

KERAGAMAN MORFOLOGI DAN FLUKTUASI ASIMETRI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DARI DANAU TEMPE (SULAWESI SELATAN) DAN BEBERAPA SENTRA PRODUKSI DI JAWA BARAT

Ani Widiyati^{*)}, Subandriyo^{**)}, Komar Sumantadinata^{***)}, Wartono Hadie^{*)}, dan Estu Nugroho^{*)}

ABSTRAK

Keragaman genetik (fenotipe dan genotipe) merupakan informasi dasar yang diperlukan untuk pelaksanaan program pemuliaan ikan nila. Informasi keragaman genetik ikan nila di Indonesia masih sedikit diperoleh. Oleh sebab itu, metode *truss morphometrics* dan fluktuasi asimetri yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mengukur keragaman morfologi dan fluktuasi asimetri ikan nila dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan) dan beberapa sentra produksi di Jawa Barat. Hasil penelitian menunjukkan morfologi ikan nila dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan) berbeda dengan ikan nila dari pusat produksi di Jawa Barat (Jatiluhur, Cirata, Sukamandi, dan Sukabumi). Nilai jarak genetik dari pengukuran *truss morphometrics* terjauh adalah ikan nila dari Danau Tempe dengan ikan nila dari Sukamandi 114,5007; jarak genetik terdekat adalah ikan nila dari Cirata dengan ikan nila dari Jatiluhur 3,6944. Ikan nila dari Danau Tempe mempunyai keragaman genetik terbesar yang digambarkan dengan nilai fluktuasi asimetri bilangan (*Fan*) dan besaran (*Fam*) gabungan terkecil yaitu 0,8 dan 2,84. Ikan nila dari Jatiluhur mempunyai keragaman genetik terkecil yang digambarkan dengan nilai fluktuasi asimetri bilangan (*Fan*) dan besaran (*Fam*) gabungan tertinggi yaitu 4,43 dan 16,66.

ABSTRACT: *Diversity of morphology and fluctuating asymmetry of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Tempe (South Sulawesi) and some production centers in West Java. By: Ani Widiyati, Subandriyo, Komar Sumantadinata, Wartono Hadie, and Estu Nugroho*

*Genetic diversity (phenotype and genotype) is a basic information needed in the implementation of Nile tilapia breeding programs. Information of genetic diversity of Nile tilapia in Indonesia is still limited, therefore truss morphometrics and fluctuating asymmetry methods which are applied in this study had the objectives to measure the morphology diversity and fluctuating asymmetry of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Tempe (South Sulawesi) and production centers in West Java (Jatiluhur, Cirata, Sukamandi, and Sukabumi). The results of the study showed that the morphological of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Tempe (South Sulawesi) was different compared to Sukamandi, Sukabumi, Jatiluhur, and Cirata (West Java). The farthest value of genetic distance through the truss morphometrics measurement was obtained from Nile tilapia of Lake Tempe and from Sukamandi 114.5007, the closest genetic distance was from Cirata and Jatiluhur 3.6944. The Nile tilapia from Danau Tempe had the biggest genetic diversity which was shown by the smallest value of fluctuating asymmetry number (*Fan*) and magnitude (*Fam*), they were 0.8 and 2.84 respectively. The Nile tilapia from Jatiluhur had the smallest genetic diversity which was shown by the biggest value of fluctuating asymmetry number (*Fan*) and magnitude (*Fam*), they were 4.43 and 16.66 respectively.*

KEYWORDS: *morphology, fluctuating asymmetry, Nile tilapia*

PENDAHULUAN

Ikan nila merupakan salah satu ikan introduksi dari Sungai Nil di Afrika, dibawa masuk ke Indonesia dari Taiwan pada tahun 1969. Selanjutnya tahun 1995 dan 1997 Balai Penelitian Perikanan Air Tawar mengintroduksi ikan nila GIFT generasi 3 dan generasi 6, yaitu ikan nila hasil seleksi famili dari ICLARM Filipina. Ikan ini disukai oleh petani ikan

karena mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan ikan nila 69 (Widiyati & Sudarto, 1995). Permintaan ikan nila konsumsi untuk pasar lokal (ukuran individu 100—300 g/ekor) semakin meningkat, pangsa pasar semakin luas dengan adanya permintaan ikan tersebut untuk ekspor (ukuran individu di atas 500 g/ekor). Untuk memenuhi kebutuhan pasar ekspor, maka diperlukan ikan nila dengan pertumbuhan cepat dan ukuran individu yang besar.

*) Peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor

**) Peneliti pada Balai Penelitian Ternak, Bogor

***) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Permasalahan yang sudah lama dihadapi oleh petani pembudi daya ikan nila adalah kecenderungan penurunan pertumbuhan, ukuran individu mengecil, dan matang gonad pada usia dini (Widiyati & Sudarto, 1995). Fenomena tersebut selain terjadi pada ikan nila 69 juga pada ikan nila GIFT. Hal ini diduga karena kurangnya pengetahuan petani akan pengelolaan kolam dan induk ikan nila yang benar, sehingga mengakibatkan menurunnya keragaman genetik ikan tersebut. Informasi keragaman genetik, jarak genetik, dan keunggulan sifat yang dimiliki oleh setiap populasi akan menjadi dasar dalam melakukan program pemuliaan ikan, sehingga keberhasilan program tersebut sangat bergantung pada sumber keanekaragaman genetiknya.

Pengukuran keragaman genetik ikan dapat dilakukan berdasarkan karakter morfologi (meristik, morfometrik, fluktuasi asimetri), dan karakter genotipnya (isozyme, DNA mitokondria, DNA mikrosatelit, dll.). Pengukuran keragaman genetik dengan pengukuran morfologi lebih mudah dilakukan dengan biaya yang jauh lebih murah dibandingkan dengan pengukuran berdasarkan karakter genotipnya. Menurut Li Sifa (1997), pengukuran morfologi dengan metode pengukuran *truss morphometrics* pada ikan nila memperlihatkan hasil yang lebih akurat dibandingkan hanya dengan pengukuran meristik dan morfometrik biasa, hal ini disebabkan rendahnya perbedaan genetik secara *intraspecific* pada ikan nila pada umumnya. Selanjutnya dikatakan bahwa dengan metode pengukuran *truss morphometrics*, 5 strain ikan nila (nila "78", nila "88", GIFT, EGYPT, dan AMERICA) memperlihatkan perbedaan yang nyata, dibandingkan dengan metode pengukuran morfologi biasa.

Menurut Clarke (1992), kestabilan perkembangan organ-organ berpasangan pada hewan berhubungan erat dengan tingkat keragaman genetiknya. Kestabilan organ-organ berpasangan tersebut disebut dengan fluktuasi asimetri. Young *et al.* (1995) menyatakan bahwa adanya asimetri bilateral pada ikan *rainbow trout* signifikan dengan peningkatan homosigositas pada ikan tersebut. Menurut Nurhidayat (2000), terdapat stabilitas perkembangan organ tubuh yang rendah (sirip dada dan sirip perut) pada ikan lele dumbo asal Sleman, Tulungagung, dan Bogor akibat mengalami tekanan silang dalam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman morfologi dan fluktuasi asimetri ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan) dan beberapa sentra produksi di Jawa Barat.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Pengukuran morfologi ikan nila dilakukan pada lokasi budi daya, yaitu di Balai Penelitian Perikanan

Air Tawar Sukamandi, Balai Budidaya Air Tawar Sukabumi, keramba jaring apung Cirata dan Jatiluhur. Ikan nila dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan) diukur di Instalasi Penelitian Perikanan Air Tawar Cijeruk Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai Desember tahun 2001.

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah 5 strain ikan nila dari Danau Tempe (diduga ikan nila 69), ikan nila dari Balitkantar Sukamandi (nila GIFT generasi 6 introduksi tahun 1997), petani ikan Sukabumi (turunan nila GIFT dari generasi 3 introduksi tahun 1995), petani ikan KJA di Jatiluhur (nila GIFT turunan generasi 3), dan petani ikan Cirata (nila GIFT turunan generasi 3 dari Balai Budidaya Air Tawar Sukabumi).

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif, yaitu mendeskripsikan berbagai peubah secara umum yang dikelompokkan sebagai karakter morfologi. Parameter yang diamati adalah morfologi ikan, fluktuasi asimetri, dan jarak genetik.

Pengukuran *truss morphometrics*

Pengukuran morfologi ikan nila menggunakan metode *truss morphometrics* (Brzeski & Doyle, 1988). Metode *truss morphometrics* berupa pengukuran jarak titik-titik tanda yang dibuat pada kerangka tubuh. Pemilihan titik *truss* pada ikan nila berdasarkan metode Brzeski & Doyle (1988). Jarak yang diukur meliputi panjang lebar dan diagonal. Tubuh ikan nila dibagi menjadi 4 bagian yaitu A, B, C, dan D yang masing-masing membentuk enam karakter A1 sampai A6 dan seterusnya, sehingga dari 10 titik *truss* diperoleh 21 karakter. Pengukuran untuk setiap karakter *truss morphometrics* disajikan pada Gambar 1.

Sebelum melakukan analisis data, penyesuaian data (*adjustment*) dilakukan mengingat pengukuran sampel, umur, dan ukuran ikan tidak sama. Analisis data yang digunakan pada pengukuran morfologi ikan menggunakan analisis diskriminan dengan program SPSS ver 10.0. Analisis komponen utama (PCA) menggunakan pengukuran jarak *Euclidean*. Jarak *Euclidean* diperoleh berdasarkan rumus dari Nei (1987):

$$D^2(i/j) = (X_i - X_j)'C^{-1}(X_i - X_j)$$

$D^2(i/j)$ = Nilai statistik *Mahalanobis* sebagai ukuran jarak kuadrat genetik antar dua populasi (antara populasi *i* terhadap populasi *j*)

C^{-1} = Kebalikan matrik gabungan ragam peragam antar peubah

- X_i = Vektor nilai rata-rata pengamatan dari populasi i pada masing-masing peubah
- X_j = Vektor nilai rata-rata pengamatan dari populasi j pada masing-masing peubah

Untuk membantu analisis statistik *Mahalanobis* digunakan program Statistik SAS ver. 6.0 (Anonim, 1989) dengan menggunakan *Proc. Discrim. Analisis kanonikal* (Herrera *et al.*, 1996) dilakukan untuk menentukan peta penyebaran morfologi ikan nila dari 5 lokasi pengambilan sampel.

Pengukuran Fluktuasi Asimetri

Untuk menghitung fluktuasi asimetri dilakukan pengukuran menurut metode dari Leary *et al.* (1985). Ciri meristik bilateral yang diamati adalah jumlah jari-jari lemah sirip dada, jari-jari lemah sirip perut, sisik pada garis rusuk (LL), dan tapis insang pertama bagian dalam.

Dari hasil pengukuran karakter organ berpasangan maka nilai fluktuasi asimetri dihitung dengan rumus dari Leary *et al.* (1985) yaitu:

Fluktuasi asimetri bilangan (F_{an}), yaitu jumlah karakter individu asimetri dari sejumlah individu yang diamati.

$$F_{an} = \frac{\sum [Z_i]}{N}$$

- F_{an} = fluktuasi asimetri bilangan
- Z_i = jumlah individu asimetri untuk ciri meristik tertentu
- N = jumlah sampel

Fluktuasi asimetri besaran (F_{am}) yaitu jumlah absolut perbedaan karakter organ kiri dengan kanan dari sejumlah individu yang diamati.

$$F_{am} = \frac{\sum |x_i - y_i|}{N}$$

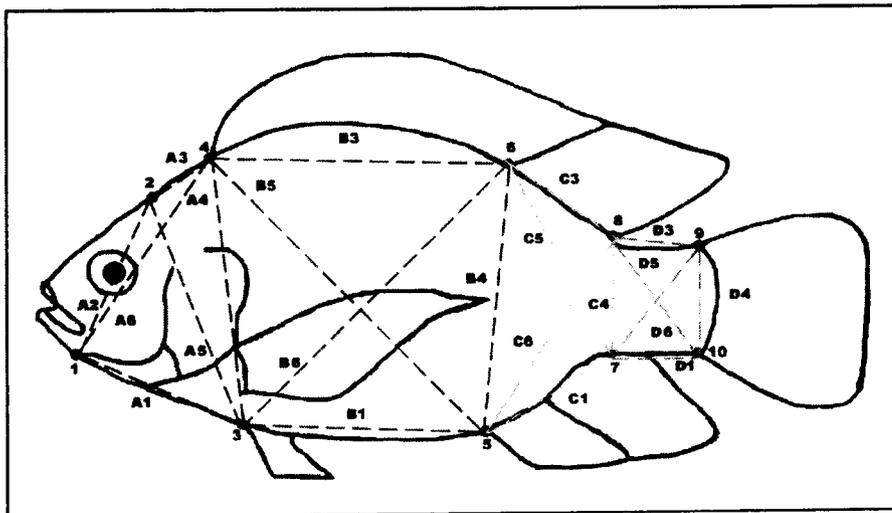
- F_{am} = fluktuasi asimetri besaran
- X_i = jumlah organ kiri
- Y_i = jumlah organ kanan
- N = jumlah sampel

HASIL DAN BAHASAN

Truss Morphometrics

Berdasarkan hasil analisis diskriminan karakter morfologi ikan nila, dari 21 karakter *truss morphometrics* yang diukur hanya 6 karakter yaitu A3 (jarak titik di atas mata dengan titik awal sirip keras punggung), A5 (jarak titik di atas mata dengan titik awal sirip perut), B4 (jarak antara titik awal sirip perut dengan titik awal sirip keras punggung), B5 (jarak antara titik awal sirip keras punggung dengan titik awal sirip anal), C1 (jarak antara titik awal sirip anal dengan titik akhir sirip anal, dan C3 (jarak antara titik awal sirip punggung lunak dengan titik akhir sirip punggung lunak) yang dapat digunakan untuk membedakan ikan nila dari lima lokasi pengambilan sampel. Dari enam karakter tersebut, karakter C3 (jarak antara titik awal sirip punggung lunak dengan titik akhir sirip lunak punggung) mempunyai korelasi terbesar yaitu 86,9%. Sedangkan korelasi terkecil adalah karakter B5 (jarak antara awal sirip punggung keras dengan awal sirip anal) sebesar 34,7% (Tabel 1).

Hasil analisis komponen utama karakter morfologi ikan nila dengan pendekatan sidik jari *Mahalanobis* diperoleh nilai matrik jarak genetik. Nilai terjauh adalah



Gambar 1. Pengukuran karakter morfometrik ikan nila dengan menggunakan metode *truss morphometrics* (Brzeski & Doyle, 1988)
 Figure 1. The measurement of Nile tilapia morphological character by applying *truss morphometrics* method (Brzeski & Doyle, 1988)

populasi ikan nila dari Danau Tempe dengan populasi ikan nila dari Sukabumi yaitu 114,50075; sedangkan nilai terdekat adalah populasi ikan nila dari Jatiluhur dengan ikan nila dari Cirata yaitu 3,69442 (Tabel 2). Dendogram jarak genetik dari *truss morphometrics* kelima populasi ikan nila memperkuat hasil nilai matrik jarak *truss morphometrics* (Gambar 2).

Hasil analisis kanonikal, memperlihatkan morfologi ikan nila dari Danau Tempe terpisah dan berkumpul pada sebelah kiri garis axis Y, semua karakter morfologinya tidak bersinggungan dengan karakter morfologi ikan nila dari Sukamandi, Sukabumi, Jatiluhur, dan Cirata. Selanjutnya karakter morfologi ikan nila dari Jatiluhur, Cirata, dan Sukabumi saling bersinggungan dan berkumpul pada daerah nol garis axis X dan axis Y. Karakter morfologi ikan nila dari Sukamandi hanya bersinggungan dengan ikan nila dari Sukabumi di daerah sebelah kanan garis axis Y (Gambar 3).

Fluktuasi Asimetri

Nilai fluktuasi asimetri bilangan (*Fan*) dan besaran (*Fam*) gabungan organ berpasangan seperti jari-jari lemah sirip dada, jari-jari lemah sirip perut, tapis insang, sisik linealateralis atas dan bawah ikan nila, nilai terbesar diperoleh dari ikan nila GIFT Jatiluhur yaitu 4,43 dan 16,66; sedangkan nilai terkecil

diperoleh dari ikan nila Danau Tempe yaitu 0,8 dan 1,4.

Dari enam karakter (A3, A5, B4, B5, C1, dan C3) yang dapat dipakai untuk membedakan morfologi ikan nila dari lima lokasi penelitian, ternyata hanya 4 karakter saja yang mempunyai tingkat keceratan tinggi (di atas 50%) yaitu karakter A3 (jarak titik di atas mata dengan titik awal sirip keras punggung), A5 (jarak titik di atas mata dengan titik awal sirip perut), B4 (jarak antara titik awal sirip perut dengan titik awal sirip keras punggung), C3 (jarak antara titik awal sirip anal dengan titik akhir sirip anal). Menurut Brojo (1999), keceratan korelasi menunjukkan karakter lain dapat diwakili oleh salah satu dari karakter-karakter tersebut. Karakter C3 (jarak antara titik awal sirip anal dengan titik akhir sirip anal) adalah karakter yang paling menentukan untuk membedakan morfologi ikan nila dari lima lokasi pengambilan sampel karena karakter ini mempunyai nilai korelasi paling tinggi yaitu 86,9%. Perbedaan morfologi ikan nila dari Danau Tempe dengan ikan nila dari Sukamandi, Sukabumi, Cirata, dan Jatiluhur diduga karena ikan nila asal Danau Tempe adalah ikan nila 69 dan ikan nila dari Sukamandi, Sukabumi, Jatiluhur, dan Cirata adalah ikan nila GIFT. Dugaan tersebut diperkuat dengan hasil pengukuran fluktuasi asimetri gabungan baik besaran (*Fam*) dan bilangan (*Fan*) ikan nila dari Danau Tempe mempunyai nilai paling kecil, hal ini diduga disebabkan

Tabel 1. Nilai keceratan korelasi hasil penyusutan karakter morfologi ikan nila dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan), Cirata, Jatiluhur, Sukabumi, dan Sukamandi (Jawa Barat)

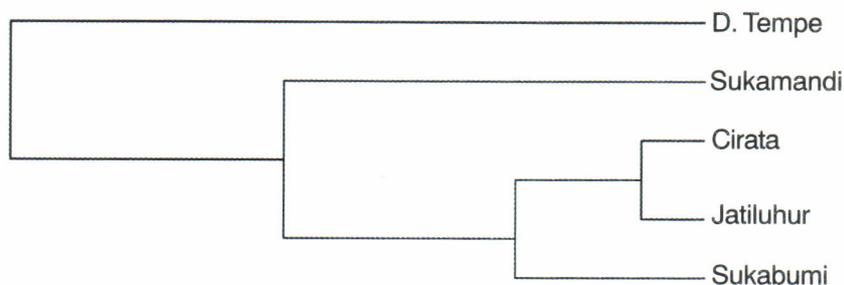
Table 1. Close correlation from decreasing results of Nile tilapia morphology from Lake Tempe (South Sulawesi), Cirata, Jatiluhur, Sukabumi, and Sukamandi (West Java)

Karakter	Korelasi (%)
A3 (jarak titik di atas mata dengan titik awal sirip keras punggung)	53.1
A5 (jarak titik di atas mata dengan titik awal sirip perut)	59.8
B4 (jarak antara titik awal sirip perut dengan titik awal sirip keras)	58.0
B5 (jarak antara titik awal sirip keras punggung dengan titik awal)	34.7
C1 (jarak antara titik awal sirip anal dengan titik akhir sirip anal)	39.7
C3 (jarak antara titik awal sirip lunak punggung dengan titik akhir)	86.9

Tabel 2. Nilai matrik jarak genetik *truss morphometrics* antar populasi ikan nila dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan), Cirata, Jatiluhur, Sukabumi, dan Sukamandi (Jawa Barat)

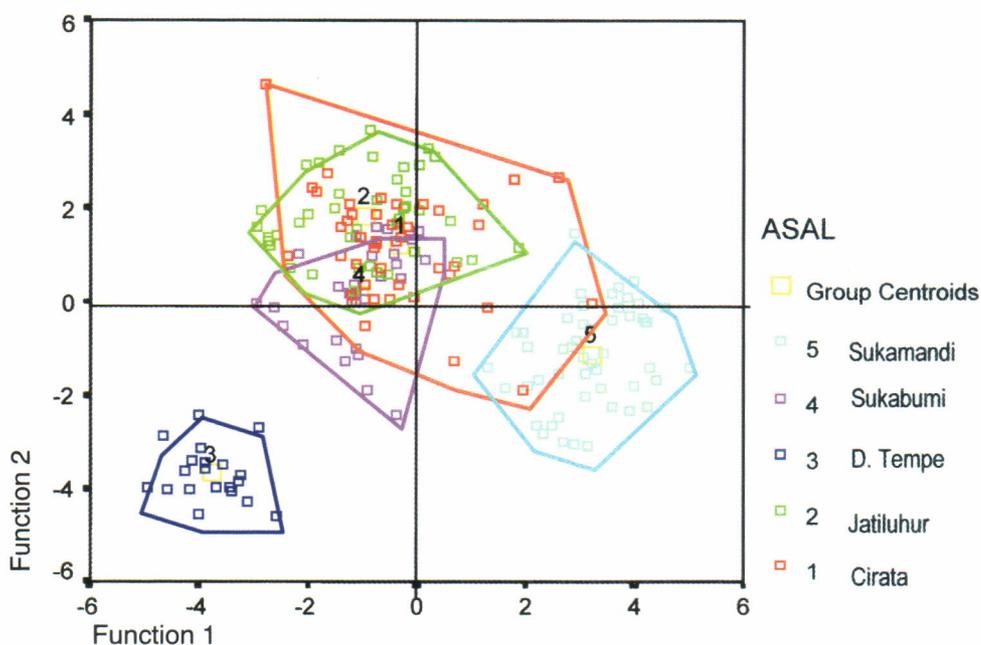
Table 2. Matrix value of genetic distance using *truss morphometrics* method among Nile tilapia population from Lake Tempe (South Sulawesi), Cirata, Jatiluhur, Sukabumi, and Sukamandi (West Java)

Asal ikan	Cirata	Jatiluhur	D. Tempe	Sukabumi	Sukamandi
Cirata	0	3.6944	90.8158	23.7473	25.3817
Jatiluhur		0	94.6961	24.9013	37.4581
D. Tempe			0	47.5469	114.5007
Sukabumi				0	27.2390
Sukamandi					0



Gambar 2. Dendrogram jarak genetik hasil *truss morphometrics* ikan nila dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan), Sukamandi, Cirata, Jatiluhur, dan Sukabumi (Jawa Barat)

Figure 2. Dendrogram of genetic distance resulted from *truss morphometrics* of nile tilapia from Lake Tempe (South Sulawesi), Sukamandi, Cirata, Jatiluhur, and Sukabumi (West Java)



Gambar 3. Penyebaran karakter morfologi ikan nila dari Cirata, Jatiluhur, Danau Tempe (Sulawesi Selatan), Sukabumi, dan Sukamandi (Jawa Barat)

Figure 3. Character distribution of nile tilapia morphology from Cirata, Jatiluhur, Sukabumi, Sukamandi (West Java), and Lake Tempe (South Sulawesi)

Tabel 3. Nilai fluktuasi asimetri bilangan (*Fan*) dan besaran (*Fam*) gabungan (jari-jari lemah sirip dada, perut, tapis insang, linealateralis atas dan bawah) dari Danau Tempe (Sulawesi Selatan), Cirata, Jatiluhur, Sukabumi, dan Sukamandi (Jawa Barat)

Table 3. Fluctuating asymmetry value of number (*Fan*) and magnitude (*Fam*) (soft-ray pectoral and ventral fin, branchial arch, and linealateralis) from Lake Tempe (South Sulawesi), Cirata, Jatiluhur, Sukabumi, and Sukamandi (West Java)

Asal ikan (<i>Fish sources</i>)	Bilangan (<i>Fan</i>)	Besaran (<i>Fam</i>)
Cirata	3.61	15.98
Jatiluhur	4.43	16.66
Danau Tempe	0.80	1.40
Sukabumi	3.91	15.19
Sukamandi	1.75	2.84

heterosigositas gen ikan nila dari Danau Tempe paling tinggi dibandingkan ikan nila dari Cirata, Jatiluhur, Sukamandi, dan Sukabumi. Nilai fluktuasi asimetri ikan nila dari Sukamandi paling kecil di antara ikan nila hasil budi daya (GIFT). Hal ini disebabkan ikan nila dari Sukamandi adalah ikan nila GIFT generasi 6 dari ICLARM Filipina, di mana ikan ini adalah ikan hasil seleksi famili yang belum disebarluaskan dan dipijahkan oleh petani ikan nila. Nilai fluktuasi asimetri terbesar adalah ikan nila dari Jatiluhur, tingginya nilai tersebut diduga tingkat homosigositas ikan paling tinggi dibandingkan ikan nila dari Danau Tempe, Sukamandi, Sukabumi, dan Cirata. Dari hasil wawancara dengan petani pembudi daya ikan nila dari Cirata dan Jatiluhur, mereka memperoleh benih nila dari unit perbenihan rakyat (UPR) dari Sukabumi. Pada umumnya kegiatan perbenihan di UPR seperti di Sukabumi tidak memperhatikan teknik pemuliaan ikan pada kegiatan perbenihannya seperti silsilah orang tua, jumlah pasangan induk yang dipijahkan, dan frekuensi pemijahan. Petani pembenih ikan nila biasanya hanya memiliki induk sedikit (10—5 pasang). Menurut Tave (1986), jika perkawinan dilakukan tanpa memperhatikan silsilah tetuanya maka ada peluang terjadi perkawinan berkerabat dekat, di mana perkawinan tersebut akan meningkatkan nilai silang dalam pada keturunannya. Selanjutnya dikatakan sebaiknya pemijahan dengan jumlah pasangan induk lebih besar dari 50 pasang, jika lebih kecil maka akan mempertinggi nilai silang dalam (*inbreeding*). Kejadian ini dibuktikan dengan hasil penelitian fluktuasi asimetri pada ikan lele dumbo yang relatif lebih tinggi dibandingkan ikan nila, yang berarti keragaman genetik ikan lele dumbo tersebut lebih rendah dibandingkan ikan nila hasil penelitian. Hal ini diduga disebabkan pada pembenih ikan lele dumbo rata-rata penggunaan pasangan induk yang dipijahkan lebih sedikit (hanya 1—2 pasang induk) (Nurhidayat, 2000), sedangkan pada ikan nila paling sedikit 10 pasang induk.

KESIMPULAN

- Karakter morfologi C3 (jarak antara titik awal sirip lunak punggung dengan titik akhir sirip lunak punggung) adalah karakter yang paling menentukan untuk membedakan morfologi ikan nila dari Danau Tempe, Jatiluhur, Cirata, Sukamandi, dan Sukabumi. Morfologi ikan nila dari Danau Tempe berbeda dengan ikan nila dari Jatiluhur, Cirata, Sukamandi, dan Sukabumi.
- Nilai jarak genetik morfologi ikan nila terjauh adalah ikan nila dari Danau Tempe dengan ikan nila dari Sukamandi yaitu 1.145.007; dan jarak genetik terdekat adalah ikan nila dari Cirata dengan ikan nila dari Jatiluhur yaitu 36.944.

- Ikan nila dari Danau Tempe mempunyai keragaman genetik terbesar yang digambarkan dengan nilai fluktuasi asimetri bilangan (*Fan*) dan besaran (*Fam*) gabungan terkecil yaitu 0,8 dan 2,84; sedangkan ikan nila dari Jatiluhur mempunyai keragaman genetik terkecil yang digambarkan dengan nilai fluktuasi asimetri bilangan (*Fan*) dan besaran (*Fam*) gabungan terbesar yaitu 4,43 dan 16,66.

SARAN

Ikan nila dari Danau Tempe disarankan untuk dikembangkan sebagai ikan nila budi daya, dan sebagai sumber genetik untuk pemuliaan ikan nila.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1989. *SAS/STAT Guide for Personal Computer Version 6.0 Edition* SAS Institute Cary, NC, USA, 356 pp.
- Brojo, M. 1999. Ciri-ciri morfometrik ikan nila (*Oreochromis niloticus*) strain chitralada dan strain GIFT. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, VI(2): 21—38.
- Brzesky, V.J. and R.W. Doyle. 1988. A morphometrics criterion for sex discrimination in tilapia. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai, and J.L. Maclan, editors. *The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceeding*. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and ICLARM, Manila, Philippines, 15: 439—444.
- Clarke, G.M. 1992. Fluctuating asymmetry: A technique for measuring developmental stress of genetic and environmental origin. *Acta Zool Fennica*, 191: 31—35.
- Herrera, M., E. Rodero, M.J. Gutierrez, F. Peria, and J.M. Rodero. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Rum. Res.*, 22: 39—47.
- Leary, R.F., F.W. Allendorf, and K.L. Knudsen. 1985. Development instability and high meristic counts in interspecific hybrid of salmonid fishes. *Evolution*, 39(6): 1,318—1,326.
- Li Sifa. 1997. *Dissemination and Evaluation of Genetically Improved Tilapia Species in Asia in China*. Shanghai Fisheries University, 114 pp.
- Nugroho, E. 2001. *Population Genetic Studies on the Aquaculture Fish in Genus *Seriola* for Their Risk Management*. PhD Thesis. Tohoku University, 123 pp.
- Nurhidayat, M.A. 2000. *Fluktuasi Asimetri pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) yang Berasal dari Tiga Daerah Sentral Budi Daya di Pulau Jawa*. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, 26 pp.
- Rina. 2002. *Keragaman Genetik Ikan *Pangasius Indonesia Berdasarkan Analisis DNA Mitokondria dengan Teknik PCR-RFLP**. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 58 pp.
- Suparyanto, A., T. Purwadaria, dan subandriyo. 1999. Pendugaan jarak genetik dan faktor peubah pembeda bangsa dan kelompok domba di Indonesia

- melalui pendekatan analisis morfologi. *Jurnal Ilmu Ternak* 4(2): p. 80—87.
- Tabata, K. and A. Mizuta. 1997. RFLP analysis of the mt DNA *D-loop* region in red sea bream *Pagrus major* population from four locations of western Japan. *J. Fis. Sci.*, 63(2): 211—217.
- Warwick, E.J., J.M. Astuti, dan W. Hardjosubroto. 1995. *Pemuliaan Ternak*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 485 pp.
- Widiyati, A. dan Sudarto. 1995. Evaluasi pertumbuhan beberapa strain ikan nila (nila'69, nila GIFT, dan nila Chitralada). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1994/1995*, Balitkanwar, Sukamandi, p. 44—49.
- Young, W.P., P.A. Wheeler, and G.H. Thorgaard. 1995. Asymmetry and variability of meristic characters and spotting in isogenic lines of rainbow trout. *Aquaculture*, 137: 67—76.

