



PENGARUH HORMON ESTRADIOL-17 β DAN SUHU BERBEDA TERHADAP AGRESIVITAS BENIH IKAN LELE *Clarias gariepinus*

Hylda Khairah Putri¹

¹Program Studi Budidaya Perikanan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia.

Email: hyldakhairah@gmail.com

ABSTRAK

Fenomena kanibalisme pada ikan lele menjadi salah satu kendala dalam segmen pembenihan ikan lele yang menyebabkan tingginya mortalitas pada stadia larva dan benih. Kematian akibat kanibalisme dikuantifikasi sebagai penyumbang kematian lebih dari separuh kematian total selama masa pemeliharaan. Kanibalisme pada benih ikan lele diawali oleh tingkah laku agonistik yang merupakan indikasi perilaku agresif. Penggunaan Estradiol-17 β melalui mekanisme negative feedback diketahui mampu menurunkan perilaku agresif yang menyebabkan tindakan kanibalisme benih ikan lele. Selain itu, suhu menjadi faktor lingkungan yang memengaruhi tingkah laku ikan. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap faktorial. Ada dua faktor yang diuji dalam penelitian yaitu faktor pertama adalah dosis hormon estradiol 17 β (0 estradiol-17 β mg.kg⁻¹, 20 estradiol-17 β mg.kg⁻¹ dan 50 estradiol-17 β mg.kg⁻¹); dan faktor kedua adalah suhu media pemeliharaan (28 °C dan 31 °C). Hormon diberikan dengan metode *coating* menggunakan *sprayer* melalui pakan komersil. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pemberian dosis 50 mg.kg⁻¹ pada suhu 28 °C memiliki jumlah benih dengan ukuran luka yang lebih kecil dan perilaku agonistik dengan serangan di bagian perut dan ekor lebih rendah dibandingkan perlakuan lain. Hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan dosis 50 mg.kg⁻¹ pada suhu 28 °C dapat menekan tingkat agresivitas dan kanibalisme.

Kata Kunci: Benih, *Clarias gariepinus*, Estradiol-17 β , Perilaku Agonistik, Perilaku Agresif, Suhu.

PENDAHULUAN

Fenomena kanibalisme pada ikan lele menjadi salah satu kendala dalam segmen pembenihan ikan lele yang menyebabkan tingginya mortalitas pada stadia larva dan benih (Rahmadiyah, 2018; Putri, 2020; Siregar *et al.*, 2021). Kematian akibat kanibalisme diketahui dapat menyumbang kematian lebih dari separuh kematian total selama masa pemeliharaan (Krol dan Zakes 2016). Menurut Baras *et al.* (2010), intensitas kanibalisme tertinggi terjadi pada fase larva dan benih yang mengalami laju pertumbuhan yang tinggi.

Pada kegiatan budidaya, karakteristik kanibalisme terbagi menjadi dua tipe yaitu tipe I dan tipe II. Tipe I merupakan tipe "awal" yang terjadi pada fase larva. Tipe I tidak disebabkan pada keragaman ukuran ikan sedangkan tipe II adalah kanibalisme berlangsung akibat adanya pertumbuhan ikan yang cenderung heterogen (Xi *et al.*, 2017). Tipe kanibalisme akan I berlangsung pada kisaran ukuran ikan dengan panjang dari 8 mm hingga sekitar 45 mm. Ikan yang melakukan kanibalisme tipe I memiliki ciri-ciri menyerang pada ujung ekor hingga bagian

tubuh yang mengakibatkan kerusakan dan luka. Kanibalisme tipe ini berkaitan dengan ukuran mulut yang lebih besar atau gigi runcing yang tajam pada tahap ontogenetik awal (Hecht dan Appelbaum, 1988). Sifat kanibalisme pada benih ikan lele diduga disebabkan oleh perilaku agresif (Onwuteaka dan Prince, 2015). Agresivitas benih ikan lele dimodulasi oleh hormon testosteron (Forsatkar *et al.*, 2013).

Hormon testosteron ditransfer secara langsung oleh induk ke telur selama proses vitelogenesis (Paitz *et al.*, 2015). Nakamura (2013) melaporkan bahwa hormon testosteron juga tersimpan pada kuning telur hingga umur larva lima hari, dan meningkat seiring dengan perkembangan larva tersebut. Kadar testosteron yang tinggi pada larva dan benih diduga menyebabkan agresivitas dan selanjutnya mendorong kanibalisme. Perilaku agresif yang menjurus pada tindakan kanibalisme dapat dikuantifikasi sebagai persentase kematian ikan (Solomon dan Okomoda, 2012).

Salah satu cara untuk menekan kadar testosteron pada benih ikan lele dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kadar estrogen melalui mekanisme *negative feedback* (Dinsdale dan Ward, 2010). Penggunaan pakan yang mengandung estradiol-17 β terbukti menurunkan tingkat agresivitas dan kanibalisme pada ikan lele. Penelitian Putri *et al.* (2020), menunjukkan bahwa pemberian estradiol-17 β mampu menekan kanibalisme hingga 15,6%. Selanjutnya, Siregar *et al.* (2021) melaporkan bahwa pemberian estradiol-17 β memberikan pengaruh terbaik terhadap tingkat kanibalisme benih ikan lele. Menurut Trainor *et al.* (2006), estrogen memengaruhi regulasi perilaku agresif pada berbagai spesies hewan. Produksi estrogen dipengaruhi oleh lingkungan melalui mekanisme sintesis androgen dan non

androgen. Suhu merupakan faktor lingkungan yang dianggap sebagai salah satu faktor penting dalam aktivitas fisiologis pada ikan yang memiliki sifat poikilotermal (Sahoo dan Paul, 2017). Kochhann *et al.* (2015) melaporkan bahwa sifat agresif pada beberapa spesies ikan disebabkan oleh kenaikan suhu. Hal tersebut membuktikan bahwa sinyal estrogen yang terdapat pada tubuh ikan dan pengaruh suhu dapat sarana penting yang memberikan respons terhadap tingkah laku yang ditimbulkan oleh androgen.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap faktorial. Ada dua faktor yang diuji dalam penelitian yaitu faktor pertama adalah dosis hormon estradiol 17 β (0 estradiol 17 β mg.kg⁻¹ pakan, 20 estradiol 17 β mg.kg⁻¹ pakan dan 50 estradiol 17 β mg.kg⁻¹ pakan); dan faktor kedua adalah suhu pemeliharaan (28 °C dan 31 °C). Kombinasi perlakuan ditampilkan pada Tabel 1. Wadah yang digunakan dalam penelitian adalah akuarium berukuran 30x20x20 cm yang dilengkapi oleh *heater* dengan suhu perlakuan yang ditetapkan sebelumnya. Ikan yang digunakan adalah benih ikan lele berukuran 2.55 cm. Hormon estradiol 17 β yang digunakan berbentuk serbuk halus berwarna putih yang diproduksi oleh Argent Chemical Laboratories, USA. Hormon diberikan dengan metode *coating* menggunakan *sprayer* melalui pakan komersil.

Metode Pengumpulan Data

Penelitian Pengamatan luka akibat kanibalisme tipe I serta perilaku agonistik dan serangan pada bagian tubuh dilakukan mulai hari pertama setelah penebaran benih. Pengamatan sampel ikan mati yang dikoleksi dan bekas luka atau gigitan pada bagian tubuh benih dilakukan setiap enam jam sekali per hari. Identifikasi luka pada tubuh ikan akibat

kanibalisme tipe I dilakukan berdasarkan posisi luka (pada bagian kepala, bagian ekor dan bagian badan), ukuran luka (<1 cm, 1 cm, >1 cm). Pengamatan luka kemudian dilakukan menggunakan cairan *povidone iodine* dan pengamatan secara langsung.

Pengujian kandungan glukosa darah dilakukan cara preparasi tubuh benih sebanyak tiga ekor dari masing-masing perlakuan pada hari ke-0, 15 dan 30 masa pemeliharaan. Pengukuran kandungan glukosa darah menggunakan metode Wedemeyer dan Yasutake (1977).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan

Perlakuan	Kombinasi Perlakuan
A028	0 mg Estradiol-17β dan suhu 28 °C
A2028	20 mg Estradiol-17β dan suhu 28 °C
A5028	50 mg Estradiol-17β dan suhu 28 °C
A031	0 mg Estradiol-17β dan suhu 31 °C
A2031	20 mg Estradiol-17β dan suhu 31 °C
A5031	50 mg Estradiol-17β dan suhu 31 °C

Metode Analisis Data

Data kandungan glukosa darah, tingkat serangan dan luka pada tubuh benih yang ditabulasi menggunakan program *Microsoft Office Excel* 2010. Kandungan glukosa darah dianalisis menggunakan analisis ragam (*analysis of variance*, ANOVA) melalui program Minitab versi 18 dengan selang kepercayaan 95%. Jika analisis sidik ragam menunjukkan hasil berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan metode *Tukey*.

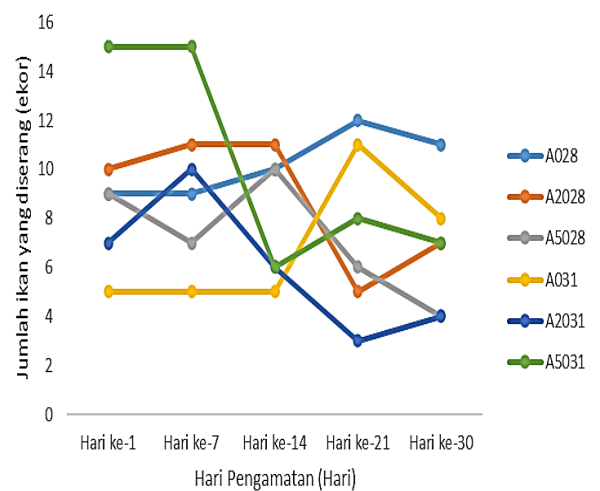
HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Pertumbuhan

Analisis Salah satu dari ethogram tingkah laku benih ikan lele adalah perilaku agonistik. Perilaku agonistik yaitu mengejar dan atau menggigit ikan, dikejar atau digigit oleh ikan lain (Nieuwegiessen, 2009). Perilaku agonistik diduga dapat menjadi indikator awal terjadi agresivitas pada ikan. Hasil pengamatan

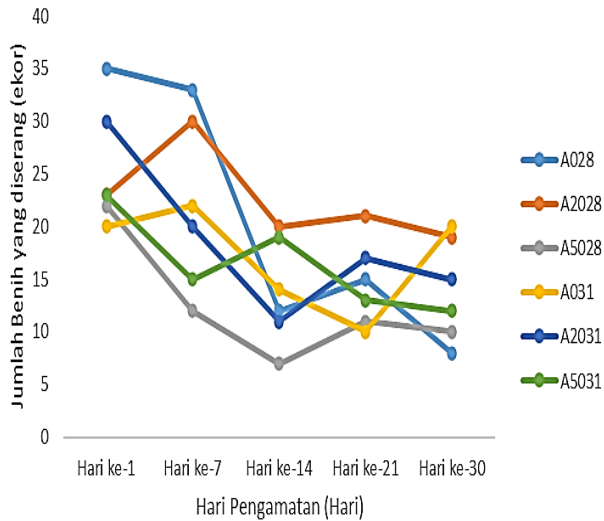
selama 30 hari masa pemeliharaan dengan menggunakan *video camera* selama tiga menit sebelum jadwal pemberian pakan setiap tujuh hari sekali menunjukkan bahwa tingkat serangan sering terjadi pada bagian tubuh seperti ekor, badan dan kepala.

Tingkat serangan pada kepala terjadi paling rendah dibandingkan serangan pada ekor dan badan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setiap perlakuan terjadi penurunan serangan di bagian kepala pada hari ke-30 masa pemeliharaan (Gambar 1).



Gambar 1. Tingkat serangan yang terjadi pada bagian kepala benih selama perlakuan

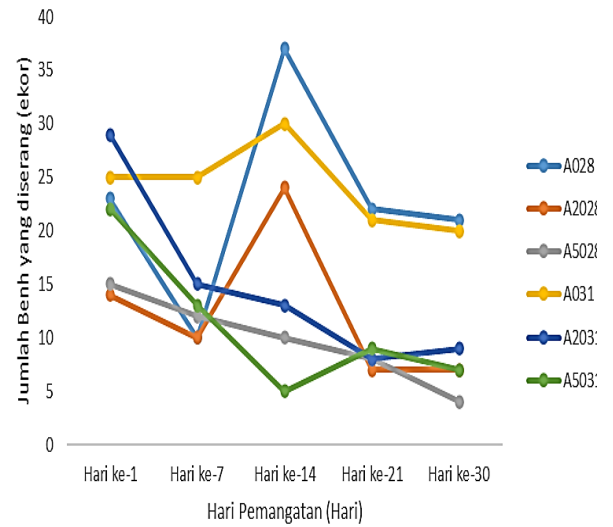
Selanjutnya, hasil pengamatan perilaku agonistik yang menyerang pada bagian ekor menunjukkan bahwa perlakuan 20 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 28 °C serta perlakuan 0 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 31 °C mengalami peningkatan serangan pada hari ke-7. Terjadi penurunan selama pemeliharaan pada hampir semua perlakuan kecuali pada perlakuan 0 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 31 °C sebanyak dua kali lipat (Gambar 2). Banyaknya serangan yang terjadi di bagian ekor dapat diartikan bahwa terjadi Perilaku mengejar dan atau menggigit ikan, dikejar atau digigit oleh ikan lain.



Gambar 2. Tingkat serangan yang terjadi pada bagian ekor selama perlakuan

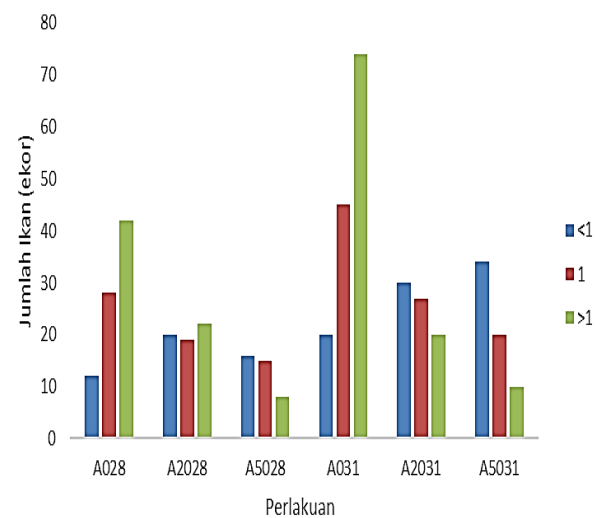
Perilaku agonistik pada bagian badan merupakan tingkat serangan di bagian badan benih yang diduga akibat adanya kontak fisik antara individu. Pengamatan perlakuan 0 mg Estradiol-17 β per kg pakan dan suhu 28 °C, perlakuan 20 mg Estradiol-17 β per kg pakan dan suhu 28 °C dan perlakuan 0 mg Estradiol-17 β per kg pakan dan suhu 31 °C (Gambar 3) menunjukkan peningkatan serangan pada pengamatan hari ke-14, sedangkan setiap perlakuan cenderung mengalami penurunan serangan pada pengamatan hari ke-30. Perlakuan 50 mg Estradiol-17 β per kg pakan dan suhu 28 °C menjadi perlakuan dengan serangan pada bagian badan terendah diantara setiap perlakuan yang diamati selama pemeliharaan.

Perilaku agonistik merupakan sifat agresif benih berakibat pada timbulnya luka pada bagian tubuh ikan yang diserang/digigit. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan terdapat korelasi antara perilaku agonistik dengan luka yang ditimbulkan pada bagian tubuh ikan. Ukuran luka pada tubuh ikan menunjukkan tingkat dan jumlah luka yang berbeda-beda pada setiap perlakuan tergantung pada banyaknya serangan (Gambar 4).



Gambar 3. Tingkat serangan yang terjadi pada bagian badan selama perlakuan

Pemberian dosis 0 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 31 °C menunjukkan jumlah benih dengan ukuran luka 1 dan >1 lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya selama 30 hari masa pemeliharaan. Pemberian dosis 50 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 28 °C menunjukkan jumlah benih dengan ukuran luka >1 lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Selanjutnya, Pemberian dosis 0 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 28 °C menunjukkan jumlah ikan dengan ukuran <1 terendah dibandingkan perlakuan lain.



Gambar 4. Luka yang dialami benih selama pemeliharaan pada perlakuan

Perilaku agresif akan menimbulkan luka dengan ukuran tertentu. Kanibalisme pada penelitian ini dapat dilihat pada ukuran luka yang beragam akibat diserang dan dimangsa oleh sesamanya. Adanya luka yang terdapat pada bagian tubuh ikan diduga dapat juga merangsang tindakan kanibalisme oleh sesama benih. Semakin besar ukuran luka yang diterima oleh benih tersebut maka semakin banyak serangan pada tubuh ikan tersebut yang berakibat pada tindakan kanibalisme.

Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran kandungan glukosa darah yang diharapkan dapat memberi gambaran tingkat stress yang dialami benih ikan selama pemberian perlakuan. Berdasarkan hasil pengukuran kandungan glukosa darah pada benih ikan lele diketahui bahwa kandungan glukosa pada benih ikan lele memiliki nilai yang bervariasi (Tabel 2). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan glukosa pada hari ke-15 benih dengan pemberian dosis 0 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 31 °C dan pemberian dosis 50 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 28 °C memiliki kandungan yang tinggi namun tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan lain (p>0.05).

Perilaku agonistik dapat mengindikasikan perilaku agresif pada benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih yang diberi kombinasi dosis 50 mg kg⁻¹ pakan estradiol-

17β dan suhu 28 °C memiliki tingkah laku menyerang di bagian ekor dan badan yang rendah sebelum jadwal pemberian pakan terendah dibanding perlakuan lainnya.

Rendahnya perilaku agonistik tersebut diduga terjadi akibat penurunan kandungan testosteron pada benih yang diberi kombinasi dosis estradiol-17β dan suhu 28 °C. Menurut Jin *et al.* (2009), adanya suhu dan estrogen terbukti memengaruhi fisiologi dan tingkah laku pada ikan. Suhu juga diketahui dapat memengaruhi tingkat metabolisme yang menyebabkan terjadinya interaksi agresif (Campos *et al.*, 2017). Selain itu, terdapat korelasi antara hormon steroid terhadap agresi pada ikan (Alcazar *et al.*, 2016).

Pengaruh estradiol dalam menurunkan perilaku agresivitas telah banyak dilakukan dan menunjukkan hasil dalam menurunkan perilaku agresivitas, seperti Putri *et al.* (2021) dan Rahmadiyah *et al.* (2018) pada benih ikan lele, induk betina *Betta splendens* (Brown *et al.*, 2014) dan *Amphiprion ocellaris* (Chen dan Hsieh, 2017). Menurut Xi *et al.* (2017) dan Ribeiro dan Qin (2016), selain kandungan hormon dalam tubuh, ada banyak faktor yang dapat memicu tindakan agresivitas pada benih ikan diantaranya, ukuran tubuh yang bervariasi, padat tebar yang tinggi, dan temperatur media budidaya.

Tabel 2. Hasil pengamatan kandungan glukosa darah (mg.100ml⁻¹) benih selama 30 hari

Perlakuan	Waktu Pengamatan		
	Hari ke – 0	Hari ke – 15	Hari ke – 30
E028	14.6±0.00 ^a	36.7±7.10 ^a	43.6±23.0 ^a
A2028	14.6±0.00 ^a	36.2±1.89 ^a	33.3±2.29 ^a
A5028	14.6±0.00 ^a	56.6±13.6 ^a	36.5±7.07 ^a
A031	14.6±0.00 ^a	58.7±17.3 ^a	50.4±17.0 ^a
A2031	14.6±0.00 ^a	42.6±13.4 ^a	34.2±3.84 ^a
A5031	14.6±0.00 ^a	42.2±16.0 ^a	43.2±8.16 ^a

Keterangan:

Huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (p<0.05). A028; 0 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 28 °C, A2028; 20 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 28 °C, A5028; 50 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 28 °C, A031; 0 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 31 °C, A2031; 20 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 31 °C, 5031; 50 mg Estradiol-17β per kg pakan dan suhu 31 °C.

Hasil Pemberian dosis 0 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 31 °C dan pemberian dosis 0 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 28 °C memiliki ukuran luka >1 tertinggi dibandingkan perlakuan lain. Selanjutnya, pemberian dosis 50 mg kg⁻¹ pakan pada suhu 28 °C memiliki jumlah benih dengan ukuran luka yang lebih kecil dibandingkan perlakuan lain. Perilaku agonistik berakibat munculnya luka pada bagian tubuh benih yang diserang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran luka cenderung lebih besar pada ada benih yang tidak diberi perlakuan hormon (Gambar 4).

Berdasarkan penelitian Parazo *et al.* (1991), salah satu indikasi kanibalisme pada ikan lele dapat dilihat dari perilaku agonistik dengan ikan saling berkejaran hingga terlihat sirip putus ataupun terdapat luka pada tubuh hingga ikan tersebut kelelahan dan mati. Pada penelitian ini juga ditemukan sisa bangkai ikan lele seperti bagian kepala, kerangka tulang dan daging busuk di dasar wadah pemeliharaan Ikan lele. Pengamatan langsung secara visual selama penelitian menunjukkan adanya luka pada bagian tubuh ikan yang telah mati. Hasil ini juga dilaporkan oleh Batung *et al.* (2016) bahwa terdapat bekas luka pada bangkai ikan lele yang mati di dasar wadah pemeliharaan. Hal ini menunjukkan bahwa sifat kanibalisme benih ikan lele yang memakan benih ikan lele yang telah mati.

Salah satu yang memengaruhi tingkah laku ikan adalah stres. Respons stres pada ikan merupakan reaksi normal terhadap ancaman nyata atau segala sesuatu yang dirasakan untuk mempertahankan atau membangun kembali homeostasis. Benih ikan akan meningkatkan kadar glukosa darah sebagai cara dalam merespons stres (Nieuwegiessen *et al.*, 2009) Selanjutnya, tubuh juga mengeluarkan respons endokrin melalui aktivasi poros *hipotalamus-*

pituitary-interrenal (HPI) untuk melepaskan kortisol dalam darah.

Kandungan glukosa darah yang tinggi dapat digunakan sebagai indikator respons fisiologis sekunder yang timbul akibat adanya adaptasi terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, Howarth *et al.* (2012), perubahan tingkah laku ikan dapat diamati berdasarkan tingkat kandungan glukosa darah sebagai akibat penggunaan energi dari metabolisme glukosa di otak untuk diferensiasi neuron dan neurotransmitter. Penggunaan kombinasi perlakuan estradiol-17 β dan suhu pada penelitian ini tidak dapat menggambarkan tingkat stres benih ikan lele. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan glukosa darah benih ikan lele masih berada dalam batas normal. Menurut Hastuti dan Subandiyono (2015) kandungan glukosa darah ikan lele normal berkisar 70-100 mg dL⁻¹, sedangkan kenaikan kandungan glukosa dalam plasma sebesar 2-3 kali dari kisaran normal dapat diduga merupakan ikan yang mengalami stres.

KESIMPULAN

Parameter Pemberian kombinasi dosis 50 mg.kg⁻¹ pakan pada suhu 28 °C memiliki jumlah benih dengan ukuran luka yang lebih kecil dan perilaku agonistik dengan serangan di bagian perut dan ekor lebih rendah dibandingkan perlakuan lain. Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa penggunaan dosis 50 mg.kg⁻¹ pakan pada suhu 28 °C dapat menekan tingkat agresivitas dan kanibalisme selama masa pemeliharaan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan terkait penggunaan kombinasi dosis dan suhu dengan padat tebar berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada alm. Dr. Muhammad Zairin Junior, M.Sc, Dr. Ir. Odang Carman, M.Sc, Prof. Dr. Ir. Iis Diatin, M.M serta Bapak Drs. Usman Bahri, M.Pd.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcazar RM., Becker L., Hilliard AT., Kent KR., and Fernald RD. 2016. Two types of dominant male cichlid fish: behavioural and hormonal characteristics. *Biology Open* 5: 1061–1071.
- Baras E., Raynaud T., Slembrouck J., Caruso D., Cochet C., and Legendre M. 2010. Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). *Aquaculture Research* 42: 260–276.
- Batung AMX., Sunadji, dan Risamashu FJL. 2016. Pengaruh variasi ukuran ikan lele sangkuriang (*Clarias* sp.) terhadap tingkat kanibalisme, kelulushidupan, pertumbuhan dan konversi pakan yang dipelihara pada kolam terpal. *Jurnal Penelitian*: 1–10.
- Brown AC., Stevenson LM., Leonard HM., Puigdoller KN., and Clotfelter ED. 2014. Phytoestrogens-sitosterol and genistein have limited effects on reproductive endpoints in a female fish, *Betta splendens*. *BioMed Research International* 681396: 1-7.
- Campos DF., Jesus TF., Kochhann D., Heinrichs CW., Coelho MM., and Almeida VMF. 2017. Metabolic rate and thermal tolerance in two congeneric Amazon fishes: *Paracheirodon axelrodi* and *Paracheirodon simulans* (Characidae). *Hydrobiologia* 789: 133-42.
- Chen TH. and Hsieh CY. 2017. Fighting Nemo: Effect of 17 α -ethinylestradiol (EE2) on aggressive behavior and social hierarchy of the false clown anemonefish *Amphiprion ocellaris*. *Marine Pollution Bulletin* 124: 760–766.
- Dinsdale EC. and Ward WE. 2010. Early exposure to soy isoflavones and effects on reproductive health: *a review of human and animal studies*. *Nutrients* 11: 56 – 87.
- Forsatkar MN., Abedi M., Nematollahi MA., and Rahbari E. 2013. Effect of testosterone and fluoxetine on aggressive behaviors of fighting fish *Betta splendens*. *International Journal of Aquatic Biology* 1: 289-293.
- Hastuti S. dan Subandiyono. 2015. Kondisi kesehatan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus* Burch) yang dipelihara dengan teknologi biofloc. *Jurnal Saintek Perikanan* 10: 74-79.
- Hecht T. and Appelbaum S. 1988. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larval and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *The Journal of Zoology* 214: 21–44.
- Howarth DL., Vacaru AM., Tsedensodnom O., Mormone E., Nieto N., Costantini LM., Snapp EL., and Sadler KC. 2012. Alcohol disrupts endoplasmic reticulum function and protein secretion in hepatocytes, Alcohol. *Clinical and Experimental Research* 36: 14–23.
- Jin Y., Chen R., Sun L., Liu W., and Fu Z. 2009. Photoperiod and temperature influence endocrine disruptive chemical-mediated effects in male adult zebra fish. *Aquatic Toxicology* 92: 38-43.
- Kochhann D., Campos DF., and Val AL. 2015. Experimentally increased temperature and hypoxia affect stability of social hierarchy and metabolism of the Amazonian cichlid *Apistogramma agassizii*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 190: 54-60.
- Krol J. and Zake Z. 2016. Effect of dietary 1-tryptophan on cannibalism, survival and growth in pikeperch *Sander lucioperca* (L.) post-larvae. *Aquaculture International* 24: 441–451.
- Nakamura, M. 2013. Morphological and physiological studies on gonadal sex differentiation in teleost fish. *Aqua Bio Science Monographs* 6(1): 1-47.
- Nieuwegeissen PG., Boerlage AS., Verreth JAJ., and Schrama JW. 2009. Assessing

- the effects of a chronic stressor, stocking density on welfare indicators of juvenile African catfish *Clarias gariepinus* Burchell. *Applied Animal Behavior Science* 115: 233–243.
- Onwuteaka J. and Prince CO. 2015. Cannibalism of juvenile catfish (*Clarias Gariepinus* Burchell). *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 2: 46-49.
- Paitz RT., Mommer BC., Suhrl E., and Bell AM. 2015. Changes in the concentrations of four maternal steroids during embryonic development in the three spined stickleback *Gasterosteus aculeatus*. *Journal Experiment Zoology* 323: 422–429.
- Parazo MMLW. and Douglas JAM. 1991. Size and weight dependent cannibalism in hitchery breed sea bass (*Lates calcalifer* Bloch). *J. Apply Ichtiol.* 7:1–7.
- Putri, HK., Zairin Jr. M., Carman O., and Diatin I. (2020). The use of different 17 β -estradiol hormone doses and water temperatures to control cannibalism in catfish *Clarias gariepinus* seed. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 19(2): 171-180.
- Rahmadiyah T. 2018. Kanibalisme pada larva ikan lele (*Clarias gariepinus*): pengaruh hormon testosteron dan padat tebar terhadap perkembangan struktur mulut dan agresivitas [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sahoo PK. and Paul A. 2017. Climate change and its influence on freshwater fish diseases. *Agricultural Economics, Farming and Climate Change Oxford Journals* 1: 336-340.
- Siregar KN., Maulana F., Zairin Jr. M., Alimuddin A., and Widanarni W. 2021. Controlling the cannibalism of African catfish juvenile by 17 β -estradiol hormone administration and the stocking density determination. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 20(1): 72-81.
- Solomon SG. and Okomoda VT. 2012. Growth response and aggressive behaviour of *Clarias gariepinus* fingerlings reared at different photoperiods in a water recirculatory system. *Livestock Research for Rural Development* 24(11): 1–5.
- Trainor BC., Kyomen HH., and Marler CA. 2006. Estrogenic encounters: How interactions between aromatase and the environment modulate aggression. *Frontiers Neuroendocrinol* 27(2): 170–179.
- Xi D., Zhang X., Lu H., and Zhang Z. 2017. Prediction of cannibalism in juvenile black rockfish, *Sebastes schlegelii* (Hilgendorf, 1880), based on morphometric characteristics and paired trials. *Aquaculture Research* 479: 682-689.