

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

PENGARUH GENOTIPE, LINGKUNGAN, DAN INTERAKSI KEDUANYA TERHADAP STABILITAS PENAMPILAN FENOTIPIK IKAN MAS

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

Balai Riset Pemuliaan Ikan
Jl. Raya 2 Sukamandi, Subang 41263

(Naskah diterima: 31 Desember 2018; Revisi final: 30 Januari 2019; Disetujui publikasi: 31 Januari 2019)

ABSTRAK

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan komoditas budidaya yang mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh genotipe, lingkungan, dan interaksi antara genotipe dengan lingkungan terhadap stabilitas penampilan fenotipik ikan mas dalam kegiatan budidaya. Rancangan percobaan menggunakan rancangan faktorial 3 x 5 dengan lima ulangan. Lima *strain* ikan mas, yaitu Rajadanu, Sutisna, Majalaya, Wildan, dan Sinyonya dipelihara secara komunal di dalam tiga model wadah budidaya, yaitu kolam beton, kolam jaring, dan kolam tanah, selama 90 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penampilan fenotipik ikan mas dipengaruhi oleh genotipe, lingkungan dan interaksi kedua faktor tersebut. *Strain* Sutisna dan Wildan mempunyai nilai sintasan yang paling baik di semua lingkungan dibanding tiga *strain* lainnya. *Strain* Sutisna mempunyai pertumbuhan terbaik di kolam tanah sedangkan *strain* Wildan di kolam jaring. Hal ini menyebabkan kedua *strain* tersebut menghasilkan biomassa panen terbaik pada lingkungan yang berbeda. Hasil analisis stabilitas menunjukkan bahwa kelima *strain* ikan mas dalam penelitian ini relatif tidak stabil dan mempunyai respons yang berbeda jika dipelihara pada lingkungan yang berbeda. *Strain* Wildan dan Rajadanu merupakan *strain* ikan mas yang mempunyai respons terhadap perbedaan lingkungan paling tinggi. *Strain* dengan karakteristik tersebut akan mempunyai performa terbaik pada lokasi dan kondisi pemeliharaan yang sesuai dengan kebutuhannya, tetapi mempunyai penampilan fenotipik yang rendah jika kondisi lingkungan budidayanya tidak sesuai. *Strain* Sutisna, Sinyonya, dan Majalaya merupakan *strain* ikan mas dengan daya responsi terhadap lingkungan lebih rendah. Karakteristik ini menyebabkan penampilan fenotipik ketiga *strain* tersebut relatif stabil pada semua lokasi dan kondisi budidaya, meskipun tidak bisa mencapai hasil yang maksimal.

KATA KUNCI: genotipe; ikan mas; interaksi G > < E; lingkungan; penampilan fenotipik

ABSTRACT: *The effect of genotype, environment, and their interaction in phenotypic performance stability of common carp. By: Didik Ariyanto, Suharyanto, Flandrianto Sih Palimirmo, and Yogi Himawan*

Common carp (Cyprinus carpio) is known as fish species highly adaptable to various environmental conditions. This study aimed to evaluate the effect of genotype, environment, and their interaction in phenotypic performance stability of common carp. The experimental design used a 3 x 5 factorial design with five repetitions. Five strains of common carp, namely Rajadanu, Sutisna, Majalaya, Wildan, and Sinyonya were stocked communally for 90 days in three culture systems: concrete pond, net cage pond, and earthen pond. The result showed that the phenotypic performance of common carp was influenced by genotype, environment, and their interaction. Sutisna and Wildan strains have a higher survival rate compared to other strains in all culture systems. Sutisna and Wildan strains have the best growth performance in the earthen pond and net cage pond, respectively. Both strains also have the highest biomass production at harvest in all culture systems. Based on the stability performance analysis, Wildan and Rajadanu have the highest response to the different environmental conditions. Strains with this characteristic perform best in different locations or culture systems as long as the environmental conditions are suitable. However, these fish will likely perform poor in the unsuitable culture environment. Sutisna, Sinyonya, and Majalaya are carp strains with lower responsiveness to environmental change. Such characteristic causes the phenotypic performance of these three strains cannot achieve the maximum results, yet it is relatively stable in all locations.

KEYWORDS: genotype; common carp; environment; G > < E interaction; genotype; phenotypic performance

[#] Korespondensi: Balai Riset Pemuliaan Ikan.
Jl. Raya 2 Sukamandi, Subang 41263, Indonesia.
Tel. + 62 260 520500
E-mail: didik_ski@yahoo.com

PENDAHULUAN

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas ekonomis budidaya ikan air tawar secara nasional dan internasional. Ikan mas bersifat kosmopolit, artinya mempunyai kemampuan adaptasi yang luas terhadap kondisi lingkungan yang berbeda. Kemampuan tersebut menyebabkan budidaya ikan mas tersebar cukup luas, mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Namun demikian, kondisi geografi dan agroklimatologi yang berbeda antara masing-masing lokasi diduga berpengaruh terhadap penampilan fenotipik dan tingkat produktivitas budidaya ikan mas. Dijelaskan oleh Tave (1993; 1995), Hardjosubroto (1994), dan Noor (2000) bahwa penampilan fenotipik suatu organisme ditentukan oleh faktor internal (genetik) dan dipengaruhi oleh faktor eksternal (lingkungan). Organisme dengan kualitas genetik yang baik akan menghasilkan penampilan fenotipik yang optimal jika didukung oleh lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan organisme tersebut. Namun demikian, organisme dengan kualitas genetik yang rendah tidak akan menghasilkan penampilan fenotipik optimal meskipun kualitas lingkungannya diperbaiki. Dalam beberapa kasus, interaksi yang mungkin terjadi antara faktor genetik dengan lingkungan tempat organisme tersebut berkembang juga memengaruhi penampilan fenotipiknya.

Ikan mas di Indonesia dikenal beberapa jenis atau *strain* yang dominan dipelihara oleh pembudidaya, antara lain *strain* Majalaya, Rajadanu, Sutisna, Wildan, dan Sinyonya. Gustiano (1994), Hardjamulia *et al.* (1997), Arifin & Kurniasih (2007), dan Ath-thar *et al.* (2011) melaporkan bahwa masing-masing *strain* yang digunakan dalam kegiatan budidaya mempunyai penampilan fenotipik yang berbeda, seperti pada karakter laju pertumbuhan, bobot panen, sintasan, rasio konversi pakan, dan lainnya. Data empiris juga menunjukkan bahwa terdapat variasi penampilan fenotipik pada budidaya ikan mas yang dilakukan di lokasi dan model budidaya yang berbeda (Nugroho, 2012; Ardi, 2013; Himawan *et al.*, 2017). Variasi produksi antar lokasi dan model wadah budidaya tersebut diduga disebabkan adanya perbedaan kondisi geografis, agro-klimatologis, dan teknologi budidaya yang dikembangkan. Perbedaan kondisi lingkungan budidaya ini selanjutnya berdampak terhadap respons dari genotipe ikan mas yang tidak sama sehingga menghasilkan penampilan fenotipik yang bervariasi. Dalam rangka mendapatkan informasi mengenai variasi penampilan fenotipik ikan mas yang lebih menyeluruh, maka penelitian yang secara spesifik membahas pengaruh genotipe yang berbeda, serta kondisi lingkungan budidaya yang bervariasi perlu dilakukan.

Beberapa metode pragmatis untuk menjelaskan dan menginterpretasikan respons genotipe terhadap variasi lingkungannya telah banyak dikembangkan. Metode-metode tersebut melibatkan analisis statistik untuk mengukur adaptabilitas dan stabilitas genotipe terhadap variasi lingkungan menurut model yang berbeda. Salah satu model yang paling banyak digunakan pada bidang pertanian secara umum adalah model yang dikembangkan oleh Eberhart & Russell (1966). Model ini dikembangkan berdasarkan pada regresi penampilan genotipe terhadap indeks lingkungannya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh genotipe, lingkungan, serta interaksi antara genotipe dengan lingkungan terhadap penampilan fenotipik lima *strain* ikan mas budidaya.

BAHAN DAN METODE

Ikan Uji

Bahan utama penelitian ini adalah lima *strain* ikan mas yang dominan dibudidaya oleh masyarakat, yaitu Rajadanu (Kuningan), Sutisna (Kuningan), Majalaya (Bandung), Wildan (Cianjur), dan Sinyonya (Pandeglang). Benih yang digunakan adalah hasil pemijahan induk koleksi yang diperoleh dari masing-masing lokasi tersebut. Benih ikan mas tersebut berumur lima bulan dari menetas dengan ukuran bobot $43,9 \pm 27,7$ g dan panjang standar $102,0 \pm 21,6$ mm. Jumlah benih yang digunakan sebanyak 2.875 ekor. Semua individu diberi tanda (*marker*) dengan cara memotong atau mencabut duri punggung dengan urutan berbeda pada masing-masing *strain*.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan faktorial dua faktor, terdiri atas faktor *strain* (genotipe) dan faktor model wadah budidaya (lingkungan). Faktor *strain* terdiri atas lima *strain*, yaitu: (1) Rajadanu, (2) Sutisna, (3) Majalaya, (4) Wildan, dan (5) Sinyonya. Faktor model wadah budidaya terdiri atas tiga model, yakni: (1) kolam beton, (2) kolam jaring, dan (3) kolam tanah. Semua perlakuan percobaan diulang sebanyak lima kali.

Metode Pemeliharaan

Model wadah budidaya yang digunakan yaitu, kolam beton ukuran 25 m² dengan kedalaman air 70-80 cm, kolam jaring ukuran 25 m² dengan kedalaman air 80-100 cm, dan kolam tanah ukuran 200 m² dengan kedalaman air 40-60 cm. Pada semua wadah budidaya terdapat aliran air dengan kecepatan rendah, antara 0,2-1,0 L/detik. Khusus pada kolam beton, model wadah budidaya dilengkapi jaringan aerasi

menggunakan *blower* dengan lima titik aerasi per kolam. Titik-titik aerasi ini merupakan bagian dari sistem aerasi menggunakan *blower* dengan kapasitas 240 volt /1.100 watt, yang secara keseluruhan terbagi dalam 40 kolam beton.

Penebaran benih ikan mas dilakukan secara komunal antar lima *strain* di ketiga model wadah budidaya, artinya di dalam setiap wadah budidaya ditebar benih ikan dari lima *strain* ikan mas dalam proporsi jumlah yang sama. Padat penebaran yang diterapkan sebesar 0,07 ekor/m³ di kolam beton; 0,09 ekor/m³ di kolam jaring; dan 0,03 ekor/m³ di kolam tanah. Selama 90 hari pemeliharaan, benih diberi pakan pelet dengan kandungan protein 28%-30%. Pakan diberikan secara satiasi setiap pagi dan sore.

Parameter dan Analisis Data

Parameter kualitas air media pemeliharaan ikan yang diamati adalah suhu, oksigen terlarut, nilai pH, amonia, dan nitrit. Kualitas air diamati setiap dua minggu sekali menggunakan alat pengukur kualitas air elektrik (*water quality checker*). Pengamatan dilakukan di empat titik setiap wadah pemeliharaan, kemudian hasilnya dirata-rata. Data kualitas air disajikan dalam nilai rata-rata minimal dan maksimal, dan dianalisis secara deskriptif.

Penampilan fenotipik yang diamati pada akhir pengujian adalah karakter-karakter terkait pertumbuhan dan produktivitas ikan mas, yaitu panjang, tinggi, tebal, bobot, sintasan, dan biomassa panen. Jumlah sampel untuk pengukuran karakter terkait pertumbuhan sebanyak 30% dari jumlah benih saat ditebar di masing-masing model wadah budidaya. Nilai sintasan dihitung dari jumlah benih yang hidup pada saat panen dibagi jumlah penebaran, dan dikali 100%. Biomassa panen dianalisis dengan mengalikan jumlah individu yang hidup dengan bobot rata-rata masing-masing *strain*.

Penentuan keunggulan genotipe ikan mas yang diuji pada satu lingkungan tertentu dilakukan melalui uji F menggunakan program *Excel 2010*. Pendugaan interaksi genetik dengan lingkungan dilakukan dengan analisis varian terhadap data gabungan setiap karakter di semua lokasi. Sebelum dilakukan analisis varian secara gabungan, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas variasi galat untuk lima lokasi dengan menggunakan uji Bartlett secara manual menggunakan program *Excel 2010*. Analisis stabilitas penampilan fenotipik kelima *strain* ikan mas pada model wadah budidaya berbeda dilakukan mengikuti prosedur Eberhart & Russel (1966) secara manual menggunakan program *Excel 2010*.

HASIL DAN BAHASAN

Lingkungan Budidaya

Parameter kualitas air di tiga model wadah budidaya pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Sebagai pembandingan, disajikan nilai baku mutu air untuk kegiatan budidaya ikan mas.

Hasil analisis kualitas air media budidaya di tiga model tersebut menunjukkan nilai yang tidak berbeda. Namun, model kolam beton memiliki fluktuasi suhu, nilai pH, kandungan ammonia, dan nitrit yang paling besar dibanding kedua model wadah budidaya lainnya. Selain itu, kandungan oksigen pada kolam beton juga paling rendah. Jika dibandingkan dengan nilai baku mutu air untuk budidaya ikan mas, parameter kualitas air media pemeliharaan ikan mas selama penelitian telah memenuhi standar yang disyaratkan. Namun demikian, kandungan oksigen terlarut relatif rendah pada waktu-waktu tertentu terutama pada waktu dini hari. Demikian juga dengan kandungan nitrit yang relatif tinggi pada akhir kegiatan pemeliharaan sebesar 0,07-0,10 mg/L.

Hal yang cukup menarik adalah nilai kandungan oksigen di kolam beton yang tidak pernah mencapai nilai optimal standar budidaya. Luasan permukaan air pada kolam beton sebesar 25 m² diduga tidak cukup luas untuk terjadinya difusi oksigen dari udara ke air. Meskipun luasan permukaan air pada kolam jaring juga 25 m², tetapi jaring tersebut terpasang pada kolam dengan luas secara keseluruhan sebesar 6.000 m². Hal ini mengakibatkan terjadinya difusi oksigen ke dalam air kolam yang dibantu oleh adanya angin di permukaan perairan, sehingga kandungan oksigen maksimal di kolam jaring lebih tinggi. Kondisi yang sama juga terjadi pada kolam tanah dengan luasan permukaan air sebesar 400 m².

Selain disebabkan oleh luasan permukaan kolam yang relatif kecil, rendahnya nilai oksigen terlarut di kolam beton juga disebabkan oleh relatif tingginya padat penebaran ikan sebesar 0,07 ekor/m². Hal ini mengakibatkan konsumsi oksigen oleh ikan yang relatif banyak sehingga kadar oksigen bebas dalam perairan menjadi sedikit. Meskipun padat penebaran ikan di kolam jaring lebih besar, yaitu 0,09 ekor/m², tetapi luasan kolam sebesar 6.000 m² diduga sangat berpengaruh baik terhadap ketersediaan oksigen terlarut dalam perairan tersebut.

Penampilan Fenotipik

Penampilan fenotipik lima *strain* ikan mas yang dipelihara di tiga model wadah budidaya berbeda selama tiga bulan disajikan pada Tabel 2, sedangkan

Tabel 1. Kualitas air media budidaya ikan mas di kolam beton, kolam jarring, dan kolam tanah selama penelitian

Table 1. Water quality in concrete, net cage, and earthen ponds during rearing period

Parameter Parameters	Kolam beton Concrete pond	Kolam jaring Net cage on pond	Kolam tanah Earthen pond	Baku mutu air budidaya ikan Standart in fish culture
Suhu (Temperature) (°C)	27.4-31.9	28.0-31.2	27.5-31.8	25.0-30.0
Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L)	0.2-3.2	0.6-5.2	0.3-6.5	> 5.0
Nilai pH (pH value)	6.5-8.0	6.5-7.5	6.8-7.3	6.5-8.5
Amonia (Ammonia) (mg/L)	0-0.08	0-0.05	0-0.03	< 1
Nitrit (Nitrite) (mg/L)	0-0.1	0-0.07	0-0.1	< 0.06

Tabel 2. Penampilan fenotipik lima strain ikan mas yang dipelihara di tiga model wadah pemeliharaan yang berbeda selama tiga bulan

Table 2. Phenotypic performance of five strains of common reared in three different culture systems for three months

Karakter fenotipik Phenotypic character		Model wadah budidaya (Culture system models)					
		Kolam beton Concrete pond	KV/CV (%)	Kolam jaring Net cage on pond	KV/CV (%)	Kolam tanah Earthen pond	KV/CV (%)
Panjang badan Body length (mm)	Rajadanu	14.01 ^a	13.12	15.74 ^a	7.80	13.54 ^a	10.41
	Sutisna	14.60 ^a	7.11	16.20 ^a	7.65	16.92 ^b	7.75
	Majalaya	14.93 ^a	17.12	15.46 ^a	8.12	16.82 ^{ab}	11.20
	Wildan	14.76 ^a	9.52	18.13 ^a	10.20	15.00 ^{ab}	4.70
	Sinyonya	12.59 ^a	15.17	14.74 ^a	12.98	15.65 ^{ab}	6.30
Tinggi badan Body depth (mm)	Rajadanu	4.92 ^a	1.84	5.88 ^{ab}	7.07	4.91 ^a	10.56
	Sutisna	5.68 ^b	9.97	6.06 ^{ab}	8.77	6.33 ^b	5.55
	Majalaya	5.77 ^{ab}	19.01	5.89 ^{ab}	7.98	6.31 ^b	12.42
	Wildan	5.72 ^b	7.16	7.09 ^a	12.93	5.76 ^{ab}	5.99
	Sinyonya	4.93 ^{ab}	12.33	5.56 ^b	10.09	5.93 ^b	6.84
Tebal badan Body thickness (mm)	Rajadanu	2.61 ^a	6.88	3.12 ^{ab}	10.94	2.51 ^a	11.60
	Sutisna	3.13 ^{ab}	13.89	3.29 ^{ab}	10.89	3.26 ^b	6.11
	Majalaya	2.87 ^{ab}	24.76	3.11 ^{ab}	8.09	3.16 ^b	8.58
	Wildan	3.05 ^b	4.37	3.80 ^a	12.87	2.88 ^{ab}	9.02
	Sinyonya	2.59 ^{ab}	16.38	2.94 ^b	8.84	2.93 ^{ab}	11.56
Bobot badan Body weight (g)	Rajadanu	90.67 ^a	15.71	154.78 ^{ab}	25.25	90.00 ^a	26.57
	Sutisna	126.80 ^a	26.14	158.28 ^{ab}	32.09	175.74 ^b	23.75
	Majalaya	136.55 ^a	51.73	136.32 ^{ab}	25.30	177.21 ^b	35.75
	Wildan	128.16 ^a	28.20	238.63 ^a	33.65	126.04 ^{ab}	16.70
	Sinyonya	89.02 ^a	34.38	121.25 ^b	34.11	138.89 ^b	17.32

Keterangan: Huruf superskrip yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing karakter menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$); KV = koefisien variasi

Note: The same superscript letter in the same column indicated insignificant differences ($P > 0.05$); CV = coefficient of variation

nilai sintasan dan biomassa pada saat panen kelima *strain* ikan mas tersebut disajikan pada Tabel 3.

Lima *strain* ikan mas yang dipelihara di dalam tiga model wadah budidaya yang berbeda mempunyai penampilan fenotipik yang beragam. Pada pemeliharaan di kolam beton, karakter panjang dan bobot badan antar *strain* tidak berbeda, sedangkan karakter tinggi dan tebal badan berbeda nyata. Pada pemeliharaan di kolam jaring, hanya karakter panjang badan yang tidak berbeda nyata, tetapi tiga karakter

lainnya, yaitu tinggi, tebal, dan bobot badan berbeda nyata. Pada pemeliharaan di kolam tanah, semua karakter biometrik yang diukur berbeda nyata antar *strain*.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai sintasan kelima *strain* ikan mas yang dipelihara di kolam beton dan kolam jaring berbeda nyata, sedangkan pada kolam tanah tidak berbeda. Namun demikian, biomassa panen kelima *strain* ikan mas yang dipelihara di kolam jaring dan kolam tanah berbeda nyata, sedangkan di

Tabel 3. Nilai sintasan dan biomassa lima *strain* ikan mas yang dipelihara di tiga model wadah pemeliharaan yang berbeda selama tiga bulan

Table 3. Survival rate and biomass of five strains of common carp which reared in three different culture systems for three months

Karakter fenotipik <i>Phenotypic character</i>		Model wadah budidaya (<i>Culture system models</i>)					
		Kolam beton <i>Concrete pond</i>	KV <i>CV (%)</i>	Kolam jaring <i>Net cage on pond</i>	KV <i>CV (%)</i>	Kolam tanah <i>Earthen pond</i>	KV <i>CV (%)</i>
Sintasan <i>Survival rate (%)</i>	Rajadanu	88.0 ^a	12.4	90.0 ^{ab}	24.8	72.0 ^a	36.0
	Sutisna	100.0 ^b	0.0	100.0 ^a	0.0	94.0 ^a	14.3
	Majalaya	80.0 ^a	17.7	92.5 ^{ab}	12.1	90.0 ^a	19.2
	Wildan	100.0 ^b	0.0	100.0 ^a	0.0	90.0 ^a	24.8
	Sinyonya	92.0 ^{ab}	11.9	87.5 ^b	10.1	82.0 ^a	13.4
Biomassa <i>Biomass (kg)</i>	Rajadanu	10.0 ^a	21.4	29.0 ^{ab}	40.2	17.2 ^a	46.8
	Sutisna	15.9 ^a	26.1	31.7 ^{ab}	32.1	41.5 ^b	30.6
	Majalaya	14.0 ^a	54.6	25.7 ^{ab}	32.4	41.0 ^{ab}	47.4
	Wildan	16.0 ^a	28.2	47.7 ^a	33.6	29.0 ^{ab}	34.4
	Sinyonya	10.4 ^a	42.2	21.5 ^b	42.1	28.5 ^{ab}	21.3

Keterangan: Huruf superskrip yang sama pada kolom yang sama pada masing-masing karakter menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$); KV = koefisien variasi

Note: The same superscript letter in the same column indicated insignificant differences ($P > 0.05$); CV = coefficient of variation

Tabel 4. Nilai P pada analisis sidik ragam karakter fenotipik lima *strain* ikan mas yang dipelihara di tiga model wadah budidaya berbeda selama tiga bulan

Table 4. P value in analysis of variance for phenotypic character of five strains of common carp reared in three different culture systems for three months

Sumber keragaman <i>Source of diversity</i>	Strain <i>Strains (G)</i>	Wadah budidaya <i>Culture system (E)</i>	Interaksi <i>Interaction (GxE)</i>
Panjang (<i>Length</i>)	0.004	0.000	0.015
Tinggi (<i>Depth</i>)	0.000	0.000	0.014
Tebal (<i>Thickness</i>)	0.000	0.000	0.044
Bobot (<i>Weight</i>)	0.003	0.001	0.008
Sintasan (<i>Survival rate</i>)	0.017	0.261	0.471
Biomassa (<i>Biomass</i>)	0.000	0.032	0.020

Keterangan (Note): G = genotipe (*Genotype*), E = lingkungan (*environment*)

kolam beton tidak berbeda. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh penggunaan *strain* dan model wadah budidaya yang berbeda, serta interaksi kedua faktor tersebut terhadap penampilan fenotipik ikan mas. Dalam rangka mengklarifikasi indikasi tersebut, pada Tabel 4 disajikan hasil analisis sidik ragam karakter fenotipik lima *strain* ikan mas tersebut.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penampilan fenotipik ikan mas secara nyata dipengaruhi oleh *strain* atau genotipe (G), wadah budidaya atau lingkungan (E) dan interaksi antar kedua faktor tersebut ($G > < E$). Adanya pengaruh faktor genetik diindikasikan dengan perbedaan penampilan fenotipik antar genotipe yang dipelihara pada lingkungan yang sama, sedangkan adanya pengaruh lingkungan diindikasikan dengan perbedaan penampilan fenotipik suatu genotipe yang dipelihara pada lingkungan yang berbeda-beda. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Tave (1993; 1995), Hardjosubroto (1994), dan Noor (2000) yang menjelaskan bahwa penampilan fenotipik suatu genotipe dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, serta kemungkinan adanya interaksi antara kedua faktor tersebut.

Penampilan fenotipik yang berbeda merupakan ekspresi dari masing-masing *strain* dalam merespons kondisi lingkungan wadah budidaya yang berbeda. Ekspresi dari masing-masing individu maupun populasi dalam merespons kondisi lingkungan yang bervariasi dapat berupa penampilan karakter-karakter biometrik hingga kemampuan bertahan hidup yang berbeda. Genotipe yang mampu bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan umumnya mempunyai penampilan karakter biometrik yang lebih baik dibanding genotipe-genotipe yang kurang mampu bertahan hidup. Beberapa penelitian terkait pengaruh genotipe, lingkungan dan interaksi keduanya sudah dilaporkan, antara lain pada ikan nila (Eknath *et al.*, 1993; Charo-Karisa *et al.*, 2006; Khaw *et al.*, 2012; Ariyanto & Listiyowati, 2015), ikan salmon (Gjedrem, 2005), ikan cod (Bangera *et al.*, 2015), ikan lele (Dunham *et al.*, 1990), ikan mas (Wang & Li, 2007), dan ikan kakap (Dupont-Nivet *et al.*, 2008).

Stabilitas Penampilan Fenotipik

Hasil analisis stabilitas fenotipik berdasarkan karakter bobot badan lima *strain* ikan mas pada lingkungan yang berbeda disajikan pada Tabel 5. Sebagai data dukung, pada Gambar 1 disajikan estimasi biomassa panen lima *strain* ikan mas yang dipelihara pada kondisi lingkungan berbeda.

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai standar deviasi (Sd^2) dari nilai koefisien regresi (bi) kelima *strain* ikan

mas dalam penelitian ini tidak sama dengan satu. Artinya, kelima *strain* ikan mas tersebut tidak menunjukkan stabilitas karakter fenotipik yang baik jika dipelihara pada lokasi yang berbeda. Berdasarkan nilai koefisien regresinya, *strain* Rajadanu dan Wildan merupakan *strain* ikan mas yang mempunyai daya responsi terhadap perbedaan lingkungan paling tinggi ($bi > 1$), sedangkan *strain* Sutisna, Sinyonya, dan Majalaya merupakan *strain* dengan daya responsi terhadap lingkungan lebih rendah ($bi < 1$). Hasil ini didukung dengan analisis estimasi produksi masing-masing *strain* yang dipelihara pada model wadah budidaya yang berbeda pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa *strain* Rajadanu dan Wildan mempunyai peningkatan produksi yang signifikan jika dipelihara pada lingkungan yang lebih baik, sedangkan ketiga *strain* lainnya mempunyai peningkatan produksi yang tidak terlalu signifikan meskipun kondisi lingkungannya diperbaiki.

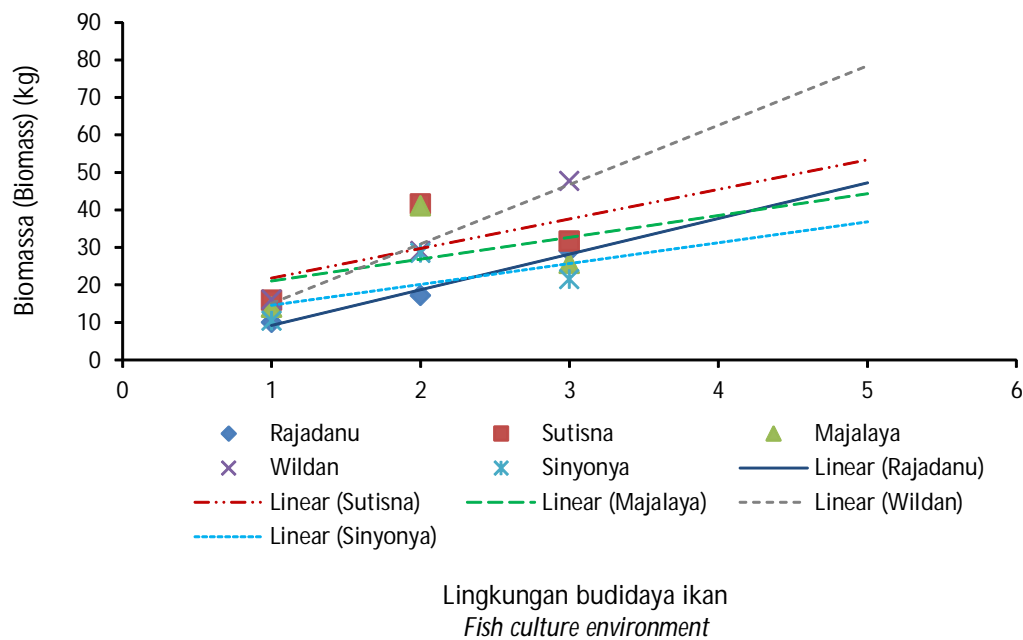
Evaluasi penampilan fenotipik dari genotipe unggul ikan bertujuan untuk mendapatkan genotipe atau varietas ikan yang mempunyai karakter terbaik pada lokasi atau model wadah budidaya yang bervariasi. Karakter yang baik berdampak terhadap hasil atau produksi yang tinggi sebagai target akhir kegiatan budidaya. Pada penelitian ini, pengaruh genotipe dan lingkungan lebih dominan dibanding pengaruh interaksi keduanya dalam mempengaruhi penampilan fenotipik populasi ikan mas. Namun demikian, adanya pengaruh interaksi faktor genotipe dengan lingkungan mengindikasikan bahwa tidak terdapat satu pun *strain* ikan mas yang mempunyai penampilan terbaik pada semua model wadah budidaya yang digunakan. Hasil ini juga didukung dengan analisis stabilitas penampilan fenotipik yang menunjukkan bahwa kelima *strain* ikan mas dalam penelitian ini mempunyai stabilitas yang rendah, jika dipelihara pada model budidaya yang berbeda. Ketidakstabilan penampilan fenotipik kelima *strain* ikan mas menunjukkan bahwa masing-masing *strain* ikan mas mempunyai respons yang berbeda ketika dibudidayakan pada lingkungan yang berbeda.

Strain Rajadanu merupakan genotipe ikan mas yang mempunyai nilai karakter-karakter terukur relatif lebih rendah dibanding *strain* lainnya. Namun demikian, *strain* Rajadanu berpotensi besar untuk menghasilkan produksi yang tinggi jika dipelihara pada lingkungan dan sistem budidaya yang tepat. Hal ini karena *strain* Rajadanu mempunyai daya responsi yang baik terhadap perubahan kondisi lingkungan. Model genotipe yang hampir sama adalah *strain* Wildan. *Strain* ini mempunyai penampilan fenotipik tidak terlalu baik pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, tetapi akan memberikan respons yang besar dengan adanya perubahan kondisi lingkungan yang lebih baik. Semakin

Tabel 5. Nilai ragam (σ^2), koefisien regresi (b), dan standar deviasi (Sd^2) karakter bobot badan lima *strain* ikan mas yang dipelihara pada tiga model wadah budidaya berbeda

Table 5. The variance (σ^2), regression coefficient (b) and deviation standard (Sd^2) for body weight character of five strains of common carp reared in three different culture systems

Strain	σ^2_{vi}	b_i	$Y_{ij} \times I_i$	$b_i \times (Y_{ij} \times I_i)$	$\sigma^2_{vi} - [b_i \times (Y_{ij} \times I_i)]$	Sd^2_i
Rajadanu	2,768.4	1.3	1,448.9	1,839.0	929.4	-81.4
Sutisna	1,230.3	0.7	827.4	599.7	630.6	-181,0
Majalaya	1,108.6	0.1	90.4	7.2	1,101.4	-24,0
Wildan	8,294.1	2.2	2,494.5	5,450.7	2,843.4	556.6
Sinyonya	1,278.8	0.7	846.7	628	650.8	-174.3



Gambar 1. Biomassa lima *strain* ikan mas yang dipelihara di tiga lingkungan berbeda.
Figure 1. The biomass of five strains of common carp reared in three different culture.

baik kondisi lingkungannya, maka genotipe tersebut akan mengekspresikan potensinya secara maksimal dalam bentuk penampilan fenotipik yang semakin bagus.

Genotipe lainnya yakni *strain* Majalaya, Sutisna, dan Sinyonya mempunyai penampilan fenotipik yang lebih baik dibandingkan *strain* Rajadanu dan Wildan. Meskipun genotipe seperti ini mempunyai daya adaptasi yang baik pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, tetapi kemungkinan tidak akan memberikan perbedaan hasil yang nyata meskipun kondisi lingkungannya diperbaiki. Dengan demikian, genotipe ini sesuai untuk lokasi-lokasi yang rentan

dengan terjadinya perubahan kondisi lingkungan sehingga masih mampu mempertahankan penampilan fenotipiknya dengan baik.

Berdasarkan penelitian ini, *strain* Rajadanu dan Wildan merupakan genotipe yang spesifik lokasi, sedangkan *strain* Majalaya, Sutisna, dan Sinyonya merupakan genotipe yang mempunyai daya adaptasi yang luas. Dalam konteks budidaya, genotipe spesifik lokasi akan mempunyai penampilan fenotipik yang maksimal pada lingkungan yang baik dan sesuai dengan kebutuhannya, sedangkan genotipe dengan daya adaptasi luas mempunyai penampilan fenotipik yang relatif stabil pada semua lokasi budidaya.

KESIMPULAN

Penampilan fenotipik ikan mas dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan interaksi antara kedua faktor tersebut. *Strain* Wildan dan Rajadanu merupakan genotipe yang beradaptasi baik pada lingkungan spesifik sehingga akan menghasilkan produksi maksimal pada kondisi lingkungan yang sesuai. *Strain* Majalaya, Sutisna, dan Sinyonya merupakan genotipe yang mampu beradaptasi dengan baik pada semua lingkungan, tetapi hasilnya tidak bisa maksimal seperti *strain* Wildan dan Rajadanu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiaya oleh APBN melalui DIPA No. 032.11.2.660052/2017 di Balai Riset Pemuliaan Ikan, Sukamandi tahun 2017. Penulis menyampaikan terima kasih kepada peneliti dan teknisi yang terlibat, serta kepada Dewan Redaksi Jurnal Riset Akuakultur dalam perbaikan makalah ini.

DAFTAR ACUAN

- Ardi, I. (2013). Budidaya ikan sistem keramba jaring apung guna menjaga keberlanjutan lingkungan perairan Waduk Cirata. *Media Akuakultur*, 8(1), 23-29.
- Arifin, O.Z. & Kurniasih, T. (2007). Keragaan pertumbuhan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) *strain* Majalaya, lokal Bogor dan Rajadanu di kolam Cijeruk, Bogor-Jawa Barat. *J. Riset Akuakultur*, 2(2), 177-185.
- Ariyanto, D. & Listiyowati, N. (2015). Interaksi genotipe dengan lingkungan, adaptabilitas dan stabilitas penampilan fenotipik empat varietas unggul ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *J. Riset Akuakultur*, 10(1), 1-9.
- Ath-thar, M.H.F., Prakoso, V.A., & Gustiano, R. (2011). Keragaan pertumbuhan hibridisasi empat *strain* ikan mas. *Berita Biologi*, 10(5), 613-620.
- Bangera, R., Drangsholt, T.M.K., Nielsen, H.M., Saelim, P., Ødegård, J., Puvanendran, V., Hansen, Ø.J., & Mortensen, A. (2015). Genotype by environment interaction for growth in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in four farms of Norway. *J. Mar. Sci. Eng.*, 3, 412-427.
- Charo-Karisa, H., Komen, H., Reynolds, S., Rezk, M.A., Ponzoni, R.W., & Bovenhuis, H. (2006). Genetic and environmental factors affecting growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles: Modelling spatial correlations between hapas. *Aquaculture*, 255, 586-596.
- Dunham, R.A., Brummett, R.E., Eila, M.O., & Smitherman, R.O. (1990). Genotype-environment interactions for growth of blue, channel and hybrid catfish in ponds and cages at varying densities. *Aquaculture*, 85, 143-151.
- Dupont-Nivet, M., Vandeputte, M., Vergnet, A., Merdy, O., Haffray, P., Chavanne, H., & Chatain, B. (2008). Heritabilities and G < E interactions for growth in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) using a marker-based pedigree. *Aquaculture*, 275, 81-87.
- Eberhart, S.A. & Russell, W.L. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6, 36-40.
- Eknath, A.E., Tayamen, M.M., Palada-de Vera, M.S., Danting, J.C., Reyes, R.A., Dinosio, E.E., Capili, J.B., Bolivar, H.L., Abella, T.A., Circa, A.V., Bentsen, H.B., Gjerde, B., Gjedrem, T., & Pullin, R.S.V. (1993). Genetic improvement of farmed tilapia: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. *Aquaculture*, 111, 171-188.
- Gjedrem, T. (2005). Genotype-environment interaction. In Gjedrem, T. (Ed.). Selection and Breeding Program in Aquaculture, p. 233-242.
- Gustiano, R. (1994). Prospect of common carp culture in rural areas. *IARD Journal*, 16(2), 24-28.
- Hardjamulia, A., Asih, S., Supriyadi, H., & Mucharam, B. (1997). Karakterisasi morfologis dan evaluasi beberapa plasma nutfah ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Bulletin Plasma Nutfah*, 11(1), 24-28.
- Hardjosubroto, W. (1994). Aplikasi pemuliabiakan ternak di lapangan. PT Grasindo Indonesia. Jakarta, 284 hlm.
- Himawan, Y., Syahputra, K., & Ariyanto, D. (2017). Performa pembesaran ikan mas Rajadanu (*Cyprinus carpio*) generasi ketiga hasil seleksi "walkback". *J. Riset Akuakultur*, 12(2), 121-129.
- Khaw, H.L., Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Abu-Bakar, K.R., & Bijma, P. (2012). Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 326-329, 53-60.
- Noor, R.R. (2000). Genetika ternak. Jakarta: Penebar Swadaya, 200 hlm.
- Nugroho, E. (2012). Keragaan produksi budidaya ikan mas di KJA Waduk Ir. H. Djuanda, Jatiluhur. *Media Akuakultur*, 7(1), 11-13.
- Tave, D. (1993). Genetik for fish hatchery managers. NY, USA: The AVI Publ. Comp. Inc., 2nd ed., 418 pp.
- Tave, D. (1995). Selective breeding programs for medium size fish farms. Rome, FAO: FAO Fisheries Technical Paper, No. 352, 122 pp.
- Wang, C. & Li, S. (2007). Genetic effects and genotype < environment interactions for growth-related traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 272, 267-272.