

INTERAKSI GENOTIPE DENGAN LINGKUNGAN, ADAPTABILITAS, DAN STABILITAS PENAMPILAN FENOTIPIK EMPAT VARIETAS UNGGUL IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

Didik Ariyanto[#] dan Nunuk Listiyowati

Balai Penelitian Pemuliaan Ikan

(Naskah diterima: 2 April 2014; Revisi final: 15 Januari 2015; Disetujui publikasi: 11 Maret 2015)

ABSTRAK

Penampilan fenotipik suatu organisme ditentukan oleh faktor genetik dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat organisme tersebut hidup. Dalam beberapa kasus, interaksi antara faktor genetik dengan lingkungan juga berpengaruh terhadap penampilan fenotipik yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari interaksi antara faktor genetik dengan lingkungan, daya adaptabilitas dan stabilitas penampilan fenotipik khususnya bobot individu pada empat varietas unggul ikan nila yang dipelihara di tiga lokasi berbeda. Ikan nila varietas GMT, merah NIFI, NIRWANA dan BEST dipelihara di tambak payau di Indramayu, kolam air tenang di Sukamandi dan karamba jaring apung di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur selama empat bulan pemeliharaan. Benih ikan nila diberi pakan pelet komersial dengan kandungan protein kasar 28%-30%, sebanyak 10%; 7,5%; 5%; dan 2,5% dari biomassa ikan masing-masing pada bulan pertama, kedua, ketiga, dan keempat. Pakan diberikan dengan frekuensi dua kali setiap hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bobot ikan nila secara nyata dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, serta interaksi antara kedua faktor tersebut. Selain ikan nila GMT, tiga varietas ikan nila yang diuji mempunyai adaptabilitas lingkungan relatif sempit, serta stabilitas penampilan fenotipik karakter bobot individu relatif rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa pengembangan budidaya ikan nila GMT dapat dilakukan di semua lokasi, sedangkan ikan nila merah NIFI, NIRWANA, dan BEST akan optimal jika dilakukan di lokasi tertentu saja.

KATA KUNCI: ikan nila, genetik, lingkungan, fenotipik, adaptabilitas, stabilitas

ABSTRACT: *Genotype by environment interaction, phenotypic adaptability and stability of four varieties of tilapia (*Oreochromis niloticus*). By: Didik Ariyanto and Nunuk Listiyowati*

Phenotypic performance was determined by genetic and environment factors and their interaction. This study was conducted to examine the present of interaction both of genetic and environment factors, adaptability, and stability of phenotypic performance of four varieties of tilapia which maintained in three different locations. GMT, red NIFI, NIRWANA, and BEST tilapia strains were reared for four months in net cages in Cirata reservoir in Cianjur, in earthen ponds in Sukamandi and in brackish water ponds in Indramayu. All fish were fed with commercial pelleted feed contained of crude protein 28%-30%, about 10%, 7.5%, 5%, and 2.5% each day in 1st, 2nd, 3rd, and 4th month, respectively. The results showed that tilapia's phenotypic performance especially the average body weight was significantly affected by genetic factor, environment factor, and interaction both of them factors. Except the GMT, all tilapia strains used in this study have narrow phenotypic adaptability and stability, especially in average body weight. This results indicated that GMT tilapia strain can be farmed in various areas, but red NIFI, NIRWANA, and BEST tilapia strains are most likely in a specific location.

KEYWORDS: *tilapia, genetic, environment, phenotypic, adaptability, stability*

PENDAHULUAN

Perakitan varietas unggul ikan bertujuan untuk mendapatkan genotipe ikan yang mempunyai tingkat produktivitas tinggi pada kegiatan budidaya. Produk-

tivitas tinggi dapat dicapai jika varietas yang digunakan mempunyai kualitas genetik dan penampilan fenotipik yang baik, terutama pada karakter-karakter yang secara langsung berpengaruh terhadap tingkat produktivitas seperti laju pertumbuhan dan sintasan.

Secara umum, penampilan fenotipik suatu organisme ditentukan oleh faktor internal (genetik) dan dipengaruhi oleh faktor eksternal (lingkungan). Organisme dengan kualitas genetik yang baik akan

[#] Korespondensi: Balai Penelitian Pemuliaan Ikan.
Jl. Raya 2 Sukamandi, Subang, Jawa Barat 41256, Indonesia.
Tel.: + (0260) 520500
E-mail: didik_sky@yahoo.com

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 (Tave, 1993; Hardjosubroto, 1994; Tave, 1996; Noor, 2000). Dalam beberapa kasus, interaksi yang mungkin terjadi antara faktor genetik dan lingkungan tempat organisme tersebut berkembang juga berperan dalam memengaruhi penampilan fenotipiknya.

Dalam rangka peningkatan produktivitas budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*), beberapa varietas unggul hasil pemuliaan telah dihasilkan dan secara resmi dilepas ke masyarakat untuk dibudidayakan. Varietas unggul tersebut antara lain ikan nila NIRWANA (Nila Ras Wanayasa), BEST (*Bogor Enhancement Strain Tilapia*), dan GESIT (*Genetically Supermale Indonesian Tilapia*) yang menghasilkan benih ikan nila GMT (*Genetically Male Tilapia*). Selain varietas tersebut, beberapa varietas ikan nila hasil introduksi juga berkembang di masyarakat pembudidaya, antara lain ikan nila GIFT (*Genetically Improvement of Farmed Tilapia*) dan nila merah NIFI (*National Inland Fishery Institute*). Kemudahan dalam hal budidaya dan didukung dengan keunggulan varietas-varietas baru tersebut mengakibatkan pengembangan dan penyebaran budidaya ikan nila semakin cepat. Namun demikian, data-data empiris menunjukkan bahwa pengembangan budidaya ikan nila pada lokasi-lokasi yang berbeda menghasilkan tingkat produktivitas yang berbeda pula (Listiyowati *et al.*, 2008; Ariyanto & Muslikhin, 2011; Ariyanto *et al.*, 2011; Robisalmi *et al.*, 2011). Variasi produksi antar lokasi budidaya diduga disebabkan adanya perbedaan kondisi geografis, agro-klimatologis dan teknologi budidaya yang dikembangkan antar lokasi. Perbedaan kondisi lingkungan budidaya ini selanjutnya berdampak terhadap respons genotipe ikan nila yang tidak sama sehingga menghasilkan penampilan fenotipik yang bervariasi. Dalam rangka mendapatkan informasi mengenai hal tersebut, maka penelitian yang secara spesifik membahas pengaruh pemanfaatan varietas ikan nila yang berbeda pada kondisi lingkungan budidaya yang bervariasi terhadap tingkat produktivitas budidaya ikan nila perlu dilakukan.

Secara lebih spesifik, kegiatan ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh genotipe, lingkungan, serta interaksi antara genotipe dengan lingkungan terhadap penampilan fenotipik, khususnya bobot badan pada empat varietas unggul ikan nila. Hasil kegiatan ini dapat digunakan sebagai salah satu dasar pertimbangan untuk pengambilan kebijakan terkait dengan kegiatan budidaya ikan nila, yaitu apakah varietas ikan nila tersebut mempunyai daya adaptasi luas (*wide adaptability*) sehingga dapat dikembangkan secara massal

di semua lokasi atau mempunyai daya adaptasi relatif sempit (*narrow adaptability*) sehingga sangat cocok dikembangkan pada suatu lokasi yang spesifik.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan penelitian adalah benih ikan nila, terdiri atas tiga varietas unggul hasil pemuliaan, yaitu ikan nila GMT (*Genetically Male Tilapia*), NIRWANA (Nila Ras Wanayasa), BEST (*Bogor Enhancement Strain Tilapia*), dan satu varietas unggul introduksi yaitu ikan nila merah NIFI (*National Inland Fishery Institute*). Benih ikan nila GMT adalah benih hasil pemijahan induk ikan nila GESIT yang diperoleh dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi dengan betina nila GIFT dari Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (BPPI) Sukamandi. Benih ikan nila NIRWANA adalah turunan pertama (F-1) dari induk yang diperoleh dari Balai Pengembangan Benih Ikan Air Tawar (BPBIAT) Wanayasa pada tahun 2008. Benih ikan nila BEST adalah turunan kedua (F-2) dari induk yang dirilis Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar (BPPPBAT) Bogor pada tahun 2008. Benih ikan nila merah NIFI adalah benih F-1 dari pemijahan induk yang diperoleh pada tahun 2007. Semua populasi benih ikan nila berumur sekitar tiga bulan dengan bobot rata-rata individu 10-12 g.

Metode Penelitian

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.

Lokasi Budidaya Ikan Nila

Percobaan dilakukan di tiga lokasi berbeda, yaitu tambak payau di Indramayu, kolam air tenang di Sukamandi dan karamba jaring apung di Waduk Cirata, Cianjur. Wadah percobaan di Indramayu dan Sukamandi berupa tambak payau dan kolam tanah dengan ukuran masing-masing 500 m² dan 400 m², sedangkan di Waduk Cirata Kabupaten Cianjur digunakan kantong jaring ukuran 2,5 m x 2,5 m x 1,5 m. Lokasi percobaan pertama adalah tambak payau di Kabupaten Indramayu yang mewakili daerah pantai dengan ketinggian tempat sekitar 4 m di atas permukaan laut (dpl) dengan

media perairan bersalinitas 10-30 g/L dan suhu relatif hangat, yakni 28,4°C-33,4°C. Lokasi tambak payau yang digunakan berjarak sekitar 2 km dari tepi pantai. Sumber air tawar diperoleh dari aliran sungai di daerah tersebut, sedangkan salinitas media perairan di tambak diperoleh dari aliran air laut pada waktu laut pasang melalui sungai tersebut. Lokasi percobaan kedua adalah kolam air tenang di Sukamandi, Kabupaten Subang. Lokasi ini masih berada dalam kategori daerah dataran rendah dengan perairan bersuhu hangat antara 27,7°C-31,2°C. Lokasi percobaan di Sukamandi berjarak sekitar 20 km dari tepi pantai dan mempunyai ketinggian tempat sekitar 16 m dpl. Sumber air kolam di Sukamandi berasal dari saluran irigasi tersier yang bersumber dari Waduk H. Djuanda (Jatiluhur) Kabupaten Purwakarta. Lokasi percobaan ketiga adalah jaring apung di Waduk Cirata yang berada di Kabupaten Cianjur. Lokasi ketiga ini mewakili daerah sedang hingga tinggi dengan ketinggian lokasi sekitar 220 m dpl dengan suhu perairan sedang, yaitu antara 25,4°C-29,8°C. Tiga lokasi budidaya empat varietas unggul ikan nila pada percobaan ini disajikan pada Gambar 1, dan spesifikasi kondisi masing-masing lokasi percobaan secara lebih lengkap disajikan pada Tabel 1.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan empat perlakuan dan dua ulangan. Perlakuan berupa varietas ikan nila, terdiri atas tiga varietas unggul ikan nila hasil pemuliaan, yaitu ikan nila GMT, NIRWANA, dan BEST, serta satu varietas unggul introduksi, yaitu ikan nila merah NIFI. Di kolam air tenang dan tambak payau, benih ikan nila dipelihara



Gambar 1. Peta lokasi percobaan budidaya menggunakan empat varietas unggul ikan nila (A: tambak payau, Indramayu; B: kolam air tenang, Sukamandi; dan C: jaring apung, Cianjur)

Figure 1. The map of multi location field trial for four strain of Nile tilapia (A: brackish water pond, Indramayu; B: earthen pond, Sukamandi; and C: net cage, Cianjur)

dengan kepadatan 10 ekor/m², sedangkan di karamba jaring apung benih dipelihara dengan kepadatan 50 ekor/m². Selama empat bulan pemeliharaan, benih ikan nila diberi pakan komersial berbentuk pelet dengan kandungan protein kasar sebesar 28%-30%. Pakan diberikan sebanyak 10%, 7,5%, 5%, dan 2% dari biomassa ikan per hari, masing-masing pada bulan pertama, kedua, ketiga, dan keempat berdasarkan *sampling* bobot yang dilakukan setiap satu bulan. Pakan diberikan 2-3 kali per hari.

Parameter yang diamati pada akhir pemeliharaan adalah bobot rata-rata individu dan sintasan benih ikan nila. Kedua karakter tersebut diduga sangat berpengaruh terhadap tingkat produktivitas ikan nila budidaya. Untuk menduga varietas yang unggul pada suatu lingkungan tertentu dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan analisis LSD (*least significant differences*). Pendugaan interaksi genetik dengan lingkungan dilakukan dengan analisis gabungan semua lokasi. Sebelum dilakukan analisis gabungan, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas variasi galat untuk tiga lokasi dengan menggunakan metode Bartlett. Stabilitas hasil varietas ikan nila dianalisis mengikuti metode Eberhart & Russell (1966), dengan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + B_i I_j + \delta_{ij}$$

$$I_j = \frac{\sum_i Y_{ij}}{T} = \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{TM}$$

di mana:

- Y_{ij} = Rata-rata nilai genotipe ke-i pada lokasi ke-j
- μ = Rata-rata nilai semua genotipe pada semua lokasi
- B_i = Koefisien regresi dari genotipe ke-i pada indeks lingkungan yang menunjukkan respons genotipe terhadap lingkungan
- I_j = Indeks lingkungan, yaitu deviasi dari rata-rata genotipe pada suatu musim pada semua rata-rata
- T = Jumlah genotipe yang diuji
- M = Musim
- δ_{ij} = Deviasi regresi dari genotipe ke-i pada lokasi ke-j

Suatu varietas dianggap stabil jika nilai koefisien regresi (b_i) tidak berbeda nyata dengan satu dan standar deviasi (S_d) tidak berbeda dengan nol berdasarkan uji t student. Nilai b_i didekati dengan:

$$b_i = \frac{\sum Y_{ij} I_{ij}}{\sum I_j^2}$$

sedangkan nilai S_d^2 diperoleh dengan:

$$S_d^2 = \frac{\sum \delta_{ij}^2}{l-2} - \frac{S_e^2}{r}$$

di mana:

S_e^2 = Estimasi varian galat

Tabel 1. Kondisi geografis dan agro-klimatologis tiga lokasi selama masa uji multilokasi empat varietas ikan nila

Table 1. Geographic and agro-climatologic of three locations during the multi-location trial for four strains of Nile tilapia

Parameter Parameters	Lokasi percobaan (Trial location)		
	Tambak payau Brackish water pond	Kolam air tenang Earthen pond	Jaring apung Net cage
Ketinggian tempat (m dpl) ^a High level land (m asl)	4	16	220
Suhu minimal-maksimal Temperature (°C)	28.4-33.4	27.7-31.2	25.4-29.8
DO minimal-maksimal Dissolved oxygen (mg/L)	0.5-10.0	0.3-5.0	5.6-7.6
Salinitas (Salinity) (g/L)	10-30	0	0
pH	7.44-9.28	6.89-7.32	7.36-8.15

Keterangan (Note):

^a dpl = Di atas permukaan laut; asl = Above sea level

HASIL DAN BAHASAN

Pertumbuhan

Pertumbuhan populasi ikan nila dapat dianalisis melalui beberapa parameter terukur antara lain panjang dan bobot badan. Pada percobaan ini, sebagai indikator pertumbuhan digunakan bobot individu rata-rata karena merupakan parameter yang paling umum digunakan dalam kegiatan budidaya ikan. Hasil analisis bobot individu rata-rata pada masing-masing varietas ikan nila yang dipelihara selama empat bulan di tiga lokasi berbeda disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa ikan nila GMT yang dipelihara di ketiga lokasi mempunyai keragaan bobot yang tidak berbeda nyata, sedangkan tiga varietas lainnya yakni ikan nila merah NIFI, NIRWANA, dan BEST yang dipelihara di jaring apung di Waduk Cirata mempunyai keragaan bobot individu

rata-rata berbeda nyata lebih baik daripada di kolam air tenang dan di tambak payau. Hasil ini mengindikasikan bahwa perbedaan kondisi lingkungan relatif tidak berpengaruh terhadap performa ikan nila varietas GMT sehingga menghasilkan pertumbuhan yang relatif sama antar lokasi. Pada tiga varietas ikan nila lainnya, perbedaan faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap performa pertumbuhan. Perbedaan pola respons terhadap lingkungan antara varietas GMT dengan ketiga varietas lainnya dapat dijelaskan sebagai berikut. Salah satu hal yang membedakan varietas GMT dengan ketiga varietas lainnya adalah perbedaan proporsi jumlah jantan dan betina dalam populasi. Varietas GMT mempunyai proporsi jumlah jantan jauh lebih tinggi dibanding betina, yaitu mendekati 100%, sedangkan proporsi jumlah jantan dan betina pada ketiga varietas lainnya relatif sama, yaitu 1:1. Respons terhadap perbedaan lingkungan, terutama kandungan oksigen dalam perairan, terkait dengan proporsi jum-

Tabel 2. Bobot rata-rata individu ikan nila pada umur empat bulan pemeliharaan di masing-masing lokasi percobaan

Table 2. Average weight of four varieties of Nile tilapia which grown up for four months in three different locations

Lokasi Location	Varietas (Varieties)			
	GMT	Merah (Red) NIFI	NIRWANA	BEST
Jaring apung (Net cage)	91.95±9.87 ^a	149.56±14.80 ^a	120.98±8.17 ^a	201.33±20.27 ^a
Kolam air tenang (Earthen pond)	91.24±11.76 ^a	76.38±4.24 ^b	96.52±18.65 ^b	100.68±37.83 ^b
Tambak payau (Brackish water pond)	81.91±5.77 ^a	67.25±0.67 ^b	77.53±6.81 ^b	76.38±6.18 ^b

Keterangan (Note):

Angka-angka yang diikuti huruf superscript yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) (The values were followed by same superscript in the same column were not significantly different ($P > 0.05$))

lah jantan dan betina dalam populasi adalah adanya perbedaan aktivitas metabolisme dan belanja energi yang berbeda antara ikan jantan dan betina. Kazakov & Khalyapina (1981) melaporkan bahwa pada ikan salmon Atlantik (*Salmo salar* L), konsumsi oksigen ikan jantan relatif lebih tinggi dibandingkan betina. Menurut Schreiber *et al.* (1998), hal yang sama juga terjadi pada ikan nila. Namun demikian, secara lebih khusus Carvalho & Gonçalves-de-Freitas (2008) menjelaskan bahwa ikan nila jantan pada populasi monoseks mengeluarkan energi lebih banyak dibandingkan ikan nila jantan pada populasi campuran jantan dan betina. Hal ini mengakibatkan laju pertumbuhan ikan nila GMT yang dipelihara di media perairan dengan kandungan oksigen tinggi, seperti di karamba jaring apung, relatif tidak berbeda dibandingkan dengan di kolam air tenang maupun di tambak payau. Pada ketiga varietas lainnya, perbedaan jumlah kandungan oksigen dalam perairan memberikan dampak signifikan terhadap penyerapan energi sehingga laju pertumbuhannya menjadi lebih cepat. Hal ini karena belanja energi ikan nila jantan pada populasi campuran lebih kecil dibandingkan dengan populasi jantan monoseks.

Berdasarkan Tabel 2 juga terlihat bahwa ikan nila yang dipelihara di tambak payau mempunyai bobot rata-rata individu yang paling rendah. Hal ini diduga karena tingkat salinitas perairan tambak payau yang relatif tinggi (Tabel 1). Meskipun ikan nila merupakan ikan yang bersifat *euryhaline*, namun kemampuan menoleransi perubahan tingkat salinitas media pemeliharaan relatif terbatas (El-Sayed, 2006). Kamal & Mair (2005) melaporkan bahwa semakin tinggi salinitas media pemeliharaan ikan nila, maka laju pertumbuhan akan semakin lambat dan tingkat sintasan juga akan semakin menurun. Beberapa hasil penelitian menunjukkan fenomena yang sama, seperti yang dilaporkan oleh D'Cota *et al.* (2006), Pongthana *et al.* (2010), Robisalmi *et al.* (2011), Ariyanto &

Muslikhin (2011), dan Ariyanto *et al.* (2011). Kondisi ini diduga terkait erat dengan aktivitas osmoregulasi dalam tubuh ikan. Sebagai ikan *euryhaline*, ikan nila mempunyai kemampuan untuk menyeimbangkan tekanan osmotik dalam tubuhnya dengan media (iso-osmotik). Semakin jauh perbedaan tekanan osmose antara tubuh dan lingkungan, semakin banyak energi metabolisme yang dibutuhkan untuk melakukan proses osmoregulasi (Fujaya, 2004). Dalam percobaan ini, ikan nila yang dipelihara di tambak payau menghabiskan sebagian energinya untuk beradaptasi dengan lingkungan bersalinitas sehingga energi yang dikonversi menjadi materi (pertumbuhan) relatif lebih sedikit.

Analisis lanjutan berupa analisis homogenitas menggunakan metode Bartlett menunjukkan bahwa variansi galat ketiga lokasi uji tidak berbeda nyata. Hasil ini mengindikasikan bahwa faktor-faktor variansi lingkungan yang berpengaruh terhadap bobot individu keempat varietas ikan nila dalam percobaan relatif sama. Berdasarkan hasil analisis ini, maka untuk mengetahui hubungan antara faktor genotipe, lingkungan, dan kemungkinan adanya interaksi kedua faktor tersebut terhadap bobot individu ikan nila dalam percobaan dapat dilakukan menggunakan data gabungan ketiga lokasi. Hasil analisis sidik ragam terhadap data gabungan bobot individu rata-rata ikan nila di tiga lokasi pada percobaan ini disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa bobot individu rata-rata ikan nila dipengaruhi oleh varietas (genotipe) ikan nila dan perbedaan lokasi pemeliharaan ($P < 0,05$). Selain itu, interaksi antara faktor genotipe dan lingkungan pada budidaya ikan nila secara nyata juga berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh ($P < 0,05$). Meskipun ketiga faktor tersebut berpengaruh, tetapi perbedaan faktor lingkungan pada

Tabel 3. Analisis sidik ragam karakter bobot individu rata-rata empat genotipe ikan nila yang dipelihara selama empat bulan di tiga lokasi berbeda

Table 3. Analysis of variance for individual body weight of four varieties of Nile tilapia which were grown up for four months in three different locations

Sumber keragaman <i>Source of variance</i>	Jumlah kuadrat <i>Sum of square</i>	Derajat bebas <i>Degree of free</i>	Kuadrat tengah <i>Mean of square</i>	F Hitung <i>F Count</i>	F Tabel <i>F Table</i>
Lokasi (<i>Location</i>)	18,568.72	2	9,284.36	39.13*	3.89
Genotipe (<i>Genotype</i>)	4,789.26	3	1,596.42	6.73*	3.49
Interaksi (<i>Interaction</i>)	9,154.50	6	1,525.75	6.43*	3.00
Galat (<i>Error</i>)	2,847.01	12	237.25		
Jumlah (Total)	35,359.49	23			

Keterangan (*Note*):

* Berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0,05$ (*Significantly different for $\alpha = 0.05$*)

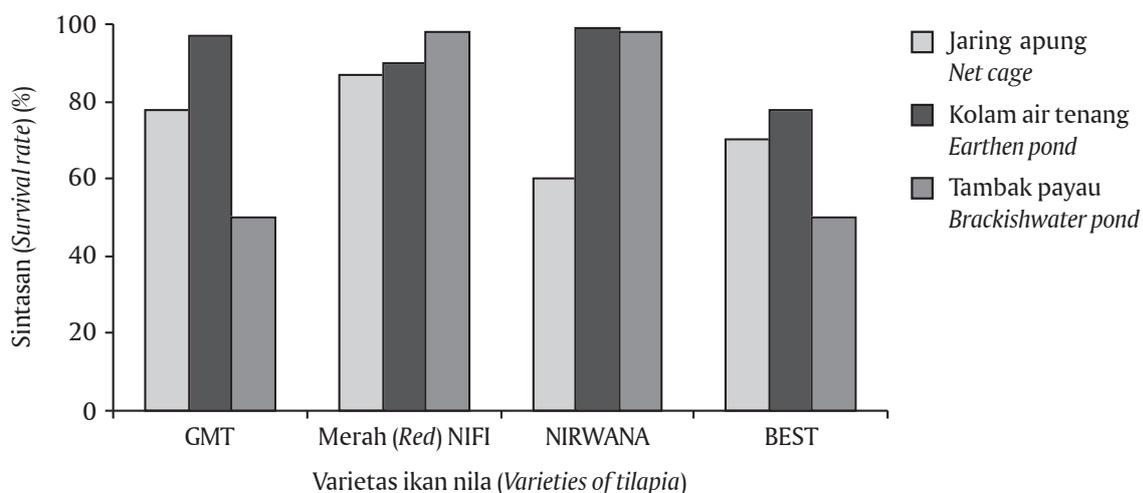
masing-masing lokasi pemeliharaan merupakan faktor paling dominan dalam memengaruhi bobot individu rata-rata ikan nila.

Spesifikasi lokasi budidaya ikan nila di tambak payau di Kabupaten Indramayu antara lain mempunyai suhu perairan relatif lebih tinggi, rentang kandungan oksigen terlarut dalam perairan relatif lebar dan tingkat salinitas perairan yang sedang hingga tinggi. Dibandingkan dengan tambak payau di Kabupaten Indramayu, spesifikasi kolam air tenang di Sukamandi relatif tidak berbeda kecuali pada tingkat salinitas yang 0‰ dan rentang kandungan oksigen yang lebih sempit. Selain itu, suhu perairan kolam air tenang di Sukamandi juga sedikit lebih rendah. Pada lokasi percobaan ketiga, spesifikasi kondisi jaring apung di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur yang secara jelas membedakan dengan kedua lokasi lainnya adalah kandungan oksigen terlarut dalam perairan yang relatif stabil dan tinggi (Tabel 1). Luas perairan yang relatif tidak terbatas, angin di atas permukaan air dan pergantian air karena adanya arus perairan yang selalu terjadi diduga menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam perairan selalu tinggi. Boyd (1990) menjelaskan bahwa dalam kegiatan budidaya ikan secara umum, jumlah kandungan oksigen terlarut dalam perairan merupakan salah satu faktor pembatas yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas budidaya. Secara lebih spesifik El-Sayed (2006) menegaskan bahwa kandungan oksigen terlarut dalam media budidaya ikan nila sangat memengaruhi nafsu makan, pertumbuhan, dan tingkat metabolisme. Ketersediaan oksigen yang tinggi akan sangat membantu ikan dalam menampilkan performa terbaiknya, sedangkan kandungan oksigen yang rendah sangat membatasi proses respirasi, pertumbuhan, dan ak-

tivitas metabolisme. Selain tingginya kadar oksigen terlarut dalam perairan, adanya aliran/ arus air melalui jaring apung sebagai media pemeliharaan ikan juga mempunyai peranan penting dalam menyuplai unsur-unsur hara dalam perairan yang penting bagi ikan. Dalam perairan yang relatif kecil dan tergenang seperti tambak payau dan kolam air tenang, selain kadar oksigen terlarut yang relatif rendah juga tidak adanya aliran air yang cukup sehingga tidak terjadi penggantian air. Oksigen terlarut mencapai titik terendah biasanya terjadi pada pagi hari menjelang matahari terbit. Perbedaan kondisi ini diduga mengakibatkan performa pertumbuhan ikan nila di karamba jaring apung lebih baik dibanding ikan nila di tambak payau maupun di kolam air tenang.

Sintasan

Hasil analisis sintasan yang dilakukan pada akhir percobaan disajikan pada Gambar 2. Nilai sintasan masing-masing varietas yang diuji pada setiap lokasi pengujian menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Pemeliharaan ikan nila GMT dan BEST yang dilakukan di jaring apung dan kolam air tenang mempunyai sintasan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan pemeliharaan di tambak payau. Hal ini diduga disebabkan adanya tingkat salinitas sedang hingga tinggi di tambak yang digunakan. Pada percobaan ini, ikan nila varietas NIRWANA mempunyai sintasan jauh lebih baik jika dipelihara di kolam air tenang dan payau dibandingkan dengan di jaring apung. Hal ini diduga disebabkan adanya peristiwa umbalan (*up welling*) di Waduk Cirata pada akhir kegiatan. Sementara itu, ikan nila varietas merah NIFI mempunyai nilai sintasan yang relatif tidak berbeda di ketiga lokasi pengujian. Hasil analisis ini mengindikasikan bahwa



Gambar 2. Sintasan empat varietas ikan nila yang dipelihara pada tiga lokasi dan sistem budidaya berbeda selama empat bulan pemeliharaan

Figure 2. Survival rate of four varieties of tilapia grown up in three different locations for four months of rearing

ikan nila GMT dan BEST relatif tidak tahan di perairan bersalinitas, sedangkan ikan nila NIRWANA relatif tidak tahan dengan peristiwa umbalan seperti yang terjadi di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur.

Nilai sintasan ikan nila GMT yang dipelihara di tambak payau secara nyata berbeda dengan ikan nila GMT yang dipelihara di karamba jaring apung dan kolam air tenang. Namun demikian, perbedaan ini tidak menimbulkan dampak pada laju pertumbuhan ikan nila GMT di ketiga lokasi percobaan. Berbeda dengan ikan nila GMT, nilai sintasan ikan nila merah NIFI pada ketiga lokasi relatif sama. Hal ini mengindikasikan bahwa ikan nila merah NIFI mempunyai kemampuan bertahan hidup yang lebih baik pada lokasi dengan kondisi yang berbeda-beda. Bahkan pada perairan tambak dengan salinitas sedang hingga tinggi, ikan nila merah NIFI masih mampu bertahan dengan baik. Namun demikian, berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa ikan nila merah NIFI yang dipelihara di karamba jaring apung mempunyai laju pertumbuhan yang jauh lebih baik. Pola yang hampir sama ditunjukkan pada ikan nila BEST. Meskipun nilai sintasan pada ketiga lokasi relatif sama, tetapi pemeliharaan di karamba jaring apung menghasilkan laju pertumbuhan lebih baik, yang diduga disebabkan adanya perbedaan kondisi lingkungan. Sementara itu, pada ikan nila varietas NIRWANA, selain dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, laju pertumbuhannya juga dipengaruhi oleh tingkat kepadatan populasi, di mana populasi dengan sintasan tinggi, akan menghasilkan kepadatan tinggi dan selanjutnya berpengaruh terhadap laju pertumbuhan yang lambat. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa ikan nila GMT mempunyai keragaan laju pertumbuhan relatif stabil pada ketiga lokasi, sedangkan ketiga varietas lainnya akan menghasilkan laju pertumbuhan lebih optimal jika dipelihara di lokasi yang sesuai dengan kebutuhan ikan, yaitu di karamba jaring apung.

Adaptabilitas dan Stabilitas Fenotipik

Untuk mengetahui adaptabilitas dan stabilitas penampilan fenotipik empat varietas ikan nila yang diuji, dilakukan analisis nilai koefisien regresi dan simpangan baku masing-masing varietas ikan nila antar lokasi. Hasil analisis terhadap nilai koefisien regresi dan simpangan baku bobot rata-rata ikan nila disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan uji-t, semua varietas ikan nila yang diuji mempunyai koefisien regresi (bi) bobot rata-rata individu berbeda nyata dengan 1 ($P < 0,05$). Koefisien regresi yang bervariasi menunjukkan bahwa perbedaan kondisi lingkungan memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap penampilan fenotipik ikan nila, khususnya bobot rata-rata individu. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas ikan nila yang diuji tidak selalu mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan tempat varietas tersebut dibudidayakan. Nilai simpangan baku performansi bobot rata-rata individu semua varietas ikan nila yang diuji pada tiga lokasi, berbeda nyata dengan 0 ($P < 0,05$). Kondisi ini mengindikasikan bahwa varietas ikan nila yang diuji kurang memiliki kemampuan untuk meminimalkan pengaruh lokasi terhadap penampilan fenotipik, khususnya bobot individu. Pada Tabel 2 juga terlihat bahwa varietas ikan nila BEST mempunyai bobot rata-rata lebih baik dibandingkan varietas lainnya di dua lokasi, yaitu di Cianjur dan Sukamandi, sedangkan varietas GMT mempunyai bobot rata-rata individu lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya di satu lokasi saja, yaitu di Indramayu. Varietas NIRWANA mempunyai bobot rata-rata individu yang *intermediet* di semua lokasi yang diuji, sedangkan varietas merah NIFI mempunyai bobot relatif tinggi di Cianjur tetapi paling rendah di dua lokasi lainnya, yaitu di Sukamandi dan Indramayu. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa dari ke-4 varietas yang diuji, tidak ada satupun

Tabel 4. Bobot rata-rata, nilai koefisien regresi (bi), dan simpangan baku (Sd) karakter bobot individu masing-masing varietas ikan nila yang dipelihara di tiga lokasi berbeda

Table 4. Average body weight, regression coefficient (bi), and standard deviation (Sd) of individual body weight of four varieties of Nile tilapia which were grown up for four months in three different locations

Varietas (Genotype)	Bobot rata-rata Average weight (g)	Koefisien regresi Regression coefficient	Simpangan baku Standard of deviation
GMT	88.36	0.10 ^{**}	3.06 [*]
Merah (Red) NIFI	97.73	1.28 ^{**}	7.34 [*]
NIRWANA	98.34	0.66 ^{**}	6.48 [*]
BEST	126.13	1.96 ^{**}	15.85 [*]

Keterangan (Note):

^{**} Berbeda nyata dengan 1 pada taraf $\alpha = 0,05$ (Significantly different from 1 for $\alpha = 0.05$); ^{*} Berbeda nyata dengan 0 pada taraf $\alpha = 0,05$ (Significantly different from 0 for $\alpha = 0.05$)

varietas yang mempunyai bobot paling tinggi di semua lokasi percobaan. Namun demikian, seperti yang disampaikan sebelumnya bahwa pengaruh faktor lingkungan terhadap performa fenotipik varietas GMT lebih kecil dibandingkan ketiga varietas lainnya sehingga perbedaan performa ikan nila varietas GMT antar lokasi relatif kecil. Menurut Kramer (1980), walaupun interaksi antara genotipe dan lingkungan dapat menyebabkan variasi produksi masing-masing genotipe pada setiap lingkungan, namun pada batasan tertentu suatu genotipe memiliki kemampuan untuk meminimalkan pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan, sekaligus memaksimalkan pengaruh lingkungan yang menguntungkan. Pengertian tersebut menggambarkan bahwa penampilan suatu genotipe mungkin akan berfluktuasi pada lingkungan yang berbeda, sebaliknya dimungkinkan pula diperoleh penampilan genotipe dengan fluktuasi yang kecil jika lingkungannya berubah.

Perakitan varietas ikan unggul melalui kegiatan pemuliaan bertujuan untuk mendapatkan varietas ikan yang mempunyai karakter lebih baik dibandingkan varietas yang sudah ada, terutama terkait dengan karakter-karakter yang secara langsung berpengaruh terhadap hasil atau produksi sebagai target akhir. Selain itu, varietas unggul hasil rakitan tersebut diharapkan juga mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai kondisi lingkungan. Dengan demikian, pengembangan varietas unggul yang dihasilkan dapat dilakukan di berbagai lokasi dengan kondisi geografis dan lingkungan yang berbeda-beda. Namun demikian, varietas unggul ikan nila yang dibudidayakan pada lingkungan budidaya yang berbeda dalam penelitian ini mempunyai penampilan fenotipik yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh lingkungan budidaya mempunyai peranan yang besar dalam memengaruhi penampilan fenotipik ikan nila. Varietas dengan daya adaptasi yang luas (*wide adaptability*) akan mempunyai penampilan fenotipik yang relatif baik pada berbagai kondisi lingkungan yang berbeda, sedangkan varietas dengan daya adaptasi relatif sempit (*narrow adaptability*) akan mempunyai penampilan fenotipik yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat genotipe tersebut dikembangkan. Varietas seperti ini biasanya mempunyai penampilan fenotipik yang maksimal pada kondisi lingkungan yang sesuai dengan kebutuhannya. Berdasarkan hasil percobaan ini, varietas ikan nila GMT merupakan contoh genotipe ikan nila dengan tingkat adaptabilitas relatif luas. Hal ini terlihat dari stabilitas laju pertumbuhan ikan nila GMT pada ketiga lokasi percobaan. Adaptabilitas yang luas memungkinkan genotipe tersebut relatif mampu merespons perubahan lingkungan dengan baik sehingga penampilan fenotipiknya relatif stabil. Namun demikian, kelemahan varietas ikan nila GMT adalah

tingkat produksinya yang tidak pernah mencapai tingkat maksimal dibandingkan varietas lainnya pada semua lokasi percobaan. Pada penelitian ini, varietas dengan tingkat adaptabilitas paling terbatas dan stabilitas hasil paling rendah adalah ikan nila BEST. Ikan nila BEST mempunyai daya adaptasi yang baik pada lingkungan budidaya di daerah Cianjur dan mampu menghasilkan produksi terbaik di antara semua varietas yang diuji, tetapi tidak bisa beradaptasi dengan lingkungan percobaan di daerah Indramayu sehingga menghasilkan produksi yang rendah.

Perakitan varietas unggul ikan yang mempunyai adaptabilitas luas seperti ikan nila GMT akan memberikan banyak keuntungan. Selain mempunyai tingkat produktivitas yang relatif stabil pada berbagai lokasi budidaya, pemanfaatan varietas unggul tersebut juga mengurangi risiko kegagalan panen jika terjadi perubahan kondisi lingkungan yang sulit diramalkan. Namun demikian, perakitan varietas ikan yang sesuai dengan kondisi spesifik lokasi seperti ikan nila BEST juga perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai produksi yang maksimal mengingat Indonesia adalah sebuah negara luas dengan kondisi geografis dan agroklimatologi yang bervariasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Semua varietas ikan nila yang diuji mempunyai penampilan fenotipik yang dipengaruhi oleh faktor internal (genetik), faktor eksternal (lingkungan), serta interaksi yang nyata antara kedua faktor tersebut. Selain ikan nila GMT, semua varietas ikan nila yang diuji mempunyai daya adaptabilitas yang terbatas, serta stabilitas relatif rendah terhadap perbedaan lingkungan budidaya.

Saran

Meskipun hasilnya tidak bisa maksimal, varietas ikan nila GMT relatif dapat dibudidayakan pada semua lokasi, sedangkan tiga varietas ikan nila lainnya lebih baik dibudidayakan pada kondisi lingkungan tertentu seperti di kolam maupun karamba jaring apung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada semua teknisi lapang yang terlibat dalam sebagian maupun seluruh kegiatan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

Ariyanto, D., Robisalmi, A., & Fajarwati, D. (2011). Evaluasi daya tahan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada media bersalinitas. *Prosiding Semi-*

- nar Nasional Kelautan VII. Surabaya, 20 April 2011. hlm. 37-43.
- Ariyanto, D., & Muslikhin. (2011). Performance of red tilapia in three different levels of salinity. *Ind. Aqua. J.*, 6(2), 123-129.
- Boyd, C.E. (1990). Water quality in pond for aquaculture. Auburn University Press. Alabama, 482 pp.
- Carvalho, T.B., & Gonçalves-de-Freitas, E. (2008). Sex group composition, social interaction, and metabolism in the fish Nile tilapia. *Braz. J. Biol.*, 68(4), 807-812.
- D'Cota, H., Pepey, E., Tine, M., Oattara, N., Baroiller, J.F., Bazault, E., Durand, J.D., Bonhomme, F., Charmantier, G., Morissens, P., Poivey, J.P., & Chevassus, B. (2006). Adaptation to extreme salinity variation in tilapias. *Symposium COA/INRA Scientific Cooperation in Agriculture*. Taiwan. November, 7-10.
- Eberhart, S.A., & Russell, W.L. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, 6, 36-40.
- El-Sayed, A.F.M. (2006). Tilapia culture. CABI Publishing, Wallingford. U.K., 277 pp.
- Fujaya, Y. (2004). Fisiologi ikan, dasar pengembangan teknik perikanan. Rineka Cipta. Jakarta, 179 hlm.
- Hardjosubroto, W. (1994). Aplikasi pemuliaan ternak di lapangan PT Grasindo Indonesia. Jakarta, 284 hlm.
- Kamal, A.H.Md.M., & Mair, G.C. (2005). Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture*, 247, 189-201.
- Kazakov, R.V., & Khalyapina, L.M. (1981). Oxygen consumption of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) males and females in fish culture. *Aquaculture*, 25(2-3), 289-292.
- Kramer, J.P. (1980). Drought, stress and origin adaptation. In Turner, N.C., & Kramer, P.J. (Eds.). Adaptation of plant to water and high temperature stress. John Wiley and Son, Inc. New York.
- Listiyowati, N., Ariyanto, D., & Kusri, E. (2008). Keragaan pertumbuhan beberapa strain tilapia pada beberapa lingkungan budidaya. *Teknologi Perikanan Budidaya 2008*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 63-66.
- Noor, R.R. (2000). Genetika ternak. Penebar Swadaya. Jakarta, 200 hlm.
- Pongthana, N., Nguyen, Ng.H., & Ponzoni, R.W. (2010). Comparative performance of four red tilapia strains and their saline water environments. *Aquaculture*, 308, S109-S144.
- Robisalmi, A., Setyawan, P., & Listiyowati, N. (2011). Keragaan pertumbuhan benih dua persilangan ikan nila (*Oreochromis* sp.) pada media bersalinitas. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan VII*. Surabaya, 20 April 2011, hlm.15-21.
- Schreiber, S., Focken, U., & Becker, K. (1998). Individually reared female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) can grow faster than males. *J. of Applied Icht.*, 14(1-2), 43-47.
- Tave, D. (1993). Genetik for fish hatchery managers. The AVI Publ. Comp. Inc., N.Y., USA. 2nd ed. 418 pp.
- Tave, D. (1996). Selective breeding programmes for medium sized fish farm. FAO, 121 pp.