



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

**BENIH UNGGUL HASIL PEMULIAAN
UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIFITAS
AKUAKULTUR AIR TAWAR**



**OLEH:
ESTU NUGROHO**

**BADAN RISET DAN SUMBER DAYA MANUSIA
KELAUTAN DAN PERIKANAN
KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN
JAKARTA
2021**



AMaFRaD  PRESS

AMAFRAD Press-Badan Riset dan Sumber Daya
Manusia Kelautan dan Perikanan
Gedung Mina Bahari III, Lantai 6,
Jl. Medan Merdeka Timur No.16
Jakarta 10110.
Telp. (021) 3513300, Fax. (021) 3513287
Email: amafradpress@gmail.com
Nomor IKAPI : 501/DKI/2014





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

**BENIH UNGGUL HASIL
PEMULIAAN UNTUK
PENINGKATAN PRODUKTIFITAS
AKUAKULTUR AIR TAWAR**

OLEH :

ESTU NUGROHO

**BADAN RISET DAN SUMBER DAYA
MANUSIA KELAUTAN DAN PERIKANAN
KEMENTERIAN KELAUTAN DAN
PERIKANAN
JAKARTA
2021**

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

**BENIH UNGGUL HASIL
PEMULIAAN UNTUK
PENINGKATAN PRODUKTIFITAS
AKUAKULTUR AIR TAWAR**

OLEH :

ESTU NUGROHO

AMaFRaD  PRESS

©2021 Badan Riset dan Sumber Daya Manusia
Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan
dan Perikanan

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

**BENIH UNGGUL HASIL PEMULIAAN UNTUK
PENINGKATAN PRODUKTIFITAS AKUAKULTUR
AIR TAWAR**

ESTU NUGROHO. Jakarta-Amafrad Press, 2021.

xii + 57; 14,8 x 21 cm

p-ISBN : 978-623-7651-71-0

e-ISBN : 978-623-7651-72-7 (PDF)

Pemuliaan, Genetik, Produksi, Ikan

Desainer Sampul :

Fristiya Heri K.

AMaFRaD  PRESS

Diterbitkan oleh:

AMAFRAD Press-Badan Riset dan Sumber Daya
Manusia Kelautan dan Perikanan

Gedung Mina Bahari III, Lantai 6,

Jl. Medan Merdeka Timur No.16

Jakarta 10110.

Telp. (021) 3513300, Fax. (021) 3513287

Email: amafradpress@gmail.com

Nomor IKAPI : 501/DKI/2014

BIODATA RINGKAS



ESTU NUGROHO, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 30 juli 1965, sebagai anak bungsu delapan bersaudara dari pasangan Bapak Sukardi dan Ibu Siti Amanah. Menikah dengan Nur Ambar Wijayanti dan dikaruniai dua orang putera yaitu Bhayu Ravelli Arsyad, S.Adm. dan Ankandzy Mulki Jannata. Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 201/M Tahun 2014 tanggal 1 Desember 2014, yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai 1 Februari 2014.

Pendidikan formal Sekolah Dasar lulus tahun 1978 di SDN 145 Surabaya, dilanjutkan dengan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 9 Surabaya dan lulus pada tahun 1981. Pada tahun 1984 lulus dari Sekolah Menengah Atas Negeri 9 Surabaya. Selanjutnya menempuh pendidikan strata 1 di Institut Pertanian Bogor, Fakultas Perikanan, Jurusan Budidaya Perairan dan lulus pada tahun 1988. Pendidikan strata 2 dan 3 dilakukan di negeri Jepang yaitu di Universitas Kochi lulus pada tahun 1998 (Aquaculture-Fish Genetics) dan Universitas Tohoku lulus pada tahun 2001 (Agriculture-Population Genetics).

Telah mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: Aquaculture Genetics and Biotechnology di Bandung (1990), Fish Genetics and its Application to Aquaculture and Fisheries Management di Bogor (1992), Molecular Biology and Transgenic Fish di Bandung (1993), Quantitative Genetics and its Application to

Aquaculture di Thailand (2002), Molecular Genetics for Aquaculture and Fisheries di Thailand (2003), Quantitative Genetics and its Application to Aquaculture di Malaysia (2003), Application of Advanced Technologies in Aquaculture di Republic of China (2009), Tilapia Hatchery Training di China (2011).

Pernah menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Seksi Program dan Kerjasama, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (2003–2007), Kepala Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (2007–2009), Kepala Bidang Tata Operasional, Pusat Riset Perikanan Budidaya (2013–2015), dan Kepala Bagian Program dan Kerjasama, Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan (2016-2017).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Asisten Peneliti Madya (1993), Ajun Peneliti Madya (2003), Peneliti Muda (2005), Peneliti Madya (2011), dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama bidang Pemuliaan dan Genetika (2014).

Telah mempublikasikan 108 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 20 KTI ditulis dalam bahasa Inggris.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya dan Balai Riset Perikanan Tangkap, pembimbing skripsi (S1) pada IPB, Unpad, Universitas Djuanda dan Universitas Nasional, pembimbing Thesis (S2) pada Institut Pertanian Bogor, pembimbing disertasi (S3) pada Universitas Hassanudin, Andalas serta penguji disertasi (S3) di Institut Pertanian Bogor.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai sekretaris Indonesian Fisheries Genetic Research and Development- INFIGRAD (2004-2005), anggota International Network on Genetics in Aquaculture-INGA (2002-2005), anggota Masyarakat Akuakultur Indonesia-MAI (2014-Sekarang) dan anggota Himpunan Peneliti Indonesia-HIMPENINDO (2019-Sekarang).

Pernah menerima tanda penghargaan sebagai penulis terbaik ke 2 di Pusat Riset Perikanan Budidaya (2001), Sebagai penulis terbaik pada Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (2004), Awards Japanese Society Fisheries Science (2004), dan telah menerima Satyalancana Karya Satya X (2006) dari Presiden RI. Penerima penghargaan sebagai Pemulia Cherax (2006) dari Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Nila BEST (2009) dan Tor soro (2013) dari Menteri Kelautan dan Perikanan.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS.....	v
DAFTAR ISI.....	ix
PRAKATA PENGUKUHAN.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
II. REKAYASA BENIH UNGGUL.....	3
2.1. Konsep Pemuliaan dalam Produksi Benih Unggul.....	3
2.2. Produk Varietas Ikan Unggul.....	5
III. PENGGUNAAN BENIH UNGGUL UNTUK OPTIMALISASI BUDIDAYA IKAN.....	8
IV. STRATEGI PENINGKATAN PRODUKTIFITAS AKUAKULTUR BERBASIS BENIH UNGGUL	10
4.1. Ketersediaan Benih Unggul	10
4.2. Diseminasi Produk Unggul	12
4.3. Program Peningkatan Produktifitas Akuakultur berbasis benih unggul	13
V. KESIMPULAN	15
VI. PENUTUP	16
UCAPAN TERIMA KASIH.....	17
DAFTAR PUSTAKA	19
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH	25
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	42

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset yang saya muliakan dan 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 Kementerian Kelautan dan Perikanan.

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

**“BENIH UNGGUL HASIL PEMULIAAN UNTUK
PENINGKATAN PRODUKTIFITAS AKUAKULTUR
AIR TAWAR”**

I. PENDAHULUAN

Akuakultur adalah salah satu sektor penghasil pangan dengan pertumbuhan tercepat di dunia. Pertumbuhan produksi tahunan akuakultur dunia mencapai 5,3 % selama periode 2010-2018. Tercatat peningkatan produksi dari 57,7 juta ton pada tahun 2010 menjadi 82.1 juta ton pada tahun 2018¹. Prediksi produksi ikan dunia akan meningkat pada tahun 2030 hingga mencapai 186 juta ton, dan sebanyak 50,2 persennya akan dipasok dari produksi akuakultur².

Di Indonesia, dalam perikanan, akuakultur menjadi usaha yang diandalkan di dalam menggerakkan roda perekonomian. Akuakultur, khususnya air tawar, juga dapat digunakan dalam program ketahanan pangan dan mengatasi masalah *stunting*. Salah satu program kerja prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang merupakan turunan dari program prioritas Indonesia Maju Presiden RI Joko Widodo adalah pengembangan sub sektor akuakultur. Produksi akuakultur Indonesia meningkat dari 14,7 juta ton pada tahun 2014 menjadi 17,25 juta ton tahun 2018. KKP telah menargetkan peningkatan produksi pada tahun 2020 sebesar 18,44 juta ton (7,45 juta ton, non rumput laut) menjadi 22,65 juta ton (10,32 juta ton, non rumput laut) pada tahun 2024³.

Kondisi ini berpeluang dapat tercapai mengingat potensi akuakultur di Indonesia yang cukup besar. Pontensi luas lahan untuk budidaya tercatat 17,9 juta ha dan pemanfaatannya baru sekitar 6,7% atau 1,2 juta ha. Lahan akuakultur air tawar tersedia 2,8 juta ha dan lahan yang sudah dimanfaatkan sebesar 302 ribu ha (10,7%)⁴. Namun masih terdapat tantangan yang harus dilalui dalam pencapaian target nasional tersebut.

Ke depan sebagai akibat dari beberapa permasalahan yang masih dijumpai, tantangan peningkatan produksi akuakultur adalah efisiensi penggunaan sumberdaya perikanan agar produktifitas akuakultur naik dan dapat digunakan untuk suplai pangan. Permasalahan pengembangan akuakultur di Indonesia yang perlu mendapat perhatian khusus adalah ketersediaan dan distribusi induk dan benih unggul. Kondisi ini menyebabkan para pembudidaya sering mengabaikan penggunaan benih yang berkualitas sehingga terjadi penurunan produktifitas di lapangan⁵.

Keberhasilan dalam akuakultur dipengaruhi oleh tiga unsur penting yaitu ketersediaan air dengan kuantitas yang cukup dan kualitas yang baik, pemberian pakan yang memenuhi nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan serta penggunaan benih yang berkualitas dan unggul pada karakter tertentu^{6,7}. Kontribusi penggunaan benih unggul dalam akuakultur telah diterapkan untuk ikan salmon di Eropa pada tahun 2012⁸. Di Indonesia, penggunaan benih unggul mulai di rintis secara terprogram dengan adanya kegiatan rilis varietas jenis baru yang dimulai tahun 2010⁹.

Oleh karena itu peningkatan produktifitas akuakultur dalam kontribusinya untuk pencapaian target nasional memerlukan beberapa persyaratan. Peningkatan produktifitas akuakultur dengan memanfaatkan kontribusi benih unggul dapat dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Rekayasa pembentukan induk dan benih unggul.
2. Penggunaan benih unggul untuk optimalisasi budidaya ikan.
3. Peningkatan produktifitas akuakultur berbasis benih unggul.

Ketiga tahapan tersebut akan dijelaskan dalam naskah orasi ini di bab selanjutnya

II. REKAYASA BENIH UNGGUL

Rekayasa benih unggul adalah upaya dalam menghasilkan atau memproduksi benih yang bersifat unggul dalam karakter tertentu, umumnya karakter yang berkaitan dengan nilai ekonomi, melalui kegiatan pemuliaan. Berikut ini dijelaskan perkembangan tentang konsep pemuliaan, hasil pemuliaan dengan sistem konvensional, dan pembuatan benih unggul secara in-konvensional.

2.1. Konsep Pemuliaan dalam Produksi Benih Unggul.

Program pemuliaan mempunyai peranan yang sangat penting dalam menyediakan benih yang unggul, baik dari segi pertumbuhan maupun adaptasi terhadap fluktuasi lingkungan serta daya tahan terhadap serangan penyakit.

Benih unggul tersebut dapat dihasilkan dengan tahapan yang dimulai dengan kegiatan koleksi, kegiatan karakterisasi dan evaluasi, serta diteruskan dengan pemilihan program pemuliaan yang bersifat konvensional ataupun in-konvensional untuk menghasilkan benih unggul. Penggunaan benih unggul dalam budidaya dapat meningkatkan produksi atau menurunkan biaya produksi dengan margin yang semakin meningkat^{10,11}.

Koleksi merupakan kegiatan awal dalam pembentukan populasi sebagai bahan pemuliaan. Koleksi dapat dilakukan dari populasi alam maupun hasil budidaya yang mempunyai parameter tertentu. Kegiatan koleksi untuk pemuliaan ikan telah diinisiasi sejak tahun 1985 yaitu mengumpulkan varietas ikan mas dari berbagai daerah terisolir di Sumatera, Jawa dan Bali. Didapatkan empat varietas ikan mas terpilih yaitu varietas Sutisna, Rajadanu, Wildan dan Domas¹².

Karakterisasi dan evaluasi dilakukan untuk mendapatkan informasi latar belakang genetik, baik berupa keragaman/variasi dan kondisi *fitness* maupun hubungan kekerabatan dari stok populasi ikan yang akan dimanfaatkan dalam pemuliaan. Dalam usaha mempercepat produksi benih unggul, beberapa marka genetik yang dapat digunakan antara lain adalah isozyme¹³, RAPD^{14,15,16,17}, Mt DNA^{18,19,20} dan Mikrosatelit^{21,22,23,24}.

Hasil karakterisasi dan evaluasi menunjukkan bahwa ikan air tawar relatif mempunyai nilai variasi yang lebih rendah dibandingkan ikan laut. Salah satu penyebabnya adalah adanya pengaruh *inbreeding*, *barrier geographic* yang lebih berpotensi terjadi pada ikan air tawar^{25,26}. Selain itu, ikan laut mempunyai sifat migrasi yang luas dan *breeding* unit yang besar sehingga berpeluang besar terjadi perkawinan (*gene flow*) dengan populasi lain yang mempunyai kekerabatan yang jauh²⁷. Penurunan nilai variasi genetik terlihat pada ikan budidaya dibandingkan dengan nilai yang dimiliki oleh ikan yang berasal dari alam²⁸. Hal ini terjadi karena penggunaan induk yang terbatas jumlahnya dalam akuakultur, sebagai penyebab hilangnya gen-gen tertentu.

Pemuliaan yang bersifat konvensional seperti seleksi dan hibridisasi diterapkan berbasis informasi variasi genetik. Semakin tinggi nilai variasi genetik suatu stok populasi ikan yang digunakan sebagai bahan pemuliaan maka akan semakin besar pula keberhasilan program seleksi yang dilaksanakan. Sedangkan jika nilai variasinya rendah maka program hibridisasi atau kawin silang antar individu dari populasi yang mempunyai hubungan kekerabatan yang relatif jauh adalah yang lebih tepat dalam menghasilkan induk unggul²⁸.

Selain pemuliaan yang bersifat konvensional, cara lain untuk menghasilkan varietas ikan unggul adalah melalui metode yang *in-konvensional*, antara lain melalui rekayasa set kromosom^{29,30}, jantanisasi dengan hormon pengalih kelamin³¹ ataupun upaya pembuatan hormon pertumbuhan yang digunakan dalam transfer gen^{32,33}.

Perkembangan terkini dalam produksi benih unggul dilakukan melalui rekayasa genom yaitu dengan metode *genome editing* salah satunya menggunakan *clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR/Cas9)*³⁴. Teknologi ini dapat digunakan secara tepat dan efisien dengan target pengeditan genom pada spesies yang berbeda. Namun demikian, masih perlu kajian lebih lanjut untuk mengkategorikan aturan produk yang dihasilkan termasuk dalam *Genetic Modified Organism (GMO)* atau produk lainnya.

2.2 Produk Varietas Ikan Unggul.

Seleksi dilakukan dengan pemilihan individu yang mempunyai nilai terbaik dari sifat fenotip sasaran. Acuan yang digunakan adalah antara 5-10% populasi stok. Efektivitas suatu program seleksi diukur dengan parameter *heritabilitas* (h^2) dan *genetic gain* atau respon seleksi (R). *Heritabilitas* menunjukkan persentase sifat fenotip induk diturunkan kepada generasi berikutnya. Nilai $h^2 > 0,25$ berarti semakin besar keberhasilan seleksi. *Genetic gain* mengindikasikan besarnya perbaikan sifat fenotif turunan terhadap nilai rata-rata fenotif induknya. Respon seleksi memperlihatkan prosentase perbaikan fenotif generasi tertentu dibandingkan nilai pada fenotif pada generasi sebelumnya. Berikut ini beberapa produk hasil pemuliaan.

Produk seleksi yang mempunyai nilai heritabilitas diatas acuan adalah ikan nila varietas Nilasa dengan nilai 0,63 (jantan) dan 0,65 (betina) pada bobot, menghasilkan *genetic gain* rata-rata sebesar 18,72% (jantan) dan 2,01% (betina), sedangkan total respon seleksi yang dihasilkan adalah 95,22% (jantan) dan 55,94% (betina)³⁵. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi telah berhasil memperbaiki pertumbuhan bobot ikan nila dari 205,6 g menjadi 401,4g (jantan) dan 240,6 g menjadi 386,4 g (betina) selama 4 generasi.

Hal yang serupa juga telah terjadi pada ikan mas varietas Punten dari daerah Malang. Program seleksi individu pada bobot ikan Punten menghasilkan nilai heritabilitas 0,505 pada ikan betina dan 0,238 pada ikan jantan dan telah dapat memperbaiki performansi pertumbuhan bobot ikan pada turunannya sebesar 11,45% untuk ikan betina (1303 g menjadi 1471 g) dan 3,66% (1385 g menjadi 1435 g) untuk ikan jantan selama dua generasi³⁶.

Beberapa produk lain yang dihasilkan dari program seleksi diantaranya adalah ikan nila varietas Anjani (NTB). Nilai heritabilitasnya adalah sebesar 0,251 (jantan) dan 0,258 (betina). Kegiatan seleksi tersebut telah memperbaiki pertumbuhan bobot ikan selama 4 generasi sebesar 51,68% (jantan) dan 56,78% pada ikan betina³⁷.

Perbaikan kualitas induk dan benih ikan juga dapat dilakukan dengan program hibridisasi. Keberhasilan program hibridisasi diukur dengan parameter nilai heterosis. Nilai heterosis ini merupakan perbedaan yang dicapai oleh anakan hibrida dibandingkan dengan induk murninya.

Produk hibrida yang mempunyai nilai heterosis yang tinggi adalah ikan lele varietas Mandalika (NTB). Hibrida yang

dibentuk dari persilangan ikan lele varietas Sangkuriang (betina) dan ikan lele varietas Masamo (jantan) ini mempunyai nilai heterosis sebesar 24,03%, dengan nilai heterosisitas 0,306³⁸.

Hibrida ikan gurame hasil persilangan antara varietas Paris (betina) dan Bastar (jantan) mempunyai nilai heterosis sebesar 27,27%³⁹. Observasi heterosis juga dilakukan pada udang air tawar. Nilai heterosis hibrida udang air tawar huna biru dan huna merah adalah sebesar 25% dengan nilai heterozigositas hibrida antara 0,187 – 0,290, sedangkan untuk galur murni atau non hibrida mempunyai nilai 0,099 – 0,221⁴⁰.

Rekayasa set kromosom untuk menghasilkan poliploidi benih unggul juga telah dilakukan. Salah satu hasil rekayasa set kromosom adalah triploidy yaitu individu dengan jumlah kromosom 3n pada inti sel. Teknologi triploidisasi dapat memacu laju pertumbuhan ikan mas hingga 50% lebih cepat dari yang normal 2n^{29,30}.

Produksi benih unggul juga dilakukan dengan pemanfaatan hormon methyl testosterone yang digunakan untuk penentuan jenis kelamin ikan. Secara umum, ikan nila jantan mempunyai pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan ikan nila betina. Sistem ini telah menghasilkan benih jantan sebanyak 90-95%³¹.

Upaya pembuatan benih unggul juga mulai dirintis melalui program transfer gen. Salah satu diantaranya dengan memperbanyak hormon pertumbuhan yang dimiliki oleh ikan. Kloning cDNA hormon pertumbuhan dan kloning promoter beta aktin ikan gurami juga telah berhasil dikembangkan^{32,33}. Prosedur ini telah berhasil memproduksi ikan transgenik ikan lele dan patin yang dikembangkan oleh Balai Riset Pemuliaan Ikan Sukamandi.

III. PENGGUNAAN BENIH UNGGUL UNTUK OPTIMALISASI BUDIDAYA IKAN

Kontribusi benih unggul untuk meningkatkan efektifitas budidaya akan semakin besar dengan dukungan teknologi budidaya air tawar yang tepat guna. Optimalisasi produksi dengan penggunaan benih unggul diantaranya dilakukan dengan teknologi karamba jaring apung (KJA), teknologi total akuakultur (TA) dan teknologi bioflok (BFT). Namun demikian pemanfaatan benih unggul untuk optimalisasi produksi harus dibarengi dengan pemilihan lokasi yang sesuai, manajemen pakan, penyakit dan lingkungan budidaya dilakukan dengan baik.

Penggunaan benih ikan nila unggul hasil seleksi dengan sistem KJA dilakukan di waduk Jatiluhur dalam kurun waktu 2011-2013. Produksi ikan nila varietas lolal/regular dengan sistem budidaya menggunakan jaring ganda yaitu pemeliharaan ikan mas di bagian atas dan ikan nila dibagian bawah, dengan penebaran sebanyak 250 kg @10 g/ekor, mempunyai tingkat produksi sebanyak 900 kg dan ukuran 200-250 g untuk setiap periode penanaman selama 5-6 bulan. Optimalisasi penggunaan benih unggul pada sistem budidaya yang serupa menghasilkan tingkat produksi sebesar 1480 kg dengan ukuran 300-350 g. Telah terjadi peningkatan produktifitas KJA dengan benih lokal sebesar 0,57 kg/m³ menjadi 1,09 kg/m³ pada KJA dengan menggunakan benih unggul (91,81% per m³)⁴¹. Selain benih unggul untuk peningkatan produksi, budidaya dengan KJA di danau atau waduk harus memperhitungkan daya dukung perairan jangan sampai saat terjadi *up welling* semua ikan budidaya mati.

Optimalisasi penggunaan produk pemuliaan juga dilakukan dengan menggunakan teknologi TA. Dalam budidaya dengan

sistem TA melibatkan semua unsur terbaik dari sistem budidaya, mulai dari pengelolaan kualitas air dengan probiotik, penggunaan benih unggul dan pemberian pakan yang berkualitas serta peningkatan kekebalan ikan melalui vaksinasi dan probiotik. Hasil budidaya ikan lele Mutiara dengan sistem TA dapat meningkatkan produktifitas dari $12,5 \text{ kg/m}^3$ (sistem regular di kolam tanah) menjadi 100 kg/m^3 (TA)⁴². Hasil ini setara dengan peningkatan produktifitas sebesar 800% per m^3 .

Teknologi budidaya berikutnya yang dioptimalkan dengan penggunaan benih unggul adalah budidaya dengan sistem BFT. Sistem BFT menggunakan bakteri dari genus *Bacillus* sp dan kondisi flok dipertahankan dengan nilai karbon (C)/nitrogen (N) > 15. Flok selain berfungsi dalam pengelolaan lingkungan budidaya ikan juga digunakan sebagai pakan ikan. Telah terjadi peningkatan produktifitas rata-rata sebesar 840% per m^3 ⁴³. Hasil ini dapat dilihat dari tingkat produktifitas budidaya ikan nila dengan sistem BFT adalah $10,8-14,42 \text{ kg/m}^3$ sedangkan dengan sistem KJA adalah $1,09-1,62 \text{ kg/m}^3$.

Kajian yang masih berlangsung menunjukkan bahwa penggunaan benih unggul ikan nila dengan system BFT dapat menyederhanakan tahapan budidaya serta menyingkat waktu pemeliharaan. Dalam sistem budidaya ikan nila yang ada di masyarakat terdapat beberapa segmen usaha mulai dari pemijahan, pemeliharaan larva pendederan 1-2, pendederan 3 serta pembesaran hingga mencapai ukuran konsumsi yaitu 250-300 g. Jika dihitung dari pemeliharaan larva hingga ukuran konsumsi maka memerlukan waktu total budidaya sebesar 240-250 hari, sedangkan pada teknologi bioflok segmennya hanya terbagi dua yaitu pembenihan (120 hari) dan pembesaran (80 hari) dengan total pemeliharaan 200 hari untuk mencapai ukuran pasar 300-350 g.

IV. STRATEGI PENINGKATAN PRODUKTIFITAS AKUAKULTUR BERBASIS BENIH UNGGUL

Kualitas benih unggul yang diciptakan melalui pemuliaan dengan informasi produktifitas melalui optimalisasi dalam akuakultur secara langsung di lapangan telah dijelaskan sebelumnya. Produk pemuliaan tersebut hendaknya dapat digunakan oleh pembudidaya secara masif sehingga mempengaruhi produktifitas akuakultur secara nyata.

Salah satu strategi yang perlu ditempuh agar tercapai sasaran kenaikan produksi akuakultur adalah terjaminnya ketersediaan benih unggul dan terdistribusikan ke pengguna agar dapat memanfaatkan secara baik tanpa kehilangan *genetic gain*. Selanjutnya diikuti dengan perencanaan pengembangan akuakultur dan estimasi ke depan akan menjadikannya sebagai akuabisnis yang menguntungkan bagi semua pihak.

4.1. Ketersediaan Benih Unggul.

Tidak semua jenis komoditas/plasma nutfah⁴⁴ digunakan dalam pemuliaan karena memerlukan dana dan waktu yang tidak sedikit. Penentuan komoditas unggulan secara spesifik lokasi dan nasional serta *trend supply demand* akan menjadi penting sebagai salah satu faktor pemilihan jenis komoditas yang akan diperbaiki kualitasnya⁴⁵. Hal ini dapat dilakukan melalui kegiatan *forecasting* untuk menentukan komoditas sesuai prioritasnya⁴⁶. Fokus pemuliaan diarahkan pada komoditas yang dapat berperan sebagai sumber ketahanan pangan, lapangan pekerjaan, dan mempunyai nilai ekonomis penting. Untuk mengoleksi komoditas yang akan digunakan untuk pemuliaan atau menyimpan induk hasil pemuliaan diperlukan

suatu unit kerja yang memadai sebagai stok sumberdaya genetik (gen pool).

Salah satu komoditas unggulan air tawar nasional adalah ikan nila. Tercatat bahwa produksi budidaya ikan nila pada tahun 2024 diproyeksikan sekitar 2,2 juta ton (dari target total 10,32 juta ton)³. Kondisi ini memerlukan dukungan penyediaan benih yang memadai. Jika sekitar 10% target produksi ikan nila dihasilkan dari benih unggul, dengan tingkat sintasan sebesar 90% pada pembesaran dengan teknologi BFT dan ukuran ikan yang dihasilkan 300 g maka nilai produksi ikan nila tersebut setara dengan benih ukuran 10 g sebanyak $2,2 \text{ juta ton} \times 10\% \times 1000 \text{ kg} : 0,3 : 0,9 = 814$ ribu ekor, jumlah yang cukup besar.

Dengan demikian ketersediaan benih berkualitas yang cukup dan kontinu setiap saat diperlukan serta harga yang memadai akan sangat membantu meningkatkan produktifitas akuakultur. Pada kenyataannya seringkali ketersediaan benih unggul tidak dapat memenuhi kebutuhan pembudidaya, karenanya pembudidaya menggunakan indukan dari hasil budidayanya, kondisi ini dapat menurunkan kualitas yang sudah dimiliki⁵.

Kemitraan dengan swasta dalam kegiatan pemuliaan menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan anggaran pemerintah. Swasta atau instansi yang mempunyai kapasitas sesuai kaidah ilmiah yang dipersyaratkan (sarana-prasarana, SDM, pendanaan) dapat berperan dalam kegiatan pemuliaan tidak hanya sebagai pemulia namun juga sebagai pihak dalam perbanyak benih unggul untuk dapat dialokasikan kepada pembudidaya.

Pemerintah pusat dapat lebih fokus pada komoditas yang mempunyai toleransi yang luas dengan menghasilkan produk varietas secara nasional. Pihak lainnya, baik pemerintah daerah

maupun swasta dapat berkontribusi pada komoditas spesifik lokal ataupun hanya bersifat memperbanyak produk pemuliaan yang dihasilkan oleh pusat. Permasalahan yang perlu diperhatikan adalah *benefits sharing* dan *property right*.

Alternatif lainnya untuk menjaga keberlanjutan produk ikan unggul adalah menyediakan lingkungan yang sesuai untuk produk tersebut. Kondisi ini dapat dilakukan dengan meningkatkan atau membangun kemampuan (*capacity building*) daerah yang terlibat dalam kegiatan pemuliaan dalam mengikuti program-program pemuliaan. Salah satu opsi kegiatan yang dilakukan adalah dalam hal sertifikasi benih unggul yang telah dihasilkan oleh pemulia.

Akses, jaringan dan informasi yang berkaitan dengan produk unggul dibuat atau diperkuat agar dapat tersampaikan dengan baik ke pihak yang calon pengguna produk unggul. Sistem teknologi informasi yang tepat guna dapat dijadikan alternatif pendukung pelaksanaan program benih unggul.

4.2. Diseminasi Benih Unggul.

Produk unggul harus terdistribusi ke pengguna agar dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin. Pemanfaatan produk unggul oleh pengguna menjadikan tolok ukur keberhasilan program pemuliaan yang direncanakan. Dalam hal ini terdapat dua komponen dalam diseminasi yaitu distribusi induk dari lembaga riset ke *hatchery* dan distribusi benih dari *hatchery* ke pembesaran.

Pemanfaatan produk unggul secara maksimal dapat dilakukan dengan menjadikan distribusi produk unggul tersebut sebagai program nasional. Program nasional distribusi produk unggul dapat mendorong pengembangan strategi untuk penyebaran

dan pemeliharaan produk unggul yang efektif. Salah satu diantaranya melalui program Litbang Iptekmas (Iptek untuk Masyarakat), *Technopark*, atau desa inovasi.

Keterlibatan mitra swasta perlu dilakukan dan diperkuat untuk mempercepat distribusi produk unggul melalui jejaring yang dimilikinya. Kondisi ini memerlukan dukungan program yang menjamin keuntungan maksimum yang akan diperoleh dengan penggunaan produk unggul tersebut.

Distribusi dapat dilakukan secara cepat dengan melakukan sistem *lesson learned* atau berbagi pengalaman dari daerah yang telah mengambil manfaat dari penggunaan benih unggul dalam akuakultur kepada daerah lainnya. Kegiatan pendampingan teknis oleh penyuluh kepada pembudidaya dapat mendukung program ini.

4.3. Program Peningkatan Produktifitas Akuakultur berbasis benih unggul.

Produksi benih unggul dengan kapasitas yang memadai (telah bersertifikat), didukung dengan ketersediaannya yang bersifat kontinu dan harga terjangkau serta mudah didapatkan akan menjadi kunci penting dalam program peningkatan produktifitas Akuakultur berbasis Benih Unggul (AkBU). Berikut ini, beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung program tersebut.

Dengan melakukan gerakan memasyarakatkan penggunaan benih unggul dalam akuakultur di seluruh Indonesia secara masif akan mampu mendorong produksi akuakultur dalam pencapaian target yang direncanakan, yaitu untuk akuakultur sebesar 20% dalam kurun 2020-2024. Sebagai misal, kenaikan akuakultur air tawar yang diproyeksikan sebesar 2,87 juta ton

dalam jangka 5 tahun atau rata-rata 574 ribu ton/tahun dan kontribusi komoditas ikan lele sebesar 10% maka jumlah akuakultur ikan lele sistem TA baru yang diperlukan adalah 5.740.000 m³. Jika terdistribusi dengan merata pada 34 provinsi maka setiap provinsi dapat mengembangkan budidaya sistem TA dengan kapasitas 170 ribu m³ (setara 17 ha), jumlah yang cukup besar untuk pengembangannya.

Pemanfaatan jejaring bisnis dan pemuliaan serta budidaya dalam hal monitoring dan percontohan dapat memperkuat pelaksanaan program AkBU sehingga pemasyarakatan benih unggul dapat terjaga dan termonitor di lingkungan akuakultur.

Program AkBU ini perlu diimbangi dengan pelaksanaan program pasca panen yang baik, mengingat adanya problem penyusutan bobot ikan pasca panen yang cukup besar yaitu sekitar 4-5 % per hari saat penampungan. Pengolahan produk berbahan baku ikan termasuk yang diprogramkan untuk menjaga keseimbangan antara pasokan dan permintaan di pasar.

Kegiatan edukasi dan pembelajaran terhadap pelaku akuabisnis di lapangan adalah hal yang dapat mendorong keberhasilan program AkBU. Hal ini disebabkan masih adanya mindset dari pelaku akuakultur yang melakukan sistem penimbangan “tambahan” yang tidak sedikit saat melakukan transaksinya.

Kegiatan litbang dalam menciptakan teknologi baru akan dapat membantu pemuliaan untuk mempersingkat waktu dan menghemat pendanaan sangatlah diperlukan. Selain itu kegiatan litbang yang bersifat komprehensif yaitu aplikasi teknologi secara utuh pada tataran bisnis yang riil dapat mendorong tercapainya kondisi akuabisnis yang berlandaskan iptek.

V. KESIMPULAN

Benih unggul hasil pemuliaan dapat digunakan sebagai basis untuk meningkatkan produksi akuakultur. Rekayasa benih unggul dengan pertumbuhan yang cepat, adaptif lingkungan dan ukuran yang seragam telah meningkatkan produksi secara signifikan. Optimalisasi penggunaan benih unggul dalam berbagai sistem budidaya yang tepat-guna dapat meningkatkan produktifitas hingga 8x (800%) jika dibandingkan sistem regular dengan benih lokal.

Ketersediaan benih unggul yang terjamin secara kontinu dan harga yang memadai serta didukung distribusi dan logistik yang baik akan dapat mewujudkan akuakultur berbasis benih unggul di seluruh Indonesia, untuk merealisasikan target produksi budidaya ikan air tawar nasional.

Benih unggul yang telah dihasilkan melalui program pemuliaan adalah ikan nila Nilasa, ikan nila Anjani, ikan nila Best, ikan nila #1, ikan lele Mandalika, ikan mas Punten, ikan mas Najwa, ikan gurame hibrid dan lobster tawar huna biru.

VI. PENUTUP

Program pemuliaan memerlukan fasilitas yang memadai, biaya yang cukup besar, waktu lama dan SDM yang kompeten atau terlatih, sebelum menghasilkan produk yang dapat diterapkan dalam kehidupan bisnis yang nyata.

Tantangan ke depan adalah memasyarakatkan benih unggul untuk mendukung kegiatan peningkatan produktifitas sehingga akuabisnis dapat berkesinambungan. Beberapa alternatif yang dapat mempercepat terwujudnya akuakultur berbasis benih unggul (AkBU) adalah: mendapatkan teknologi pemuliaan yang lebih cepat dan hemat biaya, dan menerapkan satu kesatuan paket teknologi secara utuh serta menerapkan teknologi pasca panen yang baik untuk mengatasi penyusutan hasil panen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji dan syukur saya haturkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan anugerah kesehatan dan kekuatan sehingga naskah orasi ini dapat terselesaikan. Atas ijin dan ridho-Nya jenjang karier tertinggi dalam jabatan fungsional peneliti dapat penulis raih.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan kesempatan, kepercayaan dan dukungan kepada saya sehingga dapat mencapai jenjang tertinggi khususnya kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. H. Joko Widodo; Menteri Kelautan dan Perikanan, Ir. Sakti Wahyu Trenggono, M.M.; Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Dr. Laksana Tri Handoko, Majelis Profesor Riset dan Majelis Pengukuhan Profesor Riset Kementerian Kelautan dan Perikanan; Ketua dan anggota Tim Penilai Peneliti Pusat (TP3), ketua dan anggota Tim Penilai Peneliti Instansi (TP2I) Kementerian Kelautan dan Perikanan, dan tim penilai penelaah naskah orasi (Prof. Dr. Ir. Ketut Sugama, M.Sc. A.Pu. dan Prof. Dr. Ir. Hari Eko Irianto, Dipl.Tech.) dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, dan Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani, D.E.A. (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh profesor riset pada Kementerian Kelautan dan Perikanan yang memberikan masukan-masukan yang konstruktif. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan Kepada Kepala Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Prof. Ir. R Sjarief Widjaja. Ph.D, FRINA dan Kepala Pusat Riset Perikanan, Yayan Hikmayani, S.Pi, M.Si. beserta staf yang telah memberikan kesempatan dan dukungan sehingga orasi ini dapat terlaksana. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada mereka yang telah mewarnai perjalanan kehidupan sebagai

peneliti-praktisi hingga saat ini, antara lain adalah Prof. Komar Sumantadinata (alm), Dr. Atmadja Hardjamulia, Prof. Dr. Ir. Endi Setiadi Kartamihardja, Prof. Dr. Ir. Fatuchri M. Sukadi, Prof. Dr. Indroyono Soesilo, Dr. Ir. Toni Ruchimat MSc. H. Endang Nurickwan, B.Sc.(Cianjur), Lies Rosita M.Sc (Palembang), Dwijo Priyanto, M.Si (Jogjakarta), Sabara Putera, S.P. (Nusa Tenggara Barat), Prof. Afrizal & Dr. Azrita (Universitas Andalas-Bung Hatta), dan Dr. Wahidah (Makassar).

Kepada kedua orang tua, Sukardi (alm) & Siti Amanah (alm), serta mertua, Sunadi (alm) & Martini, saya sampaikan terima kasih yang tak terhingga atas limpahan kasih sayang dan segala dorongan serta doa yang tidak terputus. Begitu pula kepada istri tercinta: Nur Ambar Wijayanti dan anak-anak tersayang: Bhayu Ravelli Arsyad, S.Adm & Kaeriyah S.Adm., dan Ankandzy Mulki Jannata) serta keluarga besarku, atas pengertian, pengorbanan, kesabaran serta do'a yang dipanjatkan selama ini, sehingga orasi ilmiah ini dapat terlaksana. Semoga Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang dapat membalas segala pengorbanan yang diberikan selama ini.

Tak lupa, saya sampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi yang tinggi kepada rekan-rekan peneliti, pendukung penelitian maupun kepada panitia baik yang secara langsung maupun tak langsung memberikan bantuan, dorongan dan do'a nya sehingga orasi ilmiah ini dapat terlaksana. Semoga Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang dapat membalas segala pengorbanan yang diberikan selama ini. Semoga orasi ilmiah ini mendapatkan ridho dan berkah dari Allah SWT. Wabillahi taufik walhidayah, wassalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Bank. Fish to 2030. Prospect for Fisheries and Aquaculture. WB Report no 83177-GLB. Washington; 2013.
2. FAO. Yearbook Fishery and Aquaculture Statistic 2018. Roma; 2020.
3. KKP. Pengembangan Komoditas Unggulan Strategis Perikanan Budidaya, dan Tata Kelola Perizinan untuk Memacu Investasi. Workshop Pembangunan Perikanan Budidaya Berkelanjutan. Jakarta: BAPPENAS; 2019.
4. KKP. Laporan Tahunan 2018. Jakarta: Sekretariat Jenderal KKP; 2018.
5. **Nugroho E**, Amarulloh H, Sukadi F. Pemuliaan dan prospek perbenihan. Warta Penelitian Perikanan Indonesia 2001; 7(4): 18-23.
6. **Nugroho E**. Menjadikan Perikanan Budidaya Sebagai Inkubator Bisnis Mandiri: Pelajaran Berharga dari Taiwan. Media Akuakultur 2010; 5 (1) : 62-66.
7. **Nugroho E**, Haryadi J. Budidaya lele dengan sistem total akuakultur. Jakarta: Penebar Swadaya; 2017.
8. Janssen K, Chavanne H, Berentsen P, Komen H. Impact of selective breeding on European aquaculture. Aquaculture 2017; 472, supp.1: 8-16.
9. **Nugroho E**. Aplikasi ilmu genetika dalam pemuliaan perikanan air tawar. Jakarta: Amafrad Press; 2018.
10. **Nugroho E**, Saepudin, Bajar M. Kajian Lapang penggunaan benih nila (*O. Niloticus*) hasil pemuliaan di keramba jaring apung jatiluhur. Jurnal Riset Akuakultur 2013; 8(1): 43-49.
11. **Nugroho E**. Budidaya Ikan Nila Unggul Dongkrak Keuntungan . Jakarta: TROBOS Edisi 150/tahun XIII/ Maret; 2012.

12. **Nugroho E**, Wahyudi NA. Evaluasi beberapa strain ikan mas koleksi dengan menggunakan “skor-z”. *Bulletin Penelitian Perikanan Darat* 1991; 10(2):49-54.
13. **Nugroho E**, Kusmini II. Evaluasi variasi genetik tiga ras ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dengan menggunakan isozyme. *Jurnal Riset Akuakultur* 2007; 2(1): 51-57.
14. **Nugroho E**, Subagja J, Asih S, Kurniasih T. Evaluasi keragaman genetik ikan kancra dengan menggunakan marker MtDNA D-loop dan Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur* 2006; 1(2): 211-217.
15. **Nugroho E**. Genetic variability of giant gouramy strain revealed by random amplified polymorphism DNA. *Indonesian Aquaculture Journal* 2013; 8(1): 107-111.
16. **Nugroho E**, Azrita, Syandri H, Refilza. Evaluasi keragaman genetik ikan kalui (*Osphronemus goramy*) dari kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat berdasarkan marka Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur* . 2016; 11(4) : 313-319.
17. **Nugroho E**, Azrita, Syandri H, Refilza. Evaluasi keragaman genetik ikan kalui (*Osphronemus goramy*) dari kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat berdasarkan marka Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur* . 2016; 11(4) : 313-319.
18. **Nugroho E**, Azrita, Syandri H, Dewi RRSP. DNA barcoding of giant gourami (*Osphronemus goramy*) from West Sumatra, Indonesia. *AAACL Bioflux* 2019; 12(4):1074-1079.
19. **Nugroho E**, Mulyasari, Kristanto AH, Ali F, Gunawan. Evaluation of genetic variability of freshwater prawn

- collected from Makassar-Sulawesi, PangkalanBun-Kalimantan, Jambi-Sumatera, Sukabumi-Java and GI Macro using mtDNA CO-1 markers. Indonesian Aquaculture Journal 2008., 3(1): 23-28.
20. **Nugroho E**, Astuti A, Yulaeni F, Praninda PY, Putra RK, Suprayitno S, Hariyanti DA, Sutandi L, Irvani F. Sekuense Mt-DNA CO-1, karakter reproduksi, dan toleransi terhadap lingkungan dari udang galah Bengawan Solo. Jurnal Riset Akuakultur 2020; 15(1):1-8
 21. **Nugroho E**, Ferrel DJ, Smith P, Taniguchi T. Genetic divergence of kingfish from Japan, Australia and New Zealand inferred by microsatellite DNA and mitochondrial DNA control region markers. Fisheries Science 2001; 67(5): 843-850.
 22. **Nugroho E**, Taniguchi N, Kato K, Miyashita, S. Genetic difference among seed population of greater amberjack used in aquaculture farm of Japan. Suisanzoshoku 2000: 48(4): 665-674.
 23. **Nugroho E**, Taniguchi N. Isolation of greater amberjack microsatellite DNA and their application as genetic marker species of genus *Seriola* from Japan. Fisheries Science 1999; 65(3): 353-357.
 24. **Nugroho E**, Takagi M, Sugama K, Taniguchi N. Detection of GT Repeats Microsatellite Loci and Their Polymorphism for grouper of the genus *Epinephelus*. Fisheries Science 1998; 65(3): 836-837.
 25. Taniguchi N, Perez-Enriquez R, **Nugroho E**. DNA Marker as a tool for genetic management of brood stock for aquaculture. In: Shimizu N, Aoki T., Takashima F, editor. Aquatic genomics - step toward a great future. Tokyo: Springer-Verlag; 2003: 417-429.

26. De Bruyn M, **Nugroho E**, Hossain MM, Wilson JC, Mather PB. Phylogeographic evidence for the existence of an ancient biogeographic barrier: the Isthmus of Kra Seaway. *Heredity* 2005; 94: 370-378.
27. **Nugroho E**. Population genetic studies on the aquaculture fish in genus *Seriolla* for their risk management. Thesis Ph.D. Japan: Tohoku University 2001; pp.123
28. **Nugroho E**. Aplikasi ilmu genetika dalam pemuliaan perikanan air tawar. Jakarta: Amafrad Press; 2018.
29. **Nugroho E**. Teknologi triploid dapat memacu laju pertumbuhan ikan mas. *Warta Litbangtan* 1994; Vol.XVI (6):1.
30. **Nugroho E**, Sudarto, Suseno D. Aplikasi kejutan suhu pada produksi benih ikan mas triploid. Prosiding seminar hasil penelitian perikanan air tawar tahun 1992/1993. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1994: 178-183.
31. **Nugroho E**. Jantanisasi ikan dengan sistem resirkulasi tertutup. Jakarta: TROBOS; 56/Tahun ke-V/ Mei- 2004.
32. **Nugroho E**, Alimuddin, Kristanto AH, Charman O, Megawati N, Sumantadinata K. Kloning cDNA hormon pertumbuhan dari ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Riset Akuakultur* 2008; 3(2): 183-190.
33. **Nugroho E**, Alimuddin, Kristanto AH, Charman O. Kloning Promoter beta aktin dari ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Riset Akuakultur* 2009; 4(1): 23-29.
34. Zhu B., Ge W. Genome editing in fishes and their applications. *General and Comparative Endocrinology* 2018: 257:3-12
35. **Nugroho E**, Kusdiarti, Rustandi, Priyanto D, Sulisty H. Nilai heritabilitas dan genetic gain pada karakter

- bobot ikan nila hasil pemuliaan di Jogjakarta. Prosiding Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Surabaya 2016: 519-524.
36. **Nugroho E**, Setyono B, Su'eb M, dan Prihadi TH. Estimasi nilai heritabilitas bobot ikan mas varietas punten dalam program seleksi individu. Jurnal Riset Akuakultur 2016; 11, (3): 217-223.
 37. **Nugroho E**, Mayadi L, Budileksono S. Heritabilitas dan perolehan genetik pada bobot ikan nila hasil seleksi. Berita Biologi 2017; 16(2): 129-135.
 38. **Nugroho E**, Putera S. Karakterisasi genetik ikan lele dumbo berdasarkan marker RAPD fingerprinting. Berita Biologi 2018; 17(1): 85-90.
 39. **Nugroho E**, Subagja J, Sulhi M, Kusdiarti. Efek heterosis pada hibrida ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dari varietas soang, paris dan blusafir. Prosiding. Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Lombok 2013: 667-674
 40. Kusmini II, **Nugroho E**, Alimuddin, Mulyasari. Karakteristik genotipe hibrida huna biru (*Cherax albertisii*) dengan huna capitmerah (*Cherax quadricarinatus*), Jurnal Riset Akuakultur 2010; 5(2): 191-197.
 41. **Nugroho E**. Nila unggul #1. Jakarta: Penebar Swadaya; 2010.
 42. **Nugroho E**, Haryadi J. Budidaya lele dengan sistem total akuakultur. Jakarta: Penebar Swadaya; 2017.
 43. **Nugroho E**, Khakim A, Dewi RRSP. Performance of Tilapia Culture Technology in Biofloc (BFT) and Net Floating Cage (KJA) Systems : As Candidate for The Next Tilapia Culture In Indonesia. In the Internastional Conference. Ecological intensification: A new paragon

- for sustainable aquaculture. IRD-BRPB ATP, Bogor, 2019:
44. **Nugroho E.** Pemanfaatan dan pelestarian plasma nutfah ikan untuk meningkatkan produktifitas perikanan budidaya. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia* 2002; 8(4): 6-13.
 45. FAO. Breeding strategies for sustainable management for animal genetic resources. Roma: FAO Animal Production and Health; 2010.
 46. **Nugroho E,** Dewi RRSP, Priyatna FN, Sugiyono, Swasti GL. Strategi pengembangan sentra industri perikanan budidaya ikan nila. Bandung: ITB Press; 2017.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

A. Buku Nasional

1. Tahapari E, Darmawan J, **Nugroho E**. Panduan praktis budidaya patin perkasa. Jakarta: Penebar Swadaya; 2019.
2. **Nugroho E**. Aplikasi ilmu genetika dalam pemuliaan perikanan air tawar. Jakarta: Amafrad Press; 2018.
3. **Nugroho E**, Dewi RRSP. Lele Mutiara. Jakarta: Penebar Swadaya; 2018.
4. **Nugroho E**, Dewi RRSP, Priyatna FN, Sugiyono, Swasti GL. Strategi pengembangan sentra industri perikanan budidaya ikan nila. Bandung: ITB Press; 2017.
5. **Nugroho E**. Panen nila 500 gram per ekor. Jakarta: Penebar Swadaya; 2017.
6. **Nugroho E**, Haryadi J. Budidaya lele dengan sistem total akuakultur. Jakarta: Penebar Swadaya; 2017.
7. **Nugroho E**, Kusnendar E. Agribisnis rumput laut. Jakarta: Penebar Swadaya; 2015.
8. **Nugroho E**. Panen rupiah dari budidaya ikan mas “Rajadanu”. Jakarta: Penerbit Erlangga; 2014.
9. **Nugroho E**. Nila unggul #1. Jakarta: Penebar Swadaya; 2010.
10. **Nugroho E**, Sulhi M. Sukses budidaya ikan gurami di lahan sempit dan hemat air. Jakarta: Penebar Swadaya; 2009.
11. **Nugroho E**, Sutrisno. Budidaya ikan dan & sayuran dengan sistem akuaponik. Jakarta: Penebar Swadaya; 2008.
12. **Nugroho E**, Kristanto AH. Panduan lengkap ikan konsumsi air tawar. Jakarta: Penebar Swadaya; 2008.
13. **Nugroho E**. Kiat agribisnis lele. Jakarta: Penebar Swadaya; 2007.

B. Bagian Buku Internasional

14. Taniguchi N, Perez-Enriquez R, **Nugroho E**. DNA Marker as a tool for genetic management of brood stock for aquaculture. In: Shimizu N, Aoki T, Takashima F, editor. *Aquatic genomics - step toward a great future*. Tokyo: Springer-Verlag; 2003: 417-429.

C. Bagian Buku Nasional

15. **Nugroho E**, Dewi RRSP. Isu dan permasalahan produksi budidaya di KPP PUD 438. Dalam: Wiadnyana N, Lukman, editor. Potensi, pengembangan, dan pemanfaatan perikanan KPP PUD 438. Jakarta: Amafrad Press; 2019.117-132.
16. Dewi RRSP, **Nugroho E**. Aktivitas budidaya perikanan di KPP PUD 438. Dalam: Wiadnyana N, Lukman, editor. Potensi, pengembangan, dan pemanfaatan perikanan KPP PUD 438. Jakarta: Amafrad Press; 2019. 70-82.
17. Dewi RRSP, **Nugroho E**. Potensi budidaya dan pemanfaatan ikan lokal di Jawa Timur. Dalam Wiadnyana NN, Haryani GS, editor. Potensi pengembangan dan pemanfaatan perikanan di KKP PUD 431. 2019 Jakarta: Amafrad Press; 89-107.
18. **Nugroho E**, Azwar ZI, Widiati A, Nikmatulloh M. Dampak Pengembangan budidaya ikan bawal di Kalimantan Barat dan Jawa Barat. Dalam: Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya. Jakarta: Pusat Riset Perikanan Budidaya; 2013. 21-28.

19. Azwar ZI, Praseno O, **Nugroho E**, Tahapari E, Heptarina D. Analisis Pengembangan Buididaya Ikan Lele untuk Mendukung Industri. Dalam: Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya; 2012. 87-98.
20. **Nugroho E**, Azwar ZI, Huwoyon GH. Optimasi Kapasitas Produksi Balai Benih Ikan Mendukung Industrialisasi Ikan Nila di Musi Rawas. Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya 2012; ISBN : 978-979-789-042-1.
21. Sukadi MF, Widiati A, **Nugroho E**, Komarudin O, Azwar ZI, Prihadi TH, Huwoyon GH. Analisis Komoditas Ikan Lokal di Kalimantan Tengah. Dalam: Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya; 2011. 213-231.

D. Jurnal Internasional

22. **Nugroho E**, Azrita, Syandri H, Dewi RRSP. DNA barcoding of giant gourami (*Osphronemus goramy*) from West Sumatra, Indonesia. AACL Bioflux 2019; 12(4):1074-1079.
23. Wahidah, Omar SBA, Trijuno DD, **Nugroho E**, Amrullah. The morphological characteristics of South Sulawesi's giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. AACL. Bioflux 2017; 10(4): 820-829.
24. Beck SV, Carvalho GR, Barlow A, Ruber L, Tan HH, **Nugroho E**, Wowor D, Nor SAM, Herder F, Muchlisin ZA, de Bruyn M. Plio-Pleistocene phylogeography of

- the Southesat Asian Blue Pancax killifish, *Aplocheilus panchax*. PlosONE 2017; 12(7): e0179557. DOI.10.5601/dryad.5j501
25. Sani A, Omar SBAO, Trijuno DD, **Nugroho E**. Morphometric characteristic of white shrimp *Fenneropenaeus merguensis* de Man 1888 in south Sulawesi Indonesia. IJSBAR 2017; 33(2): 248-256.
 26. Wahidah, Omar SBA, Trijuno DD, **Nugroho E**. Morphometric variance of South Sulawesi's freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and *Macrobrachium idea*. International journal on Scientific and Research Publications 2015; 5(4): 272-277.
 27. **Nugroho E**. Genetic variability of giant gouramy strain revealed by random amplified polymorphism DNA. Indonesian Aquaculture Journal 2013; 8(1): 107-111.
 28. De Bruyn M, Riiber L, Nylinder S, Stelbrink B, Lovejoy RN, Lavoue S, Tan HH, **Nugroho E**, Wowor D, Peter KLNg, Azizah MNS, Rintelen TV, Hall R, Carvalho RG Paleo-Drainage basin connectivity predicts evolutionary relationships across three southeast asian biodiversity hotspots. Systematic Biology A Journal of the Society of Systematic Biologists 2013; 62(3):1063-5157.
 29. Suhenda N, Samsudin R, **Nugroho E**, Kristanto A.H. 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
 30. Nugraha B, Baskoro MS, Pane AB, **Nugroho E**. Genetic diversity of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) based on mtDNA Analysis with the PCR-RFLP technique. Indonesian Fisheries Research Journal 2010; 16(1): 25-32.

31. **Nugroho E**, Mulyasari, Kristanto AH, Ali F, Gunawan. Evaluation of genetic variability of freshwater prawn collected from Makassar-Sulawesi, PangkalanBun-Kalimantan, Jambi-Sumatera, Sukabumi-Java and GI Macro using mtDNA CO-1 markers. *Indonesian Aquaculture Journal* 2008; 3(1): 23-28.
32. De Bruyn M, **Nugroho E**, Hossain MM, Wilson JC, Mather PB. Phylogeographic evidence for the existence of an ancient biogeographic barrier: the Isthmus of Kra Seaway. *Heredity* 2005; 94: 370-378.
33. **Nugroho E**, Ferrel DJ, Smith P, Taniguchi T. Genetic divergence of kingfish from Japan, Australia and New Zealand inferred by microsatellite DNA mitochondrial DNA control region markers. *Fisheries Science* 2001; 67(5): 843-850.
34. **Nugroho E**. Capability of mitochondria DNA D-LOOP markers for shark species identification. *Indonesian Fisheries Research Journal* 2001; 7(1): 62-66.
35. **Nugroho E**, Taniguchi N, Kato K, Miyashita, S. Genetic difference among seed population of greater amberjack used in aquaculture farm of Japan. *Suisanzoshoku* 2000; 48(4): 665-674.
36. **Nugroho E**, Taniguchi N. Isolation of greater amberjack microsatellite DNA and their application as genetic marker species of genus *Seriola* from Japan. *Fisheries Science* 1999; 65(3): 353-357.
37. Na-Nakorn U, Taniguchi N, **Nugroho E**, Seki S, Kamonrat W. Isolation and characterization of microsatellite loci of *Clarias macrocephalus* and their application to genetic diversity study. *Fisheries Science* 1999; 65(4): 520-526.
38. **Nugroho E**, Takagi M, Sugama K, Taniguchi N. Detection of GT Repeats Microsatellite Loci and Their

Polymorphism for grouper of the genus *Epinephelus*. *Fisheries Science* 1998; 65(3): 836-837.

39. **Nugroho E**, Takagi M, Taniguchi, N. Practical manual on detection of DNA polymorphism in fish population study. *Bull. Marine Sciences and Fisheries* 1997; 17:109-129.

E. Jurnal Nasional

40. **Nugroho E**, Astuti A, Yulaeni F, Praninda PY, Putra RK, Suprayitno S, Hariyanti DA, Sutandi L, Irvani F. Sekuense Mt-DNA CO-1, karakter reproduksi, dan toleransi terhadap lingkungan dari udang galah Bengawan Solo. *Jurnal Riset Akuakultur* 2020; 15(1):1-8
41. **Nugroho E**, Putera S. Karakterisasi genetik ikan lele dumbo berdasarkan marker RAPD fingerprinting. *Berita Biologi* 2018; 17(1): 85-90.
42. **Nugroho E**, Mayadi L, Budileksono S. Heritabilitas dan perolehan genetik pada bobot ikan nila hasil seleksi. *Berita Biologi* 2017; 16(2): 129-135.
43. **Nugroho E**, Azrita, Syandri H, Refilza. Evaluasi keragaman genetik ikan kalui (*Osphronemus goramy*) dari kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat berdasarkan marka Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur* . 2016; 11(4) : 313-319.
44. **Nugroho E**, Setyono B, Su'eb M, dan Prihadi TH. Estimasi nilai heritabilitas bobot ikan mas varietas punten dalam program seleksi individu. *Jurnal Riset Akuakultur* 2016; 11, (3): 217-223.
45. **Nugroho E**, Priyanto D, Hermawan HS, Sunaryo, Prihadi AS. Ikan mas "merah menyala" Najawa dari

- sekitar lereng merapi, Cangkringan, Jogjakarta. Media Akuakultur 2015; 10(1): 13-16.
46. **Nugroho E**, Putra S, Syahdan MA, Mayadi L, Budileksono S, Zulkifli. Efek heterosis dari hibrida ikan lele unggul di Nusa Tenggara Barat. Jurnal Riset Akuakultur 2015; 10(1) : 33-40.
 47. Zamroni A, Suwarso, **Nugroho E**. Struktur genetika populasi ikan malalugis biru (*Decapterus macarellus* Cuvier, 1833). Di sekitar Sulawesi berdasarkan mt DNA marker. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 2014; 20(1) : 31-41.
 48. **Nugroho E**, Rustadi, Priyanto D, Sulistyoyo H, Susila, Sunaryo, Wasito B. Penurunan Keragaman genetik pada F-4 ikan nila merah "cangkringan" hasil pemuliaan dideteksi dengan marker genetik. Jurnal Riset Akuakultur 2014; 9(1) :25-30.
 49. **Nugroho E**, Saepudin, Bajar M. Kajian Lapangan penggunaan benih nila (*O. Niloticus*) hasil pemuliaan di keramba jaring apung jatiluhur. Jurnal Riset Akuakultur 2013; 8(1): 43-49.
 50. Azzrita, Syandri H, Dahelmi, Syaifullah, **Nugroho E**. Karakterisasi morfologi ikan bujuk (*Chana lucius*) pada perairan Danau Singkarak Sumatera Barat, Rawa Banjiran Tanjung Jabung Timur Jambi dan Rawa Banjiran Kampar Riau. Jurnal Natur Indonesia 2013; 15(1) : 1-8.
 51. **Nugroho E**. Keragaan Produksi Budidaya Ikan Mas di KJA Waduk Ir. H.Juanda, Jatiluhur. Media Akuakultur 2012; 7(1): 11-13.
 52. **Nugroho E**, Sukadi MF, Huwoyon GH. Beberapa Jenis ikan Lokal yang Potensial untuk Budidaya: Domestikasi, Teknologi Pembenihan, dan Pengelolaan Kesehatan

- Lingkungan Budidaya. *Media Akuakultur* 2012; 7(1): 52-57.
53. **Nugroho E.** Endang pamularsih gurame yang jempolan. *Media Akuakultur* 2012; 7(2): 99-102.
 54. **Nugroho, E.** Industrialisasi ikan tilapia: Pengalaman berharga dari Cina sebagai produsen utama tilapia di dunia. *Media Akuakultur* 2012; 7(2):103-107.
 55. **Nugroho E.** Kajian Lapang Budidaya Keramba Jaring Apung Ikan Nila "Mandiri" di Waduk Cirata dan Jatiluhur. *Media Akuakultur* 2011; 6(1): 54-58.
 56. **Nugroho E,** Sundari S, Jatnika. Variasi genetik hibrida ikan gurame dianalisis dengan menggunakan marker RAPD. *Jurnal Riset Akuakultur* 2011; 6 (1): 1-6.
 57. Azzrita, **Nugroho E,** Syandri H, Dahelmi, Syaifullah. Variasi Genetik Ikan Bujuk (*Channa lucius* Cuvier, Channidae) Dari Perairan Sumatera Barat, Jambi dan Riau Berdasarkan Marker DNA. *Berita Biologi* 2011; 10(5): 675-680.
 58. Ath-thar MHF, Prakoso VA, **Nugroho E,** Gustano R. Heterosis, maternal dan individual effect pada hibrida antara ikan mas Rajadanu, Majalaya, Subang dan Kuningan. *Jurnal Riset Akuakultur* 2011; 6(3): 407-412.
 59. **Nugroho E.** Menjadikan Perikanan Budidaya Sebagai Inkubator Bisnis Mandiri: Pelajaran Berharga dari Taiwan . *Media Akuakultur* 2010; 5 (1) : 62-66.
 60. **Nugroho E,** Sundari S, Nurachman N. Variasi Genetik Ikan Jelawat Hasil Budidaya dan Tangkapan Alam di Pontianak dengan Menggunakan marker DNA-RAPD (Random Amplified Polymorphism DNA). *Media Akuakultur* 2010; 5 (2): 115-117.
 61. Kusmini II, Sumantadinata K, **Nugroho E,** Alimuddin. Karakteristik fenotipe hibrida huna biru (*Cherax albertisii*) dengan huna capitmerah (*Cherax*

- quadricarinatus*), Jurnal Riset Akuakultur 2010; 5(2): 25-33.
62. Kusmini II, **Nugroho E**, Alimuddin, Mulyasari. Karakteristik genotipe hibrida huna biru (*Cherax albertisii*) dengan huna capitmerah (*Cherax quadricarinatus*), Jurnal Riset Akuakultur 2010; 5(2): 191-197.
 63. **Nugroho E**, Alimuddin, Kristanto AH, Charman O. Kloning Promoter beta aktin dari ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). Jurnal Riset Akuakultur 2009; 4(1): 23-29.
 64. **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.
 65. **Nugroho E**, Kusmini II. Evaluasi variasi genetik tiga ras ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dengan menggunakan isozyme. Jurnal Riset Akuakultur 2007; 2(1): 51-57.
 66. **Nugroho E**. Pemuliaan ikan mas : Pelajaran berharga dari Hongaria. Media Akuakultur 2007; 2(1):151-155.
 67. Arifin OZ, **Nugroho E**, Gustiano R. Keragaman genetik populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam program seleksi berdasarkan RAPD. Berita Biologi 2007; 8(6); 465-471.
 68. Mamangkey JJ, Sulistiono, Sjafei DS, Soedharma D, Sukimin S, **Nugroho E**. Keragaman genetik ikan endemik butini (*Glossogobius matanensis*) berdasarkan pendnada Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD) di danau Towuti Sulawesi selatan. Jurnal Riset Akuakultur 2007; 2(3):389-397.
 69. **Nugroho E**, Subagja J, Asih S, Kurniasih T. Evaluasi keragaman genetik ikan kancra dengan menggunakan

- marker MtDNA D-loop dan Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD). *Jurnal Riset Akuakultur* 2006; 1(2): 211-217.
70. Aliah RS, Wahidah, Sumantadinata K, **Nugroho E**, Carman O. Genetic characterization of domesticated F1 generation in Humpback grouper (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Akuakultur Indonesia* 2006; 5(1): 87-96.
 71. Setijaningsih L, Azwar ZI, **Nugroho E**, Sulhi M. Pengaruh suplementasi askorbil fosfat magnesium sebagai sumber vitamin c dalam pakan terhadap reproduksi induk ikan gurame (*O. gouramy*). *Jurnal Riset Akuakultur* 2006; 1(3): 437-445.
 72. Ariyanto D, **Nugroho E**, Subayo S. Karakter genetik populasi ikan mas C. Carpio hasil persilangan. *Jurnal Riset Akuakultur* 2006; 1(2): 227-233.
 73. **Nugroho E**, Kurniasih T. Breeding program untuk produksi ikan hias air tawar. *Warta Penelitian Perikanan Air Tawar* 2004; 10(1): 1-5.
 74. Arifin OZ, Kurniasih T, **Nugroho E**. Produksi ikan jantan super homogametik (YY) pada ikan nila, *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 2004; 10(1): 79-82.
 75. Kurniasih T, Arifin OZ, **Nugroho E**. Uji progeni Induk Betina Nila Gift (*Oreochromis* sp) Hasil feminisasi untuk mendapatkan fungsional XY. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 2004; 10(2): 101-105.
 76. **Nugroho E**, Hadie W, Sudarto. Variasi genetik ikan baung, *Mystus nemurus* dari beberapa waduk di Jawa yang dianalisis dengan marker mitokordia D-Loop. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 2003; 9(1): 1-5.
 77. Aryanto, D, **Nugroho E**, Subagy. Karakterisasi biokimia enzimatis empat populasi ikan mas

- menggunakan metode elektroforresis. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 2003; 4(1):1-6.
78. **Nugroho E**, Girsang ES, Mardlijah S. Keragaman genetik lobster mutiara. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia* 2003; 9(2): 14-17.
 79. **Nugroho E**, Widiati A, Imron, Kadarini T Keragaan genetik ikan nila GIFT berdasarkan polymorfism mitokondria DNA, D-Loop. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* . 2002; 8(3): 1-6.
 80. **Nugroho E**, Maskur. Benarkah ikan nila merah adalah hasil hybrid? Melacak asal usul nila merah dengan menggunakan molecular genetic marker. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia* 2002; 8(1): 8-11.
 81. **Nugroho E**. Pemanfaatan dan pelestarian plasma nutfah ikan untuk meningkatkan produktifitas perikanan budidaya. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia* 2002; 8(4): 6-13.
 82. **Nugroho E**, Amarulloh H, Sukadi F. Pemuliaan dan prospek perbenihan. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia* 2001; 7(4): 18-23.
 83. **Nugroho E**, Satyani D, Hatimah S, Rusmaedi. Evaluasi potensi genetik dari beberapa ras ikan gurame. *Bulletin Penelitian Perikanan Darat* 1993; 12(1): 30-36.
 84. Chumaidi, Insan A, **Nugroho E**. Pengaruh berbagai sayuran terhadap biomasa bekicot (*Achatina fulica*). *Buletin Penelitian Perikanan Darat* 1993; 12(1): 76-81
 85. **Nugroho E**. Pengaruh kombinasi pakan buatan dan alami pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih beberapa ras ikan gurame. *Buletin Penelitian Perikanan Darat* 1992; 11(2):93-98.
 86. Chumaidi, **Nugroho E**, Priyadi, A. Pengembangan cacing tanah (*Pheretima* sp). dalam kompos limbah

- pertanian. Buletin Penelitian Perikanan Darat 1992; 11(1):109-113
87. **Nugroho E**, Wahyudi NA, Sudarto. Penentuan jenis kelamin ikan mas dengan membandingkan bentuk tubuh melalui teknik “Truss Morphometrics” Buletin Penelitian Perikanan Darat 1991; 10(1):23-29.
 88. **Nugroho E**, Wahyudi NA. Evaluasi beberapa strain ikan mas koleksi dengan menggunakan “skor-z”. Bulletin Penelitian Perikanan Darat 1991; 10(2):49-54.
 89. Mundriyanto H, Subamia IW, **Nugroho E**. Pertumbuhan kecebong katak benggal (*Rana catesbeiana* Shaw) pada pemeliharaan di bak beton dengan berbagai padat penebaran. Buletin Penelitian Perikanan Darat 1990; 9(2): 42-49.

F. Prosiding Internasional

90. **Nugroho E**, Khakim A, Dewi RRSP. Performance of Tilapia Culture Technology in Biofloc (BFT) and Net Floating Cage (KJA) Systems : As Candidate for The Next Tilapia Culture In Indonesia. In the International Conference. Ecological intensification: A new paragon for sustainable aquaculture. IPB Press, Bogor 2019: 26-27.

G. Prosiding Nasional

91. Fayumi U, **Nugroho E**. Pendederan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) dengan berbagai tingkat kepadatan berbeda di kolam tanah dan nilai ekonomisnya. Prosiding Seminar Nasional Tahunan XIV, UGM, Yogyakarta 2017: 115-120.

92. **Nugroho E**, Kusdiarti, Rustandi, Priyanto D, Sulstyo H. Nilai heritabilitas dan genetic gain pada karakter bobot ikan nila hasil pemuliaan di Jogjakarta. Prosiding Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Surabaya 2016: 519-524.
93. **Nugroho E**, Kusdiarti. Faktor utama produksi budidaya kja ikan mas di waduk Ir. H.Djuanda-Jatiluhur dan Cirata Jawa Barat. Prosiding Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Riset Perikanan, Surabaya 2016: 53-59.
94. Rasidi, **Nugroho E**, Emawati L, Ardi I, Radona D. Potensi pengembangan budidaya ikan nila skala industri di kabupaten musi rawas, Sumatra Selatan. Prosiding. Seminar Nasional Ikan Ke 8. Masyarakat Iktiologi Indonesia, Bogor 2015: 189-196.
95. Rasidi, **Nugroho E**, Radona D, Emmawati L, Ardi I. Nilai heterosis dan keragaan pertumbuhan empat populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hasil persilangan secara resiprok. Prosiding Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Bogor 2015;183-190.
96. **Nugroho E**, Subagja J, Sulhi M, Kusdiarti. Efek heterosis pada hibrida ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dari varietas soang, paris dan blusafir. Prosiding. Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Lombok 2013: 667-674
97. Nafiqoh N, **Nugroho E**. Performa pertumbuhan ikan gurame pada tahap pendederan di hatcheri tertutup. Prosiding Inovasi Teknologi Akuakultur, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Lombok 2013: 51-56.
98. Setijaningsih L, Nafiqoh N dan **Nugroho E**. Pengaruh pemberian probiotik pada pemeliharaan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2011, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Denpasar 2011: 745-752.

99. **Nugroho E**, Taufik P, Tahapari E, Maryono. Insidensi penyakit pada ikan betok (*Anabas testudineus*). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tahun 1994-1995. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Purwakarta 1996: 187-191.
100. **Nugroho E**, Sudarto, Suseno D, Tahapari E, Tajerin, Yosmaniar. Pemantapan teknik produksi ikan triploid. Prosiding Seminar Hasil Perikanan Air Tawar 1993/1994. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1995: 228-235
101. **Nugroho E**, Sudarto, Forita DA, Tahapari E. Inventarisasi keragaman genetik ikan mas melalui identifikasi enzim. Prosiding Seminar Hasil Perikanan Air Tawar 1993/1994, Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1995; 218-221.
102. Suseno D, Dharma L, Sudarto, Idris D, **Nugroho E**. Pertumbuhan dan pematangan pertama sebagai “base population” dalam rangka seleksi masal ikan mas (*Cyprinus carpio*). Prosiding Seminar Hasil Perikanan Air Tawar 1993/1994, Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1995: 519-524.
103. Djajasewaka H, Prihadi TH, **Nugroho E**. Penggunaan akan buatan dalam bentuk pelet dan pasta pada pendederan benih sidat (*Anguilla bicolor*). Prosiding Seminar Hasil Perikanan Air Tawar 1993/1994. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1995: 336-343.
104. Hatimah S, **Nugroho E**, Rusmaedi. Optimasi padat tebar untuk meningkatkan produksi ikan gurame (*Osphronemous gouramy*) di Kolam. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1992/1993. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1994: 109-117.

105. Sudarto, **Nugroho E**. Penelitian pembenihan rekayasa sex reversal dan pembenihan konvensional ikan nila merah introduksi (*Oreochromis sp*) secara terkontrol. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1991/1992, Balitkanwar, Bogor 1992: 41-45.
106. **Nugroho E**, Sudarto, Suseno D. Aplikasi kejutan suhu pada produksi benih ikan mas triploid. Prosiding seminar hasil penelitian perikanan air tawar tahun 1992/1993. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1994: 178-183.
107. Chumaidi, **Nugroho, E**, Priyadi A. Teknik pembesaran bekicot (*Achatina fulica*) bersama berbagai tanaman dengan sistem tegalan. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1992/1993, Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi 1994; 289-292.
108. Suseno D, **Nugroho E**, Sudarto. Penelitian dan pengembangan beberapa strain ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan hibridanya di Jawa Barat. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1991/1992, Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Bogor 1992: 216-225.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. **Nugroho E.** Teknologi triploid dapat memacu laju pertumbuhan ikan mas. *Warta Litbangtan* 1994; Vol.XVI (6),1.
2. **Nugroho. E.** Populastion genetic studies on the aquaculture fish in genus *Seriolla* for their risk management. Thesis Ph.D. Toholu University 2001; pp.123.
3. **Nugroho E.** Dissemination of improved freshwater fish breeds in Indonesia. Country Report in : Expert Consultation on Strategies for Dissemination of Improved breeds. World Fish Centre, Bangkok, Thailand 2002.
4. **Nugroho E.** Potensi bisnis budidaya ikan gurame. Makalah dalam Temu bisnis pengembangan budidaya ikan gurame. Bandung, 28 Agustus 2003. Badan Riset Kelautan dan Perikanan.
5. **Nugroho E.** Jantanisasi ikan dengan sistem resirkulasi tertutup. Jakarta: TROBOS 2004; 56/Tahun ke-V/ Mei-2004.
6. **Nugroho E.** Pelihara sidat di kolam tanah. *Agrina* 2005; vol 1 no 7.
7. **Nugroho E.** Aquaponik menebar ikan barbonus sayuran. Jakarta: *Agrina*, 2005: Vol 1, No 7.
8. Widiyati A, **Nugroho E**, Kusdiarti. Daya dukung lingkungan perairan waduk cirata terhadap beban pencemaran logam berat Pb, Zn, dan Cd. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010 BUKU 2, ISBN 978-979-786-033-2

9. **Nugroho E.** Teknologi rekayasa genetika ikan. Makalah disampaikan dalam kuliah tamu, 27 Mei 2011. Fakultas MIPA, Universitas Andalas Padang.
10. **Nugroho E.** Budidaya Ikan Nila Unggul Dongkrak Keuntungan . TROBOS Edisi 150/tahun XIII/ Maret 2012. hal 116-117. Permata Wacana Lestari. ISSN 1411-5816.
11. Subagja J, **Nugroho E** dan Nafiqoh N. Variasi genetik dan performa bioreproduksi beberapa strain ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) sebagai langkah awal dalam perbaikan mutu induk. Prosiding Seminar hasil penelitian terbaik tahun 2012. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Jakarta 2012.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data pribadi

1. Nama : Dr. Ir. Estu Nugroho, M.Sc.
2. Tempat, Tanggal lahir : Surabaya, 30 Juli 1965
3. Anak ke : 8 dari 8 bersaudara
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Nama Ayah Kandung : Sukardi
6. Nama Ibu Kandung : Siti Amanah
7. Nama Isteri : Nur Ambar Wijayanti
8. Jumlah Anak : 2
9. Nama Anak : 1. Bhayu Ravelli Arsyad, S. Adm
2. Ankandzy Mulki Jannata
10. Nama Instansi : Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Sumberdaya Kelautan Dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan
11. Judul Orasi : Benih Unggul Hasil Pemuliaan untuk Peningkatan Produktivitas Akuakultur Air Tawar
12. Bidang Keahlian : Pemuliaan dan Genetika
13. No SK Pangkat Terakhir : 32/K Tahun 2015
14. No SK Peneliti Ahli Utama: 0636/D.I/VII/2019

B. Pendidikan Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah / PT / Universitas	Tempat / Kota / Negara	Tahun Lulus
1	SD	SDN 145	Surabaya	1978
2	SMP	SMPN 9	Surabaya	1981
3	SMA	SMAN 9	Surabaya	1984
4	S1	IPB	Bogor	1988
5	S2	Kochi University	Kochi / Jepang	1998
6	S3	Tohoku University	Sendai / Jepang	2001

C. Pendidikan Non Formal

No	Nama Pelatihan / Pendidikan	Tempat/Kota / Negara	Tahun
1	Aquacultural genetics and biotechnology	Bandung	1990
2	Training statistik	Balitbangtan / Jakarta	1990
3	Peningkatan kemampuan analisa statistik	Balitbangtan / Jakarta	1991
4	Fish genetics and its application to aquaculture and fisheries management	Seamo Biotrop / Bogor	1992
5	Molecular biology and transgenic fish	Universitas Padjajaran	1993
6	Quantitative genetics and its application to aquaculture	Worldfis/Bangkok Thailand	2002
7	Molecular genetics for aquaculture and fisheries	Bachninh, Vietnam	2003
8	Quantitative genetics and its application to aquaculture	Worldfish/Penang Malaysia	2003
9	Application of advanced technologies in aquaculture	APO, Pingtung, Republic of China	2009
10	Tilapia hatchery training	FFRC, China	2011

D. Jabatan Struktural

No	Jabatan / Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1	Kepala Seksi Program dan Kerjasama	Balai Riset Perikanan Budidaya	2003 - 2007
2	Kepala Balai	Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar	2007 - 2009
3	Kepala Bidang Tata Operasional	Pusat Riset Perikanan Budidaya	2013 - 2015
4	Kepala Bagian Program dan Kerjasama	Sekretariat Badan Penelihan dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan	2016 - 2017

E. Jabatan Fungsional

No	Jenjang Jabatan	TMT
1	Asisten Peneliti Madya	1-12-1993
2	Ajun Peneliti Madya	1-06-2003
3	Peneliti Muda	1-06-2005
4	Peneliti Madya	1-06-2011
5	Peneliti Utama	1-02-2014

F. Penugasan Khusus Nasional / Internasional

No	Jabatan / Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1	Delri di the 23 th <i>WIPO IGC-GRTKF</i>	KKP	2013
2	Delri di <i>The 17th session of CGRFA</i>	KKP	2019

G. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (kota, Negara)	Tahun
1	Aquaculture genetic network meeting	Peserta	IDRC (Singapore)	1989
2	Aquaculture genetic network meeting	Peserta	IDRC (Chiangmai, Thailand)	1991
3	Rakernis	Pemateri	Balitkanwar (Sukamandi)	1993
4	INGA expert consultation on development of strategies/plans for ditribution of improved fish to small scale farmers	Pemateri	Worldfish (Pathumthani, Thailand)	2002
5	Konsesus RSNI pembudidayaan perikanan	Peserta	DJPB (Bogor)	2002
6	Expert consultation on ecological risk assessment of genetically improved fish breeds	Pemateri	Worldfish (Dhaka, Bangladesh)	2003
7	Wokshop on dissemination of improved fish strains: counry-specific action plans	Pemateri	Worldfish (Shanghai, China)	2005
8	INGA steering comitte meeting	Peserta	Worldfish (Shanghai, China)	2005
9	Workshop jaringan perbenihan dan pemuliaan induk ikan	Narasumber	DJPB (Yogyakarta)	2009
10	Jaringan pemuliaan	Narasumber	DJPB (Semarang)	2010

perikanan budidaya				
11	Broodstock center ikan nila	Narasumber	BBPBAT (Sukabumi)	2010
12	Simposium nasional bioteknologi akuakultur	Pemateri	IPB-BRPBAT (Bogor)	2010
13	Broodstock center ikan nila	Narasumber	BBPBAT (Sukabumi)	2013
14	Jejaring pemuliaan dan perbenihan gurame	Narasumber	DJPB (Purwokerto)	2013
15	Broodstock center ikan nila	Narasumber	BBPBAT (Sukabumi)	2014
16	International conference: Ecological intensification	Pemateri	IRD-BRPB ATP	2019

H. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1	Media Akuakultur	Pusat Riset Perikanan Budidaya	Anggota dewan redaksi	2011

I. Karya Tulis Ilmiah

.No	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1	Penulis Tunggal	15
2	Bersama penulis lainnya	93
Total		108

No	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1	Bahasa Indonesia	88
2	Bahasa Inggris	20
Total		108

J. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1	Irin Iriana	Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar	Pembimbing S2 (IPB)	2009
2	Budi Nugraha	Balai Riset Perikanan Tangkap	Pembimbing S2 (IPB)	2009
3	Achmad Zamroni	Balai Riset Perikanan Tangkap	Pembimbing S2 (IPB)	2012
4	Didik Ariyanto	Balai Riset Pemuliaan Ikan	Penguji Disertasi S3 (IPB)	2019

Mahasiswa

No	Nama	PT/Universitas	Peran/Tugas	Tahun
1	Tri Mulyantono	UNAS	Pembimbing S1	1994
2	Fikria Mardiyanti	UNAS	Pembimbing S1	1995
3	Mayasari	UNIDA	Pembimbing S1	2003
4	Wahidah	IPB	Pembimbing S2	2004
5	Adi Kurniawan	IPB	Pembimbing S1	2007
6	Jatnika Abdul Warist	UNPAD	Pembimbing S1	2011
7	Nanda Padria	IPB	Pembimbing S2	2012
8	Azrita	UNAND	Co.Promotor S3	2012
9	Wahidah	UNHAS	Co.Promotor S3	2015
10	Asrianti Sani	UNHAS	Co.Promotor S3	2017

K. Organisasi Profesi Ilmiah

No	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1	Sekretaris	INFIGRAD	2004-2005
2	Anggota	INGA	2002-2005
3	Anggota	MAI	2014
4	Anggota	HIMPENINDO	2019-Sekarang

L. Tanda Penghargaan

No	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Penulis Terbaik ke 2	Pusat Riset Perikanan Budidaya	2001
2	Penulis Terbaik	Perhimpunan Ilmu Pemuliaan	2004
3	Awards	Japanese Society Fisheries Science	2004
4	Pemulia <i>Cherax albertisii</i>	Balitbang KP	2006
5	Satya Lencana Karya Satya X	Presiden RI	2006
6	Pemulia ikan nila BEST	Menteri KP	2009
7	Pemulia ikan <i>Tor soro</i>	Menteri KP	2013

