



## Perkembangan Testis pada Ikan Cupang (*Betta splendens*) Varietas Halfmoon pada Berbagai Variasi Fotoperiod Selama Pemaparan 35 hari.

### Développement Testiculaire chez Poisson Combattant (*Betta splendens*), variété de Demi-lune, Subis 35 jours de Différents Régimes de Photopériodes.

Rika Prihati Cahyaning Pertiwi<sup>1)</sup>, Isdy Sulistyo<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> *Programme d'Étude de Gestions de Ressources Aquatiques, Faculté 'Halieutiques et Sciences Marines, Université de Jenderal Soedirman, Purwokerto*

Jalan dr. Suparno, Kompleks GOR Soeliso Soedarman, Karangwangkal, Purwokerto

\* auteur correspondant: [isdy.sulistyo@unsoed.ac.id](mailto:isdy.sulistyo@unsoed.ac.id)

Diterima: 15 Juli; Disetujui: 20 Agustus

#### ABSTRAK

Ikan cupang (*Betta splendens*) merupakan salah satu ikan hias air tawar bernilai komersial tinggi. Permintaan pasar terus meningkat, dan berpeluang besar untuk budidayanya. Benih berkualitas dan berkuantitas dapat diperoleh melalui manipulasi fotoperiod. Tujuan penelitian untuk menentukan pengaruh fotoperiod terhadap perkembangan testis ikan cupang strain halfmoon. Rancangan acak lengkap diterapkan untuk menguji 3 perlakuan dalam 5 ulangan masing-masing. Perlakuan terdiri dari P1 (10 jam terang L dan 14 jam gelap D), perlakuan P2 (14 jam L dan 10 jam D) dan perlakuan P0 (12 jam L dan 12 jam D). Lama pemeliharaan ikan cupang selama 35 hari di Laboratorium Sumberdaya Akuatik FPIK Unsoed. Hasil Anova menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ) pada perlakuan 14 jam L dan 10 jam D, yang tahapan spermatogenesisnya tertinggi ( $54,78 \pm 16,64\%$ ). Penelitian ini menunjukkan bahwa ikan cupang jantan dengan perlakuan fotoperiod P2 (14 jam L dan 10 jam D) dapat mempercepat proses kematangan testisnya.

Kata Kunci : *Betta splendens*, Fotoperiod, Halfmoon, Reproduksi.

#### ABSTRACT

Fighting fish (*Betta splendens*) is one of the fresh water ornamental fish with highly commercial value. Market demand increases, leading then to opportunities for cultivation. Quality and quantity of fries could be achieved by manipulating photoperiod regimes. This study aimed to determine the effect of photoperiods on the testis development of halfmoon strains of fighting fish. A completely randomized design was run to test 3 treatments in quintuplicates. The fish were reared under treatment P1 (10 hours light L and 14 hours dark D), treatment P2 (14 hours L and 10 hours D) and treatment P0 (12 hours L and 12 hours D). The fish were maintained for 35-d, in Aquatic Resources Laboratory of FPIK Unsoed. The results showed that treatment P2 was significantly different ( $P < 0.05$ ), which the highest spermatogenesis stage ( $54.78 \pm 16.64\%$ ) was obtained. The study concluded that male fighting fish under P2 photoperiod could accelerate testicular maturation.

Keywords : *Betta splendens*, Halfmoon, Photoperiod, Reproduction.

## INTRODUCTION

La disponibilité de frais devient importante pour réussir l'aquaculture, surtout en éclosérie. Les facteurs, considérés lors des choix de frais, sont la qualité, la quantité, et la disponibilité de géniteurs. Les poissons d'ornements d'eaux douces ont été de plus en plus importants, surtout pour l'exportation (Bachtiar, 2004). Kusriani (2010) a constaté qu'il y avait 400 espèces de poissons d'ornements en Indonésie. Le poisson combattant (*Betta splendens*), devenu l'un de poissons d'ornements populaires, s'élève et s'adapte facilement en confinement (Untung et Perkasa, 2000; Prasadi, 2019).

*B. splendens* possède des différentes formes de nageoires caudales, comprenant, crown-tail, demi-lune, queue-de-peigne, ou queue-de-voile (Yustina et al., 2003). Le mâle de combattant présente des avantages, par rapport la femelle, parce que le prix plus élevé, plus d'esthétiques de la forme et de la couleur (Arfah et al., 2013). L'aquaculture concerne strictement à la disponibilité de frais, c'est-à-dire, soit la qualité, la quantité, ou la continuité. La maturité de gonades affecte la qualité de frais. Pour ceci, un contrôle sur le cycle de reproduction chez les poissons en confinement devrait s'appliquer pour assurer la qualité et la quantité exigées. Un poisson normalement s'expose plusieurs signaux environnants. L'un d'entre eux est la lumière qui se transfère vers l'hypothalamus et l'hypophyse, puis gonades (Almeida et al., 2009). Nous proposons, dans ce cas-là, une approche d'évaluer la performance de reproduction en appliquant les différents régimes de photopériodes.

La photopériode se manifeste comme le changement de la lumière, solaire ou artificielle, durant 24 heures. Cette lumière, quotidiennement, se divise en 12 heures d'éclairage et en 12 heures d'obscurité. Dans certaines régions sur le globe, selon Sulisty (2008), 12 heures d'éclairage se contractent ou se prolongent, de même pour l'obscurité. D'après Bromage et al. (2001), la lumière arrive sur la rétine, reçu par un photorécepteur, qui se transfère à l'hypothalamus en provoquant les réponses de la glande pinéal pour délivrer la mélatonine. La mélatonine, elle-même, s'augmente en obscurité, et au contraire, se diminue en pleine lumière. La mélatonine affecte l'hypothalamus afin de sécréter le GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone), qui pousse, à son tour, le pituitaire de produire le GtH (Gonadotropin Hormone). Le GtH joue à un rôle conséquent dans la reproduction de poissons.

La photopériode est utilisée également dans l'induction de la ponte. Navarro (2012) a informé que la photopériode synchronisée a donné l'effet direct à la maturation des testicules et des ovaires. Sulisty (2008) a reporté qu'une photopériode de 10 heures E et 14 heures O (10 heures d'éclairage et 14 heures d'obscurité) sous 25°C de l'eau a augmenté les indices gonadosomatiques chez les femelles de *Mystus nigriceps*. L'investigation de Lee et al. (2017) a évoqué que le traitement de 14 heures E 10 heures O a pris la maturation des ovaires et testicules de *Chromis notata* par rapport les traitements de 10 heures E et 14 heures O ou 12 heures E et 12 heures O.

## MATIÈRES ET MÉTHODES

### Matières

Quelques équipements sont déployés, comme suivants: 15 aquariums en 2-L de volume, un filet de pelle, une cuiller en plastique, une lampe en LED General Lightning 11 watt (428 lux), les minuteurs analogues, une règle, l'ensemble de dissection, les pinces, les flacons, un pesage électrique (Pocket Scale CHQ) 0,01 g en précision, un pesage analytique Ohaus (Advendurer) 0,001 g de précision, les tubes micros, les étiquettes, les files, le ruban adhésive, un poêle, un four (Memmert), les moules de montage, un microtome (Thermo scientific microm HM 325), un bain chaud, la glacière, un paquet glace bleu, les objectifs, les couvercles, un microscope (Olympus CX33), un luxmètre, un multi-paramètres.

Les matériels sont suivants : la Bouin solution, l'alcool 70%, l'alcool 96%, le xylo I, le xylo II, les paraffines I et II, et les paraffines pures, l'hématoxyline, l'éosine, blancs d'œufs, et le baume de canada. Pesant entre 4,3-6 cm, les mâles des poissons combattants, de variété de demi-lune, ont fait l'objet de cette étude.

### Méthode de Recherche

Une méthode expérimentale a appliqué une Conception Complètement Aléatoire (*Completely Randomized Design*) pour tester trois traitements des photopériodes, c'est-à-dire, traitement P1 (10 heures éclairage et 14 heures obscurité, 10 heures E et 14 heures O), traitement P2 (14 heures E et 10 heures O), et traitement P0 (12 heures E et 12 heures O). Chaque traitement a été compris de 5 unités de

répétitions, contenant un individu de poisson, donnant au total 15 unités d'aquariums. Les poissons ont été cultivés pendant 35 jours sous les traitements des photopériodes.

Les aquariums, dont les poissons à l'intérieur, ont été positionnés et couverts avec les sacs en plastiques noirs, éclairés par les lampes LED. Les lampes ont été contrôlées, de façon automatisée, par une minuterie analogue selon les traitements, donc les durés d'éclairages ou d'obscurités.

Les données dans cette étude ont consisté en étapes de spermatogénèses de poissons combattants, qui se sont composés les spermatogonies, les spermatocytes primaires, les spermatocytes secondaires, les spermatides, et les spermatozoïdes. Les paramètres de l'eau, étant la température, le pH, l'O<sub>2</sub> dissoutes, ont été également mesurés.

Cet expérimente a été conduit au laboratoire de Ressource Aquatique à la Faculté d'Halieutiques et Sciences Marines, Université de Jenderal Soedirman, pendant 35 jours. Durant la recherche, les poissons se nourrissaient une fois par jour les tubifex de 0,1g entre 08.00-09.00 heures. Le changement d'eaux s'est fait hebdomadaire. Après 35 jours, tous les individus ont été sacrifiés pour enlever leurs testicules, ayant été ensuite placés dans les flacons contenant la solution de Bouin. Ces échantillons ont été a pour but le processus d'histologie classique.

Les observations histologiques sur les objets se sont données les résultats des nombres de cellules de chaque étape de spermatogénèses. Les nombres de cellules, afin d'obtenir leur proportions, ont été placées dans le formule suivant (Sulistyo et al., 2000):

$$\text{Proportion d'étape X} = \frac{\sum \text{cellules de spermatogèneses d'étape X}}{\sum \text{cellules spermatogèneses totales}} \times 100$$

À savoir qu'X était certaine étape de spermatogèneses.

Les données de proportion de toutes étapes de spermatogèneses, c'est-à-dire, les spermatogonies, les spermatocytes primaires, les spermatocytes secondaires, les spermatides, et les spermatozoïdes, ont eu fait l'objet d'analyse de variance. Les données ont été présentées en diagrammes bâtonnés. Les paramètres de qualités d'eaux se sont discutés en descriptives.

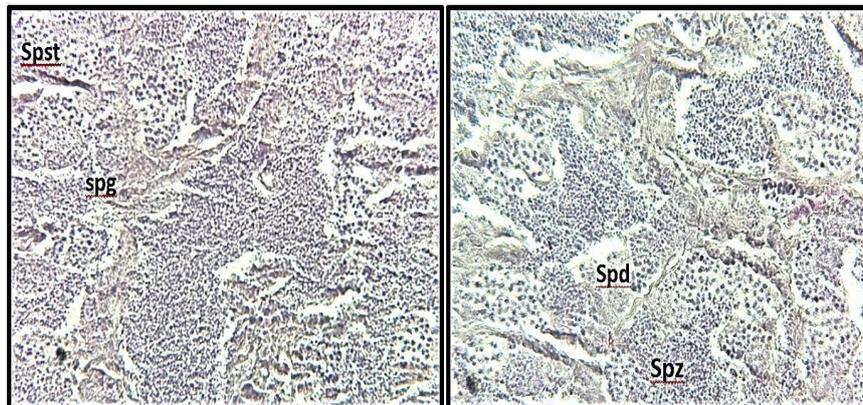
### RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les spermatogèneses doivent passer aux spermiogèneses, d'où les spermatides se transforment en sper-

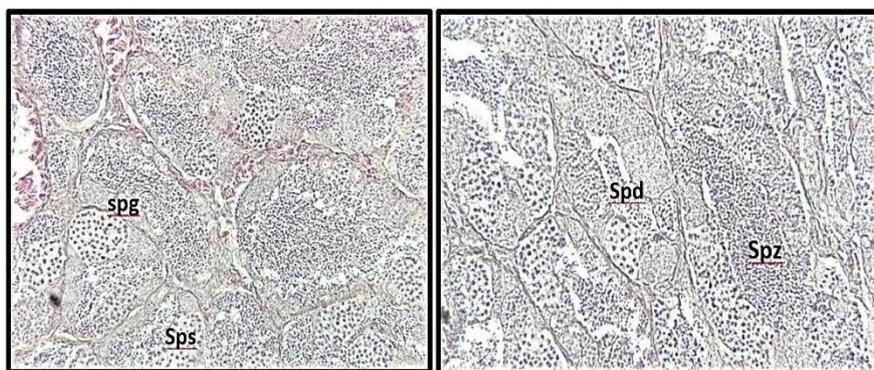
matozoïdes. Les testicules de combattants, comme chez d'autres poissons, présentent un pair de lobules (Haryani et al., 2008). Les testicules de combattant montrent, après 35 jours d'élevage, une figure histologique comme suivant (figure 1 & figure 2):

Toutes les étapes de spermatogèneses, obtenues de cette étude, calculées en proportions, sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 démontre que le traitement P2 (14 heures E et 10 heures O) contient des cellules spermatozoïdes plus élevées (54,78 ± 16,64%). Le traitement P1 (10 heures E et 14 heures O) le suit, ayant 40,19 ± 7,66%, alors que le traitement P0 (12 heures E et 12 heures O) a 37,09 ± 17,21%. L'analyse de variiances résulte que le traitement P2 (14 heures E et 10



**Figure 1.** Coupe histologique des testicules de *B. splendens*, variété demi-lune, du traitement P0. Spg (Spermatogonies), Spst (Spermatocytes), Spd (Spermatides), Spz (Spermatozoïdes).



**Figure 2.** Coupe histologique des testicules de *B. splendens*, variété demi-lune, du traitement P1. Spg (Spermatogonies), Sps (Spermatocytes), Spd (Spermatides), Spz (Spermatozoïdes).

**Tableau 1.** Moyennes proportions (en %) des étapes de spermatogénèses chez les combattants de variété demi-lune sous les traitements testés.

Traitements	Spermatogonies	Spermatocytes	Spermatides	Spermatozoïdes
P1 (10 heures E et 14 heures O)	30,58 ± 9,33	13,14 ± 0,44	16,09 ± 5,08	40,19 ± 7,66
P2 (14 heures E et 10 heures O)	14,61 ± 9,35	13,18 ± 6,52	17,43 ± 6,25	54,78 ± 16,64
P0 (12 heures E et 12 heures O)	17,78 ± 6,71	28,67 ± 16,17	16,47 ± 4,19	37,09 ± 17,21

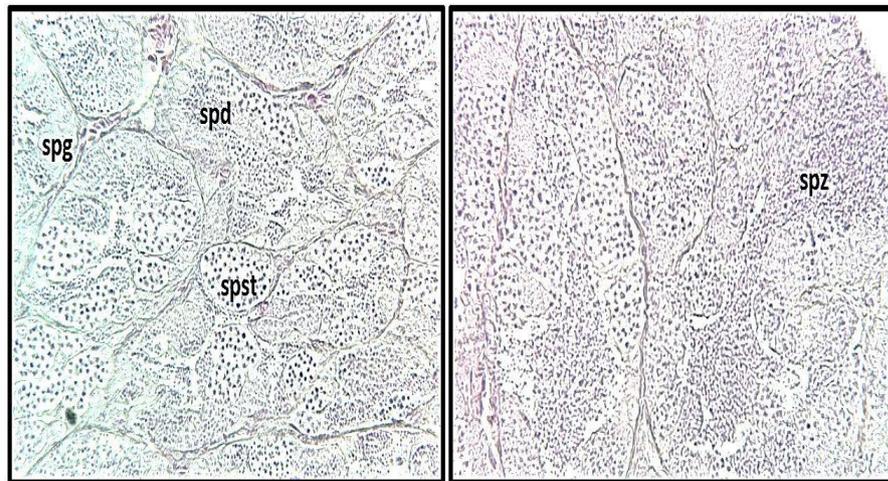
heures O) diffère significativement ( $P < 0,05$ ) avec les deux autres traitements. Ceci met à l'épreuve que la photopériode de P2, pour 35-jours d'élevage, est capable d'avancer le développement de testicules de ce poisson.

Le traitement P2 (14 heures E et 10 heures O) est efficacement suffisant pour améliorer la maturation de testicules de *B. splendens*, notamment de variété demi-lune. Ce résultat s'accorde avec Bromage et al., (2001) que les photopériodes ont causé la rétine de répondre en produisant la mélatonine dans la glande pinéale. D'après Sarto et Moeljono (2000), la mélatonine s'augmente dans l'obscurité de certaine durée, cependant elle se diminue en plaine luminosité. La lumière, en effet, inhibe le système de mélatonine dans la glande pinéale.

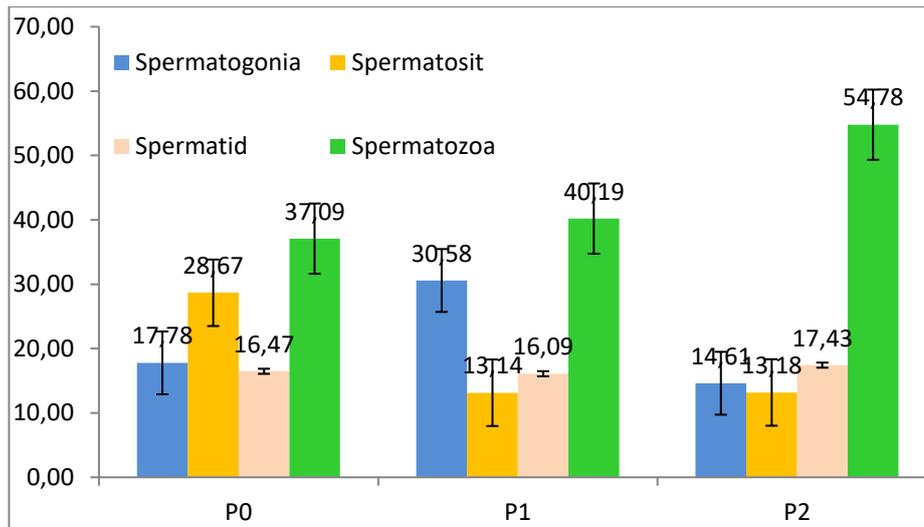
La mélatonine ordonne l'hypothalamus de sécréter le GnRH qui a son tour stimule la glande pituitaire de produire le GtH. Celui-ci joue à un rôle dans la reproduction en générale. La lumière prend un important rôle dans la synchronisation de ponte. Derrière tout, le photorécepteur dans la rétine représente l'organe marquant dans tous les mécanismes de reproduction des poissons (Bromage et al., 2001).

Les résultats de cette étude s'adaptent avec les précédentes investigations, par exemple Maitra et al. (2006) ou Ngasainao et Lukram (2016). Ils ont reporté que les principaux facteurs déterminant les succès de reproduction sont l'organe pinéale, la mélatonine, et la lumière.

Amano et al. (1995) ont confirmé qu'une photopériode de 16 heures E et 8 heures O n'a pas été éprouvé



**Figure 3.** Coupe histologique des testicules de *B. splendens*, variété demi-lune, du traitement P2. Spg (Spermatogonies), Spst (Spermatocytes), Spd (Spermatides), Spz (Spermatozoïdes).



**Figure 4.** Proportions des étapes de spermatogénèses de *B. splendens*, de variété demi-lune, après 35-jours sous les différentes photopériodes.

**Tableau 2.** Paramètres de qualité d'eaux

Paramètres	Qualité d'eaux			Tolérantes valeurs
	P0	P1	P2	
Température (°C)	27-28	27-28	27-28	25,5 – 32,7 (Hidayatullah et al., 2015)
pH	7	7	7	6,5 – 9 (Dolan, 2015)
Oxygène Dissoute (mg/l)	7	7	7	4,0 – 7,0 (Hidayatullah et al., 2015)

d'avancer le développement de testicules de saumon (*Oncorhynchus masou*), par rapport celle de 8 heures E et 16 heures O, pendant 4 mois d'élevage sous une lampe de 10 Watts. L'étude de Lee et al. (2017) a approuvé que, chez les Poisson-demoiselle *Chromis notata* pendant 2 mois d'élevage, une photopériode 14 heures E et 10 heures O a déterminé la maturation des ovaires et des testicules, contrairement avec celle de 10 heures E et 14 heures O dan 12 heures E et 12 heures O.

Figure 4 expose les proportions des étapes de spermatogénèses chez les combattants. Noter que P1, P2, et P0 indiquent les photopériodes de traitements (Figure 4).

La Figure 4 montre des variations des étapes de spermatogénèses de chaque traitement. Cependant, dans chaque traitement, les testicules ont été

dominés des spermatozoïdes, montrant les testicules en fait se sont en très à la phase finale de spermatogénèses. Les proportions de spermatozoïdes, atteignant  $54,78 \pm 16,64\%$  (traitement P2, 14 heures E et 10 heures O), ont dominé celles de deux autres traitements. Haryani et al. (2008) a constaté que la phase finale de spermatogénèses a été marquée par la domination de spermatozoïdes. Ce phénomène a prouvé que, les 35-jours d'élevage, les poissons se sont arrivés à la fin de la maturation de testicules. Nurhidayat et al., (2017) a noté que les testicules en maturation les spermatozoïdes ont été plus abondant.

Le Tableau 2 présente tous les paramètres de la qualité d'eaux durant la période d'élevage étant classé encore dans les valeurs tolérantes. Extrada et al., (2013) a reporté que la tempé-

rature a été un facteur déterminant le métabolisme et la dissolution de gaz dans l'eau.

## CONCLUSION

Les différents régimes de photopériodes ont provoqué le développement de testicules de *B. splendens*, de variété demi-lune. Toutes les étapes de spermatogénèses, c'est-à-dire, les spermatogonies, les spermatocytes, les spermatides, et les spermatozoïdes, ont été significatives selon les traitements. Les traitements de P0, P1, et P2 ont présentés les différents développements de testicules. Dans le traitement photopériodique P2 (14 heures E et 10 heures O), les spermatozoïdes ont rattrapé  $54,78 \pm 16,64\%$  et ont été différents significativement ( $P < 0,05$ ). Pendant les 35-jours d'élevage, dans tous les traitements de photopériodes, les testicules ont dépassé leur maturation après avoir passé la phase reproductive précédente.

## REFERENCES

- Almeida, F.F., Taranger, G.L., Norberg, B., Karlsten, O., Bogerd, J., and Schulz, R. W. 2009. Photoperiod-Modulated Testis Maturation in Atlantic Cod (*Gadus morhua* L). *Biology reproduction*, 80: 631-640.
- Amano, M., Iwano, M., Ikuta, K., Kitamura, S., Yamada, H., Yamamori, K. 2000. Role of Melatonin in Gonadal Maturation of Underyearling Precocious Male Masu Salmon. *Gen. Comp. Endoc.* 120: 190-197.
- Amano, M., Susumu, H., Shoji, K., Kazumasa, I., Yuzuru, S., Akihisaka, U., Katsumi, A. 1995. Short Photoperiod Accelerates Preoptic and Ventral Telencephalic Salmon GnRH Synthesis and Precocious Maturation in Under yearling Male Masu Salmon. *General and Comparative Endocrinology*, 99: 22-27.
- Arfah, H., Dinar, T.S., Asep, B. 2013. Masculinisation de Poissons Combattant *Betta splendens* en Trempant les Embryon dans l'Extrait de Boucage des Alpes *Pimpinella alpina* (*Maskulinisasi Ikan Cupang Betta splendens Melalui Perendaman Embrio dalam Ekstrak Purwoceng Boucage des Alpes Pimpinella alpina*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2): 144-149.
- Bachtiar, Y. 2004. Élevage de Poissons d'Ornements pour Exportation (Budidaya Ikan Hias Air Tawar untuk Ekspor). Agromedia Pustaka. Depok.
- Biswas, A.K., Morita, G., Yoshizaki, M., Maita, T., Takeuchi. 2005. Control of Reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L) by Photoperiod Manipulation. *Aquaculture*, 243: 229-239.
- Bromage, N., Porter, M., Randall, C. 2001. The Environmental Regulation of Maturation in Farmed Finfish with Special Reference to The Role Photoperiod and Melatonin. *Aquaculture*, 197: 63-98.
- Dolan, A. 2015. The Effect of Aquarium Size and Temperature on Color Vibrancy, Size and Physical Activity in *Betta splendens*. Biology: Maryville College.
- Extrada, E., Taqwa, F. H., Yulisman. 2013. Survie et Croissance des Alevins de Poisson-Serpent

- Rayé (*Channa striata*) dans différents Niveaux d'Eaux en Élevage (Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gabus **Channa striata** pada Berbagai Tingkat Ketinggian Air media pemeliharaan). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 1(1): 103-114.
- Haryani, G. S., Lukman., Triyatno. 2008. Développement Gonadique chez les Anguilles (*Anguilla marmorata*) du Lac de Poso (Perkembangan Gonad Ikan Sidat (*Anguilla marmorata*) di Danau Poso). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 8 (1): 35-39.
- Hidayatullah, S., Muslim, Taqwa, F. H. 2015. Nursery des Larves de Poisson-Serpent Rayé (*Channa striata*) dans Bacs en Bâches avec Différentes Densités (Pendederan Larva Ikan Gabus (*Channa striata*) di Kolam Terpal dengan Padat Tebar Berbeda). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 2(1): 61-70.
- Kusrini, E. 2010. Élevage des Poissons d'Ornements pour Support de Développement National en Indonésie (*Budidaya Ikan Hias Sebagai Pendukung Pembangunan Nasional Perikanan di Indonesia*). *Media Akuakultur*, 5(2):109-114.
- Lee, C.H., Young, J.P., Young, D.L. 2017. Effects of Photoperiod Manipulation on Gonadal Acitivity of the Damselfish, *Chromis notata*. *Dev Reprod*, 21(2): 223-228.
- Lim, S.H., Yeong, K.K., Byung, S.C., Dong, H.K. 2014. Spermatogenesis of Siamese Fighting Fish, *Betta splendens*, Osphronemidae, Teleostei. *Applied Microscopy*, 44(1): 1-7.
- Lima, J.W.O., L.P.G. Cavalcanti., R.J.S. Pontes., J. Heukelbach. 2010. Survival of *Betta splendens* Fish (Regan, 1910) in Domestic Water Containers and Its Effectiveness In Controlling *Aedes aegypti* Larvae (Linnaeus, 1762) In Northeast Brazil. *Tropical Medicine and International Health*, 15(12): 1525-1532.
- Maitra, S. K., M. Seth., And A. Chatteraj. 2006. Photoperiod, pineal photoreceptors and melatonin as the signal of photoperiod in the regulation of reproduction in fish. *J Endocrinol Reprod*. 2: 73-87.
- Mujimin. 2008. Histologie de Différents Stades de Développement Gonadique chez Loche Saumonée *Plectropomus leopardus* (*Histologi Berbagai Jenis Tingkatan Gonad Ikan Kerapu Sunu Plectropomus leopardus*). *Bul. Tek. Lit. Akuakultur*. 7 (2): 101-103.
- Navarro, R. D., Fernanda, K. S. P. N., Oswaldo, P. R. F., Walter, M. F., Marcelo, M. P., Jose, T. S. F. 2012. Quality of Polyunsaturated Fatty Acid in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed with Vitamin E Supplementation. *Food Chemistry*, 134:215-218.
- Ngasianao, M. R., et Lukram, I. M., 2016. A Review on Melatonin and its Prospects in Fish Aquaculture. *Journal of Zoologi Sciences*. 4 (3): 34-41
- Nurhidayat, L., Febrina, N .A., Bambang, R. 2017. Indices Gonadosomatiques et Structure Histo-

- logique de Gonades chez Loche Fasciée *Nemacheilus fasciatus*, Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1846. (*Indeks Gonadosomatik dan Struktur Histologis Gonad Ikan Uceng **Nemacheilus fasciatus**, Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1846*). *Biosfera*, 34(2): 67-74.
- Prasadi, O. 2019. Utilisation de Champ Étroit pour Élevage de Poissons Combattants à Mertasinga, Cilacap (*Pemanfaatan Lahan Sempit sebagai Tempat Budi-daya Ikan Cupang di Mertasinga, Cilacap*). *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 10(1): 83-88.
- Sari, M.R., Windarti., Sukendi. 2017. Manipulation Photopériodique pour Déclencher Développement Gonadique chez *Ompok hypophthalmus* (*Manipulasi Fotoperiode Untuk Memacu Perkembangan Gonad Ikan Selais **Ompok hypophthalmus***). *Berkala Perikanan Terubuk*, 45(1): 112-124.
- Sarkar, A., Upadhyay, B. 2011. Influence of photoperiode and temperature on reproduction and gonadal maturation in goldfish: *Carasius auratus*. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 2 (4): 352-358.
- Sarto, M. And Moeljono, E. 2000. Taux hormonal de Testostérone chez Prématuré Surmulot *Rattus norvegicus* L. sous Différents Régimes Photopériodiques (*Kadar Hormon Testosteron Tikus Putih **Rattus norvegicus** L. Pradewasa pada Fotoperiode Berbedada*). *Biologi*. 2 (9): 543-552.
- Schulz, R. W., Andersson, E., Tarranger, G. L. 2006. Photoperiod Manipulation Can Stimulate or Inhibit Pubertal Testis Maturation in Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Animal reproduction*, 3(2): 121-126.
- Siby, L. S., Rahardjo, M. F., Sjafei, D. S. 2009. Biologie de Reproduction de *Glossolepis incises* du Lac de Sentani (*Biologi Reproduksi Ikan Pelangi Merah **Glossolepis incises**, Weber 1907 di Danau Sentani*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 9 (1): 49-61.
- Singh, R., S.K. Chaturvedi., and Abhinav. 2010. Effect of photoperiod and temperature on testicular regression in *Channa punctatus*. *Journal of Environmental Biology*. 31: 307-310.
- Skjaeraasen, J. E., Salvanes, A. G. V., Karlsen., Dahle R., Nilsen, T., Norberg, B. 2004. The Effect of Photoperiod on Sexual Maturation, Appetite and Growth in Wild Atlantic Cod *Gadus morhua* L. *Fish Physiology and Biochemistry*. 30:163-174.
- Srikrishnan, R., Hirimuthugoda, N., Rajapakshe, W. 2017. Evaluation of growth performance and breeding habits of fighting fish (*Betta splendens*) under 3 diets and shelters. *Journal of Survey Fisheries Sciences*. 3 (2) : 50-56.
- Sulistyo, I., Fontaine, P., Rinchar, J., Gardeur, J., Migaud, H., Capdeville, B., & Kestemont, P. 2000. Reproductive cycle and plasma levels of steroids in male Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquatic Living Resources*, 13(2) : 99-106.

- doi:10.1016/S0990-7440(00)00146-7.
- Sulistyo, I. 2008. Effect of Photo-thermal Changes on Fish Reproductive Performance (Possible Impacts of Global Warming). Paper presented orally at International Seminar on Optimization of Fisheries and Marine Science Resources of Supporting Food Safety and Aquatic Healthy in Anticipate of Global Warming., Aquaculture Department, Faculty of Veterinary Medicine, Airlangga University, Surabaya; 4th August 2008.
- Untung, O. et Perkasa, B. E. 2000. Produire les Poissons Combatant (*Mencetak cupang adu jagoan*). Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wahyudewantoro, G. 2017. Connaitre Poissons d'Ornements (*Betta sp*) qui Se Battre (*Mengenal Cupang **Betta sp** Ikan Hias yang Gemar Bertarung*). *Warta Iktiologi*, 1(1): 28-32.
- Yustina, A., et Darmawati. 2003. Taux d'Éclos et de Croissance de Larves de Poissons Combatants *Betta splendens* dans Habitat Artificiel (*Daya Tetas dan Laju Pertumbuhan Larva Ikan Hias **Betta splendens** di Habitat Buatan*). *Jurnal Natur Indonesia*, 5(2): 129-132.
- Yusuf, A., Koniyo, Y., Muharram, A. 2015. Effets de Différents Taux d'Alimentations en Larves de Moustiques sur Croissance de Larves de Poisson Combattant (*Pengaruh Perbedaan Tingkat Pemberian Pakan Jentik Nyamuk terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Cupang*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3 (3) : 106-110.

### REMERCIEMENTS

Cette présente étude a été soutenue par la Gestion du Fonds de Dotation pour l'Éducation (LPDP) du Ministre de Finance, de La République Indonésienne. Ce fond a été conçu pour la recherche de RPCP en 2018-2020. Nous adressons également nos gratitudee à nos étudiants en Bac+4, du Groupe Betta 4<sup>e</sup> génération, de la Faculté d'Halieutiques et des Sciences Marines, de l'Université de Jenderal Soedirman, Purwokerto, qui ont pleinement participé dans la réalisation de recherche au laboratoire, ainsi que tous les techniciens. Le Groupe Betta 4<sup>e</sup> génération, en effet, s'est composé de : Isna Hidayah, Fajar Rulita, Dwiana Ratri Ayuningtyas, Novita Chrisnawati, Yuda Septiandanu, Zid Khusniati, Muhammad Fauzan Sarwono, Irhas Hadi Wibowo. Nous dédions aussi cette étude aux parents et à nos collègues qui ont soutenu moralement.