

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

PEMBENTUKAN POPULASI DASAR SINTETIS IKAN MAS UNTUK PROGRAM SELEKSI

Didik Ariyanto[#], Yogi Himawan, Flandrianto Sih Palimirmo, dan Suharyanto

Balai Riset Pemuliaan Ikan
Jl. Raya 2 Sukamandi, Patokbeusi, Subang

(Naskah diterima: 25 Juni 2021; Revisi final: 18 Agustus 2021; Disetujui publikasi: 18 Agustus 2021)

ABSTRAK

Upaya meningkatkan performa budidaya ikan mas dapat dilakukan melalui seleksi. Salah satu faktor keberhasilan program seleksi adalah tingkat keragaman genetik yang tinggi pada populasi bahan seleksi. Penelitian ini bertujuan membentuk dan mengevaluasi keragaman populasi dasar (F-0) ikan mas sebagai populasi awal dalam kegiatan seleksi. Materi kegiatan ini adalah populasi sintetis yang merupakan penggabungan lima *strain* ikan mas, yakni Majalaya, Rajadanu, Sutisna, Wildan, dan Sinyonya. Pembentukan populasi dasar (F-0) dilakukan menggunakan metode seleksi berdasarkan indeks individu dari empat karakter fenotipik, yakni panjang, tebal, tinggi, dan bobot. Masing-masing karakter diberi nilai 1:1:1:2. Titik *cut-off* seleksi populasi dasar (F-0) sebesar 60%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi F-0 ikan mas yang dibentuk terdiri atas individu hasil seleksi sebanyak 1.662 ekor, dengan komposisi 723 jantan dan 939 betina. Populasi dasar (F-0) sintetis hasil seleksi tersebut mempunyai keragaman genetik lebar karena diperoleh dari 25 populasi hasil persilangan dalam proporsi yang berbeda-beda. Kontribusi genetik paling besar dalam pembentukan populasi F-0 tersebut diberikan oleh *strain* Sutisna (22,55%) diikuti Majalaya (21,52%), Rajadanu (20,84%), Wildan (18,33%), dan Sinyonya (16,75%). Tingginya tingkat keragaman genetik populasi dasar ini berpotensi besar dalam keberhasilan kegiatan pemuliaan ikan mas khususnya melalui program seleksi.

KATA KUNCI: ikan mas; populasi dasar sintetis; seleksi indeks

ABSTRACT: *Development of synthetic base populations of common carp for selection program. By: Didik Ariyanto, Yogi Himawan, Flandrianto Sih Palimirmo, and Suharyanto*

Improvement on phenotypic characters in common carp culture can be achieved through selection. In order to achieve that goal, a base population (F-0) must be initially formed. This study aimed to establish and evaluate the performance of base populations (F-0) common carp. The synthetic populations had been created which were the combinations of five common carp strains, namely Majalaya, Rajadanu, Sutisna, Wildan, and Sinyonya. These common carp base populations (F-0) were created through a selection based on the individual index of four phenotypic characters, i.e. length, thickness, height and weight, which scored 1:1:1:2, respectively. The selection cut-off in this program was 60%. The results showed that the base populations (F-0) of common carp formed from 1,662 selected fish consisted of 723 males and 939 females. These F-0 populations have wide genetic diversity as the crossing results of 25 populations with different proportions. The Sutisna strain (22.55%) had the most genetic contribution in the formation of the F-0 populations followed by Majalaya (21.52%), Rajadanu (20.84%), Wildan (18.33%), and Sinyonya (16.75%). High level of genetic variation in this base population has great potential in the success of common carp breeding activities, especially through selection program.

KEYWORDS: *common carp; synthetic base population; index selection*

PENDAHULUAN

Tingkat silang dalam (*inbreeding*) pada populasi benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) budidaya di Indonesia sudah sangat tinggi (Ariyanto *et al.*, 2019a). Hal ini

diduga akibat dari sistem perbenihan ikan mas di Indonesia yang didominasi oleh pembenih skala kecil. Karakteristik pembenih skala kecil antara lain produksi benih relatif terbatas, kepemilikan jumlah induk sedikit dan pembentukan induk baru menggunakan benih-benih yang berkerabat relatif dekat. Secara genetik, tingginya tingkat silang dalam pada suatu populasi dapat mengakibatkan terjadinya penurunan

[#] Korespondensi: Balai Riset Pemuliaan Ikan
Jl. Raya 2 Sukamandi, Patokbeusi, Subang, Indonesia
E-mail: didik_ski@yahoo.com

variasi genetik. Hal ini berdampak terhadap penurunan keragaman fenotipik populasi terutama pada karakter-karakter ekonomis, seperti penurunan laju pertumbuhan, ketahanan terhadap penyakit, dan toleransi terhadap perubahan lingkungan (Gjedrem & Robinson, 2014).

Dalam rangka meningkatkan performa ikan mas budidaya, salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah melalui program pemuliaan, antara lain dengan kegiatan seleksi. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan seleksi antara lain karakter genetik bahan seleksi, metode seleksi, serta sarana dan prasarana maupun kondisi lingkungan tempat seleksi dilakukan. Karakter bahan atau materi genetik yang baik untuk kegiatan seleksi antara lain memiliki varian genetik aditif (V_A) dan tingkat heritabilitas (H) yang tinggi, serta tingkat keragaman genetik lebar (Gjedrem, 2005; Lind *et al.*, 2012). Varian genetik aditif dan heritabilitas suatu populasi bersifat *given*, artinya tidak dapat direkayasa. Oleh karena itu, program seleksi pada populasi dengan karakter tersebut lebih banyak ditentukan oleh metode yang diaplikasikan.

Berbeda dengan karakter kedua faktor sebelumnya, nilai keragaman genetik suatu populasi bahan seleksi dapat direkayasa. Keragaman genetik suatu populasi dapat ditingkatkan antara lain dengan pembentukan populasi sintesis. Beberapa kegiatan seleksi dengan bahan populasi sintesis sudah dilakukan, antara lain pada udang vaname (Ren *et al.*, 2018), ikan nila (Ninh *et al.*, 2014), salmon (Ødegård *et al.*, 2014), lele (Iswanto *et al.*, 2016), dan sepat (Sutthakiet *et al.*, 2019). Tingkat keragaman genetik yang lebar pada populasi sintesis mengindikasikan tingginya potensi genetik, sehingga seleksi yang dilakukan akan memberikan hasil yang nyata.

Faktor kedua yang memengaruhi keberhasilan seleksi adalah metode yang diterapkan. Salah satu metode yang mampu memberikan respons seleksi yang baik adalah seleksi berdasarkan nilai indeks dari beberapa karakter berbeda (*index selection*). Seleksi indeks memanfaatkan semua informasi karakter unggul yang tersedia dalam rangka memilih calon-calon induk untuk pembentukan generasi selanjutnya (Gjedrem, 2005). Selain metode, faktor ketiga yaitu sarana dan prasarana, serta kondisi lingkungan kegiatan seleksi juga berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh (Gjedrem, 2005). Meskipun kualitas materi genetik bahan seleksi bagus disertai rancangan metode seleksi yang tepat, namun jika sarana dan prasarana tidak mendukung, seperti jumlah kolam atau jaring yang kurang, juga sangat memengaruhi hasil seleksi. Penelitian Ariyanto *et al.* (2019b) menunjukkan

bahwa kondisi lingkungan pemeliharaan mempunyai pengaruh sangat besar terhadap performa fenotipik ikan mas. Penelitian ini bertujuan membentuk dan mengevaluasi keragaman populasi dasar (F-0) sintesis hasil persilangan lima *strain* ikan mas Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Pemeliharaan Pembesaran

Setiap populasi sebanyak 115 ekor benih ukuran $45,51 \pm 6,05$ g/ekor diambil secara acak dari 25 populasi hasil persilangan penuh (*full diallel cross*) lima *strain* ikan mas, yakni Majalaya (Mj), Rajadanu (Rj), Sutisna (St), Wildan (Wd), dan Sinyonya (Sy) (Ariyanto *et al.*, 2021). Masing-masing populasi persilangan diberi penanda (*tag*) berbeda menggunakan bahan plastik yang diberi tali dan diikat pada bagian depan sirip punggung. Jumlah total benih tersebut sebanyak 2.875 ekor. Benih dipelihara menggunakan tiga wadah berbeda, yaitu di kolam tanah, jaring apung, dan bak beton. Hal ini untuk mengevaluasi kemungkinan adanya pengaruh lingkungan berbeda terhadap penampilan fenotipik ikan mas bahan seleksi. Padat penebaran benih pada masing-masing jenis wadah pemeliharaan sebesar 250, 200, dan 125 ekor/wadah. Populasi benih ikan mas dalam setiap wadah budidaya terdiri atas 25 populasi hasil persilangan dalam komposisi jumlah yang sama. Pemeliharaan benih di setiap jenis wadah pemeliharaan dilakukan pengulangan sebanyak lima kali. Benih dipelihara selama tiga bulan dengan pakan berupa pelet berprotein 26%-28%. Selama pemeliharaan, pakan diberikan sebanyak 3,0% dari biomassa ikan setiap wadah berdasarkan hasil *sampling* setiap bulan. Pakan diberikan dengan frekuensi dua kali sehari. Pada akhir bulan ketiga, ikan dipanen dan dilakukan pengukuran karakter fenotipik, yaitu panjang, tebal, tinggi, dan bobot badan untuk mengevaluasi pengaruh lingkungan. Jumlah sampel untuk pengukuran karakter fenotipik sebanyak 30 ekor setiap wadah pemeliharaan per persilangan.

Parameter fenotipik yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis variansi. Jika hasilnya terdapat perbedaan nyata antar jenis wadah pemeliharaan, maka analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan perangkat lunak *Excell for Windows 10.0*. Jika terdapat perbedaan performa benih antar jenis wadah pemeliharaan, maka kegiatan seleksi dilakukan secara terpisah antar wadah. Namun jika penggunaan jenis wadah yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata, maka kegiatan seleksi dilakukan berdasarkan data gabungan dari tiga jenis wadah berbeda tersebut.

Seleksi

Sebelum dilakukan seleksi, dibuat kurva distribusi nilai indeks individu menggunakan 150 ekor sampel yang diambil secara acak dari masing-masing model wadah pemeliharaan. Nilai indeks individu sampel dihitung berdasarkan empat karakter terkait pertumbuhan, yaitu: panjang, tebal, tinggi, dan bobot badan. Pembobotan (indeks) masing-masing karakter tersebut sebesar 1:1:1:2. Nilai tersebut ditentukan berdasarkan asumsi bahwa pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh keempat unsur karakter dengan proporsi panjang sebesar 20%, tebal sebesar 20%, tinggi sebesar 20%, dan bobot sebesar 40%. Titik *cut-off* seleksi (proporsi terseleksi) ditentukan relatif longgar, yaitu sebesar 60% atau setara dengan intensitas seleksi (I) sebesar 0,64.

Berdasarkan kurva distribusi tersebut ditentukan ambang batas bawah nilai indeks individu terseleksi dengan proporsi terseleksi sebesar 60% di masing-masing model wadah pemeliharaan. Hal ini dilakukan jika terdapat perbedaan performa benih ikan mas yang dipelihara di tiga model wadah budidaya berbeda. Jika hasilnya tidak berbeda nyata, maka batas bawah nilai indeks seleksi yang digunakan adalah rata-rata dari gabungan tiga wadah berbeda tersebut.

Seleksi dilakukan terhadap semua individu berdasarkan nilai ambang batas bawah indeks individu terseleksi. Individu dengan nilai indeks individu di atas ambang batas tersebut disimpan sebagai populasi terseleksi dan yang kurang dari nilai tersebut dibuang. Kontribusi genetik dari masing-masing *strain founder* pada populasi dasar (F-0) sintetis terseleksi dihitung berdasarkan penanda (*tag*) pada masing-masing individu. Individu dengan penanda yang sama menunjukkan populasi yang sama dan mempunyai karakter genetik yang sama. Penanda pada populasi hasil persilangan dengan tetua yang sama dikelompokkan dalam satu kelompok dan digunakan untuk menghitung kontribusi genetik masing-masing *founder* terhadap populasi dasar (F-0) sintetis terseleksi. Metode pengelompokan individu terseleksi berdasarkan penanda ini juga digunakan untuk menghitung proporsi masing-masing populasi hasil persilangan terhadap populasi dasar (F-0) sintetis terseleksi.

Parameter yang dievaluasi pada kegiatan ini adalah nilai ambang batas bawah indeks individu terseleksi, jumlah individu terseleksi, proporsi jantan dan betina populasi hasil seleksi, kontribusi genetik dari masing-masing *strain* ikan mas *founder* ke dalam populasi hasil seleksi dan proporsi 25 populasi persilangan dalam populasi hasil seleksi. Parameter-parameter tersebut dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Keragaan Pertumbuhan Populasi Sintetis

Pemeliharaan benih ikan mas bahan seleksi pada tiga model wadah berbeda dimaksudkan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya perbedaan performa benih ikan yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa performa ikan mas sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat populasi tersebut berkembang (Fu *et al.*, 2015; Ariyanto *et al.*, 2018b). Performa ikan mas populasi sintetis hasil panen di tiga wadah pemeliharaan berbeda disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1, terlihat bahwa penggunaan wadah pemeliharaan berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap performa fenotipik ikan mas. Pertumbuhan ikan mas yang diindikasikan dengan empat karakter fenotipik yang relatif sama di ketiga wadah budidaya berbeda tersebut diduga karena kualitas air yang mengalir di ketiga wadah relatif sama. Air yang digunakan untuk pemeliharaan ikan mas berasal dari sumber yang sama, yaitu saluran irigasi tersier Waduk Jatiluhur. Selain itu, lokasi pemeliharaan yang sama juga mengakibatkan kondisi agroklimat lingkungannya relatif sama. Meskipun ada variasi kualitas air antar model wadah yang berbeda, tetapi secara umum kondisi tersebut tidak berbeda nyata dan dapat ditoleransi oleh ikan mas. Secara lebih rinci, hasil analisis kualitas air di ketiga wadah budidaya berbeda disajikan pada Tabel 2.

Populasi dasar (F-0) Sintetis Hasil Seleksi

Berdasarkan analisis sebelumnya, kegiatan seleksi individu populasi sintetis dilakukan berdasarkan data gabungan ketiga wadah pemeliharaan. Hal ini karena performa fenotipik benih yang dipelihara di tiga model budidaya berbeda tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Nilai *cut-off* seleksi sebesar 60% pada kurva distribusi nilai indeks individu pada model wadah pemeliharaan kolam tanah, kolam jarring, dan kolam beton berturut-turut sebesar 59,96; 59,82; dan 49,92; dengan nilai rata-rata $56,57 \pm 5,76$. Berdasarkan nilai tersebut, selanjutnya dilakukan seleksi nilai indeks individu benih ikan pada masing-masing model wadah pemeliharaan. Hasil seleksi tersebut disajikan pada Tabel 3.

Nilai *cut-off* seleksi sebesar 60% ditentukan dengan pertimbangan bahwa seleksi generasi awal sebaiknya dilakukan secara longgar. Hal ini untuk menghindari terjadinya pengerucutan keragaman genetik secara tiba-tiba (*bottleneck effect*) sehingga kegiatan seleksi pada generasi selanjutnya tidak memberikan pengaruh

Tabel 1. Performa benih populasi sintetis ikan mas yang dipelihara di tiga model kolam budidaya selama tiga bulan

Table 1. Performance of synthetic populations of common carp cultured in three pond systems for three months

Model kolam <i>Pond models</i>	Panjang <i>Length (cm)</i>	Tinggi <i>Depth (cm)</i>	Tebal <i>Thickness (cm)</i>	Bobot <i>Weight (g)</i>
Kolam tanah (<i>Earthen pond</i>)	17.14 ± 2.63 ^a	6.55 ± 1.11 ^b	3.31 ± 0.58 ^c	192.52 ± 84.76 ^d
Kolam jaring (<i>Net-cage pond</i>)	17.13 ± 2.40 ^a	6.60 ± 1.04 ^b	3.49 ± 0.52 ^c	197.92 ± 79.82 ^d
Kolam beton (<i>Concrete pond</i>)	15.64 ± 2.50 ^a	5.97 ± 1.04 ^b	3.14 ± 0.54 ^c	156.54 ± 72.24 ^d

Keterangan: Huruf superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)
 Note: The same superscript letter in the same column showed insignificant difference ($P > 0.05$)

Tabel 2. Kualitas air media budidaya ikan mas di kolam beton, kolam jarring, dan kolam tanah selama penelitian

Table 2. Water quality in the concrete pond, net cage pond, and earthen pond during the common carp rearing period

Parameter (<i>Parameters</i>)	Kolam (<i>Pond</i>)		
	Beton (<i>Concrete</i>)	Jaring (<i>Net cage</i>)	Tanah (<i>Earthen</i>)
Suhu (<i>Temperature</i>) (°C)	27.4-31.9	28.0-31.2	27.5-31.8
Oksigen terlarut (<i>Dissolved oxygen</i>) (mg/L)	0.2-3.2	0.6-5.2	0.3-6.5
Nilai pH (<i>pH value</i>)	6.5-8.0	6.5-7.5	6.8-7.3
Amonia (<i>Ammonia</i>) (mg/L)	0-0.08	0-0.05	0-0.03
Nitrit (<i>Nitrite</i>) (mg/L)	0-0.1	0-0.07	0-0.1

Tabel 3. Nilai *cut-off* rata-rata indeks seleksi dan jumlah individu hasil seleksi dari masing-masing model kolam pemeliharaan populasi sintetis

Table 3. Average of *cut-off* values of selection index and number of individual selected fish of the synthetic populations from each pond system

Model kolam <i>Ponds model</i>	Nilai <i>cut-off</i> <i>Cut-off value</i>	Jumlah sintasan <i>Survival fish number</i>		Jumlah terseleksi <i>Selected fish number</i>		Jumlah total ikan terseleksi <i>Total selected fish number</i>
		Jantan <i>Male</i>	Betina <i>Female</i>	Jantan <i>Male</i>	Betina <i>Female</i>	
Kolam tanah <i>Earthen pond</i>	56.57	472	531	280	396	676
Kolam jaring <i>Net-cage pond</i>	56.57	485	469	266	358	624
Kolam beton <i>Concrete pond</i>	56.57	295	277	177	185	362
Jumlah total ikan <i>Total fish number</i>		1.252	1.277	723	939	1.662

yang besar karena rendahnya nilai keragaman genetik populasi hasil seleksi. Semakin tinggi nilai *cut-off*, maka semakin tinggi jumlah atau proporsi terseleksi. Hal ini berarti bahwa penurunan tingkat keragaman genetik populasi semakin rendah (Gjedrem, 2005). Dijelaskan lebih lanjut bahwa kegiatan seleksi pada

generasi awal umumnya menggunakan standar yang relatif sama dengan penelitian ini, berkisar antara 40%-60%, atau setara dengan nilai intensitas seleksi sebesar 0,64-0,96. Pada generasi lanjut, nilai intensitas seleksi biasanya dibuat semakin ketat, berkisar antara 1,7-2,0; setara dengan nilai *cut-off* sebesar 5%-10%. Pada

kegiatan seleksi yang cukup ekstrem, nilai *cut-off* bisa mencapai 0,5%-2,0%; setara dengan nilai intensitas seleksi sebesar 2,4-2,8.

Seleksi yang dilakukan secara ketat, akan memberikan respons yang tinggi. Namun demikian, seleksi yang ketat akan mengakibatkan terjadinya penurunan tingkat keragaman genetik populasi hasil seleksi. Sebagai contoh kegiatan seleksi ikan mas Rajadanu yang dilakukan oleh Radona *et al.* (2016) memberikan respons seleksi dari generasi kedua (F-2) ke generasi ketiga (F-3) yang sangat tinggi, yakni sebesar 51%. Pada kegiatan seleksi tersebut, jumlah famili terseleksi sebanyak tujuh dari 25 famili yang dibentuk. Famili terseleksi yang sedikit pada kegiatan tersebut dikhawatirkan akan memengaruhi tingkat keragaman genetik populasi ikan mas (*bottleneck effect*), serta hasil seleksi pada generasi selanjutnya.

Dalam rangka menghindari terjadinya penurunan keragaman genetik populasi secara signifikan, seleksi populasi generasi F-0 ini dilakukan dengan nilai *cut-off* yang tinggi (longgar). Selanjutnya populasi hasil seleksi tersebut dipelihara secara komunal, namun terpisah antara populasi jantan dan betina. Populasi hasil seleksi tersebut disebut sebagai populasi dasar (F-0) sintetis ikan mas yang akan digunakan untuk kegiatan seleksi pada generasi selanjutnya.

Keragaman Populasi Dasar (F-0) Sintetis

Seleksi populasi sintetis ikan mas berdasarkan indeks individu menghasilkan populasi dasar (F-0) sintetis ikan mas sebagai bahan utama kegiatan seleksi. Dijelaskan oleh Imron *et al.* (2020) banyak kegiatan seleksi di mulai dengan pembentukan populasi dasar sintetis. Salah satu contoh pembentukan populasi dasar sintetis antara lain pada seleksi pertumbuhan ikan nila di air payau yang dilakukan oleh Ninh *et al.* (2014). Pada kegiatan ini digunakan tiga *strain founder*, yaitu ikan nila *Genetically Improved Farmed Tilapia* (GIFT), *strain* Taiwan, dan *strain* NOVIT4 (GIFT-derived). Contoh lainnya yang dilakukan di Indonesia adalah kegiatan seleksi dalam rangka pembentukan ikan lele Mutiara, yang menggunakan empat populasi *founder*, yaitu ikan lele Dumbo, Sangkuriang, Paiton, dan Mesir (Iswanto *et al.*, 2014). Pada ikan mas, salah satu contoh kegiatan seleksi yang cukup berhasil sudah dilakukan di Cina (Dong *et al.*, 2015). Pada kegiatan tersebut digunakan populasi dasar sintetis ikan mas dari beberapa sumber genetik berbeda. Secara umum, jumlah populasi *founder* yang disarankan pada pembentukan populasi dasar (F-0) sintetis minimal sebanyak empat populasi.

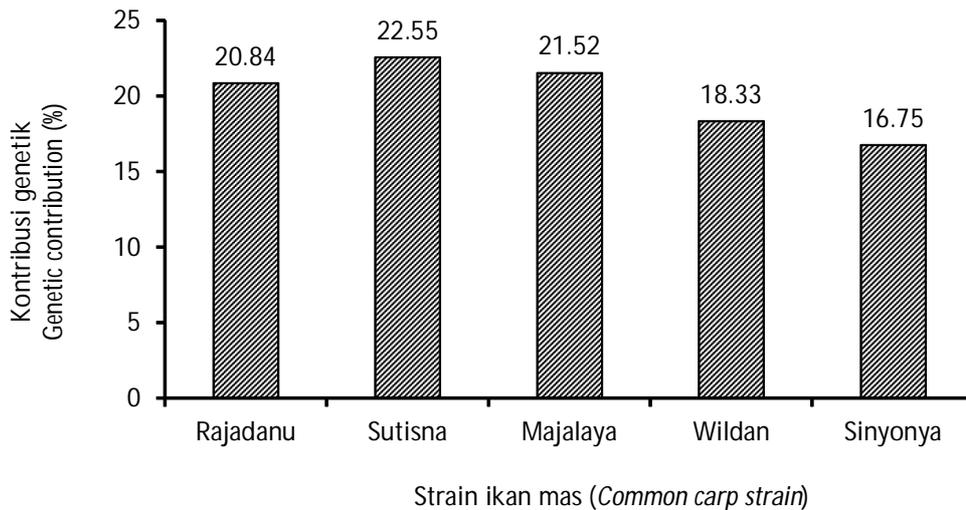
Selain jumlah populasi *founder*, strategi pemijahan pada awal pembentukan populasi dasar (F-0) sintetis

juga menentukan keberhasilan program seleksi. Kombinasi antara jumlah populasi *founder* dengan strategi pemijahan antar dan intra populasi akan menghasilkan perbaikan kualitas genetik yang signifikan pada populasi dasar (F-0) sintetis yang dibentuk. Ditambahkan oleh Schopp *et al.* (2017) dan Müller *et al.* (2017), selain jumlah dan metode penggabungan (*blending*) populasi *founder*, jumlah tetua, serta hubungan kekerabatan antar tetua yang digunakan juga sangat memengaruhi keberhasilan pembentukan populasi dasar (F-0) sintetis.

Dalam penelitian ini, pemanfaatan lima populasi *founder* ikan mas dalam pembentukan populasi dasar (F-0) sintetis melalui persilangan dua arah dengan masing-masing *strain* tingkat keragaman genetik cukup lebar. Dalam rangka mengevaluasi kontribusi dari masing-masing populasi *founder*, dilakukan identifikasi individu-individu yang terseleksi di dalam populasi dasar (F-0) sintetis tersebut. Hasil identifikasi individu terseleksi yang menggambarkan kontribusi genetik dari masing-masing *strain* ikan mas dalam populasi dasar (F-0) sintetis tersebut disajikan pada Gambar 1.

Strain Sutisna mempunyai kontribusi genetik paling besar terhadap populasi dasar (F-0) sintetis ikan mas yang dibentuk, yaitu sebesar 22,55% (Gambar 1). Hal ini berarti bahwa sebanyak 22,55% individu terseleksi di dalam populasi dasar (F-0) sintetis tersebut mempunyai unsur genetik dari *strain* Sutisna. Keterlibatan atau kontribusi genetik *strain* Sutisna dalam hal ini bisa berasal dari induk jantan, betina maupun kedua-duanya. Tingginya kontribusi genetik *strain* Sutisna dalam populasi dasar (F-0) sintetis terseleksi ini mengindikasikan bahwa *strain* Sutisna memiliki laju pertumbuhan paling cepat di antara kelima *strain* ikan mas yang digunakan dalam pembentukan populasi dasar (F-0) sintetis tersebut. Hasil ini sesuai dengan laporan Ariyanto *et al.* (2018a) yang menyatakan bahwa ikan mas *strain* Sutisna mempunyai laju pertumbuhan relatif lebih baik dibanding *strain* lainnya yang berkembang di wilayah Jawa Barat dan Banten.

Indikasi lainnya adalah *strain* Sutisna berpotensi memberikan efek heterosis yang besar jika digunakan dalam kegiatan persilangan antar *strain*, khususnya pada karakter-karakter fenotipik yang dipakai dalam seleksi indeks pada penelitian ini, yaitu panjang, tinggi, tebal, dan bobot badan. Ath-Thar *et al.* (2011) melaporkan bahwa persilangan antara *strain* Kuningan dengan Majalaya (KN > < MJ) mempunyai nilai heterosis *specific growth rate* (SGR) pada karakter bobot badan lebih besar dibandingkan dengan persilangan antara *strain* ikan mas lainnya, khususnya pada fase



Gambar 1. Kontribusi genetik (%) masing-masing *strain* ikan mas di dalam populasi dasar sintesis (F-0) hasil seleksi.

Figure 1. Genetic contribution (%) of each common carp strain in selected synthetic base populations (F-0).

pendederan. Meskipun tidak menyebut secara spesifik bahwa *strain* Kuningan tersebut adalah *strain* Sutisna, namun dugaan *strain* Sutisna yang dimaksud dalam penelitian tersebut cukup beralasan. Hal ini karena *strain* ikan mas dari Kabupaten Kuningan yang dominan dibudidayakan ada dua, yaitu Rajadanu dan Sutisna. Secara spesifik, *strain* Rajadanu disebutkan dalam penelitian tersebut, sedangkan *strain* satunya disebutkan sebagai *strain* Kuningan, yang diduga adalah *strain* Sutisna. Hasil penelitian tersebut mendukung dugaan bahwa *strain* Sutisna berpeluang menghasilkan heterosis yang baik jika digunakan sebagai tetua pada program persilangan atau hibridisasi.

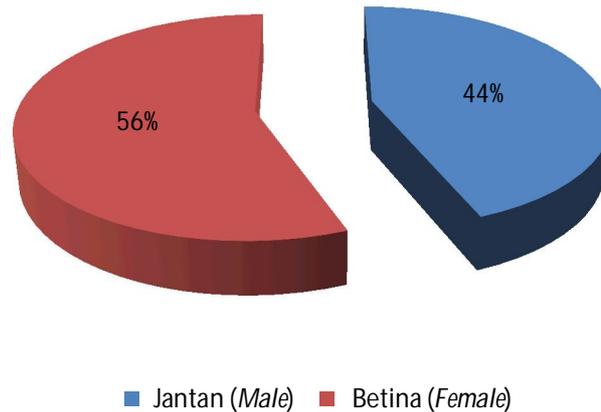
Strain ikan mas berikutnya yang memberikan kontribusi genetik paling besar adalah *strain* Majalaya (21,52%), Rajadanu (20,84%), Wildan (18,33%), dan paling rendah *strain* Sinyonya (16,75%). Hasil ini mengindikasikan bahwa bahwa *strain* Sinyonya mempunyai karakter pertumbuhan lebih rendah dibandingkan *strain* lainnya. Indikasi ini disebabkan karakter-karakter yang digunakan dalam seleksi untuk pembentukan populasi dasar (F-0) sintesis ini adalah karakter terkait pertumbuhan, yaitu panjang, tinggi, tebal, dan bobot. Namun demikian, meskipun *strain* Sinyonya mempunyai pertumbuhan lebih lambat, kontribusi genetik dalam pembentukan populasi dasar (F-0) sintesis ikan mas ini memperkaya tingkat keragaman genetik populasi tersebut sebagai bahan seleksi.

Dalam pembentukan populasi dasar sintesis (F-0) ini, meskipun kontribusi genetik masing-masing *strain* berbeda, tetapi tidak terdapat dominansi *strain*. Hal

ini juga terlihat dari proporsi 25 populasi hasil persilangan yang ke semuanya terwakili di dalam populasi dasar (F-0) sintesis hasil seleksi. Proporsi 25 populasi persilangan lima *strain* ikan mas terhadap populasi dasar sintesis (F-0) disajikan pada Gambar 2.

Populasi dasar (F-0) sintesis ikan mas tersusun oleh 25 populasi hasil persilangan (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa semua populasi hasil persilangan berkontribusi di dalam terbentuknya populasi dasar (F-0) sintesis tersebut. Kontribusi 25 populasi hasil persilangan tersebut diharapkan dapat mempertahankan tingkat keragaman genetik populasi yang lebar, sehingga kegiatan seleksi yang diterapkan dapat menghasilkan efek atau respons seleksi yang tinggi. Menurut Dupont-Nivet *et al.* (2006), kegiatan seleksi akan efisien jika populasi bahan seleksi mempunyai tingkat keragaman genetik yang lebar, salah satunya dengan memperbanyak jumlah famili pada saat pembentukan populasi dasar bahan seleksi.

Di antara 25 populasi hasil persilangan, populasi yang mempunyai proporsi paling besar dalam pembentukan populasi dasar (F-0) sintesis antara lain $M_j > < R_j$, $M_j > < St$, $St > < Sy$, $R_j > < Wd$, $St > < R_j$, dan $M_j > < Sy$, masing-masing sebesar 7%. Proporsi berikutnya sebesar 6% diberikan oleh populasi $Sy > < R_j$ dan proporsi besar ketiga sebesar 5% diberikan oleh populasi $M_j > < Wd$ dan $Wd > < St$. Hasil analisis proporsi populasi persilangan dalam komposisi populasi dasar (F-0) sintesis ikan mas ini mendukung indikasi bahwa *strain* Sutisna mempunyai efek heterosis yang besar dalam kegiatan persilangan antar *strain* ikan mas. Sebanyak tiga dari enam populasi



Gambar 3. Proporsi jantan dan betina ikan mas dalam populasi dasar sintesis (F-0) yang dibentuk.

Figure 3. Males and females proportion of common carp in the formed synthetic base populations (F-0).

(cut-off 60%) diberikan oleh strain Sutisna (St) sebesar 22,55% diikuti strain Majalaya (Mj) sebesar 21,52%; Rajadanu (Rj) sebesar 20,84%; Wildan (Wd) sebesar 18,33%; dan Sinyonya (Sy) sebesar 16,75%. Populasi dasar sintesis (F-0) hasil seleksi tersebut tersusun dari 25 populasi persilangan lima strain ikan mas dengan proporsi terbesar adalah persilangan $Mj \times Rj$, $Mj \times St$, $St \times Sy$, $Rj \times Wd$, $St \times Rj$, dan $Mj \times Sy$. Proporsi jantan dan betina pada populasi dasar sintesis (F-0) tersebut sebesar 44% dibanding 56% atau setara dengan 1:1,27. Berdasarkan hasil studi ini disarankan kegiatan seleksi ikan mas pada generasi selanjutnya dilakukan secara terpisah antara populasi jantan dan betina.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh APBN melalui DIPA pada Balai Riset Pemuliaan Ikan (BRPI) tahun 2018. Terima kasih disampaikan kepada Dewan Redaksi Jurnal Riset Akuakultur dan Mitra Bestari, serta semua teknisi lapangan dan laboran di BRPI.

DAFTAR ACUAN

- Ariyanto, D., Carman, O., Soelistyowati, D.T., Zairin, Jr.M., & Syukur, M. (2018a). Karakteristik fenotipe dan genotipe lima strain ikan mas di Jawa Barat dan Banten. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(2), 93-103.
- Ariyanto, D., Carman, O., Soelistyowati, D.T., Zairin, Jr.M., Syukur, M., Himawan, Y., & Palimirmo, F.S. (2021). Pembentukan populasi sintesis untuk peningkatan kualitas genetik ikan mas. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(2), 93-98.
- Ariyanto, D., Himawan, Y., Palimirmo, F.S., & Suharyanto. (2019a). Evaluasi tingkat *inbreeding*

benih pada lima strain ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XVI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2019*. Yogyakarta, 6 Juli 2019. Universitas Gadjah Mada, hlm. 23-27.

- Ariyanto, D., Himawan, Y., Syahputra, K., Palimirmo, F.S., & Suharyanto. (2019b). Performa pertumbuhan dan produktivitas ikan mas strain Mustika pada uji multi lokasi. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(3), 139-144.
- Ariyanto, D., Suharyanto, Palimirmo, F.S., & Himawan, Y. (2018b). Pengaruh genotipe, lingkungan, dan interaksi keduanya terhadap stabilitas penampilan fenotipik ikan mas. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(4), 289-296.
- Ath-thar, M.H.F., Prakoso, V.A., & Gustiano, R. (2011). Keragaan pertumbuhan hibridisasi empat strain ikan mas. *Berita Biologi*, 10(5), 613-620.
- Dong, Z., Nguyen, Ng.H., & Zhu, W. (2015). Genetic evaluation of a selective breeding program for common carp *Cyprinus carpio* conducted from 2004 to 2014. *BMC Genetics*, 16(94), 1-9.
- Dupont-Nivet, M., Vandeputte, M., Haffray, P., & Chevassus, B. (2006). Effect of different mating designs on inbreeding, genetic variance and response to selection when applying individual selection in fish breeding programs. *Aquaculture*, 252(2-4), 161-170.
- Fu, J., Shen, Y., Xu, X., Liu, Ch., & Li, J. (2015). Genetic parameter estimates and genotype by environment interaction analyses for early growth traits in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture International*, (23), 1427-1441.

- Gjedrem, T. (2005). Selection and breeding programs in aquaculture. Springer, The Netherlands. 364 pp.
- Gjedrem, T. & Robinson, N. (2014). Advances by selective breeding for aquatic species: A review. *Agricultural Sciences*, (5), 1152-1158.
- Imron, Iswanto, B., Suprpto, R., & Marnis, H. (2020). Development of genetically improved farmed African catfish, *Clarias gariepinus*; A review and lessons learned from Indonesian fish breeding program. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science*, 593, 1-8.
- Iswanto, B., Imron, Marnis, H., & Suprpto, R. (2016). Response to selection for body weight in the third generation of mass selection of the African catfish (*Clarias gariepinus*) at Research Institute for Fish Breeding, Sukamandi. *Indonesian Aquaculture Journal*, 11(1), 15-21.
- Iswanto, B., Imron, Suprpto, R., & Marnis, H. (2014). Perakitan strain ikan lele *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) tumbuh cepat melalui seleksi individu: Pembentukan populasi generasi pertama. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(3), 343-352.
- Kocour, M., Linhart, O., Gela, D., & Rodin, M. (2005). Growth performance of all-female and mixed-sex common carp (*Cyprinus carpio*) populations in the central Europe climatic conditions. *Journal of The World Aquaculture Society*, 36(1), 103-113.
- Lind, C.E., Ponzoni, R.W., Nguyen, N.H., & Khaw, H.L. (2012). Selective breeding in fish and conservation of genetic resources for aquaculture. *Reproduction in Domestic Animal*, 47(Suppl. 4), 255-263.
- Müller, D., Schopp, P., & Melchinger, A.E. (2017). Persistence of prediction accuracy and genetic gain in synthetic populations under recurrent genomic selection. *G3 Genes/Genomes/Genetics*, (7), 801-811.
- Ninh, Ng.H., Thoa, Ng.Ph., Knibb, W., & Nguyen, Ng.H. (2014). Selection for enhanced growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackish water (15-20 ppt) in Vietnam. *Aquaculture*, (428-429), 1-6.
- Ødegård, J., Moen, Th., Santi, N., Korsvoll, S.A., Kjøglum, S., & Meuwissen, Th.H.E. (2014). Genomic prediction in an admixed population of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Frontiers in Genetics*, (5), 1-8.
- Radona, D., Asih, S., Subagja, J., & Gustiano, R. (2016). Perbaikan mutu genetik ikan mas Rajadanu melalui seleksi. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(1), 15-21.
- Ren, Sh., Mather, P.B., Tang, B., & Hurwood, D.A. (2018). Levels of genetic diversity and inferred origins of *Penaeus vannamei* culture resources in China: Implications for the production of a broad synthetic base population for genetic improvement. *Aquaculture*, 491, 221-231.
- Schopp, P., Müller, D., Technow, F., & Melchinger, A.E. (2017). Accuracy of genomic prediction in synthetic populations depending on the number of parents, relatedness, and ancestral linkage disequilibrium. *Genetics*, (205), 441-454.
- Sutthakiet, O., Koonawootrittriron, S., Chatchaiphan, S., Thaitungchin, Ch., & Na-Nakorn, U. (2019). Genetic parameters of a snakeskin gourami (*Trichopodus pectoralis*, Regan 1910) base population created from crossing three hatchery stocks. *Aquaculture*, 512, 734358.