

RELATIVE FECUNDITY, FERTILIZATION DEGREE AND HATCHING DEGREE OF FEMALE GOLDFISH (*Carassius auratus*) WITH RANGRANG ANTS EGG (*Oecophylla smaragdina*) AND OOCYTE DEVELOPER COMBINATION

Mutiara Wahyuni¹, Munti Sarida^{*1}, Deny Sapto Chondro Utomo¹

ABSTRACT

Length of time entering readiness early reproduction so that the relative fecundity and the low degree of fertilization and the degree of hatching in the goldfish hatchery are a challenge in the effort to provide goldfish seeds in quality and quantity. The effort was made by combining kroto and oocyte developer in the female goldfish. This experiment was carried out in September 2019-March 2020 at the Aquatic Productivity Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Lampung. The test fish used were 60 females 5-month-old brood stock, with an average weight of 14.69 ± 3.69 g. This study used a completely randomized design using two factors, kroto (g / kg of fish) and oocyte developer (ml / kg of feed) with two levels each: K_1O_1 (0 + 0), K_2O_1 (30 + 0), K_1O_2 (0 + 0.5), and K_2O_2 (30 + 0.5) and 3 replications for each treatment. The results showed that factor K (kroto) and factor O (oocyte developer) had no effect on the relative fecundity of female goldfish during 8 weeks of maintenance. Meanwhile, the combination of kroto and oocyte developer affected the relative fecundity of the female goldfish at the 8th week of rearing, the degree of fertilization, and the degree of hatching.

Keyword: *female goldfish, kroto, oocyte developer, reproductive performance*

Pendahuluan

Kelompok ikan hias yang banyak digemari pembudidaya berasal dari genus *Carassius* yaitu mas koki (*Carassius auratus*, Linnaeus, 1758) yang merupakan komoditas ikan hias air tawar yang memiliki corak warna dan bentuk tubuhnya yang menarik (Rosid *et al.*, 2019; Saha & Bandyopadhyay, 2020; Marlianingrum *et al.*, 2022). Selain itu, mas koki juga memiliki harga jual yang tinggi sehingga budidaya mas

koki semakin banyak dan berkembang.

Semakin banyak usaha budidaya mas koki maka akan semakin besar juga tantangan yang dihadapi oleh para pembudidayanya. Salah satunya adalah terkait reproduksi awal/matang gonad pertama kali pada mas koki yang tergolong cukup lama (Fajrin, 2012; Al-Khalaifah *et al.*, 2020). Menurut Salas & Bustamante (2007) mas koki mencapai kematangan seksual awal pada usia 225 hari atau kisaran 7-8 bulan

* E-mail: munti.sarida@fp.unila.ac.id

¹Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Gedong Meneng Bandar Lampung 35145

dengan derajat pembuahan mas koki yang berkisar antara 50-60 % dan derajat penetasan mas koki sekitar 40-50 % (Ginting *et al.*, 2014). Hal ini diduga karena adanya ketidakseimbangan antara nutrisi dan lingkungan yang diperoleh ikan untuk memenuhi kebutuhan reproduksi awal. Dimana diketahui bahwa fisiologi reproduksi ikan diselaraskan dengan nutrisi, sosial, dan faktor lingkungan (Reza *et al.*, 2013).

Semua vertebrata, termasuk ikan, menghasilkan gonadotropin (GH), hormon gonadotropin tipe I (*Follicle-stimulating hormone*, FSH) dan hormon gonadotropin tipe II (*Luteinizing hormone*, LH), dan dari kelenjar hipofisis dan keduanya adalah pengatur utama reproduksi dan perkembangan gonad. Pada ikan, fase awal gametogenesis, seperti spermatogenesis dan vitellogenesis, diatur oleh FSH, sedangkan proses pematangan akhir, seperti ovulasi, pematangan oosit, produksi sperma, dan produksi sperma, adalah fungsi dari LH (Kobayashi *et al.*, 2006; Yaron *et al.*, 2003; Yaron & Levavi-Sipan, 2011; Al-Khalaifah *et al.*, 2020). Sehingga dengan tidak seimbangnya nutrisi dan lingkungan yang diperoleh ikan mas koki menyebabkan proses maturasi tidak terjadi/terhambat dan menyebabkan ikan tidak melakukan pemijahan. Selain itu, energi metabolik yang signifikan dibutuhkan selama gametogenesis pada betina dan jantan untuk menghasilkan ratusan telur dan miliaran sperma. Variasi musiman dikendalikan oleh hormon dengan kendali aksis antara otak-hipofisis-gonad dan disertai dengan perubahan metabolisme yang signifikan. Hal ini didukung oleh adanya hubungan

antara GnRH dan GnIH (*Gonadotropin Inhibiting Hormone*) adalah salah satu hormon saraf utama yang mengatur kontrol pertumbuhan dan reproduksi timbal balik (Ladisa *et al.*, 2021).

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penambahan kroto dan hormon *oocyte developer*. Selama ini pemanfaatan kroto di Indonesia masih sebatas untuk pakan burung berkicau dan umpan memancing ikan (Prayoga, 2013). Penelitian sebelumnya kroto dijadikan tepung dan diberikan pada ikan patin siam (*Pangasionodon hypophthalmus*) (Waspada, 2012). Hasil yang didapat tepung kroto mempengaruhi fekunditas patin siam karena mengandung protein dan asam lemak yang cukup tinggi.

Sementara untuk pemberian kroto segar dalam meningkatkan performa reproduksi ikan sampai sejauh ini belum ada sedangkan Menurut Tomaso *et al.* (2018) *oocyte developer* dapat mempercepat proses pematangan gonad maupun pematangan kembali gonad dari beberapa jenis ikan. Penelitian maturasi ikan menggunakan *oocyte developer* telah banyak dilakukan salah satunya pada synodontis (*Synodontis* sp.) (Dhewantara & Rahmatia, 2017) dan hasil yang didapat adalah *oocyte developer* mempengaruhi fekunditas relatif ikan synodontis. Oleh karena itu perlu dipelajari apakah reproduksi awal mas koki dapat diperbaiki melalui pemberian kroto segar, *oocyte developer* dan kombinasi keduanya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pemberian kroto, *oocyte developer* dan kombinasi

keduanya terhadap fekunditas relatif, derajat pembuahan dan derajat penetasan mas koki betina serta menentukan perlakuan terbaik untuk meningkatkan fekunditas relatif, derajat pembuahan dan derajat penetasan mas koki betina.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada September 2019 sampai Maret 2020 di Laboratorium Produktivitas Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan indukan mas koki berumur 5 bulan dengan berat rata rata $14,69 \pm 3,69$ g sebanyak 60 ekor, kroto segar, *oocyte developer*, air dan putih telur. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap 2 faktor yaitu Faktor A: Kroto 0 g/kg ikan dan 30 g/kg ikan dan Faktor B: *oocyte developer* 0 ml/kg pakan dan 0,5 ml/kg pakan

Pemeliharaan ikan dilakukan dalam akurium yang berisi 5 ekor dengan volume air 30 l. Kemudian pembuatan pakan perlakuan dilakukan dengan mencampurkan larutan fisiologis (5% dari total pakan yang akan diberikan), putih telur fisiologis dan *oocyte developer* kemudian di homogenkan. Pakan perlakuan disemprot hingga rata. Kemudian, dikeringkan anginkan lalu dimasukkan pakan kedalam plastik zip. Pemberian pakan diberikan dengan FR 3% selama 2 x sehari selama 5 minggu. Setelah itu diberi pakan tanpa perlakuan sebanyak dua kali sehari selama tiga minggu dengan metode *ad satiation*. Selama penelitian sampling dilakukan pada minggu ke-2, minggu ke-4 dan

minggu ke-8 masa pemeliharaan. Jumlah ikan yang diambil saat sampling adalah 1 ekor per ulangan. Langkah yang dilakukan saat sampling adalah ikan dibius dengan minyak cengkeh dengan dosis 0,25 ml/lair sampai ikan pingsan kemudian ikan ditimbang bobot tubuh dan diukur panjang tubuhnya. Lalu dibedah menggunakan pisau bedah dan diambil gonadnya.

Fekunditas relatif

Penghitungan fekunditas relatif adalah dengan gonad ditimbang kemudian diambil 5 bagian telur secara acak dari satu gonad untuk dijadikan gonad contoh. Gonad contoh ditimbang, jika sudah ditimbang, dihitung volume gonad tersebut. Gonad contoh diencerkan menggunakan aquades 10 ml kemudian diambil sebanyak 1 ml menggunakan pipet tetes. Kemudian hitung jumlah telur yang ada pada 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam rumus:

$$Fr = \frac{(n \times Wt/Ws)}{BW}$$

Derajat pembuahan (Fertilization Rate, FR)

FR dihitung menggunakan rumus berikut:

$$FR = \frac{\sum \text{Telur terbuahi (butir)}}{\sum \text{Telur yang Dihasilkan (butir)}} \times 100$$

Derajat penetasan (Hatching Rate, HR)

HR dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$HR = \frac{\sum \text{Telur yang Menetas (butir)}}{\sum \text{Telur yang Dibuahi (butir)}} \times 100$$

Analisis data

Analisis data untuk fekunditas relatif menggunakan SAS 9.4. Apabila berbeda nyata diuji lanjut dengan uji duncan pada tingkat kepercayaan 95%. Sedangkan data FR dan HR diuji menggunakan uji Z.

Hasil dan Pembahasan*Fekunditas Relatif*

Pengaruh faktor K (kroto) dan faktor O (*oocyte developer*) terhadap fekunditas relatif mas koki betina tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh faktor K (kroto) dan O (PMSG+AD/Oodev) terhadap fekunditas relatif mas koki betina (Butir/kg induk)

Minggu ke -	Fekunditas Relatif (Butir/kg induk)			
	Faktor Kroto		Faktor <i>Oocyte developer</i>	
	K2	K1	O2	O1
2	5053,47±5894,93 ^a	4822,36±3421,79 ^a	3083,43±2868,56 ^a	6464,06±5169,26 ^a
4	2288,89±848,31 ^a	2419,09±619,24 ^a	2744,06±684,47 ^a	1963,92±528,76 ^a
8	1722,07±384,55 ^a	2102,91±1069,01 ^a	1637,19±514,19 ^a	2187,79±965,08 ^a

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada baris dan faktor yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($p < 0,05$)

Nilai fekunditas relatif mas koki betina pada minggu ke-0 masa pemeliharaan adalah sebesar 1762,60 ±1024,13 butir/kg induk. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa faktor K (kroto) dan faktor O (*oocyte developer*) tidak berpengaruh terhadap fekunditas relatif mas koki betina selama 8 minggu masa pemeliharaan. Hal ini dapat disebabkan karena dosis kroto belum cukup untuk mempengaruhi fekunditas pada ikan. Asam lemak berfungsi sebagai prekursor

metabolisme reproduksi yang memicu hormon prostaglandin. Prostaglandin tersebut berperan dalam kontraksi dinding gonad sehingga telur dapat keluar, apabila jumlah prostaglandin kurang atau lebih maka asam lemak tidak berpengaruh terhadap fekunditas (Noviantoro *et al.*, 2015). Nilai fekunditas relatif mas koki betina interaksi faktor K (kroto) dan faktor O (*oocyte developer*) tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Interaksi faktor K(kroto) dan O (PMSG+AD/Oodev) terhadap fekunditas relatif mas koki betina (Butir/kg induk)

Minggu ke-	Fekunditas Relatif (Butir/kg induk)			
	Perlakuan			
	K ₁ O ₁	K ₂ O ₁	K ₁ O ₂	K ₂ O ₂
2	5407,22±4099,77 ^a	7520,89±6829,71 ^a	4237,50±3382,00 ^a	1352,33±222,97 ^b
4	2090,17±552,10 ^a	1837,67±588,43 ^a	2748,01±573,73 ^a	2740,11±917,63 ^b

8	2890,58.6±8 65,61 ^a	1485,00±312 ,15 ^b	1315,24±496 ,35 ^b	1959,14 ± 321,95 ^{ab}
---	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($p < 0,05$)

Nilai fekunditas relatif mas koki betina pada minggu ke-0 masa pemeliharaan adalah sebesar 1762, 60 ±1024,13 butir/kg induk. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi faktor K (kroto) dan faktor O (PMSG+AD atau Oodev) tidak berpengaruh pada fekunditas relatif mas koki betina di minggu ke-2 dan minggu ke-4 masa pemeliharaan. Minggu ke-8 masa pemeliharaan, perlakuan K₁O₁ berbeda nyata dengan perlakuan K₂O₁ dan perlakuan K₁O₂ tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₂O₂. Perlakuan K₂O₂ tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₂O₁ dan perlakuan K₁O₂. Perlakuan K₂O₁ tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₂O₁ dan perlakuan K₂O₂. Diketahui secara keseluruhan nilai fekunditas relatif mas koki betina pada perlakuan K₂O₂ dikatakan stabil, dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang meningkat sangat pesat pada dua minggu masa pemeliharaan namun justru menurun dari minggu ke-4 hingga minggu ke-8 masa pemeliharaan. Stabilitasnya nilai

fekunditas relatif pada perlakuan K₂O₂ ini disebabkan oleh dosis perlakuan yang optimal karena merupakan kombinasi dari kroto yang mengandung asam lemak dan juga *oocyte developer* yang mengandung FSH dan LH. LH pada *oocyte developer* berfungsi untuk merangsang proses ovulasi dan pemijahan pada induk ikan betina (Wadi et al., 2018). Sementara asam lemak dapat menghasilkan fekunditas ikan tertinggi seperti yang dilaporkan oleh Fadli et al., (2016). Hal ini dapat dikatakan bahwa asam lemak jika berdiri sendiri dengan dosis yang kurang maka peran asam lemak tidak terlihat sementara jika ada tambahan energi seperti hormon *oocyte developer* maka dapat berperan menghasilkan fekunditas yang relatif stabil walaupun tidak sebaik kontrol.

Derajat Pembuahan-Penetasan

Perhitungan derajat pembuahan dan derajat penetasan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Derajat pembuahan dan derajat penetasan mas koki (*Carassius auratus*) betina

Parameter	Derajat pembuahan dan pentasan (%)			
	Perlakuan			
	K ₁ O ₁	K ₁ O ₂	K ₂ O ₁	K ₂ O ₂
FR	71,50 ^c	73,00 ^{bc}	75,00 ^b	71,50 ^c
HR	48,65 ^d	58,75 ^b	52,99 ^c	90,24 ^a

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($Z > 1,645$) berdasarkan hasil uji Z.

Derajat pembuahan dari tertinggi ke terendah diperoleh pada perlakuan

K₂O₂ sebesar 88%, perlakuan K₂O₁ sebesar 75%, perlakuan K₁O₂ sebesar

73% dan perlakuan K_1O_1 sebesar 71,5%. Hasil uji proporsi menunjukkan bahwa perlakuan K_2O_2 berbeda nyata dengan perlakuan K_2O_1 , perlakuan K_1O_2 , dan perlakuan K_1O_1 . Perlakuan K_2O_1 berbeda nyata dengan perlakuan K_1O_1 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan K_1O_2 . Perlakuan K_1O_2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan K_1O_1 .

Derajat penetasan dari tertinggi ke terendah adalah perlakuan K_2O_2 sebesar 90,24%, perlakuan K_1O_2 sebesar 58,75%, perlakuan K_2O_1 sebesar 52,99% dan perlakuan K_1O_1 sebesar 48,65%. Hasil uji proporsi menunjukkan bahwa perlakuan K_2O_2 berbeda nyata dengan perlakuan K_1O_2 , perlakuan K_2O_1 , dan perlakuan K_1O_1 . Perlakuan K_1O_2 berbeda nyata dengan perlakuan K_2O_1 dan perlakuan K_1O_1 . Perlakuan K_2O_1 berbeda nyata dengan perlakuan K_1O_1 .

Pada derajat pembuahan, perlakuan K_2O_2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan merupakan perlakuan yang terbaik. Hal ini karena kerjasama dari kroto dan *oocyte developer*. Kroto mengandung asam lemak sedangkan *oocyte developer* mengandung FSH dan LH. Asam lemak merupakan aspek nutrisi pakan yang penting dalam meningkatkan kualitas telur sehingga telur lebih siap dibuahi dan berpengaruh terhadap derajat pembuahan (Suhenda & Samsudin, 2009). Apabila kualitas telur baik maka derajat pembuahan telur juga akan baik. Menurut Burmansyah *et al.* (2013) salah satu faktor yang dapat mempengaruhi derajat pembuahan adalah kualitas telur.

Oocyte developer memiliki kandungan untuk meningkatkan

kualitas telur yang dihasilkan, tetapi pada penelitian ini perlakuan yang hanya diberikan *Oocyte developer* (K_1O_2) tidak berbeda nyata dengan kontrol (K_1O_1) maupun kroto (K_2O_1). Ini diduga bahwa dosis *oocyte developer* belum cukup untuk meningkatkan kualitas telur dengan optimal. Pemberian hormon dengan dosis yang rendah tidak akan memberikan efek yang positif, sedangkan pemberian hormon yang terlalu tinggi akan memberikan efek negatif atau *negative feedback* secara hormonal terhadap ikan (Debnanth 2010).

Derajat pembuahan telur mas koki betina kombinasi PMSG+AD dengan kroto hasilnya lebih optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa asam lemak lebih berperan terhadap derajat pembuahan telur dibandingkan dengan PMSG+AD. Hal ini didukung dari penelitian Waspada (2012) yang menyatakan bahwa derajat pembuahan patin siam yang diberi penambahan tepung kroto lebih baik bila dibandingkan dengan kontrol.

Pada derajat penetasan telur mas koki betina, perlakuan K_2O_2 menjadi perlakuan yang terbaik. Hal ini dikarenakan sinergi dari kroto dan *oocyte developer*. Asam lemak di dalam kroto berfungsi sebagai prekursor prostaglandin yang membuat kualitas telur menjadi baik, tidak mudah rusak dan telur mudah untuk menetas sehingga derajat penetasan menjadi lebih optimal (Nainggolan, 2015). Hasil penelitian Febnikayani *et al.* (2018) menyatakan bahwa asam lemak berpengaruh terhadap derajat penetasan telur lele. *Oocyte developer* mengandung FSH yang berfungsi untuk kematangan telur dan LH yang berfungsi untuk

merangsang ovulasi (Septiani, 2019). FSH dan LH mampu meningkatkan folikel sehingga folikel berkembang dan daya tetas telur juga meningkat (Lubzens *et al.*, 2010; Aziz & Kalesaran, 2017). Kroto tidak mengandung FSH dan LH sehingga persentase K_1O_2 lebih optimal dibandingkan K_2O_1 pada derajat penetasan.

Rendahnya persentase K_2O_1 dibandingkan K_1O_2 pada derajat penetasan karena K_1O_2 dari asam lemak hanya sampai ke derajat pembuahan. Izquierdo *et al.*, (2001) menyatakan bahwa pada beberapa spesies ikan, nutrisi seperti asam lemak dan vitamin hanya berpengaruh terhadap kualitas telur dan derajat pembuahan sementara menurut Sinjal (2014) hormon memberikan respon yang baik terhadap reproduksi induk lele dumbo baik terhadap tingkat kematangan gonad, tingkat fertilisasi, daya tetas telur, dan sintasan larva.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah faktor K (kroto) dan faktor O (PMSG+AD/Oodev) selama 8 minggu masa pemeliharaan tidak berpengaruh terhadap fekunditas relatif mas koki betina. Interaksi keduanya pada minggu ke-8 masa pemeliharaan mempengaruhi derajat pembuahan-penetasan, dan fekunditas relatif mas koki betina. Sementara perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan K_2O_2 dengan dosis kroto sebesar 30 g/kg ikan dan *oocyte developer* sebesar 0,5 ml/kg pakan.

Daftar Pustaka

- Al-Khalaifah, H.S., Amer, S.A., Al-Sadek, D.M.M., Khalil, A.A., Zaki, E.M., & El-Araby, D.A. 2020. Optimizing the Growth, Health, Reproductive Performance, and Gonadal Histology of Broodstock Fantail Goldfish (*Carassius auratus*, L.) by Dietary Cacao Bean Meal. *Animals (Basel)*. Vol 10(10):1808. doi: 10.3390/ani10101808.
- Aziz, E.A., & Kalesaran, O. 2017. Pengaruh Ovaprim, Aromatase Inhibitor, dan Hipofisa terhadap kualitas Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Budidaya Perairan*. Vol 5(1): 12-20.
- Burmansyah, Muslim, & Fitriani, M. 2013. Pemijahan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Semi Alami dengan Sex Ratio Berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. Vol 1 (1) :23-33.
- Debnanth S. 2010. A Review On The Physiology Of Insulin-Like Growth Factor-I (IGF-I) Peptide in Bony Fishes and Its Phylogenetic Correlation in 30 Different Taxa of 14 Families of Teleosts. *Advances in Environmental Biology*. Vol 5 (1):3 1-52.
- Dhewantara, Y.L., & Rahmatia, F. 2017. Rekayasa Maturasi Menggunakan Hormon Oodev terhadap Ikan Synodontis (*Synodontis* sp). *Jurnal Akuatika Indonesia*. Vol 2 (1):35-42
- Fadli, A., Nuraini, & Alawi, H. 2016. Pengaruh Pemberian Jenis Pakan Yang Berbeda terhadap Mutu Gonad Calon Induk Ikan Ingir-ingir (*Mystus nigriceps*). *Journal Online Mahasiswa Fakultas*

- Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. Vol 3(2): 1-13.
- Fajrin, C.N. 2012. Penambahan Ekstrak Tauge dalam Pakan untuk Meningkatkan Keberhasilan Pemijahan Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 3 (3):51-60.
- Febnikayani, S., Rostika, R., Agung, M.U.K., & Herawati, T. 2018. Pengaruh Penambahan Tepung Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*) pada Pakan Komersial terhadap Tingkat Kematangan Gonad Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 9 (2):103-111.
- Ginting, A.S., Usman, & Dalimunthe, M. 2014. Pengaruh Padat Tebar terhadap Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) yang Dipelihara di Sistem Resirkulasi. *Jurnal Aquacostmarine*. Vol 5 (4): 104-113.
- Izquierdo, M.S., Fernandez, P.H., & Tacon, A.G.J. 2001. Effect of Broodstock on Reproductive Performance in Fish. *Aquaculture*. Vol 19: 25-42.
- Kobayashi, M., Morita, T., Ikeguchi, K., Yoshizaki, G., Suzuki, T., & Watabe, S. 2006. In vivo biological activity of recombinant goldfish gonadotropins produced by baculovirus in silkworm larvae. *Aquaculture*. Vol (256): 433-442.
- Ladisa, C., Ma, Y., & Habibi, H.R. 2021. Seasonally related metabolic changes and energy allocation associated with growth and reproductive phases in the liver of male goldfish (*Carassius auratus*). *Journal Proteomics*. Vol 241):104237. doi: 10.1016/j.jprot.2021.104237.
- Lubzens, E., Young, G., Bobe, J., & Cerdà, J. 2010. Oogenesis in teleosts: How fish eggs are formed. *General and Comparative Endocrinology*. Vol (165): 367-389.
- Marlianingrum P.R., Suhana, I.S. 2022. Ornamental fish export during the Covid-19 pandemic. *AACL Bioflux*. 15(6):2999-3011.
- Nainggolan, A., Sudrajat, A.O., Utomo, B.P., & Harris, E. 2015. Peningkatan Kinerja Reproduksi, Kualitas Telur dan Larva melalui Suplementasi Spirulina Dikombinasikan dengan Injeksi *Oocyte developer* pada Induk Ikan Lele (*Clarias* sp.) Betina. *Jurnal Riset Akuakultur*. Vol 10(2):199-210.
- Noviantoro, A., Sudaryono, A., & Nugroho, R.A. 2015. Pengaruh Pemberian Omega-3 dan Klorofil dalam Pakan Terhadap Fekunditas dan Derajat Penetasan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. Vol 4(4): 95-100.
- Prayoga, B. 2013. *Kupas Tuntas Budidaya Kroto Cara Modern*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Reza, A., Rakhi, S., Hossen, M., Takahashi, K., & Hossain, Z. 2013. Enhancement of reproductive performances of Gangetic leaf fish, *Nandus nandus* through up regulation of serum Ca²⁺ concentration, improved morphological alteration of liver and ovary with dietary polyunsaturated fatty acids. *Fish The Journal of Physiology and Biochemistry*. Vol 39: 779-791.

- Rosid, M.M., Yusanti, I.A., & Mutiara, D. 2019. Tingkat Pertumbuhan dan Kecerahan Warna Ikan Komet (*Carassius auratus*) dengan Penambahan Konsentrasi Tepung *Spirulina* sp. pada Pakan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. Vol 14 (1): 37-44.
- Saha, M. & Bandyopadhyay, P. 2020. In vivo and in vitro antimicrobial activity of phytol, a diterpene molecule, isolated and characterized from *Adhatoda vasica* Nees. (Acanthaceae), to control severe bacterial disease of ornamental fish, *Carassius auratus*, caused by *Bacillus licheniformis* PKBMS16. *Microbial Pathogenesis*. Vol(141): 103977.
10.1016/j.micpath.2020.103977.
- Salas, A.A.O. & Bustamante, H.R. 2007. Initial Sexual Maturity and Fecundity of the Goldfish *Carassius auratus* (Perciformes : Cyprinidae) Under Semi-Controlled Conditions. *Article in Revista de biologia tropical*. Vol 54 (4): 1113-1116.
- Septiani, A. 2019. *Induksi Pematangan Gonad Ikan Sidat (Anguilla bicolor bicolor) Menggunakan Oodev dan Ekstrak Kelenjar Hipofisa Ikan Lele. (Skripsi)*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Sinjal, H., Ibo, F., & Pangkey, H. 2014. Evaluasi Kombinasi Pakan dan Estradiol 17 B terhadap Pematangan Gonad dan Kualitas Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. Vol 1(1): 97-112.
- Suhenda, N. & Samsudin, R. 2009. *Pematangan Gonad Ikan Baung melalui Perbaikan Pakan Induk (Dempond)*. Laporan Seminar Hasil Riset T.A. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar.
- Tomasoa, A.M., Azhari, D., & Balansa, W. 2018. Pertumbuhan dan Pematangan Gonad Ikan Giru *Amphiprion clarki* yang diberi Pakan Mengandung Hormon Oodev. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. Vol 9(2) :163-168.
- Wadi, H., Yusnaini., & Idris, M. 2018. Respon Pemberian Ekstrak Hipofisa Ayam Broiler dengan Dosis Berbeda Terhadap Ovulasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Betina. *Media Akuatika*. Vol 3(2): 617-629.
- Waspada, A.J. 2012. Performa Reproduksi Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) dalam Merespons Tingkat Penambahan Tepung Kroto pada Formulasi Pakan Berbasis Bahan Baku Lokal. *International Journal of Agriculture Systems*. Vol 2 (2): 47-53.
- Yaron, Z., Gur, G., Melamed, P., Rosenfeld, H., Elizur, A., & Levavi-Sivan, B. 2003. Regulation of fish gonadotropins. *Int. Rev. Cytol.*, 225, 131–185.
- Yaron, Z., & Levavi-Sivan, B. 2011. Endocrine Regulation of Fish Reproduction. *Encyclopedia of Fish Physiology: from Genome to Environment* . *Academic Press*. Vol 2: 1500-1508.

