suryaningrum LH. Respons pertumbuhan strain ikan nila BEST dan Red NIFI yang diberi pakan berbasis bahan nabati. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2015: 373–377.
91. Kusdiarti, **Kristanto AH**, Hendiyana D. Perkembangan struktur komunitas perifiton pada waktu inkubasi yang berbeda di Waduk Cirata. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2015: 379–383.
92. Pong-Masak RP, **Kristanto AH**, Kusnendar E. Penerapan seleksi varietas untuk produksi bibit unggul pada kawasan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di Teluk Serewe, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2015: 713–726.
93. **Kristanto AH**, Pantjara B. Aplikasi probiotik pada budidaya udang vaname secara ekstensif plus terhadap produksi dan pendapatan pembudidaya di Kabupaten Brebes dan Gresik. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2014: 1007–1017.
94. Pong-Masak PR, **Kristanto AH**, Kusdiarti, Kusnendar E. Peningkatan produktivitas dan keuntungan budidaya rumput laut *Kappa-*

- phycus alvarezii* menggunakan bibit unggul hasil seleksi varietas. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2014: 123–136.
95. Asih S, Radona D, Ath-thar MHF, **Kristanto AH**. Pembentukan induk unggul F-2 ikan mas galur Rajadanu melalui seleksi famili. Prosiding Forum Inovasi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2012: 1123–1128.
 96. Huwoyon GH, Nuryadi, Kusmini II, **Kristanto AH**. Koleksi ikan tengadak (*Barbonyomus schwanenfeldi*) dari Kalimantan Barat dan pengamatan daya adaptasi serta performa pertumbuhannya. Prosiding Forum Inovasi Akuakultur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Jakarta 2011: 1(1): 447–452.
 97. Hadie LE, **Kristanto AH**, Hadie W. Kajian komoditas prospekif ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) sebagai kandidat ikan budidaya. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya 2011; 1(1): 477–484.
 98. Kusmini II, Hadie LE, Hadie W, **Kristanto AH**. Karakterisasi dalam karekter fenotip beberapa ras ikan gurame (*Osphronemus gourami*) yang berpotensi dalam budidaya dengan analisis truss morphometrik. Prosiding Simposium Nasional Pengelolaan Pemuliaan dan Plasma Nutfah, Bogor 2000: 614–620.
 99. Suriadikarta DA, Supriadi H, Malian H, Desmiyati Z, Suwarno, Januwati M, **Kristanto AH**. Kesiapan teknologi dan kendala pengembangan usaha tani lahan rawa. Prosiding Temu Pakar dan Lokakarya Nasional Diseminasi dan Optimasi Pemanfaatan Sumber Daya Lahan Rawa. Jakarta; 1999 November 23–26.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. **Kristanto AH.** Nutrisi pakan dan aplikasinya pada pematangan gonad ikan jelawat. Pelatihan Teknik Penyuluhan Pertanian Lapangan Dinas Perikanan Dati I. Kalimantan Selatan 1994.
2. **Kristanto AH.** Pengelolaan induk ikan jelawat. Pelatihan Teknik Penyuluhan Pertanian Lapangan Dinas Perikanan Dati I. Kalimantan Selatan 1994.
3. **Kristanto AH.** Perawatan larva dan post larva ikan jelawat. Pelatihan Teknik Penyuluhan Pertanian Lapangan Dinas Perikanan Dati I. Kalimantan Selatan 1994.
4. **Kristanto AH.** Evaluation of various factors to increase the efficiency of channel-blue hybrid catfish embryo production. Dissertation. Auburn University, Auburn. Alabama USA 2004.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama	: Ir. Anang Hari Kristanto, M.Sc, Ph.D.
Tempat, Tanggal lahir	: Solo, 25 Juli 1960
Anak ke-	: 1 dari 5 bersaudara
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Nama Ayah Kandung	: R. Hartono
Nama Ibu Kandung	: Sri Supinah
Nama Istri	: Prof. Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, M.S.
Nama Anak	: 1. Anindita Lintangdesi Afriyani, M.Si 2. Nawangwulan Rizqi Andriani, SS
Nama Instansi	: Pusat Riset Zoologi Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	: Domestikasi Ikan Air Tawar Asli Indonesia Mendukung Produksi Perikanan
Bidang Keahlian	: Pemuliaan dan Genetika
No. SK Pangkat Terakhir	: 53/K Tahun 2021, tanggal 27 Oktober 2021
No. SK Peneliti Ahli Utama	: 10/K Tahun 2022, tanggal 16 Maret 2022

B. Pendidikan Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah/PT/ Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1	SD	SDN 3 Pagi	Jakarta	1972
2	SMP	SMPN XVI	Jakarta	1975
3	SMA	SMAN XI	Jakarta	1979
4	S1	IPB	Bogor	1984
5	S2	Auburn University	Auburn, Alabama, USA	1991
6	S3	Auburn University	Auburn, Alabama, USA	2004

C. Pendidikan Non Formal

No	Nama Pelatihan/Pendi- dikan	Tempat/Kota/Negara	Tahun
1	Analisa Dampak Lingkun- gan	Balitbangtan/Jakarta	1990
2	Fish genetics and its appli- cation to aquaculture and fisheries management	Seameo Biotrop/Bogor	1992
3	Analisa Jabatan	Balai Diklat Aparatur Sukamandi/Subang	2005
4	Diklat PIM III	Balai Diklat Aparatur, Sukamandi/Subang	2012

D. Jabatan Struktural

No	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1	Kepala Seksi Program dan Kerjasama	Balai Penelitian dan Pengembangan Budi- daya Air Tawar	2007–2009
2	Kepala Bidang Tata Operasional	Pusat Riset Perikanan Budidaya	2009–2013
3	Kepala Bidang Pelayan Teknis	Pusat Riset Perikanan Budidaya	2013–2014
4	Kepala Balai	Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar	2014–2016

E. Jabatan Fungsional

No	Jenjang Jabatan	TMT
1	Asisten Peneliti Muda III/b)	1-12-1993
2	Ajun Peneliti Madya (III/c)	1-8-1994
3	Ajun Peneliti Madya (III/d)	1-3-1998
4	Peneliti Madya (IV/a)	1-12-2005
5	Peneliti Madya (IV/b)	1-4-2010
6	Peneliti Madya (IV/c)	1-1-2013
7	Peneliti Utama (IV/d)	13-2-2018
8	Peneliti Utama (IV/e)	1-10-2021

F. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1	Workshop on nationally appropriate mitigation actions submitted by developing country Parties, held by FAO in Thailand/ Presenter	KKP	2011
2	Regional Workshop on Implications of Climate Change on Fisheries and Aquaculture: Challenges for Adaptation and Mitigation in the Asia-Pacific Region held by FAO in Nepal/Presenter	KKP	2012
3	Strengthening regional capacity for irrigation revitalization and agriculture water governance: a capacity development agenda for Asia and Pacific in Nanjin China/ Indonesian delegates	KKP	2013
4	Aquafeed development and utilization of Alternative Dietary Ingredients in Aquaculture Feed Formulations in Indonesia Held by FAO, 9–11 Desember 2014, in Myanmar/Resource Person	KKP	2014

G. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1	Simposium nasional bioteknologi akuakultur	Pemateri	IPB-BRPBAT (Bogor)	2010
2	Workshop on International Freshwater Aquaculture Training Course 30 September–13 Oktober 2013 in Sukamandi, Indonesia	Pemateri	FAO	2013
2	Workshop on An Efficient Use of Limited Resource. Bogor Indonesia, Held By AMaFRaD and FAO, 23–26 November 2015, attended by 15 Country	Narasumber	FAO	2015
3	World Aquaculture Society	Pemateri	WAS	2018
4	Technical workshop on Aquaponic: Blue Growth for inland Blue Communities	Pemateri	FAO	2019
5	International conference: Ecological intensification	Wakil Ketua	IRD-BRPBATP	2019

H. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1	Jurnal Riset Akuakultur	Pusat Riset Perikanan	Mitra Bestari	2009– sekarang
2	Indonesian Aqua- culture Journal	Pusat Riset Perikanan	Anggota Dewan Redaksi	2009– sekarang
3	Media Akuakultur	Pusat Riset Perikanan	Ketua dewan redaksi	2016– sekarang
4	Jurnal Kebijakan Perikanan	Pusat Riset Perikanan	Anggota Dewan Redaksi	2016– sekarang
5	AACL Bioflux	Bioflux Pub- lishing House	Mitra Bestari	2019
6	Journal Applied of Ichthyology	Wiley	Mitra Bestari	2019
7	Asian Journal of Research in Zool- ogy	n/d	Mitra Bestari	2020
8	Biodiversitas	Society for Indonesian Biodiversity	Mitra Bestari	2020
9	Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research	Science do- main Interna- tional	Mitra Bestari	2021
10	Aquaculture Re- search	Wiley	Mitra Bestari	2021

I. Karya Tulis Ilmiah

No	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1	Penulis Tunggal	1
2	Bersama penulis lainnya	98
	Total	99

No	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1	Bahasa Indonesia	54
2	Bahasa Inggris	45
	Total	99

J. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1	Mulyasari	Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar	Pembimbing S-2 (IPB)	2011
2	Wahyulia Cahyanti	Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar	Pembimbing S-2 (IPB)	2018

Mahasiswa

No	Nama	PT/Universitas	Peran/Tugas	Tahun
1	Mohammad R. Baidowi	UNPAD	Pembimbing S-1	2017
2	Harton Arfah	IPB	Penguji Tertutup dan Terbuka S-3	2018
3	Cut Dewi	IPB	Penguji Tertutup dan Terbuka S-3	2018
4	Mega Laeni	UI	Pembimbing S-2	2019
5	M. Aji Pamungkas	UI	Pembimbing S-2	2019
6	Elma Rizki Harjanti	UI	Pembimbing S-2	2019

No	Nama	PT/Universitas	Peran/Tugas	Tahun
7	Bernita Syahbuanawati Dwi Putri	UI	Pembimbing S-2	2019
8	Nia Vardini	UI	Pembimbing S-2	2019
9	Dyah Putri Alifiani	UI	Pembimbing S-2	2019
10	Rizka Fatriani	UI	Pembimbing S-2	2019
11	Suci Lestari	UI	Pembimbing S-2	2019
12	Sri Widyanti	UI	Pembimbing S-2	2020
13	Prama Hartami	IPB	Pengujian Tertutup dan Terbuka S-3	2019
14	Lavina D. Rawung	IPB	Pengujian Tertutup dan Terbuka S-3	2019
15	Titin Kurniasih	IPB	Pengujian Tertutup dan Terbuka S-3	2020

K. Organisasi Profesi Ilmiah

No	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1	Anggota	MAI	2016–2017
2	Anggota	Himpenindo	2018–sekarang
3	Pengurus	PPI	2020–sekarang
4	Anggota	WAS	2018–2019
5	Anggota	MII	2021–sekarang

L. Tanda Penghargaan

No	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Pemulia Ikan Patin Djambal	Menteri Pertanian	2000
2	Pemulia Ikan Torsoro	Menteri Kelautan dan Perikanan	2011
3	Pemulia Ikan Mas Radjadanu	Menteri Kelautan dan Perikanan	2016
4	Pemulia ikan Tambakang	Menteri Kelautan dan Perikanan	2018

5	Satya Lencana Karya Satya X	Presiden RI	1998
6	Satya Lencana Karya Satya XX	Presiden RI	2010
7	Satya Lencana Karya Satya XXX	Presiden RI	2016

M. Fund Raiser/Kerja Sama

No	Deskripsi Singkat	Peran/Tugas	Tahun
1	PKS Pengembangan Ikan Pedih (semah) di Aceh Tenggara	Penanggung Jawab Kerja sama	2014
2	Workshop on An Efficient Use of Limited Resource. Bogor Indonesia, Held By AMaFRaD and FAO, 23–26 Nov 2015	Head of delegation/ Resource Person	2015
3	PKS Pengembangan Ikan Tapah di Kampar, Riau	Penanggung Jawab Kerja sama	2016–2017
4	PKS Pengembangan Ikan Wader di BBI Umbulan, Jawa Timur	Penanggung Jawab Kerja sama	2017–2018
5	Pusat Unggulan Iptek (PUI) ditetapkan oleh MenRistek	Ketua PUI	2018
5	Pengembangan Ikan Cempedik di Belitung Timur	Penanggung Jawab Kerja sama	2019
6	Kerja sama dengan IRD, Prancis	Principal Investor	2016–2019



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

DOI: 10.55981/brin.663



ISBN 978-623-7425-95-3



9 786237 425953

Buku ini tidak diperjualbelikan.