



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019 PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

IPA TERAPAN DALAM BIDANG BUDIDAYA PERIKANAN

Apri Arisandi¹

¹ Program Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

Diterima tanggal: 4 Oktober 2019

Diterbitkan tanggal: 25 November 2019

Abstrak Secara umum IPA dasar, IPA terapan dan teknologi mempunyai kajian pokok yang sama yaitu tentang alam. Perbedaan dari ketiga hal tersebut terdapat pada aspek yang dikaji yaitu memahami dan mengendalikan cara alam bekerja, serta memanfaatkannya untuk membuat alat. Beberapa permasalahan dalam bidang budidaya perikanan telah dapat diselesaikan dengan IPA terapan, antara lain maskulinisasi, feminisasi, jantan super, dan poliploidisasi. Beberapa jenis ikan mempunyai perbedaan morfologi dan laju pertumbuhan yang signifikan antara jantan dan betina. Bagi pembudidaya ikan perbedaan jenis kelamin sangat mempengaruhi keuntungan yang akan diperoleh, sehingga perlu dilakukan maskulinisasi atau feminisasi. Peluang keturunan berkelamin jantan atau betina adalah 50% : 50%, tetapi produksi ikan jantan secara masal dapat dilakukan dengan mengawinkan individu betina dengan jantan super. Jantan super adalah individu jantan dengan kromosom homo gamet (YY), sehingga menghasilkan 100% ikan jantan (XY). Hewan termasuk mamalia dan manusia secara alami memiliki sel diploid, yang merupakan hasil perpaduan dari masing-masing 1 set kromosom induk jantan dan betina. Individu poliploid memiliki sifat lebih baik dari sisi kualitas dan kuantitas. Bagi pelaku usaha budidaya perikanan, membudidayakan ikan poliploid (triploid dan tetraploid) dapat memberikan keuntungan yang maksimal. Maskulinisasi, feminisasi, jantan super dan poliploidisasi merupakan salah satu bukti berhasilnya konsep IPA terapan dalam bidang budidaya perikanan.

Kata Kunci: Budidaya Perikanan, Konsep IPA Terapan

Pendahuluan

IPA dan pemanfaatannya dapat dibedakan menjadi tiga yaitu IPA dasar, IPA terapan dan teknologi. IPA dasar, IPA terapan dan teknologi secara umum mempunyai kajian pokok yang sama yaitu tentang alam. Perbedaan dari ketiga hal tersebut terdapat pada aspek yang dikaji yaitu memahami dan mengendalikan cara alam bekerja, serta memanfaatkannya untuk menghasilkan metode dan membuat alat. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Feibleman (1961) bahwa ilmuwan IPA dasar mencoba untuk memahami bagaimana alam bekerja, ilmuwan IPA terapan berupaya untuk mengendalikan cara alam bekerja, sedangkan ahli teknologi memanfaatkan penemuan IPA dasar dan IPA terapan untuk menciptakan alat atau metode untuk mengendalikan cara alam bekerja. IPA dapat difahami sebagai suatu proses yang dapat digunakan untuk membentuk hukum, model, dan teori sehingga memungkinkan manusia dapat memprediksi, menjelaskan, dan mengendalikan tingkah laku alam.

Konsep dalam IPA dasar secara umum tidak memperhitungkan variasi yang terjadi di alam, sehingga konsep tersebut belum dapat diaplikasikan secara



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019 PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

langsung untuk mengendalikan alam, karena ada variasi-variasi yang tidak dapat diabaikan. Contoh dalam IPA dasar tentang reproduksi ikan, bahwa di alam secara umum induk kerapu akan melakukan pemijahan 2 hingga 4 kali dalam 1 tahun. Jika pembudidaya ikan kerapu hanya mengikuti siklus pemijahan seperti itu, maka benih yang dihasilkan sedikit dan keuntungan yang diperoleh tidak maksimal. Peningkatan produksi benih ikan kerapu dapat dicapai dengan menggunakan konsep IPA terapan yang merupakan pengembangan konsep IPA dasar. IPA terapan merupakan konsep aplikatif, yang secara umum diberlakukan secara sempit, sehingga jika pengaruh suhu, kedalaman, air baru, bau tanah dan Oksigen terlarut diperhitungkan ke dalam siklus pemijahan, maka ikan kerapu yang secara alami memijah 2 hingga 4 kali dalam 1 tahun akan memijah setiap bulan. Oleh karena itu untuk mengendalikan cara alam bekerja diperlukan penelitian, agar aplikasi konsep yang tepat dapat diketahui. Berdasar hasil penelitian konsep IPA terapan yang dikembangkan dari konsep IPA dasar maka pengendalian alam dapat dilakukan.

Pengenalan mengenai sub pokok bahasan IPA terapan dalam lingkup pendidikan dapat mulai dikenalkan kepada mahasiswa program studi pendidikan IPA yang merupakan calon guru, dengan mengundang pengajar dari bidang ilmu lain misalnya pertanian, perikanan, peternakan dan teknik. Materi pembelajaran yang diberikan oleh pengajar dari bidang ilmu lain, diharapkan dapat menjabarkan implementasi nyata semua point dalam mata kuliah ini. Pembahasan permasalahan dan solusi yang terjadi di alam menggunakan teknologi yang bersumber dari konsep IPA terapan. Pengenalan IPA terapan sejak dini kepada siswa SD, SMP dan SMA akan membuat proses pembelajaran menjadi semakin menarik, meningkatkan rasa ingin tahu siswa sehingga tergerak melakukan penelitian sederhana, serta dapat membuka peluang wirausaha. Berikut adalah beberapa contoh permasalahan dalam bidang budidaya perikanan yang telah dapat diselesaikan dengan IPA terapan, antara lain maskulinisasi, feminisasi, jantan super, dan poliploidisasi.

Pembahasan

Maskulinisasi dan Feminisasi

Ikan yang telah menetas dan menjadi larva secara alami belum mengalami diferensiasi kelamin hingga usia 30 hari. Hal tersebut menyebabkan larva ikan belum bisa ditentukan berjenis kelamin jantan atau betina. Jika ikan tersebut hidup di alam maka jenis kelamin dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, makanan dan genetiknya (Yamazaki, 1983). Beberapa jenis ikan mempunyai perbedaan morfologi dan laju pertumbuhan antara yang jantan dan betina. Bagi pembudidaya ikan perbedaan jenis kelamin sangat mempengaruhi keuntungan yang akan diperoleh, sehingga dilakukan maskulinisasi atau feminisasi. Maskulinisasi dilakukan pada ikan yang mempunyai laju pertumbuhan tinggi atau morfologi menarik yang terdapat pada ikan jantan (Nila, Cupang, Guppy). Feminisasi



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

dilakukan pada ikan yang mempunyai laju pertumbuhan tinggi atau morfologi menarik yang terdapat pada ikan betina (Tombro, Rainbow).

Maskulinisasi dan feminisasi dapat dilakukan menggunakan hormon steroid yaitu estrogen atau androgen, untuk mempengaruhi proses diferensiasi kelamin. Pengarahan kelamin menghasilkan pembalikan kelamin secara fungsional tanpa merubah kromosom kelamin secara genetik. Kelamin suatu individu secara genetik, ditentukan oleh kromosom kelamin, tetapi fungsi kelamin dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Oleh karena itu menurut Piferrer (2001) pemberian hormon harus dilaksanakan pada periode labil yaitu sebelum gonad berdiferensiasi, karena periode tersebut sensitif terhadap perlakuan hormon. Dalam hal ini puncak sensitivitas terjadi setelah pembelahan sel jaringan gonad atau sebelum jaringan gonad terdiferensiasi. Fenomena ini menurut Sumantadinata dan Carman (2005), berhubungan dengan fungsi kromosom kelamin pada pembentukan jenis kelamin belum aktif

Hormon jantan yang umum digunakan adalah 17α -metil testosterone sedangkan hormon betina yaitu 17β -Estradiol, tetapi karena keduanya merupakan steroid sintetik sehingga dilarang penggunaannya untuk ikan konsumsi. Metode yang digunakan antara lain perendaman, oral dan injeksi sehingga dosis hormon dan lama perlakuan sangat menentukan proses pengarahannya. Perendaman menggunakan dosis tinggi membutuhkan waktu perendaman lebih singkat, perendaman menggunakan dosis rendah membutuhkan waktu perendaman lama. Metode oral dapat dilakukan dengan mencampurkan hormon dalam pakan buatan atau dengan pakan alami melalui bioenkapsulasi naupli *Artemia* sp. Pemberian hormon melalui pakan banyak dilakukan, tetapi terbatas pada ikan yang dapat mengkonsumsi pakan buatan dan memerlukan waktu yang cukup lama. Menurut Nagy *et al.*, (1981) pemberian dosis hormon steroid jantan yang tepat dapat menghambat pembentukan ovarium dan sebaliknya pembentukan gonad jantan semakin cepat, selanjutnya berkembang menjadi testis sehingga menghasilkan ikan berfenotip jantan tetapi mempunyai genotip betina. Jika dosis rendah menyebabkan proses *sex reversal* kurang sempurna, sehingga menyebabkan terjadi *hermaproditisme*. Penyimpangan tersebut akibat konversi testosterone menjadi estrogen yang tidak tuntas.

Tabel 1. Dosis hormon pada proses maskulinisasi dan feminisasi

No	Metode	Waktu	Dosis
1	Perendaman	8 jam	5 ppm
2	Oral	Hari ke-3 sampai 28	100 ppm
3	Injeksi	GVBD (1 x injeksi)	20 ppm

Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap ikan nila (*Oreochromis* sp) mulai tahun 2000 hingga tahun 2008 dengan menggunakan berbagai metode, telah menghasilkan ikan-ikan yang 70% hingga 100% jantan atau betina. Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap udang galah (*Macrobrachium rosenbergi*)



pada tahun 2006 dengan menggunakan metode injeksi menghasilkan udang-udang yang 60% hingga 70% jantan. Alam menciptakan ikan berkelamin jantan dan betina yang secara umum mempunyai perbandingan 50% : 50%, tetapi dengan mengetahui proses fisiologi tahapan diferensiasi kelamin maka dapat dilakukan pengarahan kelamin ikan sesuai dengan keinginan pembudidaya. Hal tersebut merupakan salah satu bukti berhasilnya konsep IPA terapan dalam bidang budidaya perikanan khususnya pada maskulinisasi dan feminisasi ikan.

Jantan Super

Jenis kelamin makhluk hidup di bumi dalam hal ini kingdom Animalia secara umum ada dua yaitu Jantan dan betina. Meskipun begitu, ada pula makhluk hidup yang berjenis kelamin ganda (hermaprodit) dan makhluk hidup yang hanya memiliki satu jenis kelamin saja karena dapat bereproduksi secara partenogenesis. Pelajaran biologi yang membahas tentang reproduksi makhluk hidup membedakan jenis kelamin jantan dan betina dengan symbol XY dan XX, walaupun dalam system sex determinan ada beberapa symbol yang lain (Tabel 2). Jenis kelamin organisme dapat ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik memiliki peran utama menentukan jenis kelamin makhluk hidup, karena faktor genetik ditentukan oleh materi genetik dalam kromosom, khususnya kromosom kelamin (gonosom). Gen rangkai kelamin (sex linkage) dikelompok berdasarkan kromosom kelamin tempatnya berada. Kromosom kelamin organisme dapat dibedakan menjadi kromosom X dan Y, maka gen rangkai kelamin dapat menjadi gen rangkai X (X-linked genes) dan gen rangkai Y (Y-linked genes). Menurut Malecha *et al.*, (1992) faktor lingkungan yang mempengaruhi perbedaan jenis kelamin makhluk hidup dapat berasal dari lingkungan internal maupun eksternal sel.

Tabel 2. Sistem sex determinan

Sistem	Jantan	Betina
XY	XY	XX
WZ	ZZ	WZ
Multiple X kromosom	XXY	XXXX
Multiple Y kromosom	XYY	XX
Multiple W kromosom	ZZ	ZWW
WXZ	XY	WX
	YY	WZ
XO	XO	XX
ZO	ZZ	ZO



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Perkawinan antar makhluk hidup dalam satu spesies untuk menghasilkan keturunan, terjadi antara individu jantan dengan individu betina baik secara alami maupun buatan. Keturunan yang dihasilkan dapat berkelamin jantan dan betina, tergantung factor genetic dan lingkungannya. Peluang keturunan berkelamin jantan atau betina adalah 50% : 50%, tetapi produksi ikan jantan secara masal dapat dilakukan dengan mengawinkan individu betina dengan jantan super. Jantan super adalah individu jantan dengan kromosom homo gamet (YY), sehingga menghasilkan 100% ikan jantan (XY). Ikan jantan super dapat diperoleh dengan cara perkawinan silang antara jantan normal dengan betina fungsional (XY), yaitu ikan jantan yang diarahkan fungsi kelaminnya menjadi betina sehingga akan dihasilkan 25% betina normal (XX) dan 75% jantan yang terdiri dari 25% jantan super (YY) dan 50% jantan normal (XY). Teknologi jantan super (YY) memiliki potensi yang sangat besar untuk pengembangan dan peningkatan nilai komersial budidaya (Rustidja, 1991). Betina fungsional yang memiliki kromosom (XY) dapat dihasilkan melalui feminisasi, diantaranya menggunakan hormon 17β - estradiol. Feminisasi pada ikan nila merupakan langkah awal untuk memperoleh individu jantan super. Menurut Piferrer (2001) produksi ikan betina dapat ditempuh melalui dua pendekatan yaitu secara langsung menggunakan perlakuan hormone, dan secara tidak langsung melalui manipulasi genom yang dilanjutkan dengan perlakuan hormone.

Penggunaan ikan jantan super untuk menghasilkan keturunan 100% jantan, dapat menghilangkan penggunaan hormone steroid dalam budidaya perikanan. Kendala yang dihadapi jika menggunakan menggunakan metode jantan super adalah membutuhkan waktu relative lama jika dibandingkan dengan penggunaan hormone. Hal tersebut karena harus menunggu hingga dua generasi untuk mendapatkan benih 100% jantan. Ditambah biaya yang relative mahal saat pendeteksian menggunakan analisa kromosom untuk mengetahui individu jantan homo zygot (YY). Oleh karena itu penggunaan metode jantan super lebih ditekankan untuk budidaya ikan hias yang berharga mahal. Jantan super merupakan salah satu bukti berhasilnya implementasi pengetahuan tentang rangkaian kelamin (sex linkage) yang dikenal secara luas dalam IPA dasar, sehingga menjadi dasar konsep IPA terapan dalam bidang budidaya perikanan.

Poliploidisasi

Pelajaran IPA khususnya yang membahas tentang proses reproduksi, kromosom dan gen pembawa sifat keturunan, tentu tidak asing dengan istilah haploid dan diploid yang menggambarkan jumlah set kromosom dalam sel hewan. Sel disebut haploid jika hanya memiliki satu set kromosom, dan sel diploid memiliki dua set kromosom. Sel diploid pada suatu organisme berasal dari induk betina (1 set kromosom) dan induk jantan (1 set kromosom). Mamalia termasuk manusia secara alami memiliki sel diploid. Kromosom di dalamnya terdapat materi genetik yang berfungsi sebagai kode suatu organisme, menyerupai satu set cetak biru untuk kehidupan. Sel induk diploid tunggal dapat berkembang biak dan



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

membagi dirinya menjadi seluruh organisme di bawah kondisi yang ideal, dan ketika organisme yang lahir, sel-sel terus berkembang biak dan membagi sampai terjadi kematian. Sel diploid juga dapat membagi membentuk sel-sel haploid yang mengandung setengah materi genetik sel induk. Sel-sel haploid digunakan dalam proses reproduksi, dengan dua sel haploid dari orang tua yang berbeda secara bersama-sama menciptakan sel induk diploid tunggal yang mencampur bahan genetik dari orang tua. Berdasarkan uraian tersebut di atas maka dapat dikatakan bahwa individu baru yang terbentuk, merupakan hasil perpaduan dari masing-masing 1 set kromosom induk jantan dan betina. Oleh karena itu secara alami kromosom yang terdapat dalam suatu individu adalah berpasangan.

Fenomena poliploidi dapat terjadi secara alami karena adanya kejutan listrik yang berasal dari petir, kondisi lingkungan yang ekstrem, atau terjadinya persilangan yang diikuti gangguan pembelahan sel. Perilaku reproduksi tertentu juga dapat mendukung terjadinya poliploidi, seperti perbanyakan secara vegetative atau [partenogenesis](#). Melihat fenomena yang terjadi karena proses alami, maka pembudidaya ikan mencoba melakukan poliploidisasi secara buatan. Poliploidisasi buatan dilakukan agar diperoleh individu baru yang memiliki sifat lebih baik. Sifat-sifat baik yang diharapkan dari bentuk poliploidi adalah: unggul, berkualitas dan kuantitas lebih baik, mempertahankan sifat-sifat baik dari bentuk heterozigot, serta mendapatkan pasangan seimbang untuk spesies tetraploid yang telah ada. Pertanyaan yang mengemuka adalah bagaimana jadinya jika ikan budidaya mempunyai lebih dari 2 set kromosom? Menurut Purdon (1993) jika memperhitungkan dari jumlah set kromosom, seharusnya individu yang mempunyai lebih dari dua set kromosom berpasangan mempunyai sifat pertumbuhan lebih cepat dan lebih fertile dibanding individu diploid. Jika jumlah set kromosom lebih banyak tetapi tidak berpasangan maka individu tersebut menjadi steril. Bagi pelaku usaha budidaya perikanan, membudidayakan ikan poliploid (triploid dan tetraploid) dapat memberikan keuntungan yang maksimal. Ikan triploid merupakan ikan steril sehingga energy yang dihasilkan hanya digunakan untuk pertumbuhan saja. Ikan tetraploid mempunyai pertumbuhan lebih cepat dan fertile, sehingga siklus pemijahan menjadi lebih singkat dan jika dikawinkan dengan ikan diploid menghasilkan ikan triploid yang steril.

Teknologi yang digunakan dalam metode poliploidisasi ikan dapat dilakukan melalui beberapa perlakuan fisik seperti kejutan (shocking) suhu panas atau dingin, hydrostatic pressure, kejutan listrik dan radiasi. Perlakuan kimia dapat dilakukan menggunakan zat-zat anti pembelahan seperti kolkisin, sitokalsin dan vincristine, untuk mencegah peloncatan polar body II atau pembelahan sel pertama pada telur yang telah dibuahi (Johnstone, 1993). Peloncatan polar body II terjadi 3 sampai 7 menit setelah proses pembuahan (Carman *et al.*, 1991), Pembelahan mitosis ikan mas terjadi 20 sampai 40 menit setelah pembuahan. Kejutan suhu selain murah dan mudah, juga efisien dapat dilakukan dalam jumlah banyak secara bersamaan (Rustidja, 1991). Kejutan panas mudah dan sering digunakan untuk melakukan poliploidisasi pada beberapa spesies ikan. Menurut Komen (1990)



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

kejutan menggunakan suhu panas lebih efektif untuk mencegah terlepasnya polar body II. Pendekatan praktis untuk induksi poliploid melalui kejutan panas adalah perlakuan aplikatif beberapa saat setelah proses pembuahan (untuk induksi triploidi) atau beberapa saat setelah pembelahan pertama (untuk induksi tetraploidi) pada suhu yang tidak mematikan (40°C). Tiga hal yang perlu diperhatikan dalam perlakuan kejutan suhu pada telur, yaitu waktu awal kejutan, suhu kejutan, dan lama kejutan. Penggunaan nilai-nilai parameter tersebut berbeda untuk setiap spesies. Kejutan suhu 3 menit setelah pembuahan dapat menghasilkan gynogenesis meiosis pada ikan mas dan triploid massal pada *Clarias batrachus* L. Kejutan suhu panas 40°C pada umumnya digunakan pada ikan mas dengan lama kejutan bervariasi, yaitu 1,5–2 menit, 2 menit atau 1–3 menit. Ikan mas hasil gynogenesis mitosis dihasilkan melalui kejutan panas 29 Berk. Tingkat keberhasilan yang tinggi pada Poliploidisasi Ikan mas jika dilakukan 134 menit setelah pembuahan atau 28–30 menit setelah pembuahan.

Kejutan suhu panas 40°C selama 3 menit yang dilakukan 30 menit setelah pembuahan pada ikan nila (*Oreochromis* sp) dalam upaya poliploidisasi, yang dilakukan pada tahun 2000 di UPBAT Umbulan Pasuruan telah berhasil mendapatkan 200 ekor induk betina. Induk betina tersebut selanjutnya dikawinkan dengan jantan normal ($2n$), hasil pengamatan selama 2 tahun menunjukkan bahwa frekuensi pemijahan induk tersebut dan pertumbuhan benih yang dihasilkan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan ikan nila normal ($2n$). Frekuensi pemijahan induk ikan nila betina hasil poliploidisasi mencapai 10-12 kali per tahun, sedangkan betina normal 5-8 kali per tahun. Benih yang dihasilkan dalam satu periode pemijahan 200 ekor induk betina ikan nila hasil poliploidisasi rata-rata adalah 60.000 ekor, sedangkan benih yang dihasilkan 200 ekor betina normal rata-rata adalah 30.000 ekor. Berdasarkan hasil penelitian tersebut terbukti bahwa induk betina ikan nila poliploid lebih fertile jika dibandingkan dengan betina normal. Metode poliploidisasi merupakan salah satu bukti berhasilnya implementasi pengetahuan tentang pembelahan sel pada telur setelah proses pembuahan, yang telah dikenal secara luas dalam pelajaran IPA dasar sehingga menjadi dasar konsep IPA terapan dalam bidang budidaya perikanan.

Kesimpulan

Maskulinisasi, feminisasi, jantan super dan poliploidisasi merupakan salah satu bukti berhasilnya konsep IPA terapan dalam bidang budidaya perikanan.

Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan hasil kajian dari berbagai penelitian tentang sex reversal yang dilakukan penulis sejak menjadi Staf Teknis di Unit Pengembangan Budidaya Air Tawar Umbulan (UPBAT)–Pasuruan hingga menjadi Dosen di Universitas Trunojoyo Madura (UTM). Penulis mengucapkan terima kasih kepada



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

seluruh Staf UPBAT Umbulan-Pasuruan, Kemenristek Dikti serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan terwujudnya tulisan ini.

Daftar Pustaka

- Carman O, Oshiro T, dan Takashima F, 1991. Estimation of Effective Condition for Induction of Triploidy in Goldfish, *Carrassius auratus* Linnaeus. Journal of The Tokyo University of Fisheries, 78 (2): 127–135
- Feibleman, J.K., 1961. Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering. Technology and Culture, The Johns Hopkins University Press on behalf of the Society for the History of Technology. Vol. 2, No. 4, pp. 305-317
- Johnstone R, 1993. Optimisation of Ploidy Manipulation Procedures. Dalam: Penman, D., Roongratri, N. Dan McAndrew, B. (Eds.) Genetics in Aquaculture and Fisheries Management. AADCP Workshop Proceedings. University of Stirling, Scotland. 37-40.
- Komen J, 1990. Clones of Common Carp, *Cyprinus carpio*. New Perspectives in Fish Research. Thesis. Agricultural University. Wageningen. 1–44.
- Malecha, S. R., *et al.* 1992. Sex – Ration and Sex – Determination in Progeny From Crosses Of Surgically Sex – Reversed Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture 105 : 201 – 218.
- Nagy, A., Bersenyi, M., Csanyi, V. 1981. Sex Reversal in Carp (*Cyprinus carpio*) by Oral Administration Of Methyltestosterone. Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Science 38: 725 – 728.
- Piferrer, F. 2001. Endocrine Sex Control Strategies For Feminization Of Teleosts Fish. Aquaculture. 197 : 229 – 281.
- Purdon, Colin E. 1993. Genetic and Fish Breeding. Chapman and Hall. New York. USA. 277 pp.
- Rustidja, 1991. Aplikasi Manipulasi Kromosom pada Program Pembenihan Ikan Makalah dalam Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional V. Jakarta. 23
- Sumantadinata, K. dan Carman, O. 2005. Teknologi Ginogenesis dan Seks Reversal dalam Pemuliaan Ikan. Buletin Ilmiah Gukuryoku, Volume I, 2005. Hal.11 – 18.



SCIENCE EDUCATION NATIONAL CONFERENCE 2019
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Yamazaki, F. 1983. Sex Control and Manipulation in Fish. *Aquaculture* 33: 329 – 354.

