



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**STUDI MORFOMETRI DAN JUMLAH KROMOSOM IKAN NILA
(Oreochromis niloticus L.) STRAIN GIFT DAN JICA DI SENTRA
PRODUKSI PERIKANAN PADANG BELIMBING KABUPATEN
SOLOK**

SKRIPSI



**REFNA TINOVA
04933019**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

**STUDI VARIASI MORFOMETRI DAN JUMLAH KROMOSOM
IKAN NILA (*Oreochromis niloticus* L.) STRAIN GIFT DAN JICA di SENTRA
PRODUKSI PERIKANAN PADANG BELIMBING KABUPATEN SOLOK**

Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Biologi

OLEH
REFNA TINOVA
B.P. 04 933 019

Padang, November 2011

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



(Dr. Syaifullah)

NIP. 196301051990011001

Pembimbing II

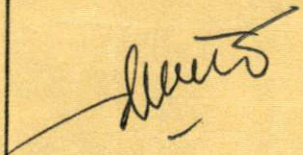
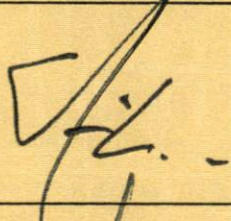
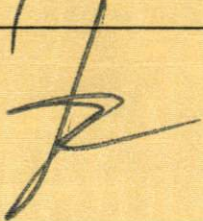
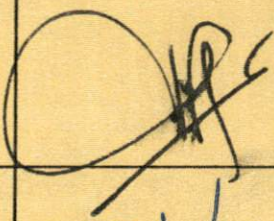



(Dr. Djong Hon Tjong)

NIP. 196810111995121001

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang

Pada hari Kamis tanggal 7 November 2011

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Dr. Dewi Imelda Roesma	Ketua	
2	Dr. Syaifullah	Sekretaris	
3	Dr. Djong Hon Tjong, MSi	Anggota	
4	Prof. Dr. Mansyurdin, MS	Anggota	
5	Dr. Jabang Nurdin	Anggota	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanlah hendaknya kamu berharap
(Qs. Alam Nasyrah: 7,9)*

*Alhamdulillah
Sebuah langkah usai sudah
Satu cita telah ku gapai
Namun
Itu bukan akhir dari perjalanan
Melainkan awal dari satu perjuangan*

*Ibunda
Do'a mu menjadikan ku bersemangat
Kasih sayang mu yang membuatku menjadi kuat
Hingga aku selalu bersabar
melalui ragam cobaan yang mengejar
Kini cita-cita dan harapan telah ku gapai*

Ayah
*Petuah mu bak pelita, menuntun ku di jalan-Nya
Peluh mu bagai air, menghilangkan haus dahaga
Hingga darah ku tak membeku
Dan raga ku belum berubah kaku*

*Ayahanda & Ibunda tersayang
Kutata masa depan dengan Do'a mu
Kugapai cita dan impian dengan pengorbanan mu
Kini*

*Dengan segenap kasih sayang dan Diiringi Do'a yang tulus ku persembahkan
Karya tulis ini kepada ayahanda (H. Mukhsin) dan Ibunda (Hj. Arna) serta adikku (Loka Saputra, SE., Khairunnisak & Rahmat Rafi) dan my habib (Refki, Amd.), tak lupa kepada Lusi, Ona n Ami yang telah membantu dan memberikan semangat hingga terselesaikan tugas ini.*

ABSTRAK

Penelitian tentang Studi Morfometri dan Jumlah Kromosom Ikan nila (*Oreochromis niloticus* L.) strain GIFT dan JICA di Sentra Produksi Perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok telah dilakukan pada bulan April sampai Oktober 2011 dengan pengambilan sampel di Sentra Produksi Perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok dengan menggunakan metode koleksi langsung dilapangan, sedangkan pembuatan preparat dilakukan dengan metode tekan (squash), pengukuran morfometri dan dengan pembuatan preparat di Laboratorium Genetika dan Sitologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan nila strain GIFT dan JICA memperlihatkan differensiasi morfometri yang rendah. Karakter morfometri yang memperlihatkan differensiasi yang tinggi hanya terdapat pada jumlah panjang sirip punggung (PSP), panjang sirip dada (PSD), panjang sirip perut (PSP), panjang sirip anal (PSA) dan panjang sirip ekor (PSE) untuk betina, sedangkan untuk jantan hanya pada panjang total (PT). Penelitian mengenai jumlah kromosom dengan metode deskriptif, pembuatan preparat kromosom dari insang. Hasil penelitian menunjukkan jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA tersebut sama yaitu 44 ($2n=44$).

ABSTRACT

The reseach about Morphometric Study and Chromosomes of Nila Fish GIFT and JICA Strain in Production Central Padang Belimbing Kabupaten Solok has been conducted from April to August 2011 with collected in Production Central Padang Belimbing Kabupaten Solok by using direct collection method, and the object was prepared by using squash method, followed morphometric measurement and then analyzed at the Laboratory of Genetics and Cytology Biology Department of FMIPA Andalas University Padang. in Genetic and Cytology laboratory, Biology Department, Faculty of Mathematic and Natural Sciences Andalas University Padang. The result showed that of Nila Fish GIFT anf JICA Strain performed low morphometric differensiation. Morphometric characters with high significant differensiation such as lenght dorsal fin, anal fin, caudal fin, pelvic fin and pectoral fin to female and total lenght to male. This research of chromosomes used a descrtive method, where the slide chromosome Nile was taken from the tissue of gill. Number of chromosome had 22 pairs of the chromosomes.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Variasi Morfometri dan Jumlah Kromosom Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L.) di Sentra Produksi Perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Syaifullah selaku pembimbing I dan Dr. Djong Hon Tjong selaku pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan berbagai masukan kepada penulis dari mulai menetapkan judul, melakukan penelitian sampai penulisan skripsi ini. Ungkapan terima kasih juga kepada kedua orang tua penulis dan seluruh keluarga atas segala doa dan dukungannya.

Di samping itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan mahasiswa yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dimasa depan.

Padang, November 2011

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 LatarBelakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i> L.).....	7
2.2 Morfometri.....	10
2.3 Kromosom.....	12
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat.....	18
3.2 Metode Penelitian.....	18
3.3 Alat dan Bahan	
3.4.1 Morfometri.....	20
3.4.2 Jumlah Kromosom.....	20
3.5 Prosedur Kerja.....	23

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Morfometri <i>Rana hosii</i>	27
4.1.1 Analisis Variasi dan Diferensiasi Karakter Morfologi Ikan Nila Strain GIFT dan JICA.....	29
4.1.2 Hubungan Kekerabatan <i>R. hosii</i> Antar Populasi.....	31
4.1.3 Variasi dan Diferensiasi Karakter Morfologi Pada Seluruh Populasi...32	
4.2 Jumlah Kromosom Ikan Nila	34

II. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38

DAFTAR PUSTAKA	38
-----------------------------	----

LAMPIRAN	42
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Data jumlah sampel untuk masing-masing strain ikan nila.....	27
2. Jumlah data meristik untuk masing-masing strain ikan nila.....	28
3. Hasil Analisis Kruskall Wallis Test Untuk Seluruh Populasi <i>ikan nila strain GIFT dan JICA</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Ikan nila strain GIFT.....	9
2.	Ikan nila strain JICA.....	10
3.	Pengukuran morfometri ikan.....	20
4.	Plot ordinasasi Prinsipel Analisis (PCA) dari seluruh populasi...	32
5.	Kromosom metafase ikan nila strain GIFT.....	33
6.	Kromosom metafase ikan nila strain JICA.....	33

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui, potensi ikan di wilayah perairan perlu mendapat perhatian. Ikan termasuk dalam kelompok hewan vertebrata berdarah dingin yang secara khas ditandai dengan adanya tulang belakang, insang, sirip dan terutama tergantung pada air sebagai media kehidupannya. Diantara anggota vertebrata yang lain ikan memiliki jumlah terbesar, yaitu sekitar 15.000-17.000 spesies dari 40.000 spesies vertebrata yang dikenal (Lagler and Harvey, 1962).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman jenis ikan yang tinggi. Letak perairan yang berada di daerah khatulistiwa dan beriklim tropis membuat Indonesia memiliki kekayaan jenis biota air yang lebih banyak dibandingkan dengan daerah dingin maupun subtropis. Tidak kurang dari 7.000 spesies ikan terdapat di Perairan Indonesia dan sekitar 2.000 spesies di antaranya merupakan jenis ikan air tawar dan sekitar 27 spesies yang sudah dibudidayakan (Subani, 1978). Ikan nila (*Oreochromis niloticus* L.) merupakan salah satu ikan air tawar yang banyak di budidayakan di Indonesia sejak didatangkan dari Taiwan tahun 1969. Ikan nila merupakan ikan asli dari Afrika (Fatuchri, 2004).

Pembudidayaan ikan nila mempunyai prospek yang cerah. Hal tersebut disebabkan ikan nila mudah berkembangbiak, pertumbuhannya cepat, menghasilkan telur dalam jumlah yang banyak, ukuran badan relatif besar dibandingkan ikan air tawar lain, tahan terhadap penyakit, memiliki rasa yang enak dengan warna dagingnya putih bersih, kenyal dan tebal serta sangat mudah beradaptasi dengan

lingkungan (Wardoyo, 2007). Di Indonesia terdapat dua strain ikan nila yang banyak dibudidayakan yaitu strain GIFT (*Genetic Improvement Farmed Tilapia*) dan JICA (*Japan Improvement Cooperation Agency*) (Susanto, 2006).

Ikan nila strain GIFT dikembangkan pertama kali oleh ICLARM (*International for Living Aquatic Resources Management*), di Filipina pada tahun 1987 dan telah menyebar di Indonesia tahun 1999. Ikan nila strain GIFT merupakan hasil persilangan dari beberapa varietas ikan nila dari Taiwan, Thailand, Ghana, Singapura, Israel, Senegal dan Kenya (Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Propinsi Sumatera Barat, 2008). Potensi produksi ikan nila strain GIFT ini 30-50% lebih tinggi daripada produksi ikan nila lokal. Strain ikan nila hibrida ini memiliki warna sisik seperti ikan nila biasa, yaitu putih kehitam-hitaman, tetapi ukuran tubuhnya lebih besar. Ikan nila strain GIFT didatangkan ke Indonesia pada tahun 1994. Hasil evaluasi Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Air Tawar (Balitwar) menunjukkan bahwa ikan nila GIFT mempunyai pertumbuhan 20-30% lebih cepat dan ukuran individu 30% lebih besar dibandingkan dengan ikan nila lokal. Ikan nila strain GIFT memiliki pertumbuhan 36% lebih cepat dari ikan nila yang tidak diseleksi (Rukmana, 1997). Tubuh ikan nila strain GIFT lebih pendek dengan perbandingan panjang standar dan tinggi badan 2:1, linea lateralis terdiri atas 14-17 keping sisik, sirip punggung terdiri dari 17-18 jari-jari keras (duri) dan 13-14 jari-jari lemah bercabang, sirip dubur terdiri dari 3 jari-jari keras (duri) dan 10-11 jari-jari lemah bercabang dan sirip ekor terdiri dari 2 jari-jari lemah tidak bercabang dan 16 jari-jari lemah bercabang (Khairuman dan Amri, 2003).

Ikan nila strain JICA merupakan hasil kerjasama antara Balai Budidaya Air Tawar (BBAT) Jambi dengan JICA (Japan International Cooperation Agency). Ikan

nila ini didatangkan dari Kagoshima Fisheries Research Station pada tanggal 6 Juni 2002, yang asal mulanya adalah ikan nila strain hitam dari Bendungan Aswan Hight di Sungai Nil Mesir (Fatuchri, 2004). Secara morfologi, ikan nila JICA mempunyai tubuh hitam keabu-abuan, bagian bawah tutup insang berwarna putih kehitam-hitaman. Sirip punggung terdiri dari 16-17 jari-jari keras (duri) dan 12-13 jari lemah bercabang, sirip perut terdiri dari 1 jari-jari keras dan 5 jari-jari lemah bercabang, sirip dubur terdiri dari 3 jari-jari keras dan 10-11 jari-jari lemah bercabang. Ikan nila ini mempunyai tubuh yang lebih pendek dari ikan nila lokal yang mana perbandingan panjang standar dan tinggi tubuhnya adalah 2,11-2,69 : 1. Ikan ini mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat dengan laju pertumbuhan harian 1,0-3,5%, konversi pakan 1,22-1,27 dan tingkat kelangsungan hidupnya 77-91% (Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Propinsi Sumatera Barat, 2008). Berdasarkan perbedaan ciri-ciri morfologi dan keunggulan yang dimiliki oleh ikan nila strain GIFT dan JICA kemungkinan besar disebabkan oleh terjadinya variasi morfometri dan jumlah kromosom antar dua strain.

Morfometri merupakan salah satu cara untuk mengetahui keanekaragaman dari suatu spesies dengan melakukan pengujian terhadap karakter morfologi secara umum. Data morfometri dapat digunakan untuk menjelaskan perbedaan dan persamaan antar populasi. Setiap karakter yang diamati umumnya merupakan akibat adanya interkasi gen-gen yang ekspresinya dipengaruhi oleh lingkungan (Munshi and Dutta, 1996). Pada ikan karakter morfologi standar yang biasa diukur adalah panjang total (TL), panjang standar (SL), panjang kepala (HL), tinggi badan (BD), tinggi pangkal ekor (DCP), panjang batang ekor (LCP), panjang moncong (SNL), lebar badan (BW), diameter mata (ED), panjang dasar sirip punggung (LDB), panjang dasar

sirip dubur (LAB), panjang dasar sirip perut (LPVF), panjang sirip dada (LPCF), panjang sirip ekor (LCL) (Haryono, 2001).

Analisa kromosom juga dapat digunakan untuk melihat keanekaragaman dari suatu spesies dan juga dapat digunakan untuk menentukan hubungan kekerabatan dengan melakukan penghitungan jumlah kromosom. Kromosom merupakan unit dasar kehidupan yang didalamnya terdapat material genetik yaitu DNA yang mengontrol semua aktifitas kehidupan, termasuk metabolisme dan penurunan sifat (Klug and Cummings, 1994). Jumlah kromosom umumnya konstan untuk setiap spesies (Burns, 1976). Jumlah kromosom dalam suatu spesies merupakan karakteristik yang konstan dan dapat digunakan untuk menghubungkan kekerabatan spesies. Semakin dekat hubungan kekerabatan (kedudukan sistematik) suatu makhluk hidup maka makin banyak persamaan bentuk dan jumlah kromosom yang dimiliki, begitu juga sebaliknya makin jauh hubungan kekerabatan suatu makhluk hidup maka makin banyak perbedaan dalam bentuk dan jumlah kromosom yang dimiliki (Yatim, 2003). Kromosom pada saat tertentu dapat mengalami perubahan dan mengakibatkan terjadinya aberasi kromosom. Aberasi kromosom merupakan peristiwa perubahan jumlah atau struktur dari suatu kromosom, perubahan ini bisa berupa fusi, fisi, euploidi dan aneuploidi (Adrian, Owen and Edger. 1965).

Penelitian mengenai jumlah kromosom ikan nila telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan berbagai teknik preparasi kromosom. Campos, Kennedy, Ezas, Bromage, Griffin and Penman (2002) di Danau Malawi dengan menggunakan teknik kultur darah didapatkan jumlah kromosom ikan nila yaitu 44 buah. Jiradej, Keravit, Umnat dan Aranya (2003) di Thailand dengan pengambilan jaringan dari sumsum tulang ikan nila merah, didapatkan jumlah kromosom sebanyak 22 pasang

($2n=44$). Sofy, Layla and Iman (2008) di Mesir dengan pengambilan jaringan dari ginjal, didapatkan jumlah kromosom sebanyak 44 buah ($2n=22$) yang terdiri dari 13 pasang subtelosentrik dan 8 pasang telosentrik. Pradeep, Sriyaya, Zain, Papini and Chatterji (2011) di Malaysia dengan menggunakan teknik jaringan padat yang diambil dari jaringan embrio ikan nila strain merah juga didapatkan jumlah kromosom ikan nila sebanyak 44 buah.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah yang hendak dijawab dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah diferensiasi karakter morfometri ikan nila strain GIFT dan JICA pada sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok ?
2. Apakah ada perbedaan jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA pada sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui diferensiasi karakter morfometri ikan nila strain GIFT dan JICA pada sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok.
2. Untuk mengetahui jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA pada sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber informasi mengenai morfologi, morfometri dan jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA pada lokasi sentra produksi perikanan yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L.)

Ikan nila memiliki bentuk tubuh yang pipih ke arah vertikal (kompres) dengan profil empat persegi panjang ke arah antero posterior. Posisi mulut terletak di ujung hidung (terminal) dan dapat disembulkan. Pada sirip ekor tampak jelas garis-garis vertikal dan pada sirip punggungnya garis tersebut kelihatan condong letaknya. Ciri khas ikan nila adalah garis-garis vertikal berwarna hitam pada sirip ekor, punggung dan dubur. Pada bagian sirip caudal (ekor) dengan bentuk membulat terdapat warna kemerahan dan bisa digunakan sebagai indikasi kematangan gonad. Pada rahang terdapat bercak kehitaman. Sisik ikan nila adalah type ctenoid. Ikan nila juga ditandai dengan jari-jari dorsal yang keras, beitu pula pada bagian analnya. Dengan posisi sirip anal dibelakang sirip dada (abdominal) (Suyanto, 1994).

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Class : Osteichthyes
Ordo : Percomorphi
Famili : Cichlidae
Genus : *Oreochromis*
Spesies : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).
(Pullin, 1982).

Ikan nila termasuk genus *Oreochromis* karena induk ikan betina mengerami telur di dalam rongga mulut dan mengasuh sendiri anak-anaknya (Pullin, 1982). Ikan nila termasuk ikan omnivora atau pemakan segala, baik hewan maupun tumbuhan. Larva ikan nila lebih suka memakan phytoplankton dan alga bersel tunggal. Saat benih, ikan nila suka memakan zooplankton, diantaranya Rotifera, Infusoria, *Daphnia* sp dan *Moina* sp. Saat dewasa, ikan nila lebih suka memakan hewan berukuran kecil seperti cacing (Giora and Gideon, 1981). Ikan nila berasal dari Afrika dan diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1969 yang berangsur-angsur menyebar keseluruh daerah tropik dan sub tropik.

Di Indonesia sangat pesat dan banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Di Indonesia terdapat dua strain ikan nila yang banyak dibudidayakan yaitu ikan nila strain GIFT dan strain JICA. Ikan nila strain GIFT dikembangkan pertama kali oleh ICLARM (*International for Living Aquatic Resources Management*), di Filipina pada tahun 1987 dan telah menyebar di Indonesia tahun 1999. Ikan nila strain GIFT merupakan hasil persilangan dari beberapa varietas ikan nila dari Taiwan, Thailand, Ghana, Singapura, Israel, Senegal dan Kenya (Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Propinsi Sumatera Barat, 2008). Potensi produksi ikan nila strain GIFT ini 30-50% lebih tinggi daripada produksi ikan nila lokal. Strain ikan nila hibrida ini memiliki warna sisik seperti ikan nila biasa, yaitu putih kehitam-hitaman, tetapi ukuran tubuhnya lebih besar. Ikan nila strain GIFT didatangkan ke Indonesia ada tahun 1994. Hasil evaluasi Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Air Tawar (Balitwar) menunjukkan bahwa ikan nila GIFT mempunyai pertumbuhan 20-30% lebih cepat dan ukuran individu 30% lebih besar dibandingkan dengan ikan nila lokal. Ikan nila strain GIFT memiliki pertumbuhan 36% lebih cepat dari ikan nila yang tidak diseleksi (Rukmana, 1997). Tubuh ikan nila strain GIFT lebih pendek dengan

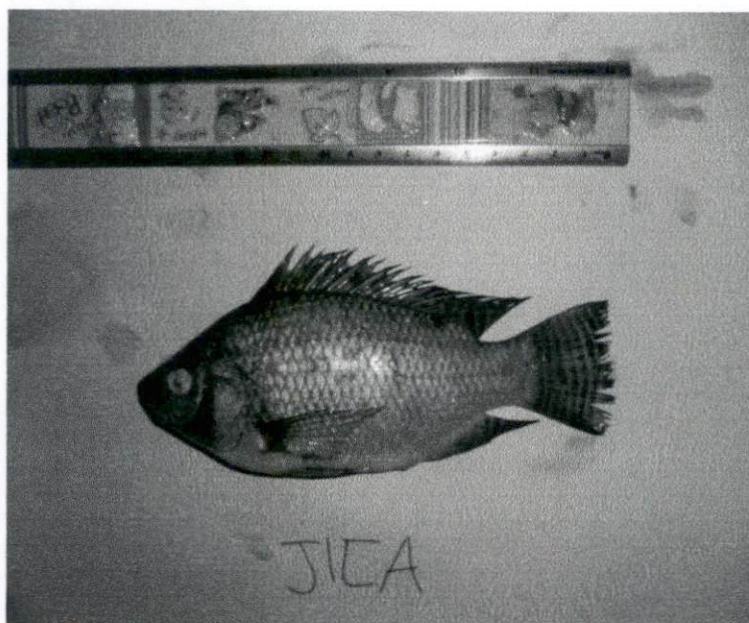
perbandingan panjang standar dan tinggi badan 2:1, linea lateralis terdiri atas 14-17 keping sisik, sirip punggung terdiri dari 17-18 jari-jari keras (duri) dan 13-14 jari-jari lemah bercabang, sirip dubur terdiri dari 3 jari-jari keras (duri) dan 10-11 jari-jari lemah bercabang dan sirip ekor terdiri dari 2 jari-jari lemah tidak bercabang dan 16 jari-jari lemah bercabang (Khairuman dan Amri, 2003).



Gambar 1. Ikan nila strain GIFT

Ikan nila strain JICA merupakan hasil kerjasama antara Balai Budidaya Air Tawar (BBAT) Jambi dengan JICA (Japan International Cooperation Agency). Ikan nila ini didatangkan dari Kagoshima Fisheries Research Station pada tanggal 6 Juni 2002, yang asal mulanya adalah ikan nila strain hitam dari Bendungan Aswan Hight di Sungai Nil Mesir (Fatuchri, 2004). Secara morfologi, ikan nila JICA mempunyai tubuh hitam keabu-abuan, bagian bawah tutup insang berwarna putih kehitam-hitaman. Sirip punggung terdiri dari 16-17 jari-jari keras (duri) dan 12-13 jari lemah

bercabang, sirip perut terdiri dari 1 jari-jari keras dan 5 jari-jari lemah bercabang, sirip dubur terdiri dari 3 jari-jari keras dan 10-11 jari-jari lemah bercabang. Ikan nila ini mempunyai tubuh yang lebih pendek dari ikan nila lokal yang mana perbandingan panjang standar dan tinggi tubuhnya adalah 2,11-2,69 : 1. Ikan ini mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat dengan laju pertumbuhan harian 1,0-3,5%, konversi pakan 1,22-1,27 dan tingkat kelangsungan hidupnya 77-91% (Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Propinsi Sumatera Barat, 2008).



Gambar 2. Ikan nila strain JICA

2.2 Morfometri

Morfometri merupakan salah satu cara untuk mengetahui keanekaragaman dari suatu spesies dengan melakukan pengujian terhadap karakter morfologi secara umum. Data morfometri dapat digunakan untuk menjelaskan perbedaan dan persamaan antar populasi. Setiap karakter yang diamati umumnya merupakan akibat adanya interkasi gen-gen yang ekspresinya dipengaruhi oleh lingkungan (Munshi and Dutta, 1996). Pada ikan karakter morfologi standar yang biasa diukur adalah panjang total (TL),

panjang standar (SL), panjang kepala (HL), tinggi badan (BD), tinggi pangkal ekor (DCP), panjang batang ekor (LCP), panjang moncong (SNL), lebar badan (BW), diameter mata (ED), panjang dasar sirip punggung (LDB), panjang dasar sirip dubur (LAB), panjang dasar sirip perut (LPVF), panjang sirip dada (LPCF), panjang sirip ekor (LCL) (Haryono, 2001).

Morfometri merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk melihat kekerabatan suatu spesies. Morfometri dapat didefinisikan sebagai metode yang karakter-karakter morfologi dideskripsikan melalui pengukuran, penghitungan atau pemberian skor (Bookstein, 1982; Munshi and Dutta, 1996). Selanjutnya keseluruhan karakter ditransformasikan sebagai suatu parameter kuantitatif yang terukur dan bersifat numerik sehingga membutuhkan formulasi-formulasi matematis yang lebih spesifik terutama analisis multivariabel agar dihasilkan output yang berguna bagi inferensi fenetik (Hillis and Wiens, 2000).

Data morfometri diperoleh dari pengukuran secara langsung terhadap parameter-parameter objek yang dikaji. Morfometri juga dapat dilakukan dengan mengukur variabel-variabel standar pada objek misalnya pada ikan dengan memperhatikan karakter-karakter spesifik terutama karakter yang khas. Morfometri memiliki berbagai kegunaan antara lain: untuk melihat hubungan kekerabatan dari suatu spesies, untuk mengetahui variasi dan diferensiasi spesies dan untuk identifikasi suatu spesies. Karakter morfometrik yang umum diukur adalah panjang total, panjang baku, tinggi dan lebar badan, tinggi dan panjang batang ekor, tinggi dan panjang sirip, diameter mata, dan lain-lain. Karakter meristik berkenaan dengan pengamatan jumlah bagian-bagian tubuh (counting methods), antara lain yaitu

jumlah jari-jari sirip, jumlah sisik, jumlah gigi, jumlah tulang saring insang dan vertebral (Parin, 1999).

Metode identifikasi populasi dengan morfometrik dan meristik dipergunakan untuk mempelajari hubungan antar individu di dalam maupun antar populasi. Metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan, dan tentunya akan berpengaruh pada hasil yang dicapai (Nurlina, 2007). Karakter genetik suatu populasi berbeda-beda berdasarkan letak geografis, namun kemungkinan terdapat kekerabatan antar populasi yang berbeda letak tersebut. Kemampuan suatu populasi untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungannya ditentukan oleh variasi genetik yang diukur pada individu dan diasumsikan ke dalam populasi. Variasi genetik dapat diasumsikan sebagai fitness (daya tahan). Makin tinggi variasinya, makin besar peluang untuk survive (bertahan hidup). Hal ini disebabkan karena setiap gen memiliki respon yang berbeda-beda terhadap kondisi lingkungan, sehingga dengan dimilikinya berbagai macam gen dari individu-individu di dalam populasi maka berbagai perubahan lingkungan yang ada akan dapat direspon dengan lebih baik. Variasi genetik suatu populasi dapat dilihat melalui variasi fenotipe (Laudien, Flint and Bray, 2003).

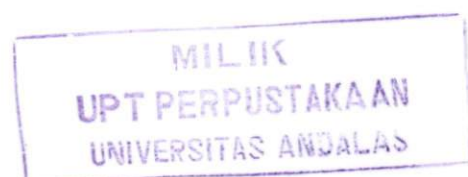
Karakter fenotipe merupakan genotipe yang berinteraksi dengan lingkungan. Genotipe menentukan potensi-potensi karakter, sedangkan lingkungan menentukan sampai dimana tercapainya batas potensi-potensi itu. Ada karakter yang sedikit sekali dipengaruhi oleh faktor lingkungan, adapula yang banyak sekali. Makin banyak faktor lingkungan yang berperan dalam pernyataan fenotipe, makin banyak variasi yang terdapat tentang karakter itu didalam populasinya (Yatim,1996). Penandaan populasi berdasarkan karakter meristik dan morfologi lebih ditekankan pada faktor genetik, agar konfirmasi perbedaan bentuk lebih dikaitkan pada isolasi reproduktif

dibanding pengaruh perbedaan lingkungan (Hurlbut and Clay, 1998). Karakter meristik memiliki dasar genetik, tetapi lingkungan dapat pula memodifikasi ekspresi dari karakter tersebut. Komponen lingkungan (suhu, salinitas, oksigen, pH, dan makanan) dalam karakter meristik ditentukan selama masa awal larva. Komponen lingkungan tersebut dapat memodifikasikan sifat keturunan (Smith, 2002).

2.3 Kromosom

Kromosom merupakan komponen mikroskopik dalam inti sel dan merupakan struktur yang paling penting yang berfungsi untuk penurunan sifat keturunan kepada keturunannya. Kromosom terbagi atas beberapa bagian yaitu sentromer, kromatid, kromonema, kromomer dan satelit. Sentromer merupakan bagian yang membagi kromosom menjadi dua lengan. Kromatid yaitu dua bagian yang serupa pada lengan kromosom yang terikat oleh sentromer. Kromonema yaitu benang-benang halus yang ada di dalam kromosom yang tersusun dari manik-manik. Manik-manik ini disebut kromomer (Suryo, 1997). Pada kromosom kadang-kadang ditemukan konstiksi sekunder yaitu bagian yang terlihat pada kromosom sebagai benang halus yang melekat pada kromosom dengan bagian yang memendek dan membesar yang disebut satelit, benang-benang halus penghubung satelit itu disebut pengatur nukleus yang merupakan tempat sintesa ribosom (Crowder, 1990).

Kromosom sangat baik dipelajari pada saat sel sedang mengalami pembelahan terjadi pada fase metafase dan anafase. Kromosom pada fase tersebut dalam keadaan pepadatan maksimum dan paling mudah diwarnai, masing-masing terdiri dari dua kromatid yaitu eukromatin dan heterokromatin yang sentromer nya



masih satu (Hoare and Beaumont, 2003). Dalam mempelajari kromosom yang bisa diamati yaitu jumlah, bentuk dan ukuran kromosom (Burns, 1976). Setiap kromosom dalam genom biasanya dapat dibedakan satu dengan yang lainnya oleh beberapa kriteria, termasuk panjang relatif kromosom, posisi sentromer yang memberi kromosom dalam sua tangan yang panjangnya berbeda-beda (Suprihati, Elimasni dan Sabri, 2007).

Jumlah itu dinyatakan dalam $2n$ kromosom (diploid). Sel kelamin mempunyai setengah jumlah kromosom sel induk, jadi setiap sel kelamin hanya mengandung n kromosom (haploid) (Dwidjoseputro, 1977). Dalam suatu individu terdapat dua set kromosom yang memiliki bentuk dan ukuran yang sama ataupun berbeda-beda. Jumlah kromosom ini akan selalu tetap dari induk ke generasi berikutnya. Setiap kelompok individu mempunyai jumlah dan bentuk kromosom yang berbeda-beda. Semakin dekat hubungan kekerabatan antara kelompok individu, maka jumlah dan bentuk kromosomnya serupa (Sharp, 1963). Jumlah kromosom suatu spesies dapat mengalami perubahan karena terjadi fusi, fisi, euploid dan aneuploid (Dyer, 1979). Perubahan jumlah kromosom memberi dampak pada ekspresi fenotip. Pada hewan, perubahan jumlah kromosom sangat merugikan, mengakibatkan kelainan dan ketidakseimbangan genetik yang diwujudkan dalam angka kematian atau kurangnya fertilitas (Stansfield, 1991).

Perbedaan jumlah kromosom dalam suatu spesies dapat saja ditemukan pada habitat yang berbeda secara geografis. Kondisi geografis habitat suatu spesies memegang peranan yang sangat penting dalam terjadinya proses evolusi dari spesies tersebut. Ada beberapa komponen lingkungan habitat yang dapat menyebabkan terjadinya evolusi yaitu temperatur, cahaya, dan ketinggian daerah. Pada kondisi

habitat yang cenderung ekstrem suatu populasi akan dituntut untuk dapat melakukan adaptasi terhadap habitatnya. Adaptasi ini terjadi dalam beberapa tingkatan yang berbeda yaitu adaptasi morfologis, adaptasi fisiologis dan adaptasi genetik (Stebbins 1950 *cit.* Marzuki 2002).

Faktor penyebabnya mutasi juga dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu, Mutasi Alami (Mutasi Spontan) yaitu mutasi yang disebabkan oleh alam, misalnya olehsinar kosmis (foton, positron, proton) yang berasal dari angkasa luar, batuan radioaktif (thorium, uranium, radium), sinar ultraviolet matahari, sesuatu yang tak jelas dalam metabolisme sehingga terjadi kekeliruan dalam sintesis bahan genetik, radiasi ionisasi internal dari bahan radioaktif yang mungkin terkandung dalam jaringan lewat makanan atau minuman yang kena pencemaran radioaktif. Mutasi Buatan (Induksi) merupakan mutasi yang sengaja dilakukan manusia untuk tujuan tertentu. Mutasi buatan dapat disebabkan oleh beberapa mutagen (Suryo, 2007).

Berdasarkan posisi sentromernya, kromosom dapat dibagi menjadi beberapa macam kromosom, yaitu kromosom metasentrik, submetasentrik, akrosentrik dan telosentrik. Kromosom metasentrik mempunyai sentromer tepat terdapat di tengah dan kedua lengan sama panjang. Sedangkan jika sentromer terdapat di submedian kromosom atau ada lengan pendek dan lengan panjang disebut submetasentris. Tipe kromosom akrosentris dapat ditentukan apabila sentromer terletak pada salah satu ujung dari kromosom, sehingga panjang kedua lengan sangat jauh berbeda. Kromosom telosentris yaitu sentromer berada di ujung, hanya mempunyai satu lengan (Crowder, 1997).

Goodenough menambahkan bahwa perubahan kromosom dapat terjadi karena peristiwa kromosomal baik berupa fusi, fisi, inversi, translokasi, duplikasi dan delesi. Fusi terjadi karena penggabungan dua kromosom akrosentrik. Fisi terjadi karena pemisahan metasentrik menjadi dua kromosom akrosentrik. Inversi terjadi ketika kromosom patah di dua tempat yang diikuti dengan penyisipan kembali gen-gen pada kromosom yang sama dengan urutan terbalik. Delesi merupakan pematahan kromosom yang mengakibatkan hilangnya satu bagian kromosom. Duplikasi terjadi karena penambahan bahan kromosom sehingga suatu bagian kromosom terdapat lebih dari dua kali dalam satu sel diploid yang normal. Translokasi terjadi bila salah satu bagian dari satu kromosom pindah ke kromosom lain yang bukan homolognya (Stansfield, 1991).

Ukuran panjang kromosom berbeda-beda antar genus dalam satu famili, meskipun jumlah dasarnya sama. Ukuran ini bervariasi antara satu hingga 20 kali. Sedangkan ukuran relatif berbeda-beda dalam satu spesies, terlihat dalam jajaran kromosom pada peta kariotip. Perbedaan ukuran kromosom menunjukkan perbedaan kandungan gen dan protein (Setyawan and Sutikno, 2000). Fungi mempunyai ukuran kromosom 0,25 mikrometer, manusia 5 mikrometer dan pada jagung 8 sampai 10 mikrometer (Strickberger, 1985). Kromosom ada yang berukuran kecil dan ada pula yang berukuran besar. Kromosom golongan kecil adalah kromosom dengan panjang relatif kurang dari setengah panjang relatif kromosom terpanjang. Kromosom golongan besar adalah kromosom dengan panjang relatif lebih dari setengah panjang relatif kromosom terpanjang. Pembagian ini bertujuan untuk menentukan urutan nomor kromosom yang diperkuat dengan indeks sentromer dan konstiksi sekunder (Blommers-Schlosser, 1978, cit Mildawati, 2002).

Kromosom dapat diamati pada sel jaringan yang kecepatan penggantian sel yang lebih tinggi, seperti pada ginjal, embrio dan insang pada ikan. Spesies ikan pada umumnya memiliki ukuran kromosom kecil dengan jumlah yang banyak, sehingga sulit mengamati morfologinya (Black and Pickering, 1998). Pada umumnya ikan Teleostei memiliki jumlah kromosom antara 18 sampai 104 (Lagler, 1962).

Iskandar (1998) menyatakan bahwa pengamatan pada tingkat kromosom merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah keragaman morfologi juga diikuti oleh keragaman kromosom. Berdasarkan keragaman kromosom maka dilakukan penghitungan jumlah kromosom yang terdapat dalam satu sel.

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April sampai Oktober 2011. Pengambilan sampel dilakukan terhadap ikan nila strain GIFT dan JICA yang terdapat di Sentra Produksi Perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok. Kemudian dilanjutkan di Laboratorium Genetika dan Sitologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang, untuk pengukuran sampel dan pembuatan preparasi kromosom.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah koleksi langsung dari lapangan. Pengukuran karakter morfologi mengacu pada metoda Haryono (2001). Data hasil pengukuran yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan program NTSYS Ver. 2.0.2i untuk melihat jarak Euclidian dan hasil berupa fenogram, analisis komponen prinsip (PCA) dengan program MVSP 3.1 dan serta juga dilakukan analisis Kruskal-Wallis Test dan Mann-Whitney *U* Test dengan program SPSS Ver. 16.

Pengamatan kromosom dilakukan dengan metode deskriptif melalui pembuatan preparat kromosom dari jaringan insang dengan menggunakan metode tekan (squash) yang mengikuti Direktorat Jendral Perikanan (2004) yang telah dimodifikasi.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Morfometri

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kantong plastik, karet gelang, kaliper, sarung tangan, kamera digital, label, pinset, bak bedah dan alat tulis.

3.3.2 Kromosom

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat bedah, jarum suntik, kaca objek, kaca arloji, pipet tetes, jarum pencacah, timbangan, mikroskop, kamera digital dan alat tulis.

Bahan yang digunakan adalah benih ikan nila strain GIFT dan JICA, larutan kolkisin ($C_{22}H_{25}NO_6$) 0,05%, pewarna aseto-orsein 2%, KCl 0,075 M, methanol absolut, asam asetat glacial (CH_3COOH), asam laktat, alkohol 70%, aquadest dan minyak imersi.

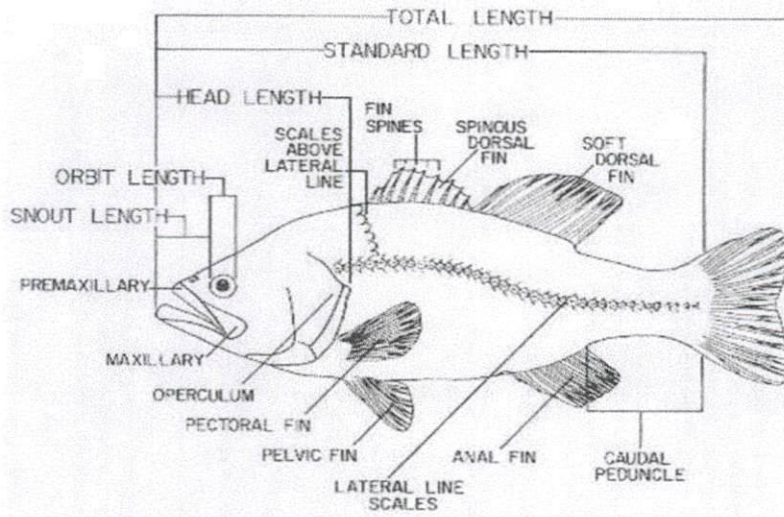
3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Pengambilan Sampel di Lapangan

Pengoleksian sampel dilakukan secara langsung di kolam perbesaran ikan nila strain GIFT dan JICA yang terdapat di sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok. Penangkapan ikan nila dengan menggunakan jaring dan dipisahkan langsung jantan dan betina nya. Sampel diambil maksimal 5 ekor jantan dan 5 ekor betina pada masing-masing strain ikan nila. Sampel yang telah didapatkan dimasukkan ke dalam plastik yang telah diisi air dan oksigen.

3.4.2 Pengukuran Morfometri

Sampel dari dalam plastik dikeluarkan dan diletakan diatas bak bedah lalu dilakukan pengukuran morfologi dari beberapa karakter yang diukur seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran Morfometri Ikan (Sumber: Zheng, 1981)

Keterangan gambar:

1. PT = Panjang Total
2. PS = Panjang Standar
3. PK = Panjang Kepala
4. PE = Panjang Ekor
5. PM = Panjang Moncong
6. TSP = Tinggi Sirip Punggung
7. PPSP = Panjang Pangkal Sirip Punggung
8. DM = Diameter Mata
9. TBE = Tinggi Batang Ekor
10. TB = Tinggi Badan
11. PSD = Panjang Sirip Dada
12. PSP = Panjang Sirip Perut
13. PSA = Panjang Sirip Anal
14. PSE = Panjang Sirip Ekor

Selain data pengukuran morfometri di atas, juga dilakukan penghitungan terhadap berat badan, jumlah garis hitam pada tubuh, jumlah garis hitam pada sirip ekor, jumlah duri kasar pada sirip, jumlah duri lunak pada sirip, jumlah sisik pada ujung ekor, jumlah sisik sepanjang gurat sisi dan jumlah sisik sebelum sirip punggung.

3.4.3 Pembuatan Preparat Kromosom

Preparat kromosom dibuat dengan metode tekan (squash) yang mengacu kepada Direktorat Jendral Perikanan (2004) yang telah dimodifikasi. Modifikasi dilakukan dengan merubah lama ikan diaerasi setelah penyuntikan kolkisin dari 3 jam menjadi 5 jam. Di laboratorium Ikan nila ditimbang lalu disuntik dengan larutan kolkisin 0,05% (0,01 ml/g berat tubuh) secara intra abdominal dan dipelihara di kolam yang beraerasi baik selama 5 jam. Kemudian diambil bagian ujung insang pada tiap-tiap lapis insang dan dimasukkan ke dalam mikrotube yang telah berisi larutan hipotonik KCl 0,075 M selama satu jam. Selanjutnya jaringan dipindahkan ke dalam larutan fiksatif (3 metanol :1 asam asetat glasial) selama 60 menit, dan dilakukan penggantian larutan setiap 30 menit. Proses bisa dihentikan atau dilanjutkan. Penundaan proses dilakukan dengan menyimpan jaringan dalam refrigerator bersuhu 4°C. Jika dilanjutkan, sisa larutan fiksatif dibuang dan jaringan difiksasi kembali selama 10 menit. Selanjutnya filamen insang dicacah dengan jarum, kemudian jaringan diambil dengan menggunakan pipet kapiler, lalu ditetaskan ke kaca objek. Jaringan diwarnai dengan aseto-orsein selama 20 menit, dan ditutup dengan kaca penutup lalu ditekan.

3.4.4 Pengamatan

Preparat yang dihasilkan di amati dengan mikroskop dan dipilih kelompok kromosom yang tersebar baik dan tidak saling tumpang tindih sehingga dapat dihitung. Kelompok kromosom yang tersebar baik difoto dengan menggunakan fotomikroskop.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Differensiasi Karakter Pada Keseluruhan Populasi Ikan Nila Strain GIFT dan JICA

Uji Kruskal-Wallis dilakukan untuk mengidentifikasi karakter-karakter apa saja yang memperlihatkan diferensiasi secara signifikan dari dua strain ikan nila yang dibandingkan, dengan menggunakan Analisa Diferensiasi Morofologi dengan Kruskal-Wallis Test.

Rumus yang digunakan untuk uji Kruskal-Wallis adalah :

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Dimana

H : Nilai Kruskal-Wallis test

n : Jumlah sampel

R : Jumlah range dari seluruh kelompok data

(Sprent, 1989).

3.5.2 Differensiasi Morfometri Antar Dua Populasi

Uji dua arah dengan Mann-Whitney U test ini dimaksudkan untuk mengetahui diferensiasi morfometri antar dua populasi yang berbeda (satu populasi dengan populasi lainnya) dari spesies ikan nila strain GIFT dan JICA di sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok. Rumus untuk menentukan nilai U adalah sebagai berikut :

$$U_A = n_a n_b + \frac{n_a (n_a + 1)}{2} - R_A$$

$$U_B = n_a n_b + \frac{n_b (n_b + 1)}{2} - R_B$$

Dimana

U_A : Nilai U untuk populasi A

U_B : Nilai U untuk populasi B

n_a : Jumlah anggota populasi a

n_b : Jumlah anggota populasi b

R : Jumlah nilai peringkat populasi

(Sprent, 1989).

3.5.3 Hubungan Ikan Nila Strain GIFT dan JICA Antar Populasi

Data hasil morfometrik dianalisis dengan menggunakan Analisis cluster UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arimatic Average) untuk mendapatkan fenogram (pohon kekerabatan) dari keseluruhan populasi ikan nila strain GIFT dan JICA. Prosedur analisa menggunakan metode taksimetri dengan tahapan sebagai berikut:

(a) Penetapan Satuan Taksonomi Operasional (STO) untuk analisa morfometrik, STOnya berupa populasi-populasi dari ikan nila strain GIFT dan JICA (b) Seleksi karakter yaitu penentuan unit-unit karakter yang diukur yang meliputi karakter morfologi spesies berupa karakter morfometrik utama. (c) Semua data morfometrik dirasiokan dengan parameter panjang standar (PS) lalu ditransformasikan dengan Log_{10} untuk memperoleh data dengan distribusi normal. (d) Penentuan jarak euclidian dan output berupa fenogram dilakukan dengan metode UPGMA (Unweighted Pair Group Method Aritmatic Average) menggunakan program NTSYSpc Ver.2.02i. Jarak taksonomi dari masing-masing populasi dihitung dengan menggunakan rumus jarak Euclidian yang dikemukakan oleh Soakal (1961) *cit.* Rohlf (2001) sebagai berikut:

$$\Delta jk = \left[\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{ik})^2 \right]^{1/2}$$

Dimana

Δjk : Jarak euclidian

$X_{ij} - X_{ik}$: Selisih nilai untuk n karakter

n : jumlah karakter

Selanjutnya dibuat fenogram yang menggambarkan hubungan kekerabatan populasi-populasi ikan nila strain GIFT dan JICA yang didapatkan.

3.5.4 Variasi dan Pola Diferensiasi Karakter Morfologi Pada Seluruh Populasi

Selain dengan analisis cluster UPGMA juga dilakukan analisa Analisis PCA (Principle Component Analysis) untuk mengetahui pola diferensiasi morfometri ikan nila strain GIFT dan JICA di sentra produksi perikanan Padang Belimbing Sumatera Barat. Data yang dianalisis dengan PCA berupa data morfometrik yang telah dirasiokan dengan panjang standar dan ditransformasikan dengan Log_{10} . Selanjutnya data diolah dengan menggunakan program MVSP 3.1 untuk memperoleh plot ordinasi PCA.

Persamaan yang dipakai dalam analisa PCA ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} ;$$

Dimana :

a_{11}, \dots, a_{22} merupakan matriks data

x : Faktor transformasi pada sumbu x

y : Faktor transformasi pada sumbu y

λ : Eigenvalue (Nilai eigen)

(Soakal, 1961 *cit.* Rohlf, 2001)

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Morfometrik Ikan Nila Strain GIFT dan JICA

Jumlah sampel ikan nila strain GIFT dan JICA yang dikoleksi dari sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok, diperlihatkan pada Tabel 1. Pada tabel memperlihatkan jumlah sampel ikan nila strain GIFT sebanyak 10 ekor yang terdiri dari 5 jantan dan 5 betina, begitu juga dengan jumlah sampel ikan nila strain JICA sebanyak 10 ekor yang terdiri dari 5 jantan dan 5 betina.

Tabel 1. Data jumlah sampel untuk masing-masing strain ikan nila

Strain	Seksualitas Ikan	Jumlah Sampel
GIFT	Jantan	5
	Betina	5
JICA	Jantan	5
	Betina	5

Hasil penghitungan terhadap data meristik (hasil penghitungan terhadap karakter morfologi konvensional), antara lain yaitu Berat badan, jumlah garis hitam tubuh, jumlah garis hitam ekor, jumlah duri keras dan lemah pada masing-masing sirip dan jumlah sisik yang terdapat pada batang ekor, gurat sisi dan sebelum sirip punggung. Perbedaan jumlah data meristik pada ikan nila strain GIFT (jantan dan betina) dan JICA (jantan dan betina) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah data meristik untuk masing-masing strain ikan nila

No	Karakter	Ikan Nila Strain GIFT		Ikan Nila Strain JICA	
		Jantan	Betina	Jantan	Betina
1	Berat Badan (g)	202,07	182,9	191,2	179,2
2	Jumlah Garis Hitam Tubuh	9-11	9-11	9-10	9-10
3	Jumlah Garis Hitam Sirip Ekor	9	9	8	8
4	Jumlah Duri Keras Sirip Punggung	17-19	17-19	16-17	16-17
5	Jumlah Duri Lemah Sirip Punggung	13-14	13-14	12-13	12-13
6	Jumlah Duri Lemah Sirip Dada	13	13	12	12
7	Jumlah Duri Keras Sirip Perut	1	1	1	1
8	Jumlah Duri Lemah Sirip Perut	5	5	5	5
9	Jumlah Duri Keras Sirip Anal	3	3	3	3
10	Jumlah Duri Lemah Sirip Anal	10-11	10-11	10-11	10-11
11	Jumlah Duri Keras Sirip Ekor	18	18	18	18
12	Jumlah Duri Lemah Sirip Ekor	2	2	1	1
13	Jumlah Sisik Sepanjang Gurat Sisi	15-17	15-17	15-17	15-17
14	Jumlah Sisik Sepanjang Batang Ekor	9	9	8-9	8-9
15	Jumlah Sisik Sebelum Sirip Punggung	9	9	8-9	8-9

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa karakter tersebut tidak berbeda jauh diantara ikan nila strain GIFT dan JICA, nilai rata-rata berat badan yang paling besar dimiliki oleh ikan nila strain GIFT jantan, sedangkan berat badan yang paling kecil dimiliki oleh ikan nila strain JICA betina. Ikan jantan memiliki tingkat pertumbuhan dua kali lebih cepat dari ikan betina (Dedy, 2010). Sedang penghitungan jumlah setiap karakter tidak berbeda diantara kedua strain ikan nila tersebut, sesuai dengan pernyataan Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Provinsi Sumatera Barat (2008), bahwa ikan nila JICA mempunyai jumlah sirip punggung terdiri dari 16-17 jari-jari keras (duri) dan 12-13 jari lemah bercabang, sirip perut terdiri dari 1 jari-jari keras dan 5 jari-jari lemah bercabang, sirip dubur terdiri dari 3 jari-jari keras dan 10-11 jari-jari lemah bercabang. Khairuman dan Amri (2003) menyatakan bahwa tubuh

ikan nila strain GIFT memiliki jumlah sisik sepanjang gurat sisi terdiri atas 14-17 keping sisik, sirip punggung terdiri dari 17-18 jari-jari keras (duri) dan 13-14 jari-jari lemah bercabang, sirip dubur terdiri dari 3 jari-jari keras (duri) dan 10-11 jari-jari lemah bercabang dan sirip ekor terdiri dari 2 jari-jari lemah tidak bercabang dan 16 jari-jari lemah bercabang. Hal ini menunjukkan bahwa karakter meristik tidak berbeda diantara kedua strain ikan nila, sehingga ikan nila strain GIFT dan JICA masih berhubungan yang sangat dekat.

4.1.1 Analisis Variasi dan Diferensiasi Karakter Morfologi Ikan Nila Strain GIFT dan JICA

Analisis variasi dan diferensiasi karakter morfologi ikan nila strain GIFT dan JICA dilakukan secara multivariat (antar banyak populasi) dan univariat (antar dua populasi) dari semua populasi.

4.1.1.1 Diferensiasi Karakter Pada Keseluruhan Populasi Ikan Nila Strain GIFT dan JICA

Hasil analisis Diferensiasi Karakter Pada Keseluruhan Populasi ikan nila strain GIFT dan JICA dengan menggunakan analisa Kruskal-Wallis yang dapat dilihat pada Tabel 3. Untuk seluruh populasi ikan nila strain GIFT dan JICA betina, diketahui ada tiga karakter morfometri yang memperlihatkan variasi dan diferensiasi secara signifikan, karakter-karakter tersebut terdiri dari panjang sirip dada (PSD), panjang sirip perut (PSP), panjang sirip anal (PSA) dan panjang sirip ekor (PSE),

sedangkan pada ikan nila strain GIFT dan JICA jantan hanya terdapat satu karakter morfometri yang memperlihatkan variasi dan diferensiasi secara signifikan yaitu pada panjang total (PT)

Analisis variasi dan diferensiasi populasi-populasi ikan nila strain GIFT dan JICA yang telah dilakukan ternyata memperlihatkan adanya diferensiasi yang tidak tinggi baik pada ikan nila strain GIFT dan JICA betina maupun jantan, sedikitnya karakter morfologi yang memperlihatkan perbedaan-perbedaan secara signifikan, ini mengindikasikan bahwa tidak terjadi diferensiasi morfologi yang cukup tinggi pada populasi ikan nila strain GIFT dan JICA di sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok. Hal ini dapat dilihat pada pola fenogram kekerabatan genetik ikan nila strain GIFT dan JICA jantan dan betina (Gambar 4).

Berdasarkan analisis Mann Whitney-U test (Lampiran 2) terlihat bahwa populasi ikan nila strain GIFT dan JICA cenderung memperlihatkan diferensiasi morfologi yang rendah. Variasi morfometri yang muncul merupakan respon terhadap lingkungan fisik tempat hidup spesies tersebut. Variasi karakter morfometri dapat disebabkan oleh perbedaan faktor genetik dan lingkungan. Faktor lingkungan yang mengontrol sebaran suatu jenis ikan dan hewan akuatik lainnya, diantaranya suhu air, pH, salinitas, unsur hara, kecerahan, arus dan lain-lainnya (Brown and Gibson, 1983). Variasi yang ada diantara sub-populasi secara morfologi maupun morfometri, menurut McGlade and Boulding (1981) dapat dipertimbangkan sebagai indikator perbedaan genetik antar spesies, strain, jenis kelamin atau populasi.

Tabel 3. Hasil Analisis Kruskall Wallis Test Untuk Seluruh Populasi Ikan Nila Strain GIFT dan JICA

Seluruh Populasi Betina (N = 10)				Seluruh Populasi Jantan (N = 10)			
Karakter	X ²	Df	P	Karakter	X ²	df	P
PT	0,011613	1	0,914184 ^{ns}	PT	4,96125	1	0,025921*
PS	2,157447	1	0,14188 ^{ns}	PS	0,914286	1	0,33898 ^{ns}
PK	0,01125	1	0,91553 ^{ns}	PK	0,407547	1	0,523217 ^{ns}
PE	1,843636	1	0,174525 ^{ns}	PE	0,702439	1	0,401965 ^{ns}
PM	1,104294	1	0,293326 ^{ns}	PM	0	1	1 ^{ns}
TSP	1,336196	1	0,247706 ^{ns}	TSP	0,276074	1	0,599286 ^{ns}
PPSP	1,36125	1	0,243321 ^{ns}	PPSP	1,90125	1	0,167938 ^{ns}
DM	0,711111	1	0,399075 ^{ns}	DM	0,17561	1	0,675174 ^{ns}
TBE	3,211111	1	0,07314 ^{ns}	TBE	0	1	1 ^{ns}
TB	0,276074	1	0,599286 ^{ns}	TB	0,292208	1	0,588809 ^{ns}
PSD	5,95125	1	0,014707*	PSD	0,011465	1	0,91473 ^{ns}
PSP	4,5	1	0,033895*	PSP	0,045283	1	0,831484
PSA	4,9	1	0,026857*	PSA	0,043902	1	0,834035 ^{ns}
PSE	6,26087	1	0,012343*	PSE	0,136134	1	0,712155 ^{ns}

Keterangan : p signifikan ≤ 0.05 ; N : jumlah populasi; ns : non signifikan pada uji Kruskall Wallis; * : signifikan dari hasil uji

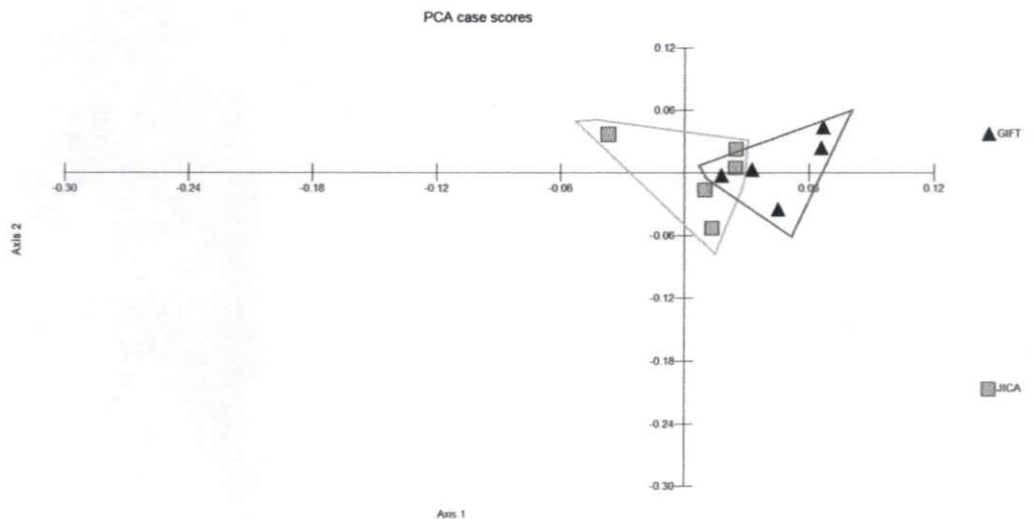
4.1.1.2 Variasi dan Diferensiasi Karakter Morfologi Antar Dua Populasi

Analisis Mann-Whitney *U* test antara dua populasi yang berbeda diketahui bahwa populasi ikan nila strain GIFT dan JICA betina (Lampiran 1) yang memperlihatkan variasi paling tinggi yaitu pada karakter panjang sirip dada (PSD), panjang sirip perut (PSP), panjang sirip anal (PSA) dan panjang sirip ekor (PSE). Populasi untuk ikan nila strain GIFT dan JICA jantan(Lampiran 2) yang memperlihatkan variasi paling tinggi yaitu pada panjang total (PT).

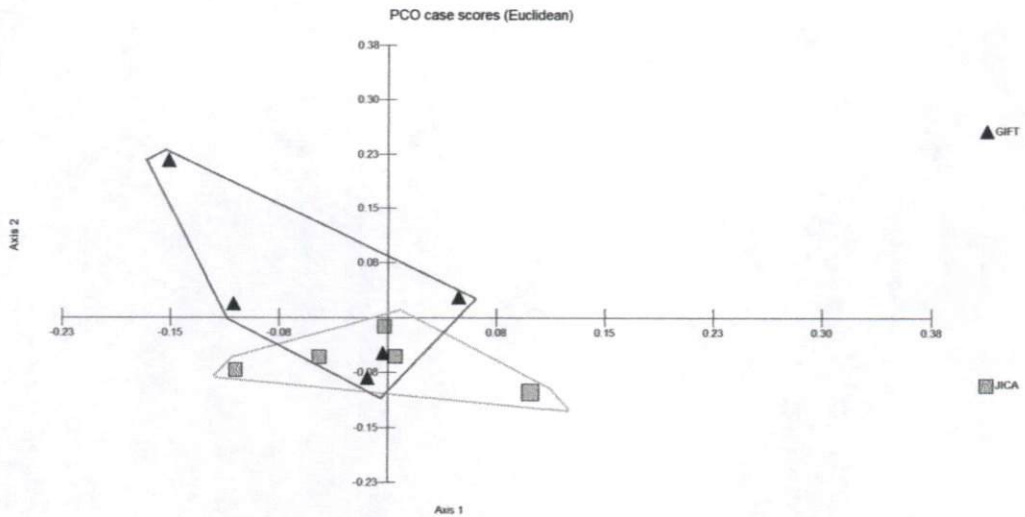
4.1.3 Variasi dan Diferensiasi Karakter Morfologi Pada Seluruh Populasi

Analisis PCA pada ikan nila strain GIFT dan JICA betina dan jantan diperlihatkan pada gambar 4. Plot ordinasasi dari PCA juga memperlihatkan adanya pemisahan yang tidak jelas populasi-populasi ikan nila strain GIFT dan JICA. Hasil ini sejalan dengan analisis Mann-Whitney yang telah dilakukan (Lampiran 1), dimana hasilnya terlihat hanya empat karakter morfometri yang berbeda yaitu pada panjang sirip dada (PSD), panjang sirip perut (PSP), panjang sirip anal (PSA) dan panjang sirip ekor (PSE). Makin dekat hubungan kekerabatan, maka makin sedikit perbedaan karakter fenotipnya. Kedekatan populasi-populasi tersebut didukung oleh nilai eigen pada ikan nila strain GIFT dan JICA betina 0,099 pada PC1, 84,717 pada PC2 dengan persentase kumulatif 90,776 sedangkan pada ikan nila strain GIFT dan JICA jantan sebesar 0,006 pada PC1, 55,666 pada PC2 dengan persentase kumulatif 76,532 sehingga populasi memiliki hubungan kekerabatan yang dekat cukup jelas.

A



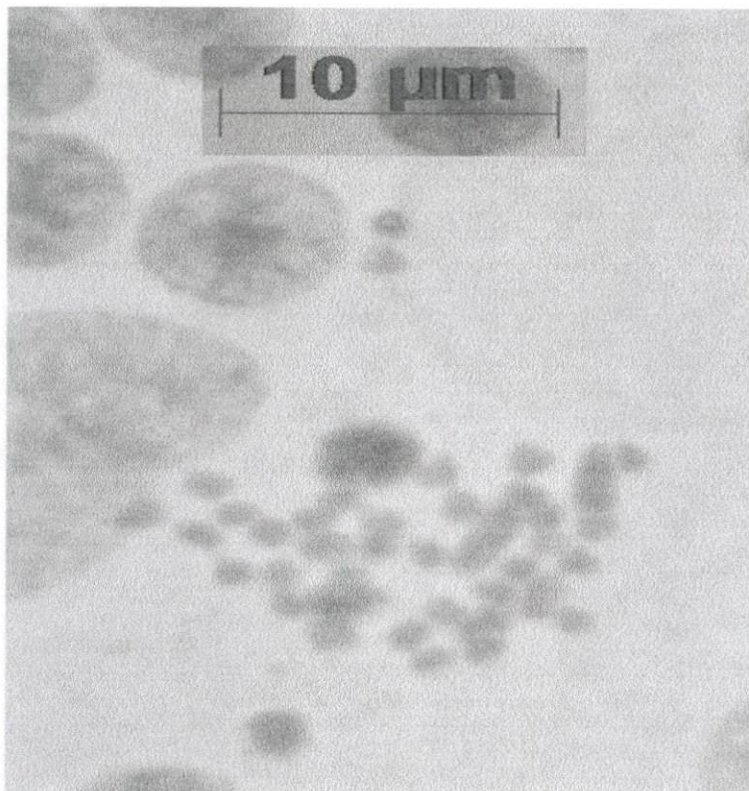
B



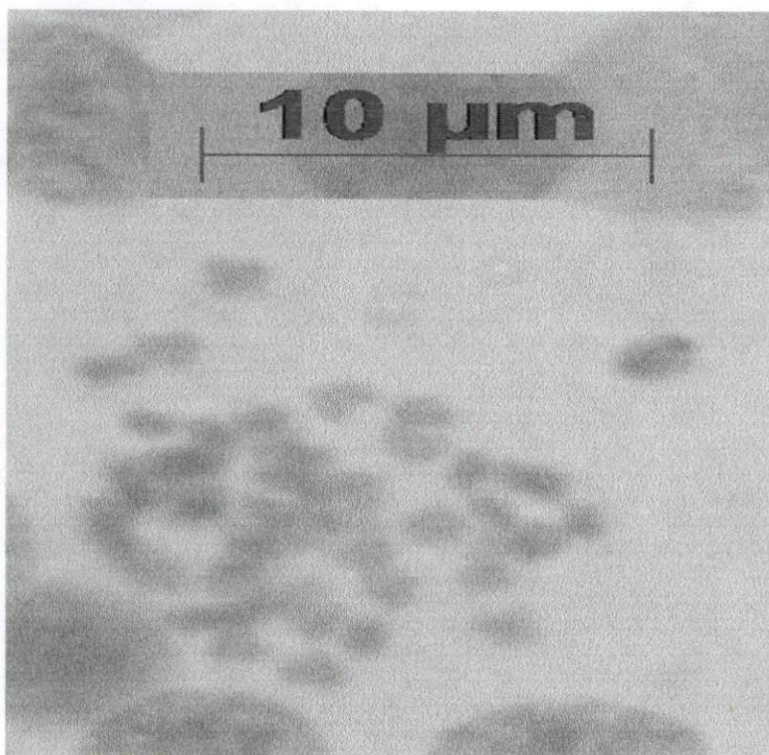
Gambar 4. Plot ordinası Prinsipal Analisis (PCA) dari seluruh populasi. Keterangan : A. Ikan nila strain GIFT dan JICA betina, B. Ikan nila strain GIFT dan JICA jantan

4.2 Jumlah Kromosom Ikan Nila Strain GIFT dan JICA

Hasil preparat kromosom yang dibuat dengan menggunakan teknik preparasi jaringan padat yaitu pada insang ikan nila strain GIFT dan JICA di sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok dengan menggunakan metode squash didapatkan hasil foto sel metafase mitosis. Penghitungan jumlah kromosom dilakukan pada sel-sel yang sedang mengalami fase metafase dengan sebaran kromosom yang baik. ditampilkan pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Sebaran kromosom mitosis ikan nila strain GIFT



Gambar 6. Sebaran kromosom mitosis ikan nila strain JICA

Berdasarkan gambar 5 dan 6, dari penghitungan jumlah kromosom terhadap foto sel metafase mitosis yang berasal dari ikan nila strain GIFT dan JICA adalah 44. Hasil penelitian sama dengan hasil penelitian sebelumnya di lokasi dan teknik pembuatan kromosom yang berbeda. Harvey, Campos, Kennedy, Ezas, Bromage, Griffin and Penman (2002) di Danau Malawi dengan menggunakan teknik kultur darah didapatkan jumlah kromosom ikan nila yaitu 44 buah. Pradeep, Sriyaya, Zain, Papini and Chatterji (2011) di Malaysia dengan menggunakan teknik jaringan padat yang diambil dari jaringan embrio ikan nila strain merah juga didapatkan jumlah kromosom ikan nila sebanyak 44 buah. Jumlah kromosom ikan pada umumnya tergolong bervariasi, ini sesuai dengan yang dinyatakan Lagler (1962) pada umumnya ikan Teleostei memiliki jumlah kromosom antara 18 sampai 104. White (1978) menambahkan kebanyakan ikan Teleostei memiliki jumlah kromosom yang banyak dengan ukuran yang kecil.

Diantara varias-variasi kromosom yang paling mudah diamati adalah yang melibatkan perubahan jumlah. Variasi jumlah kromosom dapat dipicu oleh adanya kejadian-kejadian yang terjadi dalam sel pada saat pembelahan inti. Kromosom mengalami fase-fase pembelahan seiring dengan pembelahan inti, ketidakberaturan pembelahan inti pada saat fase interfase mengakibatkan kromosom mengalami aberasi. Aberasi pada kromosom meliputi perubahan bentuk dan jumlah kromosom (Burns, 1976). Pada ikan nila strain GIFT dan JICA tidak terlihat variasi pada jumlah kromosom, ini dapat terjadi pada saat pembelahan inti kromosom tidak mengalami aberasi yang mengubah jumlah kromosom.

Selain pengaruh pembelahan inti, variasi dapat terjadi karena perubahan kromosom itu sendiri seperti pengurangan atau penambahan segmen kromosom dan penggabungan atau pemisahan dua bentuk kromosom. Ini sesuai dengan pernyataan Goodenough (1988) variasi kromosom dapat terjadi karena peristiwa-peristiwa kromosomal diantaranya polimorfisme (ragam bentuk) melalui mekanisme

“Robertsonian” baik berupa fusi, fisi, inversi, translokasi, duplikasi dan delesi. Dixon, Pascoe, Patton and Critcher (1993) menambahkan variasi jumlah kromosom inter dan antar individu seringkali terjadi dalam populasi polimorfisme, sehingga menyebabkan terjadinya variasi kromosom dalam suatu populasi.

Perbedaan morfologi pada kromosom dengan jumlah yang sama (baik pada level intraspecies maupun antar species) umumnya dapat diamati dari aspek yang lebih spesifik yaitu kariotip. Analisa kariotip ini menurut White (1978) dapat dilakukan pada tingkatan-tingkatan spesifitas yang berbeda seperti analisa kariotip alfa, beta, gamma, delta, epsilon dan kariotip zeta. Dalam penelitian ini, kariotip ikan nila tidak bisa ditampilkan. Hal ini disebabkan karena ukuran kromosom yang kecil, hasil fotomikroskop juga tidak memperlihatkan posisi sentromer yang jelas, sehingga tidak didapatkan data yang presentatif untuk pembuatan kariotip. Verma and Agarwal (1981) menyatakan bahwa panjang kromosom pada organisme dapat berkisar antara 0,2 hingga 50 μm . Menurut Gul, Colak, Sezgin and Koluglu (2004) kesulitan yang biasa ditemukan dalam pengamatan kromosom adalah morfologi yang sama antara kromosom yang bukan homolognya, kadang-kadang berdempetan satu sama lain. Kesulitan pengamatan kromosom khususnya pada ikan adalah ukurannya yang sangat kecil dan jumlahnya yang sangat banyak dibandingkan dengan kromosom hewan lainnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian variasi morfometri dan jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA di sentra produksi perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakter morfometri yang memperlihatkan diferensiasi yang tinggi antara lain, panjang total (PT) pada jantan dan pada betina yaitu panjang sirip punggung (PSP), panjang sirip anal (PSA), panjang sirip dada (PSD) dan panjang sirip ekor (PSE).
2. Jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA yang didapatkan sama yaitu 22 pasang ($2n=44$).

5.2 Saran

1. Data morfometri dan jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA yang telah ada dapat dijadikan sebagai data dasar untuk melanjutkan penelitian tentang penyebab spesifik adanya variasi morfometri dan jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA di Sentra Produksi Perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok.

2. Penelitian tentang morfometri dan jumlah kromosom ikan nila strain GIFT dan JICA di Sentra Produksi Perikanan Padang Belimbing Kabupaten Solok dapat dilakukan terhadap spesies yang lain sebagai data dasar perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Black, K.D. dan A.D., Pickering. 1998. *Biology of Farmed Fish*. CRC Press. Canada.
- Bookstein, F. L. 1982. Foundation of Morphometrics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **13**: 451-470
- Brown, J.H. & A.C. Gibson. 1983. *Biogeography*. The C.V, Mosby Company, St. Louis-Missouri.
- Burns, G, W. 1976. *The Science of Genetics an Introduction to Heredity*. MacMillan Publishing Co. Inc. New York.
- Crowder, L.V. 1997. *Genetika Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Dedy, K., 2010. Produksi Induk Unggul Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L.). *Jurnal aquacultur*.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Propinsi Sumatera Barat. 2008. Laporan Hasil Lanjutan Uji Coba Pembenihan Ikan Nila.
- Direktorat Jendral Perikanan. 2004. *Analisa Kromosom Teknik Jaringan Padat*. Pusat Pengembangan Induk Ikan Nila Nasional. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Dwijoseputro. 1977. *Pengantar Genetika*. Bhratara. Jakarta.
- Dyer, A,F. 1979. *Investigating Chromosomes*. Edward Arnold Publisher Limited. London.
- Fatuchri, S. 2004. *Devisa dari Ikan Nila*. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Futuyama, D.J. 1986. *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates, Inc.
- Giora, W.W. and Gideon, I.H. 1981. *Applied Genetics of Tilapia*. International Center For Living Aquatic Resources Management Manila, Philipines.
- Gul, S., A. Colak, I., Sezgin, and B. Koluglu. 2004. Karyotipe Analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) from Lake Hazer. *Turk J Vet. Anim Sci.* **28** : 309-314.
- Haryono. 2001. Variasi Morfologi dan Morfometri Ikan Dokun (*Puntius lateristriga*) di Sumatera. *Biota* 3:109-116.

- Harvey, SC, Campos-Ramos, R, Kennedy, DD, Ezaz, MT, Bromage, NR, Griffin, DK and Penman, DJ (2002). Karyotype evolution in tilapia: mitotic and meiotic chromosome analysis of *Oreochromis karongae* and *O. niloticus* x *O. karongae* hybrids. *Genetica* 115:169-177.
- Hillis, D. M. Hillis, J. J. Wiens. 2000. Molecules Versus Morphology in Systematics. In: J. Wiens (ed) *Phylogenetic Analysis of Morphological Data*. Smithsonian Institution Press. Philadelphia
- Hoare, K. and Beaumont. 2003. *Biotechnology Genetics in Fisheries and Aquaculture*. London. Blackwell Publishing.
- Hurlbut, T. and D. Clay. 1998. Morphometric and meristic differences between shallow and deep-water population of white hake (*Urophycis tenuis*) in the Southern Gulf of St. Lawrence. *NRC Canadian Journal Fishery Aquatic Science*, 55: 2274-2282
- Iskandar, D.T. 1998. *Amfibi Jawa dan Bali*. Puslitbang-LIPI. Bogor.
- Jiradej, M., Keravit, P., Umnat, M., Aranya, M. 2003. Karyotype Analysis of The Hibrid, Thai-Red Tilapia. *Online Jurnal of Biological Sciences*, 3:612-617.
- Khairuman dan Amri, K. 2003. *Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Klug. W.S., M. R. Cummings and C. A. Spencer .2006. *Concept of Genetics*. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Lagler, K. F. 1962. *Ichthyology*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Laudien, J., N.S. Flint, F.H. van der Bank, T. Brey. 2003. Genetic and morphological variation in four population of the surf clam *Donax serra* (Röding) from Southern African sandy beaches. *Biochemical Systematic and Ecology*, 31:751-772
- Marzuki, I. 2002. *Pengamatan Jumlah Koromosom Ikan Belut Sawah (Monopterus albus (Zuiew)) Padang dan Bukittinggi*. Skripsi Sarjana Biologi Universitas Andalas. Padang
- Mildawati, 2005. *Pembandingan Kariotipe Bufo asper Gravenhorst dan Bufo melanostictus Schneider*. Skripsi Sarjana Biologi
- Munshi, J. S. D., H. M. Duta. 1996. *Fish Morphology: Horizon of New Research*. Science Publishers, Inc. New York.
- Nurlina. 2007. *Kajian Morfometrik Dan Meristikikan Terbang Yang Tertangkap Di Perairanselat Makassar Dan Laut Flores*. Thesis Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Parin, N.V. 1999. FAO Species Identification Guide for Fishery Purpose. The Living Marine- Resources of Western Central Pacific. Bony Fishes (Mugilidae to Carangidae). FAO, Rome. 4:2162-2179
- Pradeep, J.D., Srijaya, C.T., Zain, B.R., Papini, A., Chatterji, K.A. 2011. A Simple Technique for Chromosome Preparation from Embryonic Tissues of Teleosts for Ploidy Verification. *Caryologia*. 64 : 235-241.
- Pullins, R.S.P. 1982. *Tilapia, Sarrotherodon or Oreochromis*. Iclarm News Letter. Chapman and Hall Company. London.
- Rohlf, F. J. 2001. NT Syst. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.0.2*. Applied Biostatistic Inc. New York.
- Rukmana, R. 1997. *Ikan Nila Budidaya dan Prospek Agrobisnis*. Kanisius. Yogyakarta.
- Setyawan. A.D, Sutikno. 2000. Karyotipe Kromosom pada *Allium sativum* L. (Bawang Putih) dan *Visum sativum* L. (Kacang Kapri). *BioSMART* 2: 20-27
- Sharp, L,W. 1963. *Fundamental Cytology*. Mc Graw Hill Book Publiher Company Inc New York.
- Smith, N.A. 2002. *Feeding Biology and Morphometric Analysis of Paddlefish, Polyodon spathula, In The Mermentau River, Louisiana*. Thesis. B.S.Louisiana State University
- Sprent, P. 1989. *Appllied Nonparametric Statistical Methods*. Chapman and Hall. New York.
- Stansfield, W, D. 1991. *Genetika Edisi Kedua*. Erlangga. Jakarta.
- Strickberger, M.W. 1985. *Genetics*. Third edition. MacMillan Publishing Company. New York.
- Subani, W. 1978. Taksonomi, Morfologi, dan Istilah-istilah Teknik Perikanan Laut .Lembaga Penelitian Perikanan Laut. Balitbang Pertanian Departemen Pertanian.Jakarta, hal. 154.
- Suprihadi, D. Elmasni, E. Sabri. 2007. Identifikasi Karyotipe Terung Belanda (*Solanum Betaceum* Cav.) *Kultivar* Brastagi Sumatera Utara. *Jurnal Biologi Sumatera Utara*. 2(1):7-11.
- Suryo, H. 1997. *Genetika Manusia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suryo, H. 2007. *Sitogenetika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suyanto, R. 1994. *Nila*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Susanto, R. 2006. *Budidaya Ikan*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Verma P.S. and V. K. Agarwal. 1981. *Cytology (Cell Biology and Molecular Biology)*. Chand & Company LTD. New Delhi.

Wardoyo, S. E. 2007. *Peningkatan Produktifitas Ikan Nila di Indonesia*. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Yatim, W. 1996. *Genetika*. Tarsito. Bandung

Lampiran 1. Hasil Mann-Whitney Test Seluruh Populasi Ikan Nila Strain GIFT dan JICA betina (p signifikan ≤ 0.05 ; N : Jumlah populasi; ns:non signifikan pada uji Kruskall Wallis; * : signifikan dari hasil uji)

Karakter	U	P
PT	0,01161	0,91418 ^{ns}
PS	2,15745	0,14188 ^{ns}
PK	0,01125	0,91553 ^{ns}
PE	1,84364	0,17453 ^{ns}
PM	1,10429	0,29333 ^{ns}
TSP	1,3362	0,24771 ^{ns}
PPSP	1,36125	0,24332 ^{ns}
DM	0,71111	0,39908 ^{ns}
TBE	3,21111	0,07314 ^{ns}
TB	0,27607	0,59929 ^{ns}
PSD	5,95125	0,01471*
PSP	4,5	0,03389*
PSA	4,9	0,02686*
PSE	6,26087	0,00801*

Keterangan:

15. PT = Panjang Total
16. PS = Panjang Standar
17. PK = Panjang Kepala
18. PE = Panjang Ekor
19. PM = Panjang Moncong
20. TSP = Tinggi Sirip Punggung
21. PPSP = Panjang Pangkal Sirip Punggung
22. DM = Diameter Mata
23. TBE = Tinggi Batang Ekor
24. TB = Tinggi Badan
25. PSD = Panjang Sirip Dada
26. PSP = Panjang Sirip Perut
27. PSA = Panjang Sirip Anal
28. PSE = Panjang Sirip Ekor

Lampiran 2. Hasil Mann-Whitney Test Seluruh Populasi Ikan Nila Strain GIFT dan JICA jantan (p signifikan ≤ 0.05 ; N : Jumlah populasi; ns:non signifikan pada uji Kruskal Wallis; * : signifikan dari hasil uji)

Karakter	U	P
PT	4,96125	0,02592*
PS	0,91429	0,33898 ^{ns}
PK	0,40755	0,52322 ^{ns}
PE	0,70244	0,40197 ^{ns}
PM	0	1 ^{ns}
TSP	0,27607	0,59929 ^{ns}
PPSP	1,90125	0,16794 ^{ns}
DM	0,17561	0,67517 ^{ns}
TBE	0	1 ^{ns}
TB	0,29221	0,58881 ^{ns}
PSD	0,01146	0,91473 ^{ns}
PSP	0,04528	0,83148 ^{ns}
PSA	0,0439	0,83404 ^{ns}
PSE	0,13613	0,40197 ^{ns}

Keterangan:

1. PT = Panjang Total
2. PS = Panjang Standar
3. PK = Panjang Kepala
4. PE = Panjang Ekor
5. PM = Panjang Moncong
6. TSP = Tinggi Sirip Punggung
7. PPSP = Panjang Pangkal Sirip Punggung
8. DM = Diameter Mata
9. TBE = Tinggi Batang Ekor
10. TB = Tinggi Badan
11. PSD = Panjang Sirip Dada
12. PSP = Panjang Sirip Perut
13. PSA = Panjang Sirip Anal
14. PSE = Panjang Sirip Ekor

Lampiran 3. Hasil Analisis Komponen Prinsip (PCA) untuk Karakter Morfometri Ikan Nila Strain GIFT dan JICA

Seluruh Populasi Betina (N=10)			Seluruh Populasi Jantan (N=10)		
Karakter	Axis 1	Axis 2	Karakter	Axis 1	Axis 2
PT	0,008	-0,18	PT	-0,084	-0,176
PS	-0,009	-0,053	PS	0,02	-0,052
PK	0,016	0,038	PK	0,058	0,152
PE	0,07	0,353	PE	-0,05	0,508
PM	0,043	0,157	PM	0,047	0,048
TSP	-0,029	0,872	TSP	0,148	0,512
PPSP	-0,043	0,074	PPSP	0,113	0,245
DM	-0,021	0,088	DM	-0,029	0,249
TBE	-0,018	0,001	TBE	0,127	0,364
TB	0,005	0,143	TB	0,05	0,158
PSD	-0,06	0,032	PSD	0,083	0,303
PSP	-0,067	0,046	PSP	0,064	0,113
PSA	0,989	-0,003	PSA	0,247	-0,085
PSE	0,052	0,13	PSE	0,927	-0,174
Eigenvalues	0,105	0,008	Eigenvalues	0,021	0,008
Percentage	84,717	6,059	Percentage	55,666	20,866
Cum. Percentage	84,717	90,776	Cum. Percentage	55,666	76,532

Lampiran 4. Nilai maksimum, minimum, rata-rata dan standar deviasi karakter morfometri Ikan Nila Strain GIFT dan JICA betina terhadap panjang standar

GIFT					
n=10					
No	Karakter	max	min	mean	Sd
1	PT	159,39	133,83	147,95	10,1313
2	PS	0,92	0,88	0,90	0,0143
3	PK	0,33	0,27	0,30	0,0185
4	PE	0,12	0,08	0,10	0,0143
5	PM	0,12	0,09	0,10	0,0131
6	TSP	0,17	0,10	0,14	0,0267
7	PPSP	0,53	0,48	0,50	0,0207
8	DM	0,07	0,06	0,06	0,0072
9	TBE	0,14	0,12	0,13	0,0074
10	TB	0,37	0,32	0,35	0,0196
11	PSD	0,28	0,26	0,27	0,0099
12	PSP	0,23	0,19	0,21	0,0163
13	PSA	0,26	0,19	0,23	0,0303
14	PSE	0,24	0,23	0,24	0,0035

JICA					
n=10					
No	Karakter	max	min	mean	Sd
1	PT	162,81	142,89	147,90	8,4357
2	PS	0,93	0,89	0,91	0,0111
3	PK	0,31	0,28	0,30	0,0150
4	PE	0,10	0,08	0,09	0,0111
5	PM	0,10	0,09	0,09	0,0079
6	TSP	0,15	0,09	0,13	0,0217
7	PPSP	0,54	0,47	0,51	0,0313
8	DM	0,07	0,06	0,06	0,0047
9	TBE	0,15	0,13	0,14	0,0059
10	TB	0,39	0,33	0,36	0,0241
11	PSD	0,35	0,28	0,32	0,0267
12	PSP	0,25	0,21	0,23	0,0119
13	PSA	0,19	0,02	0,16	0,0760
14	PSE	0,23	0,19	0,21	0,0134

Lampiran 5. Nilai maksimum, minimum, rata-rata dan standar deviasi karakter morfometri Ikan Nila Strain GIFT dan JICA jantan terhadap panjang standar

GIFT					
n=10					
No	Karakter	max	min	mean	Sd
1	PT	167,83	145,14	155,17	8,1615
2	PS	0,91	0,88	0,90	0,0139
3	PK	0,31	0,27	0,29	0,0182
4	PE	0,12	0,09	0,10	0,0139
5	PM	0,11	0,09	0,09	0,0095
6	TSP	0,15	0,09	0,13	0,0215
7	PPSP	0,57	0,43	0,50	0,0491
8	DM	0,07	0,05	0,06	0,0072
9	TBE	0,14	0,09	0,13	0,0169
10	TB	0,40	0,33	0,37	0,0296
11	PSD	0,32	0,25	0,30	0,0293
12	PSP	0,23	0,20	0,22	0,0091
13	PSA	0,25	0,16	0,20	0,0353
14	PSE	0,24	0,18	0,21	0,0272

JICA					
n=10					
No	Karakter	max	min	mean	Sd
1	PT	149,47	131,95	141,45	7,1964
2	PS	0,90	0,87	0,89	0,0128
3	PK	0,31	0,29	0,30	0,0038
4	PE	0,13	0,09	0,11	0,0128
5	PM	0,10	0,09	0,09	0,0074
6	TSP	0,14	0,14	0,14	0,0039
7	PPSP	0,56	0,51	0,54	0,0237
8	DM	0,07	0,05	0,06	0,0075
9	TBE	0,14	0,13	0,13	0,0025
10	TB	0,38	0,35	0,37	0,0113
11	PSD	0,33	0,28	0,31	0,0167
12	PSP	0,23	0,19	0,22	0,0149
13	PSA	0,23	0,17	0,19	0,0229
14	PSE	0,52	0,18	0,27	0,1428