

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

## PERFORMA PERTUMBUHAN DUA GENERASI IKAN UCENG (*Nemacheilus fasciatus* Val. 1846) DALAM PEMELIHARAAN DI AKUARIUM

Wahyulia Cahyanti, Fera Permata Putri, dan Vitas Atmadi Prakoso<sup>#</sup>

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan  
Jl. Sempur No. 1, Bogor 16129

(Naskah diterima: 23 September 2019; Revisi final: 8 November 2019; Disetujui publikasi: 11 November 2019)

### ABSTRAK

Ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus* Val. 1846) merupakan salah satu spesies ikan air tawar dengan nilai ekonomi cukup tinggi yang ketersediaannya masih mengandalkan penangkapan di alam, sehingga diperlukan upaya domestikasi untuk menjaga kelestariannya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati dan mengevaluasi performa pertumbuhan dua generasi (G0 dan G1) ikan uceng. Penelitian ini menggunakan ikan uceng G0 yang diperoleh melalui hasil tangkapan alam dari Sungai Progo, Temanggung, Jawa Tengah dan ikan uceng G1 diperoleh dari hasil pemijahan semi-buatan induk ikan uceng dari lokasi yang sama. Ikan yang digunakan berukuran panjang total  $5,57 \pm 0,528$  cm dan bobot  $1,06 \pm 0,270$  g. Uji performa pertumbuhan ikan uceng dilakukan pada akuarium (40 cm × 30 cm × 30 cm) dengan dua ulangan, dengan kepadatan 20 ekor per akuarium. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap 30 hari sekali selama 330 hari masa pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan panjang dan bobot kedua generasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Selisih laju pertumbuhan bobot harian sebesar 0,02% dengan pertumbuhan biomassa G1 3,69% lebih besar daripada G0, namun nilai tersebut tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Sintasan kedua generasi juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Selisih nilai koefisien variasi antara generasi G1 dan G0 cukup besar untuk memperlihatkan perbedaan 24,91% dengan nilai faktor kondisi G0 sebesar  $0,99 \pm 0,13$  dan G1 sebesar  $1,00 \pm 0,18$ . Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada performa pertumbuhan antara ikan uceng G0 dan G1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses domestikasi ikan uceng dari G0 ke G1 pada penelitian ini belum menghasilkan perubahan yang signifikan dari aspek keragaan pertumbuhan dari generasi awal (ikan liar/hasil tangkapan alam) ke generasi berikutnya dalam proses domestikasi.

**KATA KUNCI:** Domestikasi; ikan uceng; *Nemacheilus fasciatus*; pertumbuhan

**ABSTRACT:** *Growth performances of two generations of barred loach Nemacheilus fasciatus reared in aquarium. By: Wahyulia Cahyanti, Fera Permata Putri, and Vitas Atmadi Prakoso*

Barred loach (*Nemacheilus fasciatus* Val. 1846) is a species of freshwater fish locally known as uceng fish and highly valued in Indonesia's local markets. The demand of this fish species still relies on wild stock population. As such, a domestication effort prior to the development of its aquaculture technology has to be started in order to maintain the long term fish sustainability. This research was conducted with the aim to evaluate the growth performance of two generations (G0 and G1) of uceng fish. This study used G0 uceng fish caught from the Progo River, Temanggung, Central Java and the G1 were obtained from a semi-artificial spawning of uceng fish broodstock from the same location. The fish used had a total length of  $5.57 \pm 0.528$  cm and a weight of  $1.06 \pm 0.270$  g. The performance test of the fish's growth was carried out in an aquarium (40 m × 30 cm × 30 cm) with two replications, with a density of 20 fish per aquarium. Growth observation was carried out once every 30 days during 330 days of maintenance. The results showed that the growth length and weight of the two generations did not show any significant difference ( $p > 0.05$ ). The difference in the daily weight growth rate was 0.02% with G1 biomass growth of 3.69% greater than G0 but no significant different ( $p > 0.05$ ) observed on the two parameters. The survival rate of the two generations also showed no significant difference ( $p > 0.05$ ). The difference in the coefficient of variation between G1 and G0 generations was 24.91% with the condition factor on G0 of  $0.99 \pm 0.13$  and G1 of  $1.00 \pm 0.18$ . This study concluded that there

<sup>#</sup> Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Sempur No.1, Bogor 16129, Indonesia  
Tel.: +62 251 8313200  
E-mail: [vitas.atmadi@gmail.com](mailto:vitas.atmadi@gmail.com)

were no significant differences in growth performance between G0 and G1 of barred loach. These results indicated that the domestication process of barred loach from G0 to G1 in this study do not produced any significant changes on growth performance from the initial generation (wild/natural catches) to the next generation in the domestication process.

**KEYWORDS:** Domestication; growth; *Nemacheilus fasciatus*

## PENDAHULUAN

Keberadaan ikan uceng *Nemacheilus fasciatus* di perairan umum Indonesia sudah semakin jarang ditemukan. Padahal ikan ini sangat digemari di berbagai kalangan masyarakat karena rasanya yang sangat gurih. Ikan uceng termasuk dalam ordo Cypriniformes yang memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh, seperti omega-3 dan omega-6 dengan turunan berupa EPA dan DHA yang bermanfaat bagi tubuh manusia untuk mencerdaskan otak serta membantu masa pertumbuhan (Sitanggang, 2014). Untuk memenuhi permintaan pasar, sampai saat ini pedagang ataupun petani ikan mengandalkan penangkapan di alam (Prakoso *et al.*, 2016). Kegiatan penangkapan ikan uceng di wilayah Blitar dilakukan sangat intensif. Kelestarian ikan ini terancam karena kegiatan penangkapan ikan tersebut dilakukan dengan menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan (Subagja *et al.*, 2016). Selain itu, kegiatan yang merusak habitatnya melalui penambangan batu kali semakin meningkat (Tjahjo *et al.*, 2000). Permintaan pasar yang cukup tinggi menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas penangkapan ikan uceng di sungai secara berlebihan, sehingga dapat mengancam kelangsungan hidup ikan ini di habitat aslinya (Prakoso *et al.*, 2017).

Salah satu upaya untuk menekan penurunan populasi ikan uceng di alam adalah dengan cara membudidayakannya. Langkah ini dapat dilakukan melalui upaya domestikasi ikan uceng di lingkungan *ex situ*, dengan harapan upaya ini dapat menghasilkan generasi baru yang adaptif dan mampu berkembangbiak dengan baik. Domestikasi ikan uceng telah berhasil dilakukan oleh Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan (BRPBATPP), Bogor tahun 2016 dan telah menghasilkan generasi pertama (G1). Penelitian sebelumnya terkait domestikasi memperoleh hasil yang baik. Baik tentang bioreproduksi dan pola pertumbuhan ikan uceng hasil tangkapan alam (Prakoso *et al.*, 2017) maupun padat tebar optimal untuk pertumbuhan ikan uceng (Prakoso *et al.*, 2016). Dalam proses domestikasi, kendala yang kerap muncul adalah dari aspek pertumbuhan dan reproduksi (Liao & Huang, 2000) yang dapat disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal (Huet, 1971). Bahkan, domestikasi dapat menyebabkan efek negatif pada generasi berikutnya (Araki *et al.*, 2007). Berdasarkan informasi tersebut, proses

domestikasi ikan uceng juga memiliki potensi efek negatif dari generasi awal ke generasi berikutnya. Akan tetapi, informasi mengenai hal tersebut masih belum banyak diteliti. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan ikan uceng G1 dibandingkan dengan G0.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan (BRPBATPP), Bogor pada Februari 2017 sampai Januari 2018. Koleksi ikan uceng G0 diperoleh melalui hasil tangkapan alam dari Sungai Progo, Temanggung, Jawa Tengah. Sedangkan ikan uceng G1 diperoleh melalui hasil pemijahan semi-buatan induk ikan uceng dari lokasi yang sama. Saat pemijahan, rasio induk jantan:betina yang digunakan adalah 7:3. Ikan uceng G0 dan G1 yang dipelihara kemudian dipilih secara acak untuk digunakan dalam penelitian ini. Ikan yang digunakan yaitu berumur kurang lebih delapan bulan dengan ukuran panjang total  $5,57 \pm 0,528$  cm dan bobot  $1,06 \pm 0,270$  g.

Uji performa pertumbuhan ikan uceng dilakukan pada akuarium berukuran 40 cm × 30 cm × 30 cm dengan dua perlakuan G0 dan G1, masing-masing dua ulangan. Kepadatan hewan uji yaitu 20 ekor per akuarium. Ikan uceng dipelihara di akuarium yang dilengkapi dengan pasir dengan ketebalan 5 cm, sebagai bentuk manipulasi habitat aslinya. Masing-masing akuarium diberi aerator yang suhunya dikontrol kisaran 27-28°C. Pakan yang digunakan dalam pemeliharaan ikan uceng adalah pelet terapung dengan kandungan protein 30% dengan rasio pemberian 5% dari dua kali sehari. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap 30 hari sekali selama 330 hari masa pemeliharaan. Parameter yang diukur meliputi pertumbuhan panjang, bobot, laju pertumbuhan spesifik, biomassa, sintasan, koefisien variasi, dan faktor kondisi. Parameter tersebut dihitung sebagai berikut:

Pertambahan Panjang Mutlak:

$$P = P_t - P_o$$

di mana:

P = pertumbuhan panjang mutlak (cm)

P<sub>t</sub> = panjang akhir ikan hari ke-t (cm)

P<sub>o</sub> = panjang awal ikan (cm)

Pertumbuhan Bobot/Biomassa Mutlak:

$$W - W_t - W_o$$

di mana:

W = pertumbuhan bobot/biomassa mutlak (g)

W<sub>t</sub> = bobot/biomassa akhir ikan hari ke-t (g)

W<sub>o</sub> = bobot/biomassa awal ikan (g)

Laju Pertumbuhan Spesifik (Weatherley & Gill, 1987):

$$SGR = \left[ \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t} \times 100\% \right]$$

di mana:

SGR = laju pertumbuhan spesifik/specific growth rate (%/hari)

W<sub>t</sub> = bobot akhir rata-rata ikan hari ke-t (g/ekor)

W<sub>o</sub> = bobot awal rata-rata ikan (g/ekor)

t = hari

Sintasan:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

di mana:

SR = Sintasan (survival rate) (%)

N<sub>t</sub> = Jumlah populasi pada hari ke-t (ekor)

N<sub>o</sub> = Jumlah populasi pada awal penelitian (ekor)

Koefisien variasi:

$$CV = \frac{S}{\mu} \times 100\%$$

di mana:

CV = Koefisien variasi (%)

S = Simpangan baku

μ = Rata-rata

Faktor Kondisi:

$$FK = \frac{W}{L^3} \times 100$$

di mana:

FK = faktor kondisi ikan

W = bobot ikan (g)

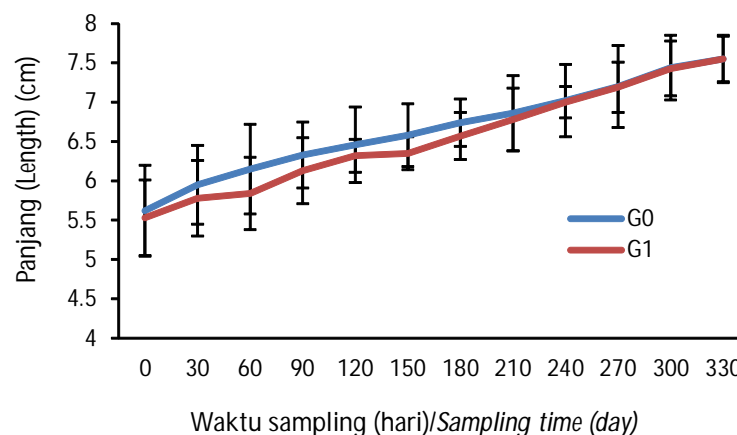
L = panjang ikan (cm)

Data ditabulasi dan dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS16, dianalisis dengan uji t-student.

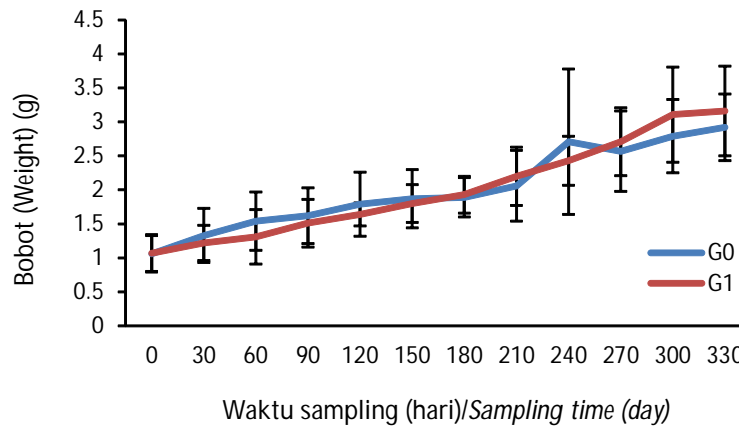
### HASIL DAN BAHASAN

Panjang dan bobot ikan uceng G0 dan G1 selama pemeliharaan mengalami peningkatan (Gambar 1 dan 2). Data tersebut sekaligus dapat menjelaskan bahwa, rata-rata pertumbuhan bobot dan panjang antara dua generasi tersebut tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Keragaan pertumbuhan, sintasan, dan faktor kondisi ikan uceng G0 dan G1 disajikan pada Tabel 1. Perbedaan nyata hanya ditemukan pada koefisien variasi bobot, dimana nilai pada G1 lebih tinggi dibandingkan G0 ( $p < 0,05$ ).

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa parameter pertambahan biomassa, sintasan, dan laju pertumbuhan spesifik ikan uceng asal Sungai Progo, Temanggung tidak berbeda nyata antara di alam dengan pemeliharaan di akuarium ( $p > 0,05$ ) (Prakoso *et al.*, 2016; Ath-thar *et al.*, 2018). Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti keturunan dan pakan (Ath-thar *et al.*, 2018; Heptarina *et al.*, 2016). Rendahnya rata-rata pertumbuhan diduga karena masih tingginya keragaman genetik individu baru yang terbentuk, sehingga semakin beragam ukuran pertumbuhan yang terjadi. Semakin tinggi nilai



Gambar 1. Pertumbuhan panjang ikan uceng G0 dan G1.  
Figure 1. Length growth of G0 and G1 of barred loach.



Gambar 2. Pertumbuhan bobot ikan uceng G0 dan G1.  
 Figure 2. Weight gain of G0 and G1 of barred loach.

Tabel 1. Keragaan pertumbuhan, sintasan, dan faktor kondisi ikan uceng G0 dan G1  
 Table 1. Growth performance, survival rate, and condition factor of barred loach G0 and G1

Parameter (Parameters)	Generasi (Generation)	
	G0	G1
Pertumbuhan panjang (Growth in Length) (cm)	1.93 ± 0.270 <sup>a</sup>	2.02 ± 0.175 <sup>a</sup>
Laju pertumbuhan spesifik panjang (%/hari) Specific Growth Rate in Length (%/day)	0.089 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.094 ± 0.010 <sup>a</sup>
Pertumbuhan bobot (Growth in Weight) (g)	1.86 ± 0.225 <sup>a</sup>	2.09 ± 0.015 <sup>a</sup>
Laju pertumbuhan spesifik bobot (%/hari) Specific Growth Rate on Weight (%/day)	0.31 ± 0.030 <sup>a</sup>	0.33 ± 0.0030 <sup>a</sup>
Pertumbuhan biomassa (Growth in Biomass) (g)	19.86 ± 4.140 <sup>a</sup>	20.48 ± 4.475 <sup>a</sup>
Sintasan (Survival rate) (%)	70.0 ± 14.10 <sup>a</sup>	67.5 ± 10.57 <sup>a</sup>
Koefisien variasi panjang (%) Coefficient variance of length (%)	3.95 ± 1.085 <sup>a</sup>	3.86 ± 1.011 <sup>a</sup>
Koefisien variasi bobot (Coefficient variance of weight) (%)	16.74 ± 0.910 <sup>a</sup>	24.91 ± 2.890 <sup>b</sup>
Faktor kondisi (Condition factor)	0.99 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.00 ± 0.18 <sup>a</sup>

Keterangan: Perbedaan huruf yang dicetak superskrip pada baris yang sama mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan (p < 0,05)

Description: Different superscripts in same row indicated significant differences between treatments (p < 0.05)

keragaman individu yang terbentuk berarti semakin kaya akan materi genetik yang tercipta, kondisi ini dapat memberi peluang lebih besar untuk lebih banyak pilihan saat pembentukan generasi selanjutnya untuk mendapatkan individu dengan pertumbuhan yang lebih baik dan seragam.

Nilai sintasan yang cukup tinggi dari kedua generasi menunjukkan daya adaptasi dan kesesuaian jenis makanan yang diberikan saat pemeliharaan di lingkungan *ex situ*. Sintasan pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Ath-thar *et al.* (2018) yaitu 96,66 ± 3,33%. Tingginya nilai sintasan diduga karena tingginya keragaman genetik individu. Keragaman genetik juga berhubungan erat dengan keragaan pertumbuhan dan sifat-sifat produksi

terutama sintasan (Radona *et al.*, 2017). Semakin tinggi keragamannya, maka semakin besar peluang kelangsungan hidup karena kemampuan adaptasi masing-masing individu pasti berbeda. Variasi genetik yang tinggi menunjukkan potensi peluang hidup yang lebih baik serta kemampuan merespons secara pasif seleksi alam maupun buatan (Lorenzen *et al.*, 2012). Menurut (Ath-thar *et al.*, 2018), sumber genetik ikan uceng asal Temanggung potensial digunakan untuk meningkatkan inklusivitas dan ragam genetik populasi ikan uceng.

Dilihat dari nilai koefisien variasinya, nilai keragaman bobot G1 secara berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan G0. Ini artinya G1 memiliki interaksi faktor genetik dan lingkungan yang lebih

adaptif dibanding G0. Menurut Dunham (2011) dan Bernatchez (2016), keragaman genetik memengaruhi kemampuan spesies untuk merespons perubahan lingkungan baik buatan maupun alami dalam proses adaptasi agar bertahan hidup. Populasi dengan keragaman pertumbuhan yang tinggi diduga memiliki ragam genetik yang tinggi pula, selama pemeliharaan dilakukan dengan tepat.

Tave (1994) dan Soewardi (2007) menyatakan bahwa karakter fenotipe seperti panjang, bobot, dan kecepatan tumbuh dipengaruhi oleh faktor genetik dan interaksinya dengan lingkungan. Hal ini juga terjadi pada benih G1 ikan uceng yang diduga telah lebih adaptif dengan lingkungan *ex situ* dibanding G0. Namun hal tersebut tidak mutlak menunjukkan nilai G1 yang lebih baik, mengingat untuk benih G0 yang ditangkap dari alam tidak diketahui secara pasti proses pemijahan maupun jumlah individu induk yang memijah.

Secara umum, induk yang berasal dari alam dapat dipastikan sangat tinggi keragamannya genetik, sehingga individu baru yang terbentuk kaya akan materi genetik. Kondisi ini akan memberi peluang meningkatnya jumlah pilihan individu yang dapat digunakan dalam proses pembentukan generasi selanjutnya. Tave (1999) mengatakan bahwa umumnya populasi yang berada di alam memiliki variasi genetik yang lebih tinggi karena telah terbentuk selama proses adaptasi terhadap kondisi alam yang fluktuatif. Menurut Ath-thar *et al.* (2018), ikan uceng populasi Temanggung memiliki persentase polimorfisme dan nilai heterozigositas tinggi (34,69% dan 0,153), dipertegas dengan pernyataan Gustiano *et al.* (2013) bahwa nilai polimorfisme berfungsi sebagai gambaran tingkat keragaman genetik dari suatu populasi.

Berdasarkan perhitungan faktor kondisi dari kedua generasi, nilai rata-rata faktor kondisi didapatkan pada nilai  $0,99 \pm 0,13$  untuk G0 dan  $1,00 \pm 0,18$  untuk G1. Nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan Prakoso *et al.* (2017) yaitu  $0,70 \pm 0,11$ . Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada parameter faktor kondisi antara kedua generasi tersebut. Nilai ini menggambarkan bahwa ikan hidup dalam kondisi yang baik. Kebutuhan akan pakan dapat terpenuhi sesuai kebutuhan.

Selama pemeliharaan, dilakukan pengukuran parameter kualitas air dalam media pemeliharaan yang meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut. Data kualitas air yang didapatkan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada kualitas air media pemeliharaan ikan uceng G0 maupun G1 ( $p > 0,05$ ). Suhu pada media berkisar antara 26,5–27,6°C; pH 7,79–8,02; dan DO 4,36–6,32. Nilai kualitas air pada penelitian ini sudah sesuai dengan habitat ikan uceng di alam.

Pada penelitian ini, hasil secara keseluruhan menunjukkan bahwa dari aspek pertumbuhan tidak terdapat perbedaan yang nyata antara ikan uceng G0 dan G1. Dalam hubungannya dengan proses domestikasi, tidak berbeda nyatanya pertumbuhan antara ikan uceng G0 dan G1 ini dapat diartikan bahwa tidak terdapat efek negatif maupun positif dari domestikasi terhadap parameter pertumbuhan ikan uceng dari alam dengan satu generasi berikutnya. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu pada beberapa jenis ikan, proses domestikasi memberikan efek yang positif terhadap parameter agresivitas, pertumbuhan, dan sintasan (Thodesen *et al.*, 1999; Fleming *et al.*, 2002; Debes & Hutchings, 2014). Sementara itu, penelitian lain menunjukkan efek negatif proses domestikasi terhadap keragaman genetik, sintasan benih (Agnèse *et al.*, 1995), dan reproduksi (Araki *et al.*, 2007). Hal tersebut menunjukkan bahwa tiap spesies memiliki respon yang variatif terhadap proses domestikasi. Hasil penelitian pada dua generasi ikan uceng ini berimplikasi pada proses domestikasi selanjutnya. Penelitian lebih lanjut mengenai pembentukan generasi berikutnya dapat dilakukan karena belum ditemukan efek negatif terhadap pertumbuhan pada generasi yang sekarang. Hal tersebut untuk mengetahui efek dari proses domestikasi yang muncul pada generasi selanjutnya. Selain itu, penelitian lebih lanjut pada generasi ikan uceng yang ada juga diperlukan untuk mempelajari efek domestikasi terhadap aspek lainnya di luar aspek pertumbuhan.

## KESIMPULAN

Performa pertumbuhan G0 dan G1 tidak berbeda nyata. Berdasarkan nilai koefisien variasi bobot, G1 memiliki interaksi faktor genetik dan lingkungan yang lebih adaptif dibanding G0. Untuk mempertahankan keragaman genetik generasi berikutnya dalam upaya keberlanjutan domestikasi dan produksi, disarankan menambah jumlah induk yang digunakan dalam pemijahan, yaitu dengan rasio jantan:betina 9:4 atau 11:5.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari kerjasama antara Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan dengan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Temanggung yang dibiayai oleh DIPA APBD Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Temanggung Tahun 2017. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Anang Hari Kristanto sebagai penanggung jawab kegiatan kerja sama, Bapak Jojo Subagja, Bapak Otong Zenal Arifin, Dedi, Bapak Muhamad Hadi, dan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Temanggung atas kontribusinya selama penelitian berlangsung.

## DAFTAR ACUAN

- Agnès, J.F., Otémé, Z.J., & Gilles, S. (1995). Effects of domestication on genetic variability, fertility, survival and growth rate in a tropical siluriform: *Heterobranchus longifilis* Valenciennes 1840. *Aquaculture*, 131(3-4), 197-204.
- Araki, H., Cooper, B., & Blouin, M.S. (2007). Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild. *Science*, 318(5847), 100-103.
- Ath-thar, M.H.F., Ambarwati, A., Soelistyowati, D.T., & Kristanto, A.H. (2018). Keragaan genotipe dan fenotipe ikan uceng *Nemacheilus fasciatus* (Valenciennes, 1846) asal Bogor, Temanggung, dan Blitar. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 1-10.
- Bernatchez, L. (2016). On the maintenance of genetic variation and adaptation to environmental change: considerations from population genomics in fishes. *Journal of Fish Biology*, 89, 2519-2556.
- Debes, P. V. & Hutchings, J. A. (2014). Effects of domestication on parr maturity, growth, and vulnerability to predation in Atlantic salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(9), 1371-1384.
- Dunham, R.A. (2011). *Aquaculture and fisheries biotechnology: Genetic approaches*. 2nd Edition. Cambridge, US: CABI Publishing.
- Fleming, I.A., Agustsson, T., Finstad, B., Johnsson, J.I., & Björnsson, B.T. (2002). Effects of domestication on growth physiology and endocrinology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59(8), 1323-1330.
- Gustiano, R., Oktaviani, T., Soelistyowati, D.T., Kusmini, I.I., Wahyutomo, W., & Huwoyon, G.H. (2013). Analisis ragam genotip RAPD dan fenotip truss morfometrik pada tiga populasi ikan gabus. *Berita Biologi*, 12(3), 325-333.
- Heptarina, D., Ath-thar, M.H.F., & Samsudin, R. (2016). Pengelolaan pakan untuk budi daya uceng *Nemacheilus fasciatus* (Valenciennes, 1846). *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke-9*, 249 hlm.
- Huet, M. (1971). *Textbook of fish culture, breeding and cultivation of fish*. Fishing News (Book) Ltd. London.
- Liao, I.C. & Huang, Y.S. (2000). Methodological approach used for the domestication of potential candidates for aquaculture. *Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification*. Zaragoza: CIHEAM.
- Lorenzen, K., Beveridge, M.C.M., & Mangel, M. (2012). Cultured fish: Integrative biology and management of domestication and interactions with wild fish. *Biological Reviews*, 87(3), 639-660. doi: 10.1111/j.1469-185X.2011.00215.x.
- Prakoso, V.A., Ath-thar, M.H.F., Subagja, J., & Kristanto, A.H. (2016). Pertumbuhan ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) dengan padat tebar berbeda dalam lingkungan ex situ. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(4), 355-362.
- Prakoso, V.A., Subagja, J., & Kristanto, A.H. (2017). Aspek biologi reproduksi dan pola pertumbuhan ikan Uceng (*Nemacheilus fasciatus*) dalam pemeliharaan di akuarium. *Media Akuakultur*, 12(2), 67-74.
- Radona, D., Soelistyowati, D.T., Carman, O., & Gustiano, R. (2017). Keragaman genotipe dan morfometrik ikan tengadak *Barbonymus schwanenfeldii* (Bleeker 1854) asal Sumatera, Jawa, dan Kalimantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3), 259-268.
- Sitanggang, L. (2014). *Profil asam lemak dan jaringan baby fish mas (Cyprinus carpio) pada berbagai umur panen*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Soewardi, K. (2007). *Pengelolaan keagaman genetik sumberdaya perikanan dan kelautan*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 153 hlm.
- Subagja, J., Kristanto, A.H., Idil, A., & Ath-thar, M.H.F. (2016). An early ex-situ adaptation of barred loach *Nemacheilus fasciatus* (Valenciennes, 1846). *Proceeding of Asia Pacific Aquaculture 2016*. World Aquaculture Society.
- Tave, D. (1994). *Selective breeding programs for medium-sized fish farm*. Rome: FAO Fisheries Technical paper, 122 pp.
- Tave, D. (1999). *Inbreeding and brood stock management*. *Fisheries Technical Paper*. 392<sup>nd</sup> edn. Roma: FAO, 122 pp.
- Thodesen, J., Grisdale-Helland, B., Helland, S.J., & Gjerde, B. (1999). Feed intake, growth and feed utilization of offspring from wild and selected Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 180 (3-4), 237-246.
- Tjahjo, D.W.H., Purnamaningtyas, S.E., & Purnomo, K. (2000). Bio-ekologi ikan uceng (*Nemacheilus fasciatus*) di Kali Lekso, Blitar. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 6(2), 13-21.
- Weatherley, A.H. & Gill, H.S. (1987). *The Biology of Fish Growth*. Academic Press, Toronto. Canada, 443 pp.