

Perbedaan pertumbuhan ikan papuyu *Anabas testudineus* jantan dan betina

Sexual dimorphism related to growth in climbing perch *Anabas testudineus*

Rahmat Hidayat, Odang Carman*, Alimuddin

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

*Surel: genetic@indo.net.id

ABSTRACT

The phenomenon that often occurs culture of climbing perch *Anabas testudineus* Bloch is a significant size difference between individuals of male and female those lead to high variation in culture yields. In addition to genetic factors, the difference possibly reflects the sexual dimorphism in this fish; female grows faster than male. This research was conducted to examine sexual dimorphism related to growth quantitatively. Sixty individuals of 45-days old juvenile derived from mating of five pairs broods were randomly picked up and reared individually in 20×20×100 cm³ net cages for 135 days. Fish were fed on commercial feed (30% protein) three times a day at 10% feeding rate. Body weight and body length were individually recorded every 15 days, sex was determined at the end of the experiment by surgering the fish and gonad was weighed to calculate gonadosomatic index (GSI). The results showed that growth and specific growth rate of female were 1.17 and 1.48 fold respectively higher than male. This result indicates sexual dimorphism and female monosex culture of climbing perch is highly promising.

Keywords: dimorphism, growth, climbing perch, *Anabas testudineus*

ABSTRAK

Salah satu fenomena yang sering dijumpai dalam budidaya ikan papuyu *Anabas testudineus* Bloch adalah perbedaan ukuran yang mencolok antara individu jantan dan betina yang menyebabkan hasil panen ikan sangat bervariasi. Selain faktor genetik, perbedaan ini diduga disebabkan oleh adanya dimorfisme seksual terkait pertumbuhan. Penelitian ini dilakukan untuk menguji dimorfisme seksual terkait dengan pertumbuhan ikan papuyu secara kuantitatif. Benih ikan umur 45 hari hasil pemijahan lima pasang induk diambil secara acak sebanyak 60 ekor dan dipelihara selama 135 hari secara individu di dalam 60 unit hapa (20×20×100 cm³). Ikan diberi pakan komersial (protein 30%) tiga kali sehari sebanyak 10% bobot tubuh. Bobot dan panjang semua ikan dicatat setiap 15 hari sekali, jenis kelamin ditentukan di akhir penelitian dengan cara membedah, mengamati gonad, dan menimbangannya untuk menentukan indeks gonadosomatik (IGS). Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan bobot harian ikan betina masing-masing 1,48 kali dan 1,17 kali lebih tinggi dibandingkan dengan ikan jantan. Hasil penelitian ini mengindikasikan dimorfisme seksual dan pengembangan budidaya ikan papuyu monoseks betina prospektif untuk dilakukan.

Kata kunci: dimorfisme, pertumbuhan, ikan papuyu, *Anabas testudineus*

PENDAHULUAN

Ikan papuyu atau betok *Anabas testudineus* adalah ikan yang telah banyak dibudidayakan secara komersial di wilayah Asia Tenggara (Chotipuntu & Avakul, 2010). Ikan papuyu di Kalimantan Selatan terdiri atas dua varian berdasarkan warna badan, yaitu warna hijau (papuyu hijau), dan warna kuning (papuyu galam), tetapi keduanya memiliki karakter morfologi yang sama. Ikan papuyu galam memiliki bentuk badan yang lebih kecil dibandingkan dengan

ikan papuyu hijau (Rohansyah *et al.*, 2010). Ikan papuyu banyak disukai oleh masyarakat Kalimantan.

Teknik pemijahan, pendederan dan pembesaran ikan papuyu telah dikembangkan oleh Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin Kalimantan Selatan dan telah dirilis hasil domestikasi pada tahun 2014. Hingga saat ini, waktu yang diperlukan untuk mencapai ukuran konsumsi (bobot 66,7–125 g/ekor) dari ukuran 1–2 g/ekor adalah sekitar delapan bulan. Salah satu fenomena yang sering dijumpai dalam

budidaya ikan papuyu adalah perbedaan ukuran yang mencolok antara individu jantan dan betina yang menyebabkan lebih banyaknya individu di bawah ukuran pasar (Bunasir *et al.*, 2014). Selain faktor genetik, perbedaan ini diduga disebabkan oleh adanya dimorfisme seksual terkait pertumbuhan, ikan papuyu betina lebih cepat tumbuh dibandingkan dengan ikan jantan. Oleh karena itu, riset sistematis diperlukan untuk membuktikannya.

Pengkajian terhadap pertumbuhan ikan papuyu di alam dengan pendugaan umur berdasarkan rekam otolit menunjukkan bahwa laju pertumbuhan ikan papuyu betina lebih tinggi dibandingkan dengan ikan papuyu jantan (Nagris, 2010). Hal yang berbeda telah dilaporkan pada ikan nila; ikan nila jantan tumbuh lebih cepat daripada betina (Chakraborty & Banarjee, 2010; Bhatta *et al.*, 2013). Selanjutnya, tingkat produksi budidaya ikan nila monoseks jantan lebih tinggi yaitu sekitar 10% (Nguyen & David, 2000) daripada ikan yang dibudidayakan secara campur antara ikan berjenis kelamin jantan-betina. Ikan mas monoseks betina yang dibudidayakan di Eropa Tengah secara signifikan memiliki bobot panen 29,7% yang bernilai lebih tinggi dibandingkan dengan populasi heteroseks (Kocour *et al.*, 2005).

BAHAN DAN METODE

Ikan uji

Benih ikan papuyu umur 45 hari pascatetas (hpt), yang memiliki ukuran rerata bobot 2,92–0,87 g dan panjang baku 4,19±0,39 cm diperoleh dari hasil pendederan larva ikan papuyu hijau di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Mandiangin, Kalimantan Selatan. Larva ikan diambil dari hasil pemijahan induk ikan papuyu betina dengan bobot minimal 80 g, dan jantan bobot minimal 30 g. Pemijahan diinduksi dengan ovaprim dosis 0,25 mL/kg induk secara intramuskuler. Induk sebanyak 5 pasang masing-masing dipijahkan di dalam akuarium 60×40×50 cm³ yang diaerasi secara kontinu. Induk segera diambil setelah memijah, dan dikembalikan ke bak pemeliharaan induk (ukuran 2×1×1 m³). Telur diinkubasi dalam akuarium selama 18–20 jam pada suhu 28–30 °C. Larva dipelihara di dalam akuarium yang dilengkapi aerasi selama dua hari, kemudian ditebar dalam bak pendederan ukuran 5×2×1 m³. Panen benih dilakukan saat ikan berumur 45 hpt, selanjutnya digunakan untuk uji pertumbuhan.

Uji pertumbuhan

Benih ikan papuyu umur 45 hpt sebanyak 60 ekor diambil secara acak, dipelihara secara individu di dalam hapa ukuran 20×20×100 cm³. Hapa dipasang dalam bak beton ukuran 310×200×100 cm³ dengan ketinggian air 60 cm. Bagian hapa yang tidak tenggelam air berjarak 40 cm dari permukaan air. Ikan dipelihara selama 90 hari dan diberi pakan dengan pakan komersial (kadar protein 30%) sebanyak 10% dari biomassa, frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari (pagi, siang dan sore). Penyifonan dan penggantian air sebesar 10% volume air bak beton dilakukan setiap 15 hari sekali.

Semua ikan secara individu ditimbang, dan panjang standar diukur setiap 15 hari sekali hingga akhir penelitian. Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital (ketelitian 0,1 g), sedangkan panjang diukur menggunakan penggaris aluminium (ketelitian 0,1 cm). Parameter pertumbuhan dihitung menurut Loum *et al.* (2013); pertumbuhan bobot mutlak (PBM) dihitung dengan rumus $Bt - B_0$, di mana Bt = bobot rata-rata ikan pada saat akhir (g), B_0 = bobot rata-rata ikan pada saat awal (g), dan laju pertumbuhan bobot harian (LPH) (%/hari) dihitung menggunakan persamaan $\{ \ln Bt - \ln B_0 \} / t \times 100$, di mana t = lama waktu pemeliharaan (hari).

Identifikasi jenis kelamin dan penentuan indeks gonadosomatik

Jenis kelamin ditentukan di akhir penelitian saat ikan berumur 180 hpt, kemudian dilakukan pengamatan gonad (Behera *et al.*, 2015). Semua ikan satu per satu dibedah, gonad diambil, diamati jenis kelaminnya, kemudian gonad ditimbang menggunakan timbangan digital (ketelitian 0,0001 g) untuk menghitung indeks gonadosomatik (IGS). Gonad jantan berupa testis, sedangkan gonad betina berupa ovari. Ovari dicirikan berwarna merah muda, diisi butiran-butiran telur, berbentuk jelly transparan seperti jaringan gonad lembut, menempati bagian posterior rongga badan (*body cavity*), sedangkan testis berwarna keputih-putihan berisi sel sperma sangat halus, dan menempel pada rongga badan.

Pengukuran kualitas air

Suhu dan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*; DO) diukur secara *in situ* menggunakan alat DO meter. pH diukur secara *in situ* menggunakan alat pH meter. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap 15 hari sekali. Kualitas air selama penelitian

menunjukkan suhu 26,4–27,6 °C, pH air 5,8–8,8 dan oksigen terlarut 1,1–4,6 mg/L. Nilai kisaran ini masih sesuai dengan prosedur budidaya ikan papuyu (Bunasir *et al.*, 2013).

Analisis data

Data kuantitatif yang telah diperoleh selanjutnya ditabulasi menggunakan alat bantu program *Microsoft Excel* 2007 dan dianalisis secara statistik menggunakan *software* Minitab 14. Data dikelompokkan menjadi data pertumbuhan, dan IGS ikan betina dan ikan jantan, lalu diuji normalitasnya. Uji t dilakukan pada taraf 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pertumbuhan

Hasil penelitian pertumbuhan ikan papuyu jantan dan betina disajikan pada Gambar 1. Ikan papuyu betina dan jantan memiliki bobot (Gambar 1A), pertumbuhan bobot mutlak (PBM) (Gambar 1B), dan panjang baku (Gambar 1D) yang sama sampai umur 120 hpt, kemudian menunjukkan perbedaan bobot tubuh, PBM, dan panjang baku ikan betina yang lebih tinggi daripada jantan ($P < 0,05$) pada umur 135–180 hpt. Selanjutnya, perbedaan laju pertumbuhan bobot harian (LPH) (Gambar 1C) ikan jantan dan betina ditemukan mulai umur 150 hpt. Pada akhir pemeliharaan, ikan betina memiliki bobot tubuh 40% lebih tinggi daripada bobot ikan jantan, dan panjang baku betina 10% lebih panjang daripada jantan. Ikan betina memiliki LPH sebesar 17% lebih tinggi daripada jantan, dan PBM ikan betina sebesar 48% lebih tinggi daripada jantan.

Bobot ikan papuyu betina pada umur 180 hpt, baik bobot tubuh ikan dengan gonad, maupun bobot tubuh tanpa gonad menunjukkan lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan ikan jantan (Gambar 2). Bobot tubuh ikan betina ($19,69 \pm 2,92$ g) menunjukkan 40,6% lebih tinggi daripada bobot tubuh ikan jantan ($14,00 \pm 3,49$ g). Sementara itu, bobot tubuh ikan papuyu betina tanpa gonad ($16,70 \pm 2,85$ g) menunjukkan 20,7% lebih tinggi daripada ikan jantan tanpa gonad ($13,84 \pm 3,49$ g).

Indeks gonadosomatik (IGS)

Ikan uji (Gambar 3) yang dapat diidentifikasi pada akhir penelitian ini berjumlah 56 ekor, terdiri atas 30 ekor ikan jantan (50,8%) dan 26 ekor ikan betina (44,1%). Selanjutnya, diperoleh 27 gonad jantan dan 22 gonad betina yang berhasil

ditimbang. Bobot rerata gonad ikan betina ($n=22$) sebesar $2,990 \pm 0,462$ g, menunjukkan 18,59 kali lebih tinggi daripada ikan jantan ($n=27$; $1,16 \pm 0,35$ g). Selanjutnya, Gambar 4 memperlihatkan IGS ikan betina ($15,30 \pm 1,98\%$) yang lebih tinggi, yakni 13,14 kali lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan IGS jantan ($1,16 \pm 0,35$).

Pembahasan

Penelitian ini membuktikan adanya dimorfisme kelamin terkait dengan kecepatan tumbuh pada ikan papuyu. Pada umur 180 hpt, bobot ikan betina, baik dengan maupun tanpa gonad adalah lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada ikan jantan, berturut-turut 40,6% dan 20,7% lebih tinggi. Perbedaan pertumbuhan ini menguatkan adanya fenomena bahwa variasi ukuran ikan papuyu saat panen (Bunasir *et al.*, 2014) lebih disebabkan oleh dimorfisme kelamin. Di samping itu, tingginya bobot ikan papuyu betina, baik dengan maupun tanpa gonad yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan jantan ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan ikan betina yang lebih cepat daripada ikan jantan yang diduga tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh bobot gonadnya. Seperti halnya pada ikan salmon (*Salmonidae*), populasi betina lebih disukai, karena karena salmon jantan lebih cepat matang gonad pada umur muda dan dagingnya lebih sedikit daripada ikan betina (Mizzau *et al.*, 2013; Leclercq *et al.*, 2010; Davidson *et al.*, 2009).

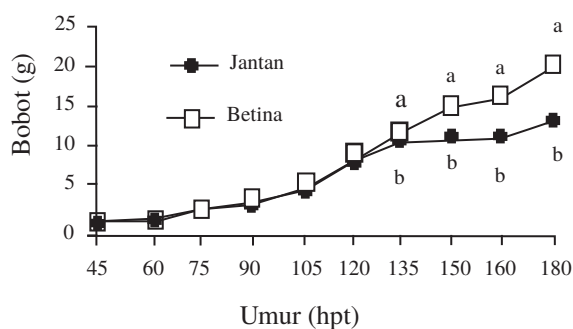
Dimorfisme pertumbuhan terkait dengan jenis kelamin juga ditemui pada beberapa jenis hewan akuatik ekonomis lainnya. Ikan mujair *Oreochromis mossambicus* jantan dilaporkan memiliki pertumbuhan bobot 1,68 kali lebih besar dari ikan nila betina pada umur 120 hpt (Bhatta *et al.*, 2013). Pertumbuhan udang windu *Penaeus monodon* betina sekitar 20% lebih cepat daripada udang jantan, dan mempengaruhi bobot panen (Gopal *et al.*, 2010). Bobot lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* jantan 1,4 kali lebih besar dibandingkan dengan betina pada umur pemeliharaan 145 hari (Rodgers *et al.*, 2006).

Indeks gonadosomatik ikan betina lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan ikan jantan, yang mana ikan betina dan jantan tersebut berumur sama dan belum pernah dipijahkan (Gambar 4). Nilai IGS memberikan gambaran bahwa gonad ikan betina menyumbang sebesar $15,20 \pm 1,98\%$ dari bobot total ikan betina, sedangkan gonad ikan jantan menyumbang sebesar $1,16 \pm 0,35\%$ dari bobot total ikan jantan. Ini sesuai dengan konsensus secara umum mengenai pertumbuhan

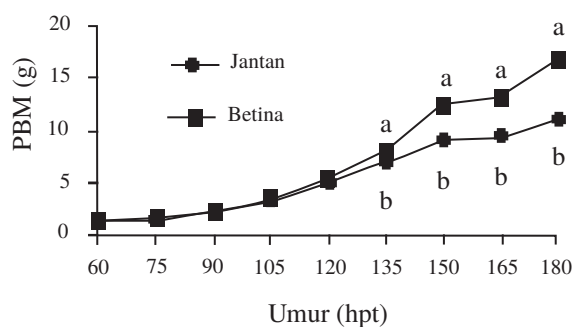
ikan yang menyatakan bahwa TKG berhubungan erat dengan karakteristik kelamin sekunder, yaitu ikan betina lebih besar dibandingkan dengan ikan jantan (Bhatta *et al.*, 2012). Namun demikian, hal ini tidak berlaku untuk ikan sebelah *Bothus robinsi* (Kobelkowsky, 2004), ikan mujair *O. mossambicus* (Nacua *et al.*, 2011), dan ikan lele Eropa *Silurus glanis* (Haffray *et al.*, 1998) yang memiliki karakteristik sebaliknya, yaitu ikan jantan lebih besar daripada ikan betina. Pengkajian dimorfisme berdasarkan perbedaan TKG dan IGS pada ikan papuyu dalam penelitian ini tidak menyertakan gambaran kapan terjadinya awal matang gonad, atau kemungkinan adanya rematurasi, sehingga belum dapat disimpulkan bahwa ikan papuyu betina lebih cepat matang gonad dibandingkan ikan jantan.

Perbedaan pertumbuhan terkait dengan jenis kelamin pada beberapa jenis komoditas ikan ekonomis mendasari perlunya strategi budidaya yang terkait dengan proses reproduksi dan produksi budidaya. Karakteristik pertumbuhan tersebut dapat membantu dalam pengendalian seksualitas untuk pembuatan stok induk budidaya (Cnaani & Levavi-Sivan, 2009; Fonseca *et*

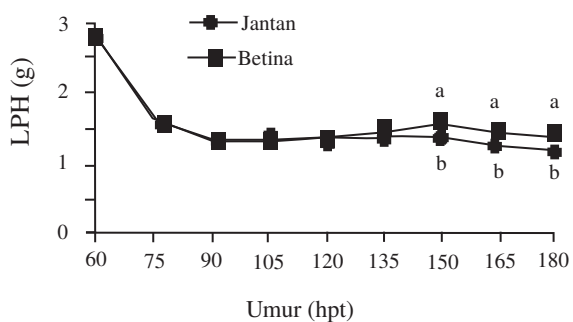
al., 2013; Rios-Cardenas *et al.*, 2013; Wirtz-Ocana *et al.*, 2013; Murphy *et al.*, 2014; Seifi-Berenjestanaki *et al.*, 2014). Pengendalian seksualitas bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan ikan budidaya dan meningkatkan hasil panen. Optimalisasi pertumbuhan ikan budidaya telah dilakukan pada budidaya ikan mas monoseks betina di Eropa Tengah yang secara signifikan memiliki bobot panen 29,7% lebih tinggi daripada campur kelamin (Kocour *et al.*, 2005). Ikan nila monoseks jantan memiliki pertumbuhan tiga kali lipat (Chakraborty *et al.*, 2011) atau dua kali lipat (Silva *et al.*, 2012) dari ikan nila campur kelamin, dan pengembalian modal pada usaha pembudidayaan ikan nila monoseks lebih cepat daripada budidaya campur kelamin (Dagne *et al.*, 2013). Beaven dan Muposhi (2012) menyatakan bahwa konversi pakan ikan nila monoseks yang diberi perlakuan berupa hormon 17α -metiltestosteron ($1,68\pm 0,01$) secara signifikan lebih rendah daripada ikan nila tanpa perlakuan hormon ($1,92\pm 0,01$). Ikan nila GIFT monoseks jantan dilaporkan memiliki pertumbuhan 33% lebih tinggi dibandingkan ikan nila GIFT campuran (Siddik *et al.*, 2007).



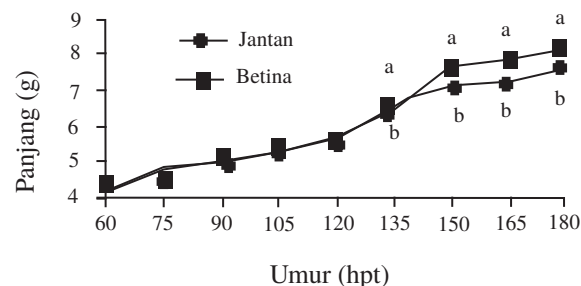
(a)



(b)

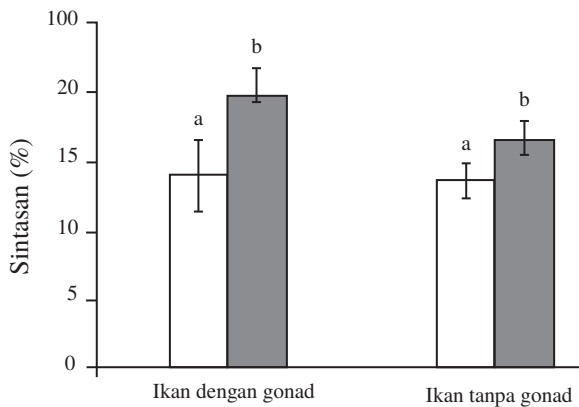


(c)

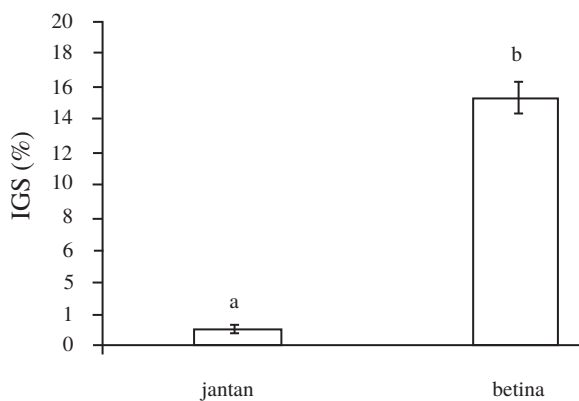


(d)

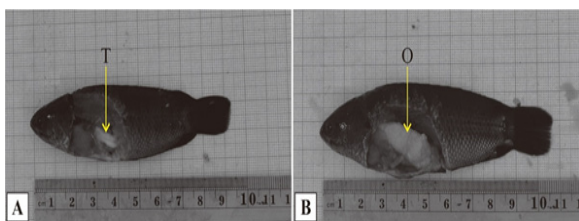
Gambar 1. Pertumbuhan ikan papuyu varietas hijau kelamin jantan ($n=30$) dan betina ($n=26$) hingga berumur 180 hari pascatetas (hpt). Gambar (a) pertumbuhan bobot, (b) pertumbuhan mutlak bobot (PBM), (c) laju pertumbuhan bobot harian (LPH), dan (d) pertumbuhan panjang. Huruf berbeda pada grafik menunjukkan nilai berbeda nyata ($P<0,05$).



Gambar 2. Bobot ikan papuyu jantan (n=27, ■) dan betina (n=22, □) varietas hijau pada umur 180 hpt. Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata secara statistik ($P < 0,05$).



Gambar 4. Indeks gonadosomatik (IGS) ikan papuyu hijau jantan (n=27) dan betina (n=22) pada umur 180 hpt. Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata secara statistik ($P < 0,05$).



Gambar 3. Ikan papuyu varietas hijau jantan (A), dan betina (B). T= testis, sperma berwarna putih dan mulai matang, mencapai tingkat kematangan gonad (TKG) III. O= ovari, nampak telur berwarna orange kemerah-merahan (hampir matang) dan gonad telah mengisi sekitar 2/3 rongga perut (TKG IV).

Oleh sebab itu, budidaya monoseks ikan nila jantan merupakan metode yang ideal untuk meningkatkan produksi dan perekonomian masyarakat (Chakraborty & Banerjee, 2009).

KESIMPULAN

Ikan papuyu memiliki dimorfisme seksual terkait pertumbuhan. Pertumbuhan bobot mutlak

dan laju pertumbuhan bobot harian ikan betina masing-masing 48% dan 17% lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada ikan jantan. Adanya perbedaan pertumbuhan antara ikan papuyu jantan dan betina yang sangat signifikan, maka pengembangan teknik produksi ikan papuyu melalui budidaya monoseks betina sangat prospektif untuk dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Beaven U, Muposhi V. 2012. Aspects of a monosex population of *Oreochromis niloticus* fingerlings produced using 17- α methyltestosterone hormone. *Journal of Aquaculture Research and Development* 3: 1–5.
- Behera S, Devi LM, Kumar S, Gogoi R, Samanta P, Jomang O, Bakshi S. 2015. External morphology and sexual dimorphism of *Anabas testudineus* in natural environment. *International Journal of Science and Nature* 6: 288–292.
- Berenjestanaki SS, Fereidouni AE, Ouraji H, Khalili KJ. 2014. Influence of dietary lipid sources on growth, reproductive performance, and fatty acid compositions of muscle and egg in three-spot gourami *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770). *Aquaculture Nutrition* 20: 494–504.
- Bhatta S, Iwai T, Miura C, Higuchi M, Shimizu-Yamaguchi S, Fukada H, Miura T. 2012. Gonads directly regulate growth in teleosts. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 11.408–11.412.
- Bhatta S, Iwai T, Miura T, Higuchi M, Maugars G, Miura C. 2013. Differences between male and female growth and sexual maturation in tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology* 8: 57–65.
- Bunasir, Ilmi A, Haryadi A, Helmiansyah, Gunayan, Sunarto. 2013. Perbaikan sistem pembesaran melalui pola pemberian pakan untuk meningkatkan produksi dan mengetahui dominasi *sex ratio* ikan papuyu *Anabas testudineus* Bloch. Banjarbaru: Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Bunasir, Mudjiutami E, Ilmi A, Webby, Haryadi A, Riva'i A, Tulus, Hidayat R, Wahyutomo, Susanti W, Sihananto BS, Suprpto DF, Syafrudin, Helmiansyah, Widodo P. 2014.

- Domestikasi dan budidaya ikan papuyu. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Chakraborty SB, Banerjee S. 2010. Comparative growth performance of mixed-sex and monosex Nile tilapia population in freshwater cage culture system under Indian perspective. *International Journal of Biology* 2: 44–50.
- Chakraborty SB, Mazumdar D, Chatterji U, Banerjee S. 2011. Growth of mixed-sex and monosex Nile tilapia in different culture systems. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 131–138.
- Chotipuntu P, Avakul P. 2010. Aquaculture potential of climbing perch *Anabas testudineus* in brackish water. *Walailak Journal of Science and Technology* 7: 15–21.
- Cnaani A, Levavi-Sivan B. 2009. Sexual development in fish, practical applications for aquaculture. *Sexual Development* 3: 164–175.
- Dagne A, Degefu F, Lakew A. 2013. Comparative growth performance of mono-sex and mixed-sex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in pond culture system at Sebeta, Ethiopian. *International Journal of Aquaculture* 7: 30–34.
- Davidson WS, Huang TK, Fujiki K, Von Schalburg KR, Koop BF. 2009. The sex determining loci and sex chromosomes in the family Salmonidae. *Sexual Development* 3: 78–87.
- Fonseca APD, Volcan MV, Sampaio LA, Romano LA, Robaldo RB. 2013. Growth of critically endangered annual fish *Austrolebias wolterstorffi* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) at different temperatures. *Neotropical Ichthyology* 11: 837–844.
- Gopal C, Gopikrishna G, Krishna G, Jahageerdar SS, Rye M, Hayes BJ, Paulpandi S, Kiran RP, Pillai SM, Ravichandran P, Ponniah AG, Kumar D. 2010. Weight and time of onset of female-superior sexual dimorphism in pond reared *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 300: 237–239.
- Haffray P, Vauchez C, Vandeputte M, Linhart O. 1998. Different growth and processing traits in males and females of European catfish *Silurus glanis*. *Aquatic Living Resources* 11: 341–345.
- Kobelkowsky A. 2004. Sexual dimorphism of the flounder *Bothus robinsi* (Pisces: Bothidae). *Journal of Morphology* 260: 165–171.
- Kocour M, Linhart O, Gela D, Rodina M. 2005. Growth performance of all-female and mixed-sex common carp *Cyprinus Carpio* L. Populations in the Central Europe climatic conditions. *Journal of the World Aquaculture Society* 36: 103–113.
- Leclercq E, Taylor JF, Hunter D, Migaud H. 2010. Body size dimorphism of sea-reared Atlantic salmon *Salmo salar* L.: Implications for the management of sexual maturation and harvest quality. *Aquaculture* 301: 47–56.
- Loum A, Sagne M, Fall J, Ndong D, Diouf M, Sarr A, Thiaw OT. 2013. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and survival rate of fry monosex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared under re-circulating system. *Journal of Biology and Life Science* 4:13–22.
- Mizzau TW, Garner SR, Marklevitz SAC, Thompson GJ, Morbey YE. 2013. A Genetic test of sexual size dimorphism in pre-emergent Chinook salmon. *Plos One* 8: 1–6.
- Murphy AD, Goedert D, Morris MR. 2014. Maternal effects are long-lasting and influence female offspring's reproductive strategy in the swordtail fish *Xiphophorus multilineatus*. *Journal of Evolutionary Biology* 27: 1.613–1.622.
- Nacua SS, Torres MAJ, Demayo CG. 2011. Sexual dimorphism in tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) from Lake Lanao, Philippines. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology* 6: 92–99.
- Nagris A. 2010. Ageing and growth records of *Anabas testudineus* (Bloch) (Anabantidae : Perciformes). *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 45:283–287.
- Nguyen CD, David CL. 2000. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in Northern Vietnam. *Aquaculture* 184:221–231.
- Rios-Cardenas O, Brewer J, Morris MR. 2013. Maternal investment in the swordtail fish *Xiphophorus multilineatus*: support for the differential allocation hypothesis. *Plos One* 8: 1–9.
- Rodgers LJ, Saoud PI, Rouse DB. 2006. The effects of monosex culture and stocking density on survival, growth and yield of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* in earthen ponds. *Aquaculture* 259: 164–168.
- Rohansyah, Elrifadah, Marlida R. 2010. Kaji banding karakter morfologi dua varian ikan papuyu *Anabas testudineus* Bloch. *Media Sains* 2:77–82.

- Siddik MAB, Khan MMR, Hasan M. 2007. Evaluation of different diets on the growth of normal and monosex GIFT tilapia *Oreochromis niloticus* L in Bangladesh. *Journal of Bangladesh Agricultural University* 5: 377–384.
- Silva CF, Zarazua GMS, Pacheco IT, Rangel AF. 2012. Male tilapia production techniques: A mini-review. *African Journal of Biotechnology* 12: 5.496–5.502.
- Wirtz-Ocana, Sabine, Schütz D, Pachler G, Taborsky M. 2013. Paternal inheritance of growth in fish pursuing alternative reproductive tactics. *Ecology and Evolution* 3: 1.614–1.625.