

Gejala Asimetris pada Lele Afrika *Clarias gariepinus* tanpa Sirip Pektoral Hasil Budidaya di Kolam

An Evidence of Complete-Pectoral Fin Loss as an Asymmetric Trait on African Catfish *Clarias gariepinus* Reared in Pond

Farikhah,* Sukoso, U. Yanuhar, F. Iranawati, M. Zainuddin

Budidaya Perikanan Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera 101 GKB Gresik, Jawa Timur 61121

*Penulis untuk korespondensi, e-mail: farikhah_umg@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan gejala asimetris pada lele Afrika *Clarias gariepinus* tidak bersirip pektoral yang berasal dari pemeliharaan di kolam budidaya. Individu yang tidak tumbuh sepasang sirip pektoral dikawinkan dengan individu bersirip pektoral normal untuk memperoleh benih ikan (F1). Penelitian dilakukan pada bulan Januari-April 2017 di Laboratorium Reproduksi Program Studi Budidaya Perikanan Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Variabel yang diamati yaitu skor asimetris dan indeks fluktuasi asimetris (FA). Jumlah jari-jari sirip pektoral kiri dan kanan, serta persentase F1 abnormal dianalisis. Hubungan panjang-bobot dianalisis dengan regresi linier dan rasio PT/BB. Penarikan kesimpulan menggunakan *Mann Whitney-U Test* ($\alpha=0,01$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi F1 dari induk ikan tak bersirip pektoral berbeda sangat nyata dengan kontrol pada variabel skor asimetri ($13,63\pm 29,88$), FA ($1,25\pm 2,05$), rerata jumlah sirip pektoral kiri ($8,95\pm 3,22$) - kanan ($9,10\pm 1,89$), dan rasio PT/BB ($1,57\pm 0,61$) dengan hubungan panjang-bobot berdasarkan persamaan $y = 3,25x - 2,04$. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa lele Afrika *Clarias gariepinus* tidak bersirip pektoral memiliki potensi untuk memunculkan karakter asimetris terhadap keturunannya dan meningkatkan indeks FA melalui hibridisasi.

Kata kunci: Fluktuasi asimetri (FA), jari-jari sirip pektoral, skor asimetris, stress

Abstract

The purpose of this study was to describe asymmetric trait on pectoral fin of *Clarias gariepinus* catfish originating from maintenance in aquaculture ponds. Individuals that do not develop a pair of pectoral fins are mated to a normal pectoral finned individual to obtain fish seed (F1). The study was conducted from January to April 2017 at the Reproductive Laboratory of Aquaculture Studies Program Department of Water Resources Management Faculty of Fisheries and Marine Science Universitas Brawijaya Malang. The observed variables are asymmetric score and Asymmetric Fluctuation Index (FA). The number of left and right pectoral fin radius, as well as abnormal F1 percentage were analyzed. Long-weight relationship was analyzed by linear regression and PT/BB ratio. The conclusions using *Mann Whitney-U Test* ($\alpha = 0.01$). The results showed that the population of F1 from the parent fish of the non-pectoral mortal differs very significantly with the controls on the asymmetry score variables (13.63 ± 29.88), FA (1.25 ± 2.05), the average number of pectoral left fins (8.95 ± 3.22) - right fin (9.10 ± 1.89), and the ratio of PT/BB (1.57 ± 0.61) with a long-weighted relationship based on the equation $y = 3.25x - 2.04$. Based on the results of this study, it is concluded that the African catfish *Clarias gariepinus* with perfect loss pectoral fin has the potency to generate asymmetrical characters to its generation and rising FA that is influenced by the hybridization.

Keywords: Fluctuating asymmetry (FA), Pectoral fin ray, asymmetric score, stress

Pengantar

Sebagian besar jenis ikan (kelas: *Pisces*) merupakan organisme bilateral yang bersifat simetris, merupakan bagian tubuh sisi kiri adalah cerminan dari bagian tubuh di sisi kanan atau sebaliknya. Sifat organ yang simetris menyiratkan penyusunan spasial sangat kuat (Klingenberg *et al.*, 2002) dan melibatkan kontrol genetik yang sangat besar (Leary *et al.*, 1981; Moller

et al., 1987). Atas hal tersebut, simetrisitas seringkali dihubungkan dengan mutu genetik suatu individu dan telah lama diketahui bahwa semakin kecil variabilitas individu menunjukkan nilai heterozigositas yang tinggi (Mitton & Grant, 1994; Strauss, 1989). Morfologi atau fenotipe yang simetris penting bagi ikan untuk menjalankan fungsi-fungsi fisiologis dan metabolisme secara normal dan efisien. Simetris morfologis juga

menjadi salah satu indikator bahwa individu mampu menjalankan tahapan perkembangan yang stabil (*developmental stability*) dan mampu membangun fenotipe secara normal dalam rentang kondisi genetik dan lingkungan yang ada (Moller & Swaddle, 1997). Apabila simetrisitas menurun maka ikan menjadi asimetris. Asimetrisitas pada ikan berdampak buruk karena dapat mereduksi sifat-sifat hidup (*fitness*) seperti daya hidup (*survival*), laju tumbuh, kemampuan reproduktif, dan meningkatkan risiko terhadap serangan patogen berbahaya sehingga perlu diupayakan mengatasi permasalahan yang ada saat ini.

Asimetrisitas pada ikan secara umum ditunjukkan oleh variabel Fluktuasi Asimetris (FA). FA yaitu ragam penyimpangan acak dari keadaan bilateral sempurna suatu populasi organisme (Graham, 2010). FA pada ikan telah banyak dipelajari dan dijadikan sebagai indikator umum *stress* (Leary & Allendorf, 1989; Leary *et al.*, 1991; Allenbach, 2011). Keadaan *stress* yang telah diteliti berasal dari dua hal yaitu faktor lingkungan dan faktor genetik. Allenbach (2011) telah mereview berbagai kajian FA dari paradigma *stress* lingkungan pada 81 species ikan komoditas akuatik dan menyimpulkan bahwa ada tiga kelompok besar penyebab *stress* dari faktor lingkungan yang telah dikaji secara ilmiah yaitu variasi alamiah, stressor alamiah, dan *stressor* antropogenik. *Stressor* alamiah ditemukan ada dua golongan yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor biotik meliputi identitas pemeliharaan, kondisi, infeksi agen penyakit, dan predasi. Faktor abiotik antara lain karakteristik air, salinitas, bencana alam (misalnya *El Nino*), dan tipe pemijahan apakah *outdoor* atau *indoor*. Faktor antropogenik yang telah diteliti meliputi perubahan habitat, kortisol maternal, masalah kependudukan (urban), paparan logam, fluktuasi suhu, radiasi, asidifikasi, pestisida, dan interaksi dari beberapa faktor.

Kegiatan pembudidayaan ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* atau yang dikenal dengan nama ikan lele Afrika telah memunculkan fenotipe '*farm type*' yaitu ikan tak bersirip pektoral. Ikan ini dianggap sebagai ikan abnormal (Nurhidayat *et al.*, 2003; Iswanto & Suprpto, 2015). Dinyatakan oleh peneliti sebelumnya bahwa ikan-ikan abnormal tidak bersirip pektoral adalah disebabkan oleh *stress* genetik, namun pernyataan tersebut membutuhkan pembuktian lebih lanjut. Berlandaskan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan bukti yang dapat memastikan bahwa ikan lele Afrika tak bersirip pektoral menyimpan *stress genetik*, yang dapat dievaluasi dari variabel FA keturunan atau anakan yang dihasilkan dari persilangan ikan tak bersirip pektoral. Kajian FA ditinjau dari aspek genetik

belum banyak diteliti (Allenbach, 2011) hingga saat ini sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan dengan harapan jangka panjang yaitu memperoleh performa terbaik ikan-ikan budi daya yang potensial.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Reproduksi Ikan Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya pada bulan Januari-April 2017. Metode Penelitian adalah deskriptif terhadap dua populasi anakan atau keturunan (F1) ikan lele Afrika *Clarias gariepinus*, yaitu F1 dari induk ikan tak bersirip pektoral dan F1 dari induk ikan normal (kontrol). F1 diperoleh dengan dengan menyilangkan induk ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* secara buatan melalui induksi hormonal. Ikan tak bersirip pektoral yang digunakan sebagai induk dalam penelitian ini berasal dari pengepul ikan di Pasar Induk Ikan Lamongan Jawa Timur, sedangkan ikan normal yang digunakan sebagai induk, berasal dari Laboratorium Reproduksi Ikan FPIK Universitas Brawijaya. Karakterisasi induk adalah sebagai berikut. induk betina tak bersirip pektoral (bobot 1000 g, Panjang Total 56 cm) dan induk jantan normal (bobot \pm 1000 g, Panjang Total \pm 54 cm). Induk ikan untuk menghasilkan kontrol (F1 normal) yaitu induk betina normal (bobot \pm 800 g, Panjang Total \pm 40 cm) dan induk jantan (bobot \pm 1700 g, Panjang Total \pm 60 cm) dimana sirip pektoral normal berjumlah sepasang dan tiap sirip terdiri dari 1 duri keras dan 11 jari-jari sirip lunak.

Seluruh induk yang akan dipijahkan terlebih dahulu diinduksi dengan hormon Ovaprim 30 ml/kg BB pada induk betina dan 15 ml/kg BB pada induk jantan. Induk ikan ditempatkan dalam kolam beton (3x1x1 m³) dilengkapi dengan kakaban dan air tawar bersih setinggi 30cm sehingga mencapai periode laten yang optimal. Selang 11 jam pasca induksi hormonal, induk-induk diangkat untuk dilakukan stripping untuk memperoleh sel telur dan pengambilan organ testes untuk memperoleh *milt*. Ditimbang 150 g sel telur dan dicampur dengan 3 ml *milt*, di dalam mangkuk kering kemudian diaduk menggunakan bulu ayam steril. Pengadukan dilakukan sekitar 60 detik hingga sel-sel telur telah tercampur merata dengan *milt*, kemudian dituangkan sejumlah air tawar bersih ke dalam mangkuk sehingga dengan air tersebut, proses fertilisasi dapat terjadi dan menghasilkan zygot. Zygot segera ditebar ke dalam akuarium berukuran 40x70x40 cm³ dan diinkubasi sehingga menjadi embrio hingga menetas menjadi larva. Suhu inkubasi dipertahankan 28°C dan sirkulasi air yang memadai agar kualitas air di dalam akuarium

stabil hingga embrio menetas menjadi larva. Larva dipelihara hingga *yolk* habis kemudian diberi pakan alami *Artemia* sp. Pada umur 6 hari pasca fertilisasi (PF), benih diberi pakan *Tubifex* sp. sampai berumur 20 hari, setelah itu diberikan pakan pelet berprotein tinggi dan dipelihara hingga mencapai umur 45 hari pasca fertilisasi (PF).

Identifikasi fenotipe sirip pektoral normal dan tidak normal

Individu dinyatakan dari populasi F1 diidentifikasi fenotipe sirip pektoral. Dinyatakan normal apabila karakter meristik sirip pektoral berdasarkan jumlah jari-jari sirip pektoral sesuai dengan Teugels (1982), dengan rumus sirip pektoral (I.9-11). Jumlah jari-jari sirip pektoral kiri (Pkr) sama dengan jumlah jari-jari sirip pektoral kanan (Pkn). Fenotipe dinyatakan tidak normal apabila jumlah jari-jari sirip pektoral kurang dari 9 unit, dimana banyak jari-jari di Pkr berbeda dengan Pkn. Selanjutnya dilakukan identifikasi ketidaknormalan sirip pektoral berdasarkan karakter meristik dan jumlah sirip yang tumbuh. Penghitungan jari-jari sirip pektoral dilakukan dengan bantuan mikroskop binokuler (M=40x) dan mikroskop stereo Olympus. Persentase kelompok F1 simetris dan asimetris dihitung menggunakan rumus berikut. Jumlah sampel dari setiap kelompok F1 adalah sebanyak 20 ekor masing-masing.

$$\% F1 \text{ Sirip Pektoral Normal} = \frac{\text{jumlah individu normal sirip pektoral}}{\text{jumlah sampel dari populasi F1}} \times 100\%$$

$$\% F1 \text{ Sirip Pektoral Tidak Normal} = \frac{37 - \text{jumlah individu tidak sirip pektoral}}{\text{jumlah sampel dari populasi F1}} \times 100\%$$

Analisis Skor Asimetris

Skor asimetris dihitung dengan mencari nilai mutlak jumlah jari-jari sirip dikurangi jumlah jari-jari sirip pektoral kanan (Pkn) dibagi dengan jumlah total jari-jari sirip pektoral kiri (Pkr) dan kanan (Pkn), selanjutnya hasilnya dikalikan 100 (Iguchi, 2005 dengan modifikasi).

$$\text{Skor Asimetris} = \frac{|Pkr - Pkn|}{Pkr + Pkn} \times 100$$

Indeks FA

Indeks FA dievaluasi dengan rumus Leary *et al* (1985) yaitu menjumlahkan selisih absolut jari-jari sirip pektoral kiri (Pkr) dengan jumlah jari-jari sirip pektoral kanan (Pkn) dibagi dengan jumlah individu dalam populasi sampel (n).

$$FA = \frac{\sum |Pkr - Pkn|}{n} \times 100$$

Karakter Morfometrik Panjang Total (cm) dan Bobot Basah (g) F1

Karakter morfometrik panjang total (PT, cm) dan bobot basah (BB, g) F1 sampel (n=20 pada kelompok masing-masing) digunakan untuk menentukan hubungan atau perbandingan antara panjang total dengan BB.

Analisis data dan pengambilan kesimpulan

Data yang telah diperoleh dianalisis dengan *Mann whitney U test* pada $\alpha = 0,01$ untuk menyimpulkan apakah karakter yang diselidiki yaitu asimetrisitas F1 berbeda antara ikan hasil persilangan induk abnormal tak bersirip pektoral dengan induk ikan normal. Penelitian ini mendasarkan pada H0: tidak terdapat perbedaan variabel karakter yang diteliti antara populasi F1 dari persilangan induk abnormal dengan ikan normal dan H1: terdapat perbedaan variabel karakter yang diteliti antara populasi F1 dari persilangan induk abnormal dengan ikan normal. Jika H1 diterima berarti ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* abnormal tak bersirip pektoral adalah ikan yang asimetris dan karakter tersebut bersifat diwariskan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Hasil penelitian tertera di Tabel 1. Persilangan induk ikan tak bersirip pektoral menghasilkan keturunan yang lebih asimetris jika dibandingkan dengan kontrol.

Persilangan dua pasang induk yang berbeda karakter sirip pektoral menghasilkan karakter populasi anakan (F1) yang berbeda ($sig.\alpha=0,01$) pada berbagai variabel karakter yang diselidiki. Skor Asimetris F1 dari induk abnormal ($13,63 \pm 29,88$) lebih tinggi daripada F1 dari induk normal ($3,34 \pm 3,47$). Nilai FA F1 dari induk abnormal ($1,25 \pm 2,05$) lebih tinggi daripada F1 dari induk normal ($0,7 \pm 0,73$). Rerata jari-jari sirip pektoral kiri dan kanan F1 dari induk abnormal ($8,95 \pm 3,22$; $9,10 \pm 1,89$) lebih rendah daripada F1 dari induk normal ($10,45 \pm 0,60$; $10,35 \pm 0,88$).

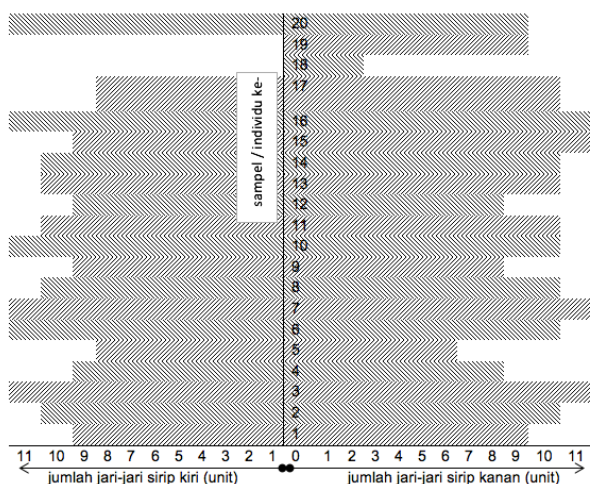
Tingginya skor asimetris menunjukkan bahwa sirip pektoral ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* pada penelitian ini sangat tinggi variasi fenotipenya. Tingginya variasi fenotipe dalam suatu populasi mencerminkan adanya gangguan perkembangan (*developmental noise*) di dalam populasi tersebut sehingga proses pembentukan organ-organ individu pun tidak stabil (*developmental instability*). Akibatnya fenotipe yang terbentuk menjadi sangat bervariasi dan acak antara individu satu dengan individu lainnya. Dalam penelitian ini ditemukan ikan yang memiliki sirip pektoral berjari-jari sirip 12, 11, 10, 9, 8, 4, 3, dan bahkan 0 atau sirip hilang sama sekali. Tingginya variasi jumlah jari-jari sirip menjadi semakin kompleks

Tabel 1. Perbandingan berbagai karakter Keturunan Pertama (F1) yang dihasilkan oleh persilangan ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* abnormal tak bersirip pektoral dengan ikan normal.

Variabel Karakter	Populasi Keturuna Pertama (F1) dari Persilangan	
	Induk Abnormal (♀ abnormal x ♂ normal)	Kontrol (♀ normal x ♂ normal)
Skor Asimetri	13,63±29,88**	3,34±3,47
Fluktuasi Asimetri (FA)	1,25±2,05 ^{ns}	0,7±0,73
Rerata jari-jari pektoral kiri	8,95±3,22**	10,45±0,60
Rerata jari-jari pektoral kanan	9,10±1,89**	10,35±0,88
% F1 Abnormal (%)	30	0
Hubungan Panjang-berat (PT/BB)	1,57±0,61**	1,01±0,49

Keterangan: **= berbeda sangat signifikan berdasarkan Uji *Mann Whitney U-test* ($\alpha=0,01$).

pada saat jumlah jari-jari sirip antara sisi kiri dengan sisi kanan seekor individu pun tidak sama atau tidak identik seperti deskripsi di Gambar 1-2.



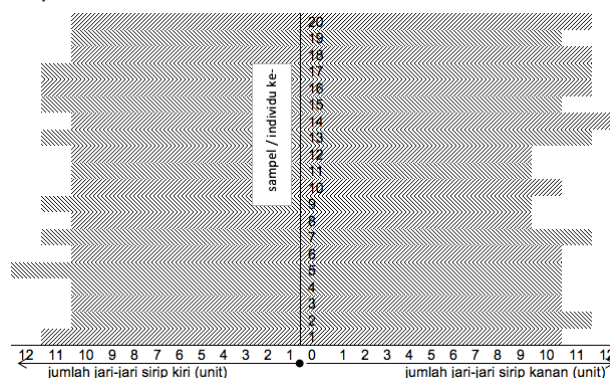
Gambar 1. Diagram distribusi jumlah jari-jari sirip pektoral kiri dan jari-jari sirip pektoral kanan populasi F1 dari persilangan induk ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* abnormal yang tidak bersirip pektoral.

Gambar 1. menunjukkan bahwa sirip pektoral populasi F1 dari induk abnormal tak bersirip pektoral memiliki jumlah jari-jari sirip lebih sedikit daripada kontrol. Performa sirip pektoral menyempit karena jumlah jari-jari sirip tereduksi sedangkan individu normal memiliki jumlah jari-jari sirip antara 10-12 unit. Ditemukan pula keadaan ekstrim, sirip pektoral hilang atau tidak tumbuh sama sekali (*fenodevian*).

Tidak identiknya jumlah jari-jari sirip pektoral yang ditemukan dalam penelitian ini adalah bukti bahwa populasi yang diteliti memiliki tingkat heterozigositas rendah. Populasi dengan tingkat heterozigositas rendah tidak mampu menghasilkan berbagai varian enzim dan protein fungsional untuk beradaptasi menghadapi tekanan atau gangguan eksternal yang

terjadi (Mitton & Grant, 1984; Graham, 2010). Varian enzim maupun protein lainnya sangat berguna dalam menjaga homeostasis fisiologis yang kompleks terutama pada saat pembentukan organ-organ tubuh individu. Akibatnya populasi mengalami penurunan *fitness* (Luclens et al, 2003; Polak, 2003; Pertoldi et al, 2011).

Asimetrisitas adalah penyimpangan kecil yang terjadi antara sisi kiri dan sisi kanan tubuh organisme bilateral, termasuk diantaranya pada ikan (Allenbach, 2011). Penyimpangan tersebut disebabkan oleh sisi kiri dan sisi kanan tubuh ikan tidak simetris, dalam hal ini pada organ sirip pektoral. Apabila jumlah jari-jari sirip kiri dan kanan tidak sama dan berkisar di rentang jumlah 10 unit hingga 12 unit maka masih dapat digolongkan dalam keadaan normal (Teugels, 1982), namun dalam penelitian ini populasi ikan kontrol hanya bersirip pektoral sekitar 10 unit (F1 dari induk ikan normal) sedangkan F1 dari induk abnormal tak bersirip pektoral memiliki sirip pektoral lebih sempit lagi, yaitu 8-9unit. Data tersebut memberi arti bahwa fenotipe atau performa sirip pektoral dipengaruhi oleh fenotipe induk dan termasuk dalam karakter yang dapat diwariskan.



Gambar 2. Diagram distribusi jumlah jari-jari sirip pektoral kiri dan jari-jari sirip pektoral kanan sampel populasi F1 dari induk ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* bersirip pektoral normal.

Sifat kecacatan sirip pektoral diwariskan pada anakan sebagaimana dalam penelitian ini bahwa 30% dari total populasi F1 induk tak bersirip pektoral adalah ikan yang cacat. Sebaliknya F1 dari persilangan ikan normal menghasilkan keturunan adalah berkarakter normal 100%. Kecacatan yang terjadi bersamaan dengan fluktuasi asimetri (FA) tergolong sebagai fenodevian (*phenodeviant*) dapat menjadi indikator bahwa ikan memiliki tingkat homozigositas tinggi sebagaimana pendapat Moler & Manning (2003). Pewarisan sifat cacat tentu sangat tidak diharapkan dalam kegiatan pembudidayaan ikan karena kecacatan ikan selalu beriring dengan kerugian baik dari aspek biologis maupun ekonomis. Di samping itu kecacatan sirip pektoral juga dimungkinkan membawa serta sifat cacat yang lainnya terutama kecacatan organ sirip berpasangan yang lain yaitu sirip ventral, namun dalam penelitian ini tidak diselidiki lebih lanjut. Kecacatan pada penelitian ini menyebabkan hilangnya salah satu organ sirip pektoral beberapa individu, sehingga individu tersebut hanya memiliki satu organ sirip pektoral (Gambar 4). Hilang atau tidak tumbuhnya organ sirip pektoral menyebabkan fluktuasi asimetri (FA) dalam suatu populasi pun menjadi tinggi.

Telah umum diketahui bahwa rendahnya heterozigositas populasi dipicu oleh persilangan sedarah. Atas dasar tersebut, maka perbedaan yang signifikan antara kedua populasi f1 dalam penelitian ini dapat dijelaskan bahwa induk betina dan pejantan yang digunakan dalam penelitian ini berkerabat dekat sehingga genetic mereka cenderung homogen (hoimozigositas tinggi). Ikan yang tidak bersirip pektoral dan merupakan ikan abnormal diduga memiliki tingkat homozigositas tertinggi di dalam suatu populasi induk ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* sehingga persilangan yang dilakukan terhadap ikan ini menghasilkan anakan yang sangat homozigot. Dalam penelitian ini diperoleh keyakinan dari nilai FA yang lebih tinggi dibandingkan dengan anakan yang dihasilkan dari induk bersirip pektoral normal.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa ikan lele Afrika yang tidak tumbuh sirip pektoralnya memiliki potensi sifat asimetris yang dapat diketahui dari formasi performa anakan. Populasi F1 bersifat asimetris dimana skor asimetrisitas maupun indeks FA lebih tinggi dibandingkan dengan populasi yang diperoleh dari pasangan induk ikan normal. Leamy *et al* (1988) menjelaskan bahwa ada tiga kondisi asimetris pada suatu individu yaitu *directional asymmetry (DA)*, *anti directional asymmetry (AA)* dan fluktuasi asimetri (FA). Dari ketiga jenis asimetri pada organisme, hanya FA yang menunjukkan telah terjadi stress dalam populasi, sedangkan dua jenis asimetri lainnya, adalah umum terjadi di beberapa organisme di alam, baik vertebrata

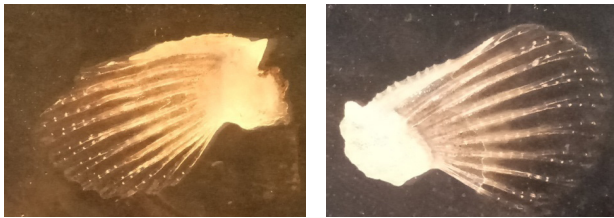
maupun invertebrata. *Directional Asymmetry (DA)* dan *Anti Directional Asymmetri (AA)* tidak menunjukkan kondisi *stress* seperti contoh kasus sebagian golongan Crustacea capitnya membesar di salah satu sisi tubuh sedangkan capit lainnya tereduksi. Dari penelitian ini, temuan FA menjadi indikasi bahwa telah terjadi *stress* pada populasi ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* yang tak bersirip pektoral dan *stress* itu semakin tampak di keturunan atau anaknya karena indeks FA lebih tinggi.

Skor Asimetris F1 dari populasi yang diteliti menunjukkan nilai lebih tinggi dari beberapa laporan terdahulu. Iguchi (2005) meneliti skor asimetris populasi ikan Ayu *Plecoglossus altivelis* yaitu $1,79 \pm 3,11$. Ikan Ayu adalah salah satu komoditas perairan tawar di Negara Jepang yang sangat populer (Iguchi, 2005) sehingga kebutuhan benih ikan di sana tinggi dan di sisi lain jumlah induk ikan di *hatchery-hatchery* terbatas. Sementara di Indonesia, juga merupakan satu komoditas perikanan yang populer dan telah dibudidayakan secara luas di berbagai wilayah. Skor asimetris ikan lele Afrika lebih tinggi daripada ikan Ayu di kedua populasi yang dipelajari. Tingginya skor asimetris ini dapat diduga bahwa ikan lele Afrika juga mengalami *stress* genetik seperti kasus Ikan Ayu *Plecoglossus altivelis*.

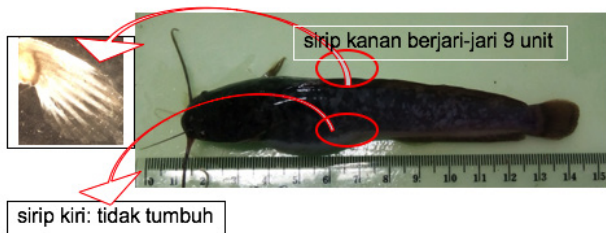
Penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa ikan lele Afrika yang dibudidayakan di negara Indonesia mengalami *stress* genetik yang disebabkan karena silang dalam sehingga menyebabkan variasi genetik rendah (Nurhidayat *et al.*, 2003) dapat dikuatkan oleh hasil penelitian ini. Ikan Ayu dan Ikan lele Afrika memiliki kesamaan yaitu sama-sama merupakan komoditas akuatik yang sangat populer dan dibudidayakan secara luas oleh pembudi daya ikan sehingga diperkirakan bahwa species ini tereksploitasi sangat intensif dalam wadah budi daya sehingga nilai diversitas genetik rendah. Dalam penelitian ini, sumbangsih ikan abnormal yang hanya memiliki satu sirip di salah satu sisi terhadap skor asimetris cukup besar karena selisih mutlak antara sirip kiri dan kanan besar (Gambar 4).

Indeks besaran FA kedua populasi F1 dalam penelitian ini sebesar 1,25 pada F1 dari induk tak bersirip pektoral dan 0,7 pada F1 dari induk ikan normal. Besaran FA yang diperoleh setara dengan hasil laporan terdahulu pada populasi ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* di berbagai sentra budi daya. Di Pulau Jawa, beberapa sentra utama pembudidayaan ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* yaitu daerah Sleman, Bogor, dan Tulungagung. Nurhidayat *et al.* (2003) mencatat indeks FA ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* Sleman 0,52, Bogor 0,72 dan tertinggi ditemukan di Tulungagung sebesar 1,13

dengan menyertakan asimetrisitas dari dua pasang organ bilateral yaitu sirip ventral dan sirip pektoral. Penelitian ini memfokuskan pada satu organ sirip berpasangan saja yaitu sirip pektoral, dan ditemukan bahwa nilai FA populasi F1 dari induk ikan abnormal adalah yang tertinggi. Berdasarkan data ini dapat disimpulkan bahwa persilangan atau hibridisasi dapat meningkatkan skor asimetrisitas atau FA ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* dan ikan yang tidak bersirip pektoral membawa potensi asimetrisitas sehingga apabila dilakukan persilangan terhadap ikan tersebut, maka anaknya akan memiliki skor asimetris tinggi. Tingginya level asimetris dan FA juga dapat dipicu oleh meningkatnya kortisol maternal (Eriksen, 2008), yang dialami oleh induk-induk ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* yang sedang dibudidayakan.



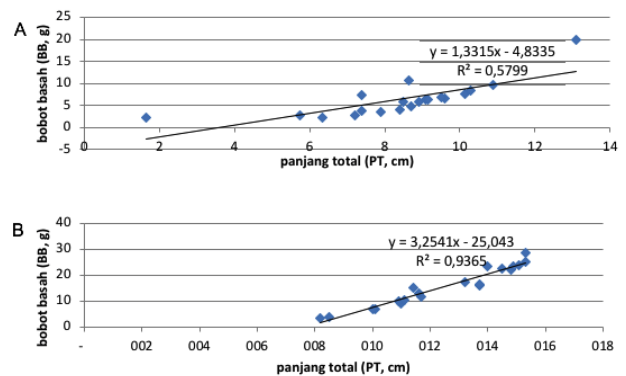
Gambar 3. Penyimpangan kecil antara jari-jari sirip pektoral kiri dan kanan pada individu F1 dari persilangan induk ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* tak bersirip pektoral (kiri: sirip pektoral kiri berjari-jari sirip 11 unit; kanan: sirip pektoral kanan berjari-jari sirip 10 unit yang dimiliki oleh individu).



Gambar 4. Hilangnya sirip pektoral di salah satu sisi tubuh individu dari Populasi F1 induk tak bersirip pektoral menyebabkan tingginya skor asimetris (selisih mutlak jumlah jari-jari sirip kiri dan kanan).

Hubungan Panjang-Bobot F1 dari kedua populasi dapat diketahui dari *slope* persamaan regresi antara panjang (X) dan bobot ikan (Y). Tertera di Gambar 5 bahwa individu asimetris pada sirip pektoral cenderung lebih kurus jika dibandingkan dengan individu simetris. Populasi ikan asimetris dengan *slope* 1,33 berarti bahwa setiap penambahan

satuan panjang maka bobotnya akan bertambah 1,33 kali lipat. Populasi ikan simetris mendapatkan *slope* 3,25 berarti bahwa penambahan satu satuan panjang akan meningkatkan bobot ikan sebesar 3,25 kali pertambahan panjang. Artinya ikan asimetris cenderung lebih kurus jika dibandingkan dengan ikan yang simetris. Rasio PT/BB ikan asimetris lebih tinggi daripada ikan simetris dengan perbedaan yang sangat nyata ($\text{sig.}\alpha=0,01$), dimana ikan asimetris mencapai rasio 1,57 sedangkan ikan simetris 1,01. Semakin besar rasio berarti semakin kurus individu sebaliknya semakin kecil rasio yang dicapai berarti semakin gemuk individu yang diamati dalam suatu populasi. Ini membuktikan bahwa secara umum ikan abnormal menurunkan sifat atau karakter merugikan jika ditinjau dari segi produktivitas ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* sebagai komoditas ikan budi daya dan karakter merugikan itu menurun atau diwariskan.



Gambar 5. Grafik regresi hubungan panjang-bobot pada populasi F1 dari induk ikan abnormal yang tidak bersirip pektoral (a) dan dari induk ikan normal sirip pektoral (b).

Kecilnya *slope* pertumbuhan ikan asimetris disebabkan oleh faktor fisiologis metabolisme tubuh yang boros. Energi yang digunakan untuk pemeliharaan tubuh dan menyeimbangkan diri di kolom air selama hidupnya lebih besar daripada ikan simetris. Oleh sebab itu, pada kondisi pemeliharaan yang sama maka ikan asimetris membutuhkan lebih banyak pakan untuk tubuh normal. Organ sirip pektoral pun menjadi senjata pertahanan diri, sehingga jika fenotipenya berubah maka dapat mempengaruhi biologis ikan tersebut dan menurunkan daya hidupnya.

Fenotipe adalah akumulasi dari tiga faktor yaitu genetik, lingkungan, dan interaksi antar keduanya. Faktor lingkungan yang bebas bahan pencemar dan faktor fisik maupun kimiawi yang sesuai dengan syarat hidup ikan, dapat menunjang terbentuknya morfologi simetris yang sempurna. Demikian

pula untuk faktor genetik, apabila dalam keadaan superior maka proses perkembangan individu menjadi stabil dan terbentuklah regularitas fenotipe bilateral simetris. Superioritas genetik dapat menetralkan adanya gangguan eksternal yang dialami individu untuk tumbuh kembang, meskipun gangguan tersebut tergolong berat. Sebaliknya, apabila faktor genetik tidak superior bahkan cenderung rendah maka terjadilah ketidakstabilan perkembangan sehingga individu menampilkan fenotipe asimetris. Ketidakstabilan perkembangan ada gangguan yang dialami oleh individu F1 sehingga tidak mampu menjalankan proses perkembangan dengan stabil khususnya pada saat tahap pembentukan organ sirip pektoral. Pembentukan sirip pektoral adalah proses yang sangat kompleks dan cermat bermula dari akhir fase gastrula (Moody, 2007) dengan melibatkan puluhan bahkan lebih gen-gen pengatur dan penentu yang saling bekerja sama dan bersinergi (Tickle, 2015). Kemampuan gen-gen dalam mengendalikan tahap tersebut sangat berkorelasi dengan mutu genetik individu yang tercermin dari tingkat heterozigositas individu.

Heterozigositas seekor ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* dinilai dari komposisi gen dan alel-alel penyusun kromosom ikan. Kromosom ikan lele Afrika berjumlah 54 buah (2N) dan seluruhnya diperoleh dari sumbangan sepasang induk yang menjadi tetua (*parental*). Peristiwa pembagian kromosom tetua berlangsung pada saat fertilisasi. Berlangsungnya pemijahan menyebabkan terjadinya fusi inti sel telur ikan lele Afrika tak bersirip pektoral dengan sel sperma ikan lele Afrika bersirip pektoral normal. Fusi inti kedua sel gamet berlanjut dengan reorganisasi kromosomal (2N) zygot dimana separuh set kromosom (n) F1 berasal dari induk betina dan separuhnya lagi (n) berasal dari induk jantan.

Gen-gen selalu dalam keadaan berpasangan (sealela) dalam mengendalikan suatu karakter atau sifat. Apabila alela-alela gen tersebut dalam keadaan heterozigot tinggi maka gen individu mampu menjalankan fungsi dan perannya dengan baik serta mampu menyangga berbagai gangguan eksternal baik dari faktor genetik maupun lingkungan yang dialami terutama pada saat proses organogenesis. Kesempurnaan morfologi berguna untuk mengenali tingkat heterozigositas organisme. Semakin simetris organ-organ berpasangan individu bilateral maka heterozigositas individu semakin tinggi (Swaddle, 2003) dan karakter tersebut akan diturunkan.

Gangguan genetik yang dapat meningkatkan kemunculan fenotipe asimetris yaitu *inbreeding*, mutasi, dan heterozigositas (Moller & Swaddle, 1997). Ketiga hal tersebut tercermin dari fenotipe induk ikan

lele Afrika *Clarias gariepinus* yang digunakan dalam penelitian ini yang selanjutnya diwariskan pada F1. Berdasarkan rasio asimetris dan fenodevian F1, maka karakter tak bersirip pektoral mengindikasikan bahwa tingkat heterozigositas induk rendah. Pada ikan lele Afrika, diduga penyebabnya adalah persilangan sekerabat (*inbreeding*) yang terjadi terus menerus dan berulang-ulang sejalan dengan paparan Nurhidayat *et al.* (2003).

Adanya pendapat umum bahwa ikan-ikan asimetris cenderung menggunakan energi secara tidak efisien dan boros akibat tersedot oleh energi *maintenance* dan keseimbangan tubuh, dalam penelitian ini telah terbukti. Hasil-hasil penelitian sebelumnya, dilaporkan bahwa respons setiap species yang menunjukkan gejala asimetris berbeda-beda terhadap pertumbuhan. Ada species yang sensitive terhadap asimetris sehingga menyebabkan pertumbuhan kurang cepat, sebaliknya ada pula species yang tidak terpengaruh dengan asimetris namun karakter lainnya terpengaruh.

Kesimpulan

Ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* tak bersirip pektoral memiliki potensi yang merugikan terhadap populasi karena dapat meningkatkan level asimetris pada anaknya, meningkatkan risiko kemunculan sifat fenodevian, dan menurunkan laju pertumbuhan ikan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Udin atas bantuannya dalam teknis penelitian ini dan Program Studi Budidaya Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik yang membiayai publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- Allenbach, D. M. 2011. Fluctuating asymmetry and exogenous stress in fishes: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21(3), 355-376
- Blonk, R.J.W, J. Komen, A. Kamstra, R.P.M.A Crooijmans & J.A.M. van Arendonk. 2009. Levels of inbreeding in group mating captive broodstock populations of Common sole, (*Solea solea*), inferred from parental relatedness and contribution. *Aquaculture* 289: 26-31
- Graham, J. H., S. Raz, H. Hel-Or & E. Nevo. 2010. Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications. *Symmetry*, 2(2), 466-540

- Iguchi, K.I., K. Watanabe & M. Nishida. 2005. Validity of fluctuating asymmetry as a gauge of genetic stress in ayu stocks. *Fisheries Science*, 71(2): 308-313
- Iswanto, B & R. Suprpto 2015. Abnormalitas morfologi benih ikan lele Afrika (*Clarias gariepinus*) strain Mutiara. *Media Akuakultur* Vol 10 No.2
- Iswanto, B. 2013. Menelusuri identitas ikan lele Afrika. *Media Akuakultur* Volume 8 Nomor 2 Tahun 2013
- Klingenberg, C.P, M. Barluenga & A. Meyer. Shape analysis of symmetric structures: quantifying variation among individuals and asymmetry. *Evolution*, 56(10):1909-1920
- Leamy, L.J., E.J. Routman & J.M. Cheverud. 1998. Quantitative trait loci for fluctuating asymmetry of discrete skeletal characters in mice. *Heredity*.80(4): 509-518
- Leary, R.F & F.W. Allendorf. 1989. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution*.4(7): 214-217
- Leary, R.F., F.W. Allendorf & K.L. Knudsen. 1991. Effects of rearing density on meristics and developmental stability of rainbow trout. *Copeia* :44-49
- Lens, L. S.V. Dongen, S. Karks, & E. Matthysen. 2002. Fluctuating asymmetry as an indicator of fitness: can we bridge the gap between studies. *Biol. Rev.* (2002), 77 pp
- Mitton, J.B & M.C. Grant 1984. Associations among protein heterozygosity, growth rate, and developmental homeostasis. *Annual review of ecology and systematics*, 15 (1): 479-499
- Moller A.P & J.P. Swaddle. 1997. *Asymmetry, Developmental Stability and Evolution*. Oxford University Press, Oxford
- Moller, A.P & J. Manning. 2003. Growth and developmental instability. *The Veterinary Journal* 166 (2003): 19-27
- Moody, S.A. 2014. *Principles of developmental genetics*. Academic Press
- Nurhidayat, M.A., O. Carman, E. Haris & K. Sumantadinata. 2003. Fluktuasi Asimetri dan abnormalitas pada ikan lele Afrika (*Clarias* sp.) yang dibudidayakan di kolam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 9 (1)
- Palmer A.R & C. Strobeck, 1986. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*. (17): 391-421
- Pertoldi, C., TN Kristensen, DH Andersen & V. Loeschcke. 2011. Developmental instability as an estimator of genetic stress. *Heredity* (2006) 96, 122–127
- Polak, M. 2003. *Developmental Instability Causes and consequences*. Oxford University Press
- Swaddle, J. P. 2003. Fluctuating asymmetry, animal behavior, and evolution. *Advances in the Study of Behavior*. (32):169-205
- Tickle, C. 2015. How the embryo makes a limb: determination, polarity and identity. *J. Anat.* 227, pp418-430
- Trokovic, N., G.Herczeg, N. I. Ab Ghani, T. Shikano & J. Merilä. 2012. High levels of fluctuating asymmetry in isolated stickleback populations. *BMC Evolutionary Biology* (12):115