



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.

## **ANALISIS MORFOLOGI IKAN *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) DARI BEBERAPA LOKASI DI SUMATERA BARAT**

**SKRIPSI**



**DWINDA KURNIASIH VITRI**  
**0810421007**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS ANDALAS**  
**PADANG**  
**2012**

**ANALISIS MORFOLOGI IKAN *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) DARI  
BEBERAPA LOKASI DI SUMATERA BARAT**

**SKRIPSI SARJANA BIOLOGI**

**OLEH :**

**DWINDA KURNIASIH VITRI**

**BP. 0810421007**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG, 2012**

**ANALISIS MORFOLOGI IKAN *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) DARI  
BEBERAPA LOKASI DI SUMATERA BARAT**

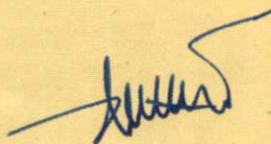
**Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Biologi**

**OLEH  
DWINDA KURNIASIH VITRI  
BP. 0810421007**

**Padang, 30 Oktober 2012**

**Disetujui oleh :**

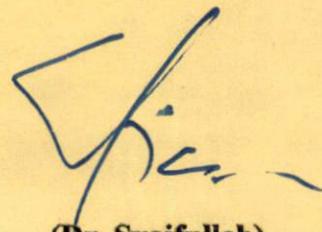
**Pembimbing I**



**(Dr. Dewi Imelda Roesma)**

**NIP.195803041985032001**

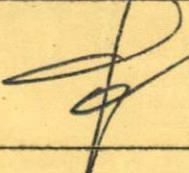
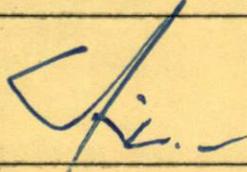
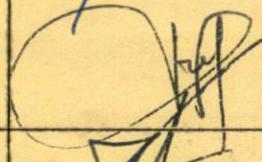
**Pembimbing II**



**(Dr. Syaifullah)**

**NIP. 196301051990011001**

**Skripsi ini telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Sarjana Biologi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang  
pada hari Selasa tanggal 30 Oktober 2012**

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Djong Hon Tjong	Ketua	
2.	Dr. Dewi Imelda Roesma	Sekretaris	
3.	Dr. Syaifullah	Anggota	
4.	Prof. Dr. Mansyurdin	Anggota	
5.	Dr. Indra Junaidi Zakaria	Anggota	

Dan sesungguhnya Kami telah memberikan ilmu kepada Daud dan Sulaiman; dan keduanya berkata "Segala puji bagi Allah yang melebihkan kami dari kebanyakan hamba-hambaNya yang beriman" . (QS. An-Naml [27]: 15)

Karya ini kupersembahkan buat kedua orang tuaku mama tercinta Nur'aini, S.pd dan papa tersayang Soni Jovial serta buat kedua saudaraku abang Aivan sondra, S.Sos dan adek Rieski Sondra yang selalu memberikan do'a, dukungan dan semangatnya sehingga aku mampu menyelesaikan skripsi ini yang sesuai dengan harapan.

I just want to say, thank's a lot for Mom, Dad and two my brothers. You are my everything in my life.

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat, nikmat dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Morfologi Ikan *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat” berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan sekaligus sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi Universitas Andalas.

Selama melaksanakan penelitian sampai penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan arahan, bantuan, motivasi dan pengalaman dari berbagai pihak yang selalu mendukung hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis ucapkan terutama kepada kedua orang tua, abang dan adek yang selalu memberikan semangat dan do'anya. Selanjutnya penulis tujukan rasa terima kasih yang besar untuk Ibu Dr. Dewi Imelda Roesma selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Syaifullah selaku Pembimbing II. Tidak hanya beliau, penulis pun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Anthoni Agustien selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unand
2. Bapak Prof. Dr. Dahelmi selaku Pembimbing Akademik
3. Bapak dosen penguji proposal, hasil maupun ujian akhir (Dr. Djong Hon Tjong, Prof Dr. Mansyurdin dan Dr. Indra Junaidi Zakaria)
4. Dosen-dosen pengajar Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
5. Staff karyawan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
6. Keluarga besar Laboratorium Riset Genetika Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas
7. Rekan-rekan yang membantu dan menemani penulis selama penelitian di lapangan maupun di laboratorium: Niko Dirmanta, Herdina Putra, Ravelino

Nesti, Yulizah, Esa De Safela, Agung Putra Utama, Riky Periwaldi A.P, Rizky Paramitha Mukhti, Anzharni Fajrina, Kakak Anugrah Viona Agesi, Putri Yuliatmy dan Neqita Deliana Benita

8. Teman-teman seperjuangan Biologi 2008 (RHIZANTES) yang terus memberikan semangat dan motivasi
9. Dan kepada pihak-pihak lain yang ikut membantu selama penelitian dan penyusunan tulisan ini

Penulis menyadari bahwa setiap hal yang dilakukan tidak luput dari kesalahan dan jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis harapkan kepada pembaca dapat memberikan masukan dan saran terhadap kelemahan-kelemahan yang mungkin tak terlihat oleh penulis di dalam tulisan ini. Terakhir penulis ucapkan semoga karya tulisan yang sederhana ini dapat memberikan tambahan ilmu pengetahuan bagi penulis sendiri dan pembaca yang membutuhkan saat ini maupun di masa yang akan datang.

Padang, Oktober 2012

Penulis

## ABSTRAK

Analisis morfologi ikan *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat telah dilakukan pada bulan April sampai Juni 2012. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survei dan koleksi langsung di lapangan yang dilanjutkan dengan identifikasi dan pengamatan karakter morfologi di Laboratorium Riset Genetika Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi pada karakter-karakter morfologi yang meliputi panjang standar (PS), panjang kepala (PK), tinggi batang ekor (TBE), panjang batang ekor (PBE), diameter mata (DM), panjang dasar sirip anal (PDSA), panjang sirip ekor bagian atas (PSEBA), panjang sirip ekor bagian bawah (PSEBB), panjang sungut rahang atas (PSuRA) dan panjang sungut moncong (PSuM).

Keyword: Karakter morfologi, Cyprinidae, *P. binotatus*

## ABSTRACT

The morphology analysis of *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) at several locations in West Sumatra has been conducted from April to June 2012. The research was done by using survey method and collection, followed by identification and observation of morphological characters in the Genetics Research in Laboratory Department of Biology, Faculty Mathematic and Natural Sciences Andalas University. The variation of morphological characters show in the standard length (SL), head length (HL), least depth of caudal peduncle (HCPD), length of caudal peduncle (LCPD), eye diameter (ED), caudal fin length (CFL), caudal fin length up (CFL up), caudal fin length bottom (CFL bottom), length of maxillary barbels (LMB) and length of snout barbels (LSB).

Keyword: Morphological characters, Cyprinidae, *P. binotatus*

## DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR .....	V
ABSTRAK .....	Vii
ABSTRACT .....	Viii
DAFTAR ISI .....	Ix
DAFTAR TABEL .....	Xi
DAFTAR GAMBAR .....	Xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	Xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Puntius binotatus</i> (Valenciennes, 1842) .....	5
2.2 Karakter-Karakter Morfologi .....	7
<b>III. PELAKSANAAN PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat/ Lokasi dan Waktu Penelitian .....	9
3.2 Metode Penelitian .....	10
3.3 Alat dan Bahan .....	10
3.4 Prosedur Kerja .....	11
3.4.1 Koleksi dan Pengawetan Sampel di Lapangan .....	11
3.4.2 Identifikasi Spesies .....	11

3.4.3 Pengamatan Morfologi .....	12
3.5 Analisis Data .....	14
3.5.1 Uji Kruskall-Wallis .....	14
3.5.2 Uji Statistik Dua Arah dengan Mann-Whitney <i>U</i> .....	14
3.5.3 Analisis PCA (Principle Component Analysis) .....	15
3.5.4 Analisis Cluster UPGMA (Unweighted Pair Group Arimatic Average) .....	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Morfologi ikan <i>Puntius binotatus</i> dari beberapa Lokasi di Sumatera Barat .....	17
4.2 Analisis Morfologi Ikan <i>Puntius binotatus</i> Lokasi Barat dan Timur ....	23
4.3 Hubungan Kekerabatan Fenetik Ikan <i>Puntius binotatus</i> dari beberapa Lokasi di Sumatera Barat .....	26
V. KESIMPULAN	
DAFTAR PUSTAKA .....	31
LAMPIRAN .....	35
BIODATA	

## DAFTAR TABEL

Tabel		Hal
1.	Lokasi pengkoleksian ikan <i>P. binotatus</i> dari beberapa lokasi di Sumatera Barat .....	9
2.	Karakter-karakter yang berbeda signifikan hasil uji Kruskal-Wallis pada ikan <i>P. binotatus</i> dari beberapa lokasi di Sumatera Barat .....	19
3.	Disimilaritas pada ikan <i>P. binotatus</i> dari beberapa lokasi di Sumatera Barat .....	20

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Hal
1.	Pengukuran morfometri ikan .....	12
2.	Plot <i>Principle Component Analysis</i> (PCA) ikan <i>P. binotatus</i> dari beberapa lokasi di Sumatera Barat berdasarkan data morfologi .....	23
3.	Plot <i>Principle Component Analysis</i> (PCA) ikan <i>P. binotatus</i> lokasi barat dan timur Bukit Barisan .....	25
4.	Dendogram ikan <i>P. binotatus</i> dari beberapa lokasi di Sumatera Barat .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Peta Sumatera Barat dan lokasi penelitian .....	35
2. Foto hasil penelitian ikan <i>P. binotatus</i> beberapa lokasi di Sumatera Barat .....	36
3a. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum, minimum dan hasil analisis uji Kruskall-Wallis karakter morfologi ikan <i>P. binotatus</i> ..	37
3b. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum, minimum dan hasil analisis uji Kruskall-Wallis karakter morfologi ikan <i>P. binotatus</i> ..	38
4a. Hasil analisis uji Mann-Whitney <i>U</i> antar lokasi pada ikan <i>P. binotatus</i> .....	39
4b. Hasil analisis uji Mann-Whitney <i>U</i> antar lokasi pada ikan <i>P. binotatus</i> .....	40
5. Hasil analisis PCA karakter morfologi ikan <i>P. binotatus</i> dari beberapa lokasi di Sumatera Barat .....	41
6a. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum dan minimum ikan <i>P. binotatus</i> lokasi barat dan timur wilayah Sumatera Barat serta hasil uji Mann-Whitney <i>U</i> .....	42
6b. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum dan minimum ikan <i>P. binotatus</i> barat dan timur wilayah di Sumatera Barat serta hasil uji Mann-Whitney <i>U</i> .....	43
7. Hasil analisis PCA karakter morfologi ikan <i>P. binotatus</i> lokasi barat dan timur wilayah Sumatera Barat .....	44

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Genus *Puntius* termasuk anggota famili Cyprinidae dan sub famili Cyprininae yang ditandai dengan terdapatnya dua pasang sungut (Nelson, 1994). Menurut Kottelat, Whitten, Kartikasari dan Wirjoatmodjo (1993) karakteristik *Puntius* dapat dilihat pada sisik yang mempunyai proyeksi dari pusat ke pinggir yang terlihat seperti jari-jari pada roda, jari-jari yang ke arah samping tidak melengkung ke belakang dan tidak terdapat tonjolan keras.

Menurut Weber dan Beaufort (1916); Kottelat *et al.* (1993), *Puntius* merupakan spesies bervariasi yang terdistribusi di paparan Sunda, Bali, Lombok, Philipina dan Indochina. Futuyama (1986) menyatakan bahwa variasi secara geografi dapat muncul diantara spesies dengan daerah distribusi yang luas. Umumnya, semakin jauh jarak antar lokasi, semakin besar perbedaan karakter morfologinya (fenotip). Whitten, Damanik, Anwar dan Hisyam (1987) melaporkan bahwa di Sumatera terdapat 26 daerah zoogeografi dengan batas geografi berupa gunung, sungai dan selat. Hal ini memungkinkan terbentuknya variasi spesies secara geografi.

Variasi morfologi diantara spesies dapat terjadi dengan adanya perbedaan lingkungan. Shaklee dan Tamaru (1981) menyatakan bahwa ikan bertulang sejati (Osteichthyes) pada daerah geografi yang berbeda menunjukkan adanya variasi karakter morfologi. Dijelaskan oleh Brown dan Gibson (1983), bahwa setiap spesies dapat mempunyai variasi tertentu yang dikontrol oleh kondisi fisik lingkungannya. Faktor fisik yang mengontrol variasi suatu spesies ikan dan hewan akuatik lain,

diantaranya suhu air, pH, salinitas, unsur hara, kecerahan, arus, ketinggian tempat (altitude) dan lain-lain. Menurut McGlade dan Boulding (1985), variasi morfologi yang ada diantara lokasi, baik secara morfometri maupun meristik dapat dipertimbangkan sebagai indikator perbedaan genetik antar spesies, strain dan jenis kelamin.

Morfometri merupakan salah satu cara untuk mengetahui variasi dari suatu spesies dengan melakukan pengamatan terhadap karakter morfologi secara umum. Menurut Munshi dan Dutta (1996), data morfometri dapat memberikan gambaran untuk menjelaskan perbedaan dan persamaan spesies antar lokasi karena setiap karakter yang diamati umumnya merupakan ekspresi dari gen yang berinteraksi dengan lingkungan.

Penelitian mengenai variasi karakter morfologi *Puntius* telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Roberts (1989) melaporkan bahwa terdapat perbedaan karakter morfologi pada jenis *Puntius* Hamilton 1822 dibagian Timur Laut Thailand yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, arus dan ketinggian. Rainboth (1996a; b) melakukan identifikasi terhadap sembilan jenis *Puntius* Hamilton 1822 berdasarkan pada karakter morfologinya. Karakter morfologi yang dianalisis adalah panjang batang ekor (CPL), tinggi batang ekor (CPD), diameter mata (ED), sirip dasar dada, sirip dasar perut (PBVD) dan lain-lain. Dari hasil analisis karakter morfologi yang diuji, disimpulkan bahwa tidak terdapatnya perbedaan yang signifikan pada sembilan jenis *Puntius* Hamilton 1822. Haryono (2001) melaporkan bahwa *Puntius lateristiga* di daerah Sekundur dan Bahorok dengan daerah Lampung dan Singkep mempunyai perbedaan morfologi yang jelas pada panjang sirip dada,

panjang sebelum sirip dorsal, panjang sebelum sirip dubur, panjang sungut rahang atas dan diameter mata. Dari studi molekuler dengan menggunakan bagian gen *sitokrom b*, Roesma (2011) menyatakan adanya variasi genetik antar populasi *P. binotatus* di Sumatera Barat dan menyarankan penelitian lanjutan untuk mengkaji apakah variasi genetik juga diikuti oleh variasi morfologi.

Sumatera Barat merupakan bagian dari pulau Sumatera, secara geografis terdiri atas dua bagian yaitu wilayah pegunungan dan wilayah dataran rendah atau kawasan pantai. Ketinggian wilayah Sumatera Barat sangat bervariasi mulai dari 0 hingga 3000 meter di atas permukaan laut. Luas dataran rendah dengan ketinggian 0 hingga 500 meter sekitar 45%, dataran menengah 500 hingga 1000 meter sekitar 32% dan dataran tinggi dengan ketinggian lebih 1000 meter sekitar 23% dari luas wilayah. Dataran tinggi terdiri dari lembah-lembah pegunungan yang merupakan bagian dari gugusan Bukit Barisan yang membelah pulau Sumatera (Setda Sumbar, 2008). Kondisi geografi ini sangat memungkinkan untuk terjadinya perbedaan-perbedaan ikan (*P. binotatus*) yang tersebar di wilayah Sumatera Barat.

Berdasarkan beberapa landasan substansial yang telah dikemukakan sebelumnya, maka merupakan suatu hal yang penting dan menarik untuk melakukan penelitian tentang analisis morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. Kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar penjelasan mengenai diversitas genetik khususnya *P. binotatus* di Sumatera Barat.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimanakah variasi morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat?
2. Karakter morfologi apa saja yang memperlihatkan variasi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui apakah terdapat variasi morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat.
2. Mengetahui karakter morfologi yang memperlihatkan variasi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari kajian ini adalah dapat menjadi dasar penjelasan mengenai diversitas genetik khususnya *P. binotatus* di Sumatera Barat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842)

Ikan merupakan kelompok terbesar diantara vertebrata dan terdiri dari berbagai macam spesies. Menurut Nelson (1994); Lagler dan Bardach (1997), spesies ikan berjumlah sekitar 25.988 spesies yang terdiri dari 483 famili dan 57 ordo. Spesies ikan ini sebagian besar tersebar di perairan laut yaitu sekitar 58% (13.630 spesies) dan 42% (9.870 spesies) di air tawar.

Famili Cyprinidae merupakan salah satu famili ikan dengan spesies yang paling banyak ditemukan di perairan tawar (Kottelat *et al.*, 1993; Boschung dan Mayden, 2006). Spesies dalam famili Cyprinidae dibedakan menurut gigi yang terdapat dibagian atas tenggorokan yang berfungsi sebagai gigi pengunyah. Ukuran tubuh famili Cyprinidae bervariasi, berkisar dari 7,9 mm sampai dengan 3 m, dengan tipe sisik stenoid (Smith, 1945). Salah satu genus dari famili Cyprinidae yaitu *Puntius* yang distribusinya paling luas di paparan Sunda, Bali, Lombok, Philipina dan Indochina. Genus *Puntius* mempunyai panjang tubuh dari 50 mm sampai dengan 200 mm (Weber dan Beaufort, 1916).

Genus *Puntius* di perairan Indonesia terdiri dari 19 jenis, diantaranya yaitu *P. tetrazona*, *P. sealei*, *P. rhomboocellatus*, *P. pentazona*, *P. orphoides*, *P. oligolepis*, *P. microps*, *P. lineatus*, *P. lateristiga*, *P. johorensis*, *P. foerschi*, *P. everetti*, *P. eugrammus*, *P. endecenalisis*, *P. dorsimaculatus*, *P. brevis*, *P. binotatus*, *P. apha* dan *P. anchisporus* (Kottelat *et al.*, 1993). Menurut Muchlisin dan Azizah (2009), dari 19 jenis *Puntius* di perairan Indonesia tujuh diantaranya banyak ditemukan di Sumatera

Barat, yaitu *P. pentazona*, *P. lineatus*, *P. lateristiga*, *P. johorensis*, *P. evereti*, *P. binotatus* dan *P. anchiporus*. *P. binotatus* merupakan salah satu spesies ikan yang habitatnya lebih dominan di hulu sungai dan danau. Spesies tersebut banyak ditemukan pada perairan yang jernih, aliran deras, substrat berbatu atau berpasir dan berlumpur (Rahmatika, 2004).

*P. binotatus* merupakan ikan asli perairan Sumatera, Jawa dan Kalimantan. *P. binotatus* hidup di perairan tawar yang berada pada ketinggian 0 hingga 2000 mdpl (Rainboth, 1996c). Secara taksonomi, spesies ini termasuk ke dalam :

- Kingdom : Animalia
- Filum : Chordata
- Kelas : Actinopterygi
- Ordo : Cypriniformes
- Famili : Cyprinidae
- Sub Famili : Cyprininae
- Genus : *Puntius*
- Spesies : *P. binotatus* (Valenciennes, 1842)
- Vern Name : Ikan Kapareh/ ikan Taweh

*P. binotatus* memiliki karakter berupa tubuh yang licin, mempunyai empat sungut, gurat sisi sempurna, jari-jari terakhir sirip dorsal mengeras dan bergerigi, 4 ½ sisik antara gurat sisi dan awal sirip dorsal, bintik hitam pada bagian depan sirip dorsal dan bagian tengah batang ekor, ikan muda dan dewasa memiliki 2 hingga 4 titik atau lonjong di tengah badan (Kottelat *et al.*, 1993).

## 2.2 Karakter-Karakter Morfologi

Morfologi dapat didefinisikan sebagai metode yang karakter-karakter morfometrinya dideskripsikan melalui pengukuran, penghitungan atau pemberian skor. Pengukuran keragaman genetik dapat dilakukan berdasarkan karakter fenotip dan karakter genotip. Studi keragaman genetik berdasarkan fenotip dapat dilakukan dengan pengamatan karakter morfologi yang meliputi karakter morfometri dan meristik (Nuryadi, Arifin dan Mulyasari, 2008).

Karakter morfometri merupakan ukuran bagian-bagian tertentu dari struktur tubuh ikan (measuring methods). Karakter morfometri yang digunakan untuk mengukur struktur tubuh ikan antara lain panjang total, tinggi dan lebar badan, tinggi dan panjang sirip, diameter mata dan lain-lain (Gambar 1) (Hubbs dan Lagler, 1958; Parin, 1999). Pengukuran karakter morfometri digunakan untuk melihat kekerabatan suatu spesies, untuk mengetahui variasi dan diferensiasi spesies serta untuk identifikasi suatu spesies (Bookstein, 1982; Munshi dan Dutta, 1996). Haryono (2001), melakukan pengukuran terhadap 22 karakter morfometri *P. lateristiga*. Karakter morfometri yang diukur yaitu panjang total, panjang standar, panjang kepala, panjang sebelum sirip dorsal dan lain-lain (Gambar 1).

Karakter meristik berbeda dengan karakter morfometri yang menekankan pada pengukuran bagian-bagian tertentu tubuh ikan, karakter meristik berkaitan dengan penghitungan jumlah bagian-bagian tubuh ikan (counting methods) (Hubbs dan Lagler, 1958; Parin, 1999). Karakter meristik yang digunakan dalam pengamatan meristik tubuh ikan adalah jumlah sisik pada gurat sisi (*Linea lateralis*), jumlah sisik sebelum sirip dorsal, jumlah sisik melingkar pada batang ekor, jumlah jari-jari keras

dan lunak pada sirip dorsal (D), anal (A) dan ventral (V) (Gambar 1). Jumlah jari-jari keras untuk masing-masing sisik ditulis dalam angka Romawi setelah kode sirip (D, A dan V) dan jari-jari lunak ditulis dalam angka Arab (Affandi, Djadja, Rahardjo dan Sulistiono, 1997). Hitungan sirip ikan (Fin counts) mengikuti rumus: DXVI-XVIII, 8-10; AVIII-XI, 9-11 dan V14-15 (Talwar dan Jhingran, 1991). Menurut Kottelat *et al.* (1993) rumus siripnya DXV-XIX, 7-9 dan AIX-XI, 8-12.

Variasi dan diferensiasi karakter spesies yang muncul karena berbagai mekanisme spesifik dapat diamati dengan beberapa pendekatan dan salah satunya adalah melalui studi fenetik. Analisis fenetik menitik beratkan kepada aspek karakter fenotip spesies yang merupakan hasil dari interaksi antara faktor genotip dan lingkungan (Klingenberg dan Ekau, 1996). Hasil analisis dapat mendeskripsikan ada atau tidaknya variasi dan diferensiasi spesies berdasarkan karakter morfologi. Hasil analisis ini selanjutnya dapat digabungkan dengan data molekuler sehingga dapat menjelaskan ada atau tidaknya plastisitas, radiasi adaptif dan kekerabatan antar spesies (Hillis, Hillis dan Wiens, 2000).

### III. PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 3.1 Tempat/ Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2012. Sampel (*Puntius binotatus*) yang digunakan adalah sampel yang telah dikoleksi sebelumnya oleh Roesma (2006) dan dilanjutkan oleh peneliti pada tahun 2012. Sampel yang digunakan berasal dari beberapa daerah di Sumatera Barat, antara lain: Salibutan, Batang Kuranji, Sungai Asam, Danau Maninjau, Batang Gumanti dan Batang Sinamar. Lokasi dari pengambilan sampel sudah mewakili wilayah barat dan timur Sumatera Barat. Pengukuran sampel dilakukan di Laboratorium Riset Genetika Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, Padang.

Tabel 1. Lokasi pengkoleksian ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat

No	Lokasi	Posisi Geografis	Ketinggian
1	Salibutan, Sikabur	00°47'00,0''S, 100°21'00,0''E	250 m dpl
2	Batang Kuranji, Pauh	00°55'37,5''S, 100°25'47,5''E	120 m dpl
3	Lubuk Sao, Maninjau	00°18'34,8''S, 100°07'03'' E	247 m dpl
4	Sungai Asam, Sicincin	00°34'42,1''S, 100°16'50,3''E	76 m dpl
5	Batang Gumanti, Taratak Galundi	01°04'28,0''S, 100°46'47,4''E	1513 m dpl
6	Batang Sinamar	01°39'00,3''S, 100°38'00,8'' E	510 m dpl



### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan koleksi langsung di lapangan. Pengamatan karakter morfologi mengacu pada metode Hubbs dan Lagler (1958); Mohsin dan Ambak (1983); Inger dan Chin (1962). Data hasil pengamatan karakter morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat dianalisis dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. Selanjutnya, dilakukan analisis antar dua lokasi *P. binotatus* dengan uji Mann-Whitney *U* menggunakan program SPSS ver.19 (Sprent,1989). Analisis komponen utama (PCA) untuk mengetahui pola penyebaran ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat yang dilakukan dengan program MVSP 3.1 dan analisis UPGMA untuk mengetahui jarak euclidian dilakukan dengan program NTSYS ver.2.0.2i (Soakal, 1961, *cit.* Rohlf, 2001).

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set alat sentrum (electrofishing), jaring, kotak plastik, GPS (Global Positioning System), kamera digital, kaliper digital Mitutoyo Absolute dengan ketelitian 0,01 mm, pinset, mikroskop binokuler, ember, masker, sarung tangan, kaca pembesar, gelas ukur, kertas label, spidol permanen, tissue gulung, kantong plastik, tali rafia, benang, alat tulis dan satu set komputer yang dilengkapi dengan program SPSS ver 19, MVSP 3.1 dan NTSYSpc 2.02i. Bahan yang digunakan adalah larutan formalin 4% dan alkohol 70%.

### 3.4 Prosedur Kerja

#### 3.4.1 Koleksi dan Pengawetan Sampel di Lapangan

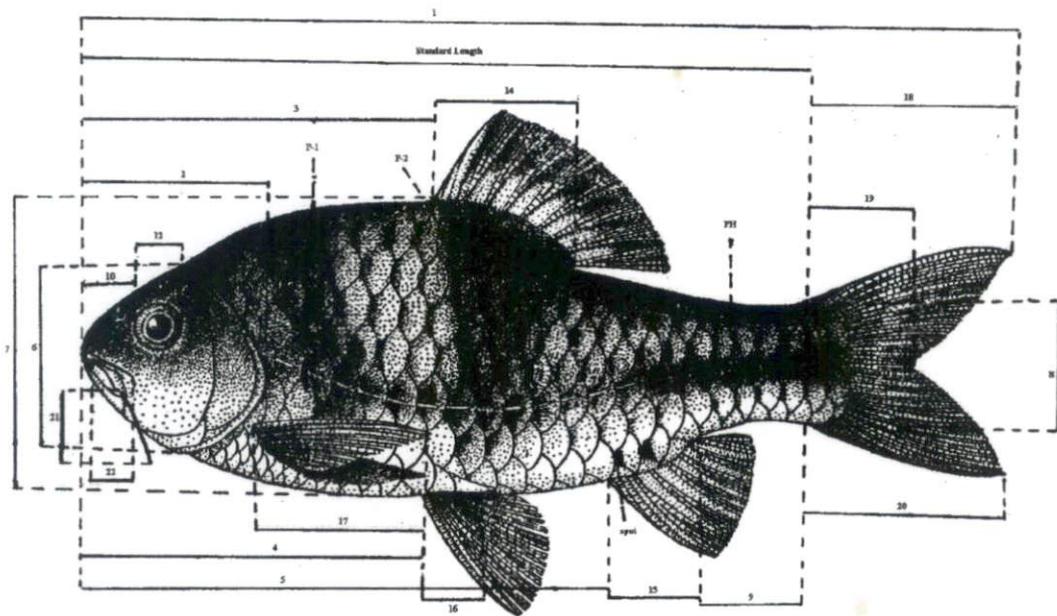
Pengoleksian sampel ikan dilakukan dengan menggunakan alat tangkap (jaring, alat sentrum) yang sesuai dengan kondisi lokasi pengkoleksian. Seluruh sampel yang diperoleh kemudian dicatat ciri-ciri spesifiknya seperti warna tubuh, warna sirip dan karakter lain yang diduga akan hilang atau berubah jika diawetkan lalu beberapa sampel difoto dengan kamera digital. Setiap sampel diberi label berupa kode sampel. Seluruh sampel ikan selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak plastik yang telah diisi larutan formalin 4%, dengan mengatur posisi tubuh dan sirip-siripnya. Kemudian dibawa ke laboratorium dan dipindahkan kedalam alkohol 70% (Suhardjono, 1999).

#### 3.4.2 Identifikasi Spesies

Identifikasi sampel dari lokasi pengkoleksian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan kunci identifikasi dari Weber dan Beaufort (1916); Saanin (1984) dan Kottelat *et al.* (1993). Karakter warna diidentifikasi berdasarkan foto sampel sedangkan pengamatan karakter morfometri dan meristik dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dan kaliper digital.

### 3.4.3 Pengamatan Morfologi

Sampel dari dalam alkohol 70% dikeluarkan dan dicuci dengan air mengalir. Setelah sampel dikeringkan diletakkan diatas bak bedah lalu dilakukan pengamatan terhadap 32 karakter morfologi seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran Morfometri Ikan (sumber: Hubbs dan Lagler, 1958)

Keterangan:

Pengukuran karakter Morfologi:

Karakter Morfometri :

1. Panjang total (PT)  
Standard length/ panjang standar (PS)
2. Panjang kepala (PK)
3. Panjang sebelum sirip dorsal (PsSD)
4. Panjang sebelum sirip pelvik (PsSPE)
5. Panjang sebelum sirip anal (PsSA)
6. Tinggi kepala (TK)
7. Tinggi badan (TB)

8. Tinggi batang ekor (TBE)
9. Panjang batang ekor (PBE)
10. Panjang moncong (PM)
11. Lebar badan (LB)
12. Diameter mata (DM)
13. Jarak dua mata (JDM)
14. Panjang dasar sirip dorsal (PDSD)
15. Panjang dasar sirip anal (PDSA)
16. Panjang dasar sirip pelvik (PDSPe)
17. Panjang sirip pektoral (PSP)
18. Panjang sirip ekor bagian atas (PSEBA)
19. Panjang sirip ekor bagian tengah (PSEBT)
20. Panjang sirip ekor bagian bawah (PSEBB)
21. Panjang sungut rahang atas (PSuRA)
22. Panjang sungut moncong (PSuM)

Karakter Meristik :

1. Jumlah sisik sebelum sirip dorsal (PreD)
2. Jumlah sisik sepanjang gurat sisi (LL)
3. Jumlah sisik awal sirip dorsal (AD)
4. Jumlah sisik awal sirip pelvik (APe)
5. Jumlah sisik melingkar pada batang ekor (BTE)
6. Jumlah jari-jari bercabang pada sirip dorsal (D)
7. Jumlah jari-jari bercabang pada sirip pelvik (Pe)
8. Jumlah jari-jari bercabang pada sirip pektoral (P)
9. Jumlah jari-jari bercabang pada sirip anal (A)

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis dilakukan untuk mengidentifikasi karakter-karakter apa saja yang memperlihatkan variasi secara signifikan dari keseluruhan lokasi yang dibandingkan (perbandingan lokasi secara multivariat). Data yang dianalisis pada uji Kruskal-Wallis berupa data morfometri yang telah dibandingkan dengan panjang standar dan ditransformasikan dengan  $\text{Log}_{10}$ . Selanjutnya data diolah dengan menggunakan program SPSS ver.19.

Persamaan yang digunakan untuk uji Kruskal-Wallis (Sprent, 1989) adalah:

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

yang mana: H : nilai uji Kruskal-Wallis

n : jumlah sampel

R : jumlah range dari seluruh kelompok data

#### 3.5.2 Uji Statistik Dua Arah dengan Mann-Whitney $U$

Uji dua arah dengan Mann-Whitney  $U$  ini dimaksudkan untuk mengetahui variasi morfologi antar dua lokasi yang berbeda (satu lokasi dengan lokasi lainnya) dari ikan *P. binotatus* yang ditemukan di beberapa lokasi di Sumatera Barat. Data yang dianalisis pada uji Mann-Whitney  $U$  berupa data morfometri yang telah dibandingkan dengan panjang standar dan ditransformasikan dengan  $\text{Log}_{10}$ . Selanjutnya data diolah dengan menggunakan program SPSS ver.19.

Persamaan untuk menentukan nilai  $U$  (Sprent, 1989) adalah sebagai berikut:

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

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

- yang mana:  $U_A$  : nilai  $U$  untuk populasi A  
 $n_a$  : jumlah anggota populasi a  
 $R$  : jumlah nilai peringkat populasi  
 $U_B$  : nilai  $U$  untuk populasi B  
 $n_b$  : jumlah anggota populasi b

### 3.5.3 Analisis PCA (Principle Component Analysis)

Analisis dengan PCA dilakukan untuk mengetahui pola penyebaran ikan *P. binotatus* beberapa lokasi di Sumatera Barat. Data dianalisis dengan PCA berupa data morfometri yang telah dibandingkan dengan panjang standar dan ditransformasikan dengan  $\text{Log}_{10}$ . Selanjutnya data diolah dengan menggunakan program MVSP 3.1 untuk memperoleh plot ordinasasi PCA.

Persamaan yang dipakai dalam analisis PCA (Soakal, 1961 *cit.* Rohlf, 2001) adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} a_{1.1} & a_{1.2} \\ a_{2.1} & a_{2.2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

yang mana:  $a_{11} \dots a_{22}$ : merupakan matrik data

$x$  : faktor transformasi pada sumbu X

$y$  : faktor transformasi pada sumbu Y

$\lambda$  : eigenvalue (nilai eigen)

### 3.5.4 Analisis Cluster UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average)

Data hasil morfometri ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat dianalisis untuk mendapatkan dendrogram. Prosedur analisis menggunakan metode taksimetri dengan tahapan sebagai berikut: Penetapan Satuan Taksonomi Operasional (STO) untuk analisis morfometri, STOnya berupa karakter morfometri ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. Seleksi karakter yaitu penentuan unit-unit karakter yang diukur meliputi karakter morfometri spesies. Semua data morfometri dibandingkan dengan parameter panjang standar (PS) lalu ditransformasikan dengan  $\text{Log}_{10}$  untuk memperoleh data dengan distribusi normal. Penentuan jarak euclidian dan *output* berupa dendrogram dilakukan dengan metode UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average) menggunakan program NTSYSpc Ver.2.0.2i.

Jarak taksonomi dari beberapa lokasi dihitung dengan menggunakan rumus jarak euclidian yang dikemukakan oleh (Soakal, 1961 *cit.* Rohlf, 2001) sebagai berikut:

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

yang mana:  $\Delta Jk$  : jarak euclidian

$x_{ij} - x_{ik}$  : selisih nilai untuk n karakter

$n$  : jumlah karakter

Selanjutnya dibuat dendrogram yang menggambarkan hubungan kekerabatan antar lokasi ikan *P. binotatus* di Sumatera Barat yang didapatkan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Analisis Morfologi ikan *Puntius binotatus* dari beberapa Lokasi di Sumatera Barat

Hasil analisis uji Kruskal-Wallis (Tabel 2) ikan *P. binotatus* dilakukan untuk mengidentifikasi karakter-karakter yang bervariasi secara signifikan, dari 32 karakter morfologi yang dianalisis diketahui ada 28 karakter morfologi yang bervariasi. Karakter-karakter tersebut terdiri atas 19 karakter morfometri yaitu panjang standar (PS), panjang kepala (PK), panjang sebelum sirip dorsal (PsSD), panjang sebelum sirip pelvik (PsSPE), panjang sebelum sirip anal (PsSA), tinggi badan (TB), tinggi batang ekor (TBE), panjang batang ekor (PBE), lebar badan (LB), diameter mata (DM), jarak dua mata (JDM), panjang dasar sirip anal (PDSA), panjang dasar sirip pelvik (PDSPe), panjang sirip pectoral (PSP), panjang sirip ekor bagian atas (PSEBA), panjang sirip ekor bagian tengah (PSEBT), panjang sirip ekor bagian bawah (PSEBB), panjang sungut rahang atas (PSuRA) dan panjang sungut moncong (PSuM). Selanjutnya sembilan karakter meristik yang memperlihatkan variasi secara signifikan yaitu jumlah sisik sebelum sirip dorsal (PreD), jumlah sisik sepanjang gurat sisi (LL), jumlah sisik awal sirip dorsal (AD), jumlah sisik awal sirip pelvik (APe), jumlah sisik melingkar pada batang ekor (BTE), jumlah jari-jari bercabang pada sirip dorsal (D), jumlah jari-jari bercabang pada sirip pelvik (Pe), jumlah jari-jari bercabang pada sirip pectoral (P) dan jumlah jari-jari bercabang pada sirip anal (A).

Banyaknya karakter-karakter morfologi yang memperlihatkan perbedaan-perbedaan yang signifikan, menandakan bahwa terdapat variasi morfologi yang relatif tinggi pada ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. Dinyatakan oleh Mayr (1977) bahwa perubahan secara morfologi maupun genetik merupakan suatu mekanisme yang dapat terjadi karena adanya faktor eksternal seperti perbedaan geografis dan perbedaan lingkungan. Hewit (2004) menyimpulkan bahwa jika terdapat keterbatasan dalam aliran gen antar spesies pada beberapa lokasi, maka akan dapat terjadi pula perbedaan genetik antar spesies pada beberapa lokasi. Sedangkan menurut Naesje, Vuorinen dan Sundlund (2004); Poulet, Royjol, Collior dan Lok (2005) variasi fenotip dapat terjadi tanpa adanya perubahan struktur genetik melainkan oleh adanya tekanan dari kondisi ekologi, seperti isolasi geografis dan faktor lingkungan. Dengan demikian variasi morfologi yang tampak pada ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat dapat saja terjadi karena beberapa faktor seperti perbedaan genetik, perbedaan lingkungan eksternal atau akibat interaksi kedua faktor tersebut.

Tabel 2. Karakter-karakter yang berbeda signifikan hasil uji Kruskal-Wallis pada ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat

Semua Lokasi (N = 6)			
Karakter	X <sup>2</sup>	df	P
PT	9,704	5	0,084 ns
PS	<b>52,274</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
PK	<b>14,794</b>	<b>5</b>	<b>0,011*</b>
PsSD	<b>22,331</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
PsSPe	<b>15,328</b>	<b>5</b>	<b>0,009*</b>
PsSA	<b>16,875</b>	<b>5</b>	<b>0,005*</b>
TK	8,140	5	0,149 ns
TB	<b>61,014</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
TBE	<b>23,736</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
PBE	<b>13,381</b>	<b>5</b>	<b>0,020*</b>
PM	10,327	5	0,066 ns
LB	<b>53,259</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
DM	<b>29,740</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
JDM	<b>12,393</b>	<b>5</b>	<b>0,030*</b>
PDS	9,833	5	0,080 ns
PDSA	<b>13,721</b>	<b>5</b>	<b>0,017*</b>
PDSPe	<b>13,772</b>	<b>5</b>	<b>0,017*</b>
PSP	<b>18,616</b>	<b>5</b>	<b>0,002*</b>
PSEBA	<b>13,854</b>	<b>5</b>	<b>0,017*</b>
PSEBT	<b>16,098</b>	<b>5</b>	<b>0,007*</b>
PSEBB	<b>13,202</b>	<b>5</b>	<b>0,022*</b>
PsuRA	<b>63,224</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
PsuM	<b>31,980</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
PreD	<b>44,318</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
LL	<b>33,159</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
AD	<b>48,726</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
APe	<b>45,047</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
BTE	<b>35,114</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
D	<b>23,056</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
Pe	<b>33,759</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
P	<b>48,907</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>
A	<b>30,016</b>	<b>5</b>	<b>0,000*</b>

Keterangan : P signifikan  $\leq 0,005$ ; N : jumlah lokasi; ns : non signifikan pada uji Kruskal-Wallis; \* : signifikansi dari uji, keterangan untuk masing-masing karakter dapat dilihat pada pengukuran karakter morfologi halaman 12 dan 13.

Tabel 3. Disimilaritas pada ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat

Populasi	Salibutan	Kuranji	S.Asam	Maninjau	Gumanti	Sinamar
	Disimilaritas					
Salibutan	-	-	-	-	-	-
Kuranji	34,38% (11)	-	-	-	-	-
S.Asam	53,13% (17)	40,63% (13)	-	-	-	-
Maninjau	28,13% (9)	25% (8)	9,38% (3)	-	-	-
Gumanti	50% (16)	40,63% (13)	43,75% (14)	21,88% (7)	-	-
Sinamar	65,63% (21)	68,75% (22)	53,13% (17)	46,88% (15)	62,5% (20)	-

Keterangan : (..) = jumlah karakter yang berbeda

Hasil pengamatan karakter morfologi antar dua lokasi ikan *P. binotatus* dengan menggunakan analisis uji Mann-Whitney *U* disajikan pada lampiran 4a dan lampiran 4b. Tingkat disimilaritas yang paling tinggi pada ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat didapatkan pada lokasi Batang Sinamar dan lokasi Batang Kuranji (Tabel 3) dengan nilai disimilaritas 68,75%, yang terdiri dari 22 karakter yaitu 13 karakter morfometri (PT, PS, PK, PsSD, TB, TBE, PBE, DM, JDM, PDSA, PSEBT, PsuRA dan PsuM) dan sembilan karakter meristik (PreD, LL, AD, APe, BTE, D, Pe, P dan A). Sedangkan tingkat disimilaritas yang paling rendah untuk semua lokasi pada ikan *P. binotatus* didapatkan pada lokasi Maninjau dan lokasi S.Asam (Tabel 3) dengan nilai disimilaritas 9,38%, yang terdiri dari tiga karakter morfometri (PBE, PSP dan PsuRA).

Nilai disimilaritas dari semua lokasi yang dianalisis, menyatakan bahwa berdasarkan ketinggian masing-masing lokasi, ikan *P. binotatus* di Sumatera Barat memiliki variasi karakter morfologi yang tinggi. Ikan *P. binotatus* yang berada di lokasi dataran tinggi (Batang Gumanti) memiliki tingkat disimilaritas yang tinggi dengan ikan *P. binotatus* yang berada pada lokasi dataran rendah (Salibutan, Batang Kuranji, S.Asam dan Maninjau), hal ini terjadi karena adanya perbedaan faktor

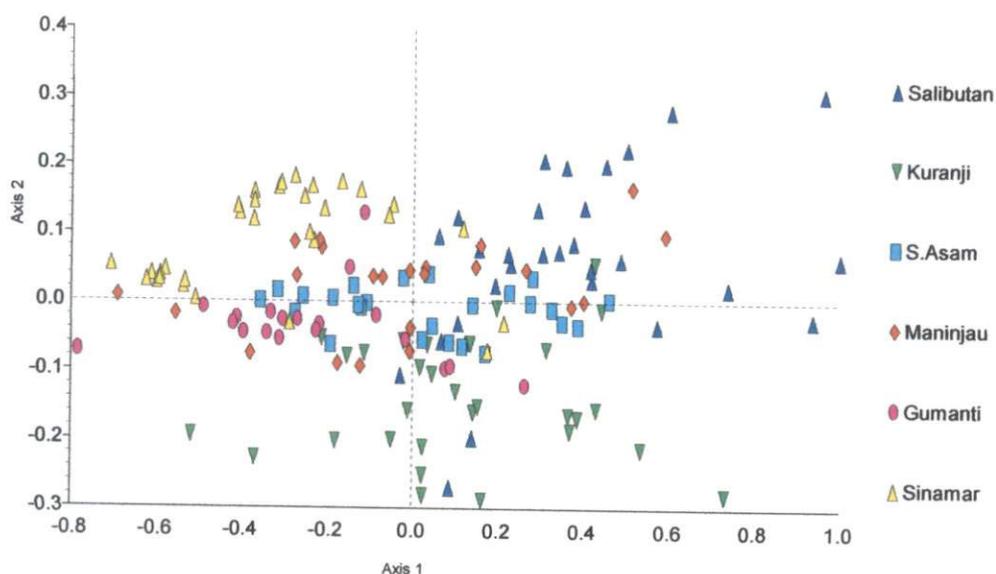
lingkungan seperti kuat arus dan ketinggian. Arus pada lokasi dataran tinggi lebih deras dari arus yang berada pada lokasi dataran rendah, sehingga ikan yang berada pada lokasi dataran tinggi memiliki variasi karakter morfologi terutama pada karakter tinggi batang ekor (TBE) dan panjang batang ekor (PBE). Kedua karakter morfometri ikan *P. binotatus* ini memiliki ukuran yang lebih tinggi dan panjang dari ikan *P. binotatus* yang berada pada lokasi dataran rendah. Dari penelitian serupa yang dilakukan oleh Oleifia (2012) pada ikan *Melanotaenia arfakensis* (Cyprinidae) disimpulkan bahwa ikan yang berada di lokasi dataran tinggi memiliki ukuran dan berat tubuh yang berbeda dengan ikan di lokasi dataran rendah, hal ini terjadi karena adanya perbedaan faktor lingkungan seperti kuat arus, kecerahan, pH dan lain-lain. Ikan yang berada di lokasi dataran tinggi dengan arus yang deras bergerak lebih aktif dibandingkan dengan ikan yang berada di lokasi dataran rendah dengan arus yang relatif lebih tenang. Kesimpulan tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan nilai disimilaritas pada ikan *P. binotatus* yang berasal dari lokasi dataran tinggi dan rendah dalam penelitian ini.

Pada plot PCA (Gambar 2) dapat diamati adanya kecenderungan pemisahan antar lokasi ikan *P. binotatus* meskipun ada beberapa yang bersetangkupan. Sejalan dengan hasil uji Kruskal-Wallis ikan *P. binotatus* dari semua lokasi, gambaran ini juga menunjukkan bahwa ikan *P. binotatus* pada semua lokasi memiliki variasi karakter morfologi yang tinggi. Dapat dilihat juga bahwa ada dua lokasi yang penyebaran individu-individunya berdekatan, yaitu lokasi S.Asam dan lokasi Maninjau. Hal ini mencerminkan bahwa terdapatnya tingkat kemiripan morfologi

yang tinggi pada kedua lokasi, meskipun bukan merupakan lokasi yang berdekatan secara geografis.

Berdasarkan hasil analisis PCA (Lampiran 5) ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat, diperoleh nilai eigen 1 (17,85) dan nilai eigen 2 (2,01). Nilai koefisien pada PCA 1 semuanya bertanda positif dan nilai koefisien pada PCA 2 bertanda positif dan negatif. Hasil analisis ini menunjukkan adanya variasi karakter morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. Menurut Doherty dan McCarthy (2004), nilai koefisien dari komponen yang semuanya bertanda positif atau semuanya negatif, menandakan adanya variasi ukuran dan nilai koefisien dari komponen yang bertanda positif dan negatif menandakan adanya variasi bentuk. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka dapat diartikan bahwa dalam penelitian ini 17,85 nilai eigen dari semua lokasi mengalami variasi ukuran dan 2,01 mengalami variasi bentuk. Secara keseluruhan variasi ukuran dan variasi bentuk inilah yang menyebabkan tampaknya variasi morfologi.

Karakter yang menunjukkan adanya variasi morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat ada lima karakter morfologi, diantaranya satu karakter morfometri yaitu panjang standar (PS) dan empat karakter meristik yaitu jumlah sisik sepanjang gurat sisi (LL), jumlah sisik awal sirip pelvik (APe), jumlah jari-jari bercabang sirip pektoral (P) dan jumlah jari-jari bercabang sirip anal (A). Karakter-karakter tersebutlah yang berkontribusi dalam pengelompokan antar lokasi.



Gambar 2. Plot *Principle Component Analisis* (PCA) ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat berdasarkan data morfologi.

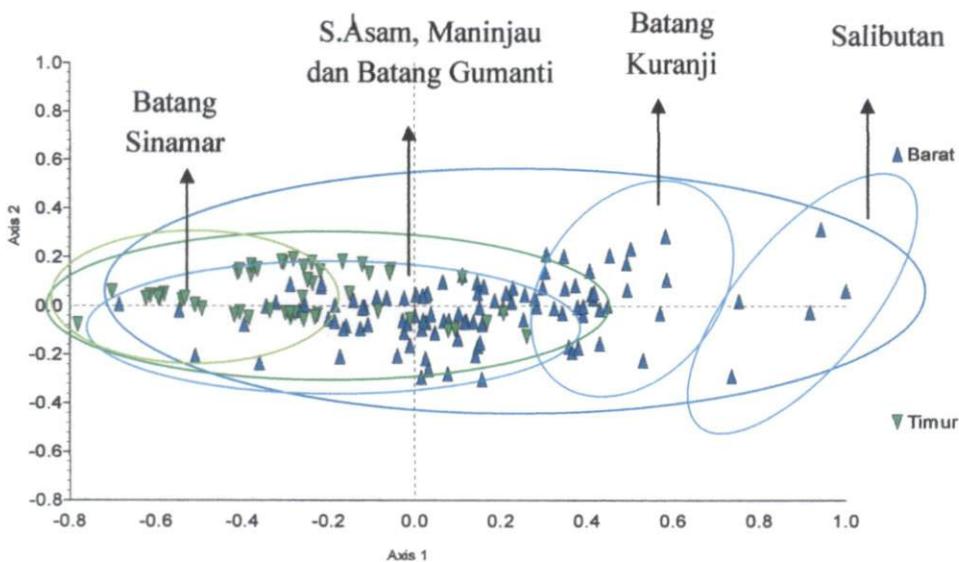
#### 4.2 Analisis Morfologi Ikan *Puntius binotatus* Lokasi Barat dan Timur

Hasil uji Mann-Whitney  $U$  dari beberapa lokasi yang dikelompokkan berdasarkan posisi geografis, memperlihatkan adanya variasi pada 17 karakter morfologi ikan *P. binotatus* (Lampiran 6a dan Lampiran 6b). Beberapa lokasi pengambilan ikan *P. binotatus* adalah Salibutan, Batang Kuranji, S.Asam dan Maninjau (barat), Batang Gumanti dan Batang Sinamar (timur). Dari 17 karakter morfologi yang bervariasi tersebut, terdapat delapan karakter morfometri dan sembilan karakter meristik. Delapan karakter morfometri yaitu panjang standar (PS), panjang kepala (PK), panjang sebelum sirip pelvik (PsSPe), tinggi batang ekor (TBE), diameter mata (DM), panjang sirip ekor bagian tengah (PSEBT), panjang sungut rahang atas (PSuRA) dan panjang sungut moncong (PSuM). Sembilan karakter meristik terdiri dari jumlah sisik sebelum sirip dorsal (PreD), jumlah sisik sepanjang gurat sisi (LL),

jumlah sisik awal sirip dorsal (AD), jumlah sisik awal sirip pelvik (APe), jumlah sisik melingkar pada batang ekor (BTE), jumlah jari-jari bercabang pada sirip dorsal (D), jumlah jari-jari bercabang pada sirip pelvik (Pe), jumlah jari-jari bercabang pada sirip pektoral (P) dan jumlah jari-jari bercabang pada sirip anal (A).

Dari hasil analisis PCA ikan *P. binotatus* (Lampiran 7) berdasarkan lokasi barat dan timur Bukit Barisan, diperoleh nilai eigen 1 sebesar 17,97 yang semuanya bertanda positif dan nilai eigen 2 sebesar 2,03 yang bertanda positif dan negatif. Hasil analisis PCA ini menyatakan adanya variasi ukuran dan bentuk pada ikan *P. binotatus* yang menimbulkan adanya variasi karakter morfologi. Karakter-karakter yang memperlihatkan adanya variasi morfologi pada ikan *P. binotatus* terdiri dari sembilan karakter morfologi. Diantaranya terdiri dari satu karakter morfometri yaitu panjang standar (PS) dan delapan karakter meristik yang meliputi jumlah sisik sepanjang gurat sisi (LL), jumlah sisik awal sirip dorsal (AD), jumlah sisik awal sirip pelvik (APe), jumlah sisik melingkar pada batang ekor (BTE), jumlah jari-jari bercabang sirip dorsal (D), jumlah jari-jari bercabang sirip pelvik (Pe), jumlah jari-jari bercabang sirip pektoral (P) dan jumlah jari-jari bercabang sirip anal (A). Dari penelitian serupa, Santoso (2008) menyimpulkan bahwa ikan *Hemibagrus velox* (Bagridae) yang berada pada lokasi allopatrik memiliki variasi karakter yang tinggi dibandingkan dengan lokasi simpatrik. Karakter yang memperlihatkan adanya variasi morfologi adalah panjang sungut, jarak antar sirip, panjang duri pektoral, panjang standar, panjang sirip adiposa dan tinggi kepala. Kesimpulan tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan variasi karakter morfologi yang tinggi pada ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat.

Plot PCA (Gambar 3) memperlihatkan bahwa ada kecenderungan pengelompokan meskipun juga terdapat kesetangkupan antara beberapa lokasi barat dan timur Bukit Barisan. Lokasi yang berada dalam kesetangkupan tersebut adalah lokasi S.Asam, Maninjau (barat) dan Batang Gumanti (timur). Dapat diamati juga adanya lokasi-lokasi yang terpisah satu dengan lainnya. Lokasi-lokasi tersebut adalah lokasi Batang Sinamar (timur), Salibutan dan Batang Kuranji (barat). Hasil ini sekaligus menggambarkan bahwa ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat, pegunungan Bukit Barisan tidak berperan penuh sebagai pembatas yang menyebabkan adanya variasi antar lokasi di bagian barat dan timur, tetapi pegunungan Bukit Barisan telah memberikan efek pada perbedaan geografi antar lokasi.

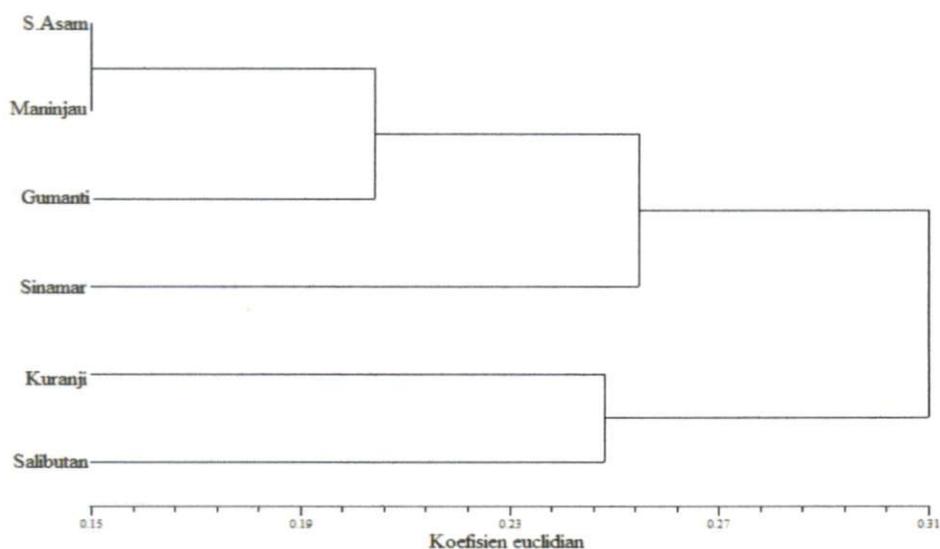


Gambar 3. Plot *Principle Component Analisis* (PCA) ikan *P. binotatus* lokasi barat dan timur Bukit Barisan.

Mendez, Soto, Correa, Veloso, Vergara, Sallaberry dan Iturra (2004) melaporkan bahwa jarak geografis dan faktor ekologis seperti ketinggian, suhu dan kemiringan memegang peranan penting pada proses variasi dari suatu individu. Jarak geografis yang terpisah cukup jauh dan memiliki perbedaan ekologis yang ekstrim akan menimbulkan perbedaan karakter yang tinggi pada suatu individu. Tekanan lingkungan sangat mempengaruhi ekspresi gen sehingga memunculkan fenotip yang berbeda, jika proses ini terjadi dalam waktu yang lama memungkinkan terjadinya perubahan genetik ke arah spesiasi.

#### 4.3 Hubungan Kekerbatan Fenetik Ikan *Puntius binotatus* dari beberapa Lokasi di Sumatera Barat

Analisis UPGMA menghasilkan dendrogram (Gambar 4) yang memberikan informasi hubungan kekerabatan fenetik ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat.



Gambar 4. Dendrogram ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat.

Dendogram (Gambar 4) menampilkan hasil analisis kekerabatan fenetik ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. Dendogram tersebut terdiri dari dua kluster utama, kluster pertama terdiri atas lokasi S.Asam, Maninjau, Batang Gumanti dan Batang Sinamar. Kluster kedua terdiri atas lokasi Batang Kuranji dan Salibutan. Dapat dilihat bahwa lokasi S.Asam dengan lokasi Maninjau memiliki kekerabatan fenetik yang sangat dekat. Hasil ini juga didukung oleh hasil uji Mann-Whitney  $U$  (Tabel 3), yang menyatakan bahwa nilai disimilaritas antara lokasi S.Asam dan lokasi Maninjau merupakan nilai yang terendah, hanya ada tiga karakter (9,38%) yang berbeda secara signifikan. Dendogram ini secara tegas juga menyatakan bahwa pemisahan kluster tidaklah berdasarkan perbedaan lokasi barat dan timur Bukit Barisan, melainkan lebih kepada posisi geografisnya yang pada akhirnya akan sangat menentukan faktor ekologis.

Hasil analisis cluster UPGMA, PCA dan uji Mann-Whitney  $U$  ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat membuktikan bahwa terdapat perbedaan karakter morfologi antara lokasi dataran tinggi, menengah dan rendah. Dari hasil penelitian terlihat bahwa sampel dari lokasi dataran menengah dan tinggi (Batang Sinamar dan Batang Gumanti) memiliki ukuran tubuh yang lebih ramping dan kecil dari lokasi dataran rendah (Salibutan, Batang Kuranji, S.Asam dan Maninjau) (Lampiran 3a dan Lampiran 3b). Karakter-karakter morfologi yang memperlihatkan ukuran tubuh ikan *P. binotatus* lebih ramping dan kecil adalah panjang standar (PS), tinggi badan (TB), tinggi batang ekor (TBE), panjang batang ekor (PBE), lebar badan (LB), panjang dasar sirip dorsal (PDSD), panjang sirip ekor bagian atas (PSEBA) dan panjang sirip ekor bagian bawah (PSEBB).

Menurut De Silva *et al.* (2006) *P. bimaculatus* di Sri Lanka yang ditemukan di sungai daerah perbukitan dengan arus yang deras dan teraerasi dengan baik mempunyai bentuk tubuh yang memanjang dengan sirip ekor yang lebih panjang dan kepala yang lebih pendek. Sirip ekor yang lebih panjang mengakibatkan tubuhnya menjadi lebih fusiform dan ikan-ikan tersebut dapat bertahan di air yang deras. Samaee *et al.* (2006); Krabbenhoft *et al.* (2009) melaporkan bahwa faktor-faktor lingkungan yang lain juga mendasari perubahan morfologi seperti kejernihan air, arus dan kedalaman air, ketersediaan makanan dan kompleksitas fisik. Disimpulkan bahwa ikan *P. binotatus* dengan bentuk tubuh yang ramping dan kecil merupakan ikan di air yang berarus deras.

Berdasarkan hasil semua analisis yang dilakukan, disimpulkan bahwa terdapat variasi morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian aspek genetik yang telah dilakukan oleh Roesma (2011) yang menyatakan bahwa sampel *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat telah memberikan suatu gambaran adanya kompleksitas dengan diperolehnya perbedaan sekuen gen *sitokrom b* DNA mitokondria yang sekaligus menyatakan adanya variasi genetik yang cukup bermakna. Menurut Weber dan Beaufort (1916); Kottelat *et al.* (1993), *P. binotatus* merupakan spesies yang sangat bervariasi.

Menurut Stiassny dan Meyer (1999), perbedaan yang mendasar baik secara morfologi maupun genetik merupakan suatu mekanisme yang dapat diinduksi oleh adanya faktor eksternal seperti isolasi geografis, perbedaan faktor lingkungan selama ontogeni, keberadaan predator dan keterbatasan makanan. Selanjutnya Goldstein dan

Meador (2004) menyatakan bahwa perbedaan secara statistik pada morfologi sejalan dengan perbedaan-perbedaan ekologis.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis morfologi ikan *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada Ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat dapat diamati adanya variasi morfologi.
2. Karakter-karakter yang memperlihatkan variasi morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat adalah panjang standar (PS), panjang kepala (PK), tinggi batang ekor (TBE), panjang batang ekor (PBE), diameter mata (DM), panjang dasar sirip anal (PDSA), panjang sirip ekor bagian atas (PSEBA) dan panjang sirip ekor bagian bawah (PSEBB), panjang sungut rahang atas (PSuRA) dan panjang sungut moncong (PSuM).

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R, S. S. Djadja, M. F. Rahardjo and Sulistiono. 1997. *Iktiologi, suatu pedoman kerja laboratorium*. IPB. 344hlm.
- Bookstein, F. L. 1982. Foundation of morphometrics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **13**: 451-470.
- Boschung, H. T. and R. L. Mayden. 2006. *Fishes of Alabama*. Smithsonian Books, Washington. D. C.
- Brown, J. H. and A. C. Gibson. 1983. *Biogeography*. The C.V. Mosby Company. St. Louis-Missouri.
- De Silva, M. P. K. S. K. N. P. P. Liyanage and S. Hettiarachi. 2006 Intra-specific morphological plasticity in three *Puntius* species in sri lanka. *Ruhuna J. Sci.* **1**: 82-95.
- Doherty, D and T.K. McCarthy. 2004. Morphometric and meristic characteristics analyses of two Western irish populations of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.). *Biology and Environment*. **104**(1):75-85.
- Futuyama, D. J. 1986. *Evolutionary biology*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, Inc. Itaca.
- Goldstein, R. M and M. R Meador. 2004. Comparisons of fish species from small streams to large rivers. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **133**:971-983.
- Haryono. 2001. Variasi morfologi dan morfometri ikan dokun (*Puntius lateristiga*) di Sumatera. *Biota* **VI**(3):109-116.
- Hewitt, G. M. 2004. Genetic consequences of climatic oscillations in the quaternary. *Phil. Trans. Royal Soc. Lond. Series B, Biol. Sci.* **359**:183-195.
- Hillis, D. M. Hillis, J. J Wiens. 2000. *Molecules versus morphology in systematics in : J. Weins (ed) Phylogenetic Analysis of Morphological data*. Smitshonian Institution Press. Philadelphia.
- Hubbs, C. L. and K. F. Lagler. 1958. *Fishes of the Great Lakes Region*. University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
- Inger, R. F. and P. K. Chin. 1962. *The Freshwater Fishes of North Borneo*. Kota Kinabalu: Sabah Zoological Society.

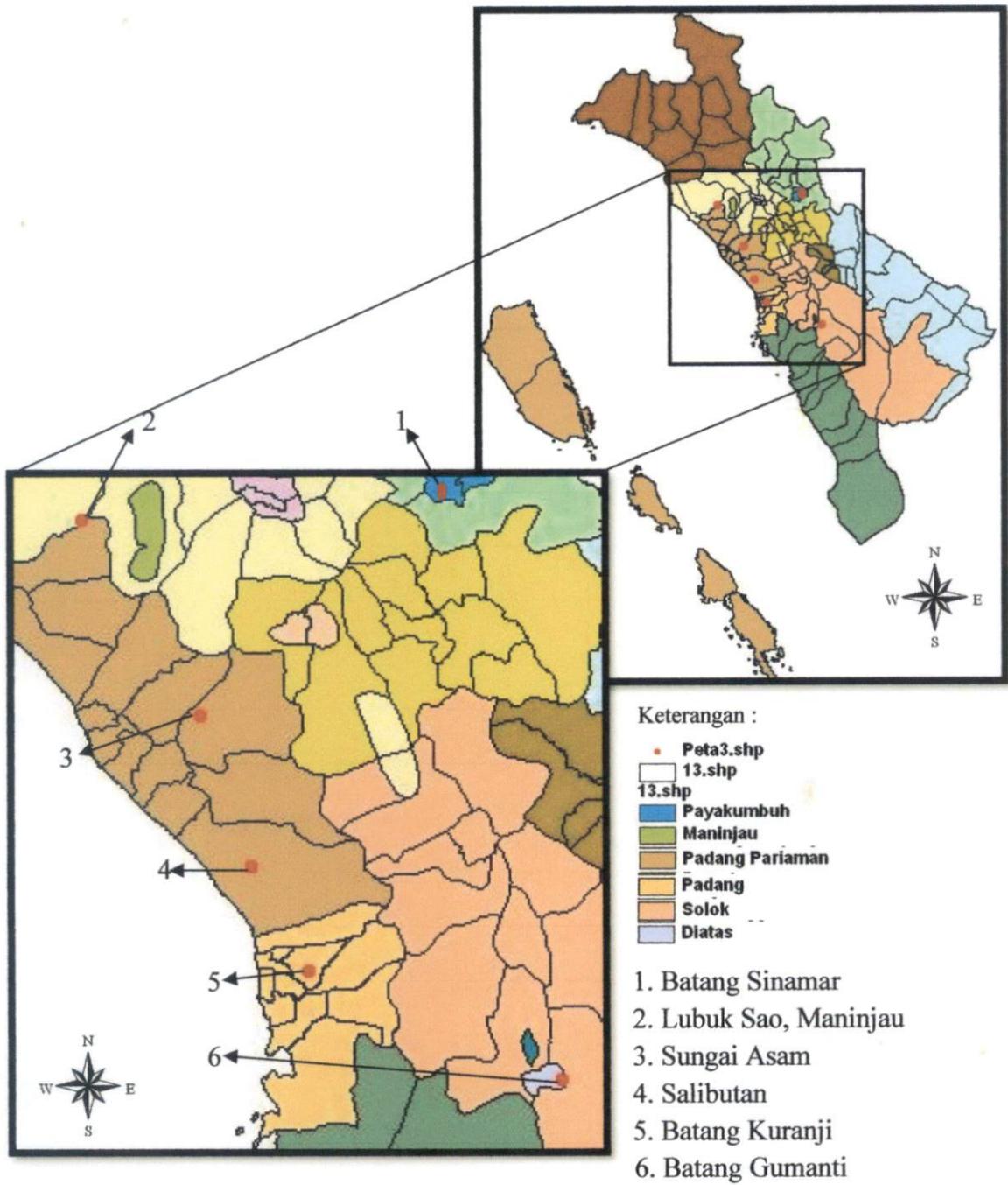
- Klingenberg, C. P., W. Eka. 1996. A combined morphometric and phylogenetic analysis of an ecomorphological trend: pelagization in antarctic fishes (Perciformes: Nototheniidae). *Biol. J. of Linnean Society* **59**: 353-357.
- Kottelat, M., A. J. Whitten, S. N. Kartikasari and S. Wirjoatmodjo. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Eds. (HK) Ltd and EMDI: Indonesia, Singapore.
- Krabbenhoft, T. J., M. L. Collyer and J. M. Quattro. 2009 . Differing evolutionary patterns underlie convergence on elongate morphology in endemic fishes of Lake Waccamaw, North Carolina. *Biol. J. Linn. Soc* **98**:636-645.
- Lagler, KF, and J. E. Bardach. 1997. *Ichthyology the Study of Fishes* . Jhon Welley and Sond Inc. New York.
- Mayr E. 1977. *Population, Species, and Evolution an Abridgment of Animal Species and Evolution*. The Belknap Press of Harvard University Press Cambridge, Massachusetts and London. England.
- McGlade, J. M. and E. Boulding. 1985. *The truss: a geometric and statistical approach to the analysis of form in fishes*. *Can. Thech. Rep. Fish. Aquacull. Sei.* No. 147.
- Mendez, M. A., E. R. Soto., C. Correa., A. Veloso., E. Vergara., M. Sallaberry and P. Iturra. 2004. Morphological and genetical differentiation among chilean populations of *Bufo spinulosus* (Anura: Bufonidae). *Rev Chilena Historia Natural* **75**: 559-567.
- Mohsin, A. K. M. and A. K. Ambak. 1983. *Freshwater Fishes of Peninsular Malaysia*. Malaysia: University Pertanian Malaysia Press.
- Muchlisin, Z. A and M. N. Azizah. 2009. Diversity and distribution of freshwater fishes in Aceh water, Northern-Sumatera, Indonesia. *Biol. J. Zool* **5**(2): 62-79.
- Munshi, J. S. D., H. M. Dutta. 1996. *Fish Morphology*. Horizon of New Research. Science Publishers, Inc. New York.
- Naesje, T. F., J. A. Vourinen, and O. T. Sandlund. 2004. Genetic and morphometric differentiation among sympatric spawning stocks of white fish (*Coregonus lavaretus L.*) in lake femund, norway. *J. Limnol.* **63**(2): 233-243.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the World*. 3<sup>th</sup> ed. Jhon Wiley & Sons, Inc. New York.
- Nuryadi, A. O. Z., and R. G. Mulyasari. 2008. Karakterisasi 17 famili ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) generasi ke tiga (G-3) berdasarkan metoda *truss* morfometriks. *Puslit-Biologi LIPI*. Bogor **9**(1): 81.

- Oleifia, R. 2012. Pendugaan populasi dan karakteristik morfologi ikan Pelangi Arfak (*Melanotaenia arfakensis*, A 1990) di Sungai Un Kabupaten Manokwari. Tesis Pasca Sarjana. Jurusan Biologi Universitas Negeri Papua: Papua.
- Parin, N.V. 1999. FAO Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western central Pacific. (Mugilidae to Carangidae). Food and agriculture organization of the United Nations, Rome. *Bony Fishes* 4(2).
- Poulet, N., Y. Royjol, H. Collior, and S. Lok. 2005. Does fish scale morphology allow the identification of population *Leuciscus burdigalensis* in river viaur (sw france). *Aquat. Sci Vol.* 67: 1223-127.
- Rahmatika. 2004. Tumpang tindih "niche" ikan di muara Ci Siih dan Ci Jaralang. Selat Sunda, Jawa Barat. *Berita-Biologi* 3(3): 77-83.
- Rainboth, W. J. 1996a. *Fishes of the Cambodian Mekong*. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome.
- \_\_\_\_\_, W. J. 1996b. *The taxonomy, Systematics and Zoogeography of Hypsibarbus, a New Genus of Large Barbs (Pisces, Cyprinidae) from the Rivers of Southeastern Asia*. University of California Press, Barkeley, USA.
- \_\_\_\_\_, W. J. 1996c. *Fishes of the Cambodian Mekong*. FAO species identification field guide for fishery purpose. 1-265.
- Roberts, T. R. 1989. The freshwater fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia) Mem. Calif. Acad. Sci., 14: 1-12.
- Roesma, D. I. 2011. *Diversitas spesies dan kekerabatan genetik ikan-ikan Cyprinidae di danau-danau dan sungai-sungai di sekitarnya di kawasan Sumatera Barat*. Disertasi Pasca Sarjana. Jurusan Biologi Universitas Andalas: Padang
- Rohlf, F. J. 2001. Ntsyst. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.0.2*. Applied Biostatistic Inc. New York.
- Saanin, H. 1984. *Kunci Untuk Determinasi Ikan Jilid I*. Vorkink-Bandung. 290 hlm.
- Samaee. S. M., B. Mojazi-Amiri, S.H. Hosseini-Nazinami. 2006. Comparison of *Capotea capotea gracilis* (Cyprinidae, Teleostei) populations in the south caspian sea river basin using morphometric ration and genetic markers. *Folia Zool* 55: 323-335.
- Santoso, P. 2008. *Distribusi dan diferensiasi karakter morfologi ikan baung (Hemibagrus velox Tan et Ng:Bagridae) pada beberapa sungai dan danau di*

- Sumatera Barat*. Tesis Pasca Sarjana. Jurusan Biologi Universitas Andalas:Padang.
- Setda Sumbar. 2008. *Telematika elektronik biro humas provinsi sumatera barat*. <http://www.Sumbarprov.go.id/detail.php?id=57.28> Juli 2012.
- Shaklle, J. B and C. S. Tamaru. 1981. Biochemical and morphological evolution of *Hawaiian bonefish* (albula). *Sys. Zool.* **30**(2): 125-146.
- Smith, H. M. 1945. *The Fresh-water Fishes of Siam or Thailand*. United States Government Printing Office, Washington, USA.
- Sprent, P. 1989. *Applied Nonparametric Statistical Methods*. Chapman and Hall. New York.
- Stiassny, M. L. J., A. Meyer. 1999. *Cichlids of the Rift Lakes: the Extraordinary Diversity of Cichlid Fishes Challenges Entrenched Ideas of How Quickly New Speceis can Arise*. Scientific Amerikan Publishes.
- Suhardjono, Y. R. 1999. *Buku pegangan pengelolaan koleksi spesimen zoologi*. Puslitbang Biologi LIPI. CV. Riza Graha Jaya. Bogor.
- Talwar, P. K. and A. G. Jhingran. 1991. *Inland Fishes of India and adjacent countries*. Vol. 2, Oxford and IBH Publishing. Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India.
- Turan, C. 1998. A note on the examination of morphometric differentiation among fish population: the Truss System. *Zoology*. **23** : 259-263.
- Weber. M. and L. F. de Beaufort. 1916. *The Fishes of Indo Australian Archipleago (Ostariophysii II: Cyprinoidea, Apodes. Synbranchi)*. E.J BrillLeiden Ltd.
- Whitten, A. J., S. J Damanik., J. Anwar and N. Hisyam. 1987. *The Ecology of Sumatra*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Sumatera Barat dan lokasi penelitian



Lampiran 2. Foto hasil penelitian ikan *P. binotatus* beberapa lokasi di Sumatera Barat



Foto 1. Salibutan



Foto 2. Batang Kuranji



Foto 3. Sungai Asam



Foto 4. Danau Maninjau



Foto 5. Batang Gumanti



Foto 6. Batang Sinamar

Keterangan : Dataran rendah foto 1-4, dataran menengah foto 5 dan dataran tinggi foto 6.

Lampiran 3a. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum, minimum dan hasil analisis uji Kruskal-Wallis karakter morfologi ikan *P. binotatus*. ( $p$  signifikan  $\leq 0,05$ ; n: jumlah lokasi; ns: non signifikan pada uji Kruskal-Wallis; \*: signifikan hasil uji).

	Karakter/ Lokasi						Uji Kruskal-Wallis
	Salibutan N = 30	Kuranji N = 30	S.Asam N = 25	Maninjau N = 23	Gumanti N = 20	Sinamar N = 30	
Morfometri							
PT	1,3±0,06 1,39-1,07	1,3±0,03 1,36-1,24	1,32±0,03 1,37-1,25	1,31±0,02 1,36-1,26	1,29±0,02 1,33-1,24	1,31±0,03 1,38-1,19	X <sup>2</sup> =9,704 P=0,084ns
PS	75,9±9,42 99,3-63,5	69±8,11 86,7-51,9	63,26±8,35 77,58-50,98	63,86±11,10 86,02-41,62	58,46±7,97 71,72-40,11	52,71±8,70 75,72	X <sup>2</sup> =52,274 P=0,000*
PK	0,27±0,02 0,31-0,21	0,26±0,02 0,31-0,22	0,27±0,01 0,30-0,25	0,27±0,01 0,30-0,24	0,27±0,01 0,31-0,24	0,28±0,01 0,31-0,25	X <sup>2</sup> =14,794 P=0,011*
PsSD	0,56±0,03 0,6-0,45	0,54±0,02 0,6-0,5	0,57±0,02 0,61-0,54	0,55±0,02 0,61-0,47	0,54±0,02 0,58-0,51	0,56±0,02 0,60-0,52	X <sup>2</sup> =22,331 P=0,000*
PsSPe	00,51±0,06 0,76-0,38	0,51±0,03 0,62-0,46	0,50±0,01 0,53-0,47	0,51±0,01 0,54-0,48	0,51±0,02 0,54-0,44	0,52±0,01 0,56-0,48	X <sup>2</sup> =15,328 P=0,009*
PsSA	0,69±0,12 0,77-0,07	0,72±0,03 0,83-0,68	0,72±0,01 0,75-0,69	0,72±0,01 0,76-0,69	0,71±0,02 0,78-0,66	0,73±0,02 0,77-0,67	X <sup>2</sup> =16,875 P=0,005*
TK	0,21±0,02 0,24-0,15	0,19±0,01 0,23-0,15	0,20±0,01 0,23-0,18	0,19±0,01 0,22-0,15	0,20±0,01 0,23-0,17	0,20±0,01 0,22-0,17	X <sup>2</sup> =8,140 P=0,149ns
TB	0,34±0,04 0,38-0,24	0,32±0,01 0,36-0,29	0,35±0,01 0,37-0,33	0,34±0,01 0,38-0,31	0,29±0,01 0,32-0,26	0,35±0,01 0,38-0,33	X <sup>2</sup> =61,014 P=0,000*
TBE	0,14±0,01 0,17-0,09	0,14±0,01 0,20-0,11	0,15±0,01 0,16-0,14	0,14±0,01 0,16-0,12	0,14±0,01 0,16-0,13	0,15±0,01 0,17-0,13	X <sup>2</sup> =23,736 P=0,000*
PBE	0,16±0,02 0,2-0,13	0,16±0,02 0,20-0,11	0,16±0,02 0,22-0,12	0,14±0,01 0,19-0,09	0,16±0,02 0,21-0,12	0,13±0,01 0,17-0,10	X <sup>2</sup> =13,381 P=0,020*
PM	0,09±0,01 0,14-0,07	0,08±0,01 0,11-0,04	0,09±0,01 0,11-0,08	0,09±0,01 0,10-0,07	0,08±0,01 0,11-0,07	0,09±0,01 0,10-0,06	X <sup>2</sup> =10,327 P=0,066ns
LB	0,34±0,04 0,38-0,24	0,16±0,03 0,34-0,11	0,17±0,01 0,19-0,15	0,15±0,03 0,21-0,09	0,15±0,03 0,19-0,08	0,16±0,01 0,20-0,12	X <sup>2</sup> =53,259 P=0,000*
DM	0,07±0,01 0,09-0,05	0,08±0,01 0,11-0,06	0,08±0,01 0,12-0,06	0,07±0,01 0,09-0,06	0,07±0,01 0,10-0,05	0,07±0,01 0,85-0,06	X <sup>2</sup> =29,40 P=0,000*
JDM	0,11±0,01 0,12-0,09	0,11±0,01 0,13-0,08	0,11±0,01 0,16-0,10	0,10±0,01 0,12-0,09	0,11±0,01 0,14-0,10	0,10±0,01 0,15-0,08	X <sup>2</sup> =12,393 P=0,030*
PDS	0,16±0,02 0,19-0,12	0,15±0,01 0,19-0,09	0,16±0,01 0,18-0,11	0,15±0,01 0,19-0,12	0,13±0,01 0,17-0,10	0,15±0,01 0,18-0,11	X <sup>2</sup> =9,833 P=0,080ns
PDSA	0,1±0,01 0,12-0,08	0,09±0,02 0,14-0,04	0,11±0,01 0,13-0,09	0,10±0,01 0,13-0,07	0,09±0,01 0,12-0,08	0,10±0,01 0,12-0,09	X <sup>2</sup> =13,721 P=0,017*

Lampiran 3b. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum, minimum dan hasil analisis uji Kruskal-Wallis karakter morfologi ikan *P. binotatus*. (*p* signifikan  $\leq 0,05$ ; n: jumlah lokasi; ns: non signifikan pada uji Kruskal-Wallis; \*: signifikan hasil uji).

	Karakter/ Lokasi						Uji Kruskal-Wallis
	Salibutan N = 30	Kuranji N = 30	S. Asam N = 25	Maninjau N = 23	Gumanti N = 20	Sinamar N = 30	
<b>Morfometri</b>							
PSP	0,21±0,02 0,25-0,17	0,22±0,01 0,27-0,19	63,26±8,35 77,58-50,98	0,21±0,11 0,23-0,19	0,21±0,01 0,23-0,18	0,23±0,02 0,33-0,19	$X^2=18,616$ <b><i>P=0,002*</i></b>
PSEBA	0,3±0,03 0,37-0,24	0,3±0,04 0,35-0,14	0,31±0,02 0,36-0,27	0,31±0,02 0,35-0,25	0,29±0,02 0,33-0,23	0,3±0,06 0,35-0	$X^2=13,854$ <b><i>P=0,017*</i></b>
PSEBT	0,16±0,02 0,21-0,13	0,16±0,02 0,27-0,12	0,17±0,01 0,20-0,13	0,16±0,02 0,21-0,12	0,15±0,05 0,21-0	0,18±0,01 0,21-0,13	$X^2=16,0,98$ <b><i>P=0,007*</i></b>
PSEBB	0,3±0,03 0,35-0,24	0,32±0,04 0,36-0,10	0,31±0,01 0,34-0,28	0,32±0,02 0,36-0,27	0,27±0,06 0,34-0	0,31±0,02 0,37-0,26	$X^2=13,202$ <b><i>P=0,022*</i></b>
PSuRA	0,11±0,01 0,14-0,09	0,11±0,02 0,16-0,07	0,11±0,01 0,12-0,08	0,11±0,02 0,15-0,04	0,1±0,01 0,13-0,07	0,08±0,01 0,1-0,05	$X^2=63,224$ <b><i>P=0,000*</i></b>
PSuM	0,13±0,02 0,18-0,1	0,12±0,03 0,17-0	0,13±0,01 0,15-0,11	0,1±0,03 0,16-0	0,12±0,01 0,15-0,1	0,1±0,01 0,13-0,06	$X^2=31,980$ <b><i>P=0,000*</i></b>
<b>Meristik</b>							
PreD	1,7±8,4 10-0	0,6±8,4 9-7	0,4±8,7 9-8	0,4±8,1 9-7	0,4±8,2 9-8	0,5±8,5 9-8	$X^2=44,318$ <b><i>P=0,000*</i></b>
LL	1,1±23,1 25-21	1,1±22,1 24-20	0,6±21,28 23-21	1,1±22,1 24-20	0,5±22,7 23-21	0,8±22,1 23-21	$X^2=33,159$ <b><i>P=0,000*</i></b>
AD	0,6±8,7 10-8	0,6±8,4 9-7	0,4±8,7 9-8	0,4±8,1 9-7	0,4±8,2 9-8	0,5±8,5 9-8	$X^2=48,726$ <b><i>P=0,000*</i></b>
APe	1,1±9,8 12-7	0,7±7,9 10-7	0,7±9,1 10-8	0,9±8,7 11-8	0,4±8,1 9-7	1,4±9,6 11-8	$X^2=45,047$ <b><i>P=0,000*</i></b>
BTE	1,2±11,5 14-9	0,8±11,4 13-10	0,3±11,8 12-11	1,1±11,5 13-8	0,8±10,3 12-9	0,6±10,8 12-10	$X^2=35,114$ <b><i>P=0,000*</i></b>
D	1,5±8,1 14-7	0,5±7,8 9-7	0,5±7,7 9-7	0,7±7,6 9-5	0,3±6,9 7-6	0,6±6,9 8-6	$X^2=23,056$ <b><i>P=0,000*</i></b>
Pe	1,4±7,7 11-5	0,8±6,9 8-5	0,4±7,2 8-7	0,7±7,3 8-6	0,2±7,1 8-7	0,7±6,7 8-6	$X^2=33,759$ <b><i>P=0,000*</i></b>
P	2,7±11,9 16-6	0,9±9,8 11-8	0,9±11,3 12-10	1,1±12 14-10	1,2±10,1 14-8	0,3±11,9 12-10	$X^2=48,907$ <b><i>P=0,000*</i></b>
A	0,7±5,5 7-4	0,6±4,9 6-4	0,5±5,4 6-5	0,8±5,3 6-4	0,3±5,1 6-5	0,1±5,1 6-5	$X^2=30,016$ <b><i>P=0,000*</i></b>

Lampiran 4a. Hasil analisis uji Mann-Whitney  $U$  antar lokasi pada ikan *P. binotatus*. ( $p$  signifikan  $\leq 0,05$ ; ns: non signifikan pada uji Mann-Whitney  $U^*$ : signifikan hasil uji).

Karakter	Salibutan vs Kuranji	Salibutan vs S.Asam	Salibutan vs Maninjau	Salibutan vs Gumanti	Salibutan vs Sinamar	Kuranji vs S.Asam	Kuranji vs Maninjau	Kuranji vs Gumanti	Kuranji vs Sinamar	S.Asam vs Maninjau	S.Asam vs Gumanti	S.Asam vs Sinamar	Maninjau vs Gumanti	Maninjau vs Sinamar	Gumanti vs Sinamar
Morfometri															
PT	$U=415,000$ $P=0,605ns$	$U=298,000$ $P=0,193ns$	$U=332,000$ $P=0,816ns$	$U=258,000$ $P=0,406ns$	$U=379,000$ $P=0,294ns$	$U=257,000$ <b><math>P=0,046^*</math></b>	$U=276,000$ $P=0,216ns$	$U=275,000$ $P=0,621ns$	$U=315,000$ <b><math>P=0,046^*</math></b>	$U=239,000$ $P=0,317ns$	$U=138,000$ <b><math>P=0,011^*</math></b>	$U=344,000$ $P=0,600ns$	$U=167,000$ $P=0,125ns$	$U=312,000$ $P=0,554ns$	$U=178,000$ <b><math>P=0,016^*</math></b>
PS	$U=281,00$ <b><math>P=0,012^*</math></b>	$U=132,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=155,000$ <b><math>P=0,001^*</math></b>	$U=54,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=68,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=270,000$ $P=0,077ns$	$U=291,000$ $P=0,333ns$	$U=163,000$ <b><math>P=0,007^*</math></b>	$U=174,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=244,000$ $P=0,369ns$	$U=225,000$ $P=0,568ns$	$U=205,000$ <b><math>P=0,004^*</math></b>	$U=165,000$ $P=0,113ns$	$U=137,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=155,000$ <b><math>P=0,004^*</math></b>
PK	$U=363,00$ $P=0,198ns$	$U=342,000$ $P=0,577ns$	$U=320,000$ $P=0,654ns$	$U=291,000$ $P=0,859ns$	$U=269,000$ <b><math>P=0,007^*</math></b>	$U=280,000$ $P=0,108ns$	$U=263,000$ $P=0,141ns$	$U=258,000$ $P=0,406ns$	$U=238,000$ <b><math>P=0,002^*</math></b>	$U=279,000$ $P=0,816ns$	$U=220,000$ $P=0,493ns$	$U=240,000$ <b><math>P=0,022^*</math></b>	$U=215,000$ $P=0,715ns$	$U=208,000$ <b><math>P=0,014^*</math></b>	$U=182,000$ <b><math>P=0,019^*</math></b>
PsSD	$U=248,00$ <b><math>P=0,003^*</math></b>	$U=305,000$ $P=0,237ns$	$U=310,000$ $P=0,530ns$	$U=216,000$ $P=0,096ns$	$U=445,000$ $P=0,941ns$	<b><math>P=0,000^*</math></b>	<b><math>P=0,018^*</math></b>	$U=123,000$ $P=0,212ns$	$U=237,000$ <b><math>P=0,002^*</math></b>	$U=199,000$ $P=0,068ns$	$U=129,000$ <b><math>P=0,006^*</math></b>	$U=299,000$ $P=0,199ns$	$U=195,000$ $P=0,394ns$	$U=312,000$ $P=0,554ns$	$U=223,000$ $P=0,127ns$
PsSPe	$U=389,00$ $P=0,367ns$	$U=337,000$ $P=0,521ns$	$U=268,000$ $P=0,167ns$	$U=178,000$ <b><math>P=0,016^*</math></b>	$U=237,000$ <b><math>P=0,002^*</math></b>	$U=355,000$ $P=0,735ns$	$U=330,000$ $P=0,788ns$	$U=221,000$ $P=0,118ns$	$U=320,000$ $P=0,055ns$	$U=253,000$ $P=0,476ns$	$U=156,000$ <b><math>P=0,032^*</math></b>	$U=216,000$ <b><math>P=0,007^*</math></b>	$U=161,000$ $P=0,093ns$	$U=224,000$ <b><math>P=0,030^*</math></b>	$U=290,000$ $P=0,843ns$
PsSA	$U=337,00$ $P=0,095ns$	$U=233,000$ <b><math>P=0,016^*</math></b>	$U=186,000$ <b><math>P=0,004^*</math></b>	$U=221,000$ $P=0,118ns$	$U=221,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=325,000$ $P=0,398ns$	$U=266,000$ $P=0,156ns$	$U=291,000$ $P=0,859ns$	$U=323,000$ $P=0,060ns$	$U=246,000$ $P=0,392ns$	$U=215,000$ $P=0,424ns$	$U=273,000$ $P=0,085ns$	$U=175,000$ $P=0,181ns$	$U=308,000$ $P=0,507ns$	$U=203,000$ $P=0,055ns$
TK	$U=302,00$ <b><math>P=0,029^*</math></b>	$U=285,000$ <b><math>P=0,016^*</math></b>	$U=238,000$ $P=0,055ns$	$U=262,000$ $P=0,452ns$	$U=330,000$ $P=0,076ns$	$U=305,000$ $P=0,237ns$	$U=310,000$ $P=0,530ns$	$U=223,000$ $P=0,127ns$	$U=349,000$ $P=0,135ns$	$U=258,000$ $P=0,543ns$	$U=229,000$ $P=0,631ns$	$U=350,000$ $P=0,673ns$	$U=196,000$ $P=0,408ns$	$U=281,000$ $P=0,251ns$	$U=295,000$ $P=0,921ns$
TB	$U=260,00$ <b><math>P=0,005^*</math></b>	$U=324,000$ <b><math>P=0,016^*</math></b>	$U=305,000$ $P=0,590ns$	$U=247,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=134,000$ $P=0,053ns$	$U=287,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=324,000$ $P=0,137ns$	$U=271,000$ $P=0,706ns$	$U=259,000$ <b><math>P=0,005^*</math></b>	$U=233,000$ $P=0,261ns$	$U=227,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=171,000$ $P=0,287ns$	$U=215,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=177,000$ <b><math>P=0,008^*</math></b>	$U=177,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>
TBE	$U=436,00$ $P=0,836ns$	$U=225,000$ $P=0,389ns$	$U=305,000$ $P=0,473ns$	$U=247,000$ $P=0,294ns$	$U=134,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=287,000$ $P=0,137ns$	$U=324,000$ $P=0,706ns$	$U=271,000$ $P=0,566ns$	$U=259,000$ <b><math>P=0,005^*</math></b>	$U=233,000$ $P=0,261ns$	$U=227,000$ $P=0,599ns$	$U=171,000$ <b><math>P=0,001^*</math></b>	$U=215,000$ $P=0,715ns$	$U=177,000$ <b><math>P=0,003^*</math></b>	$U=177,000$ <b><math>P=0,015^*</math></b>
PBE	$U=421,000$ $P=0,668ns$	$U=295,000$ $P=0,389ns$	$U=236,000$ <b><math>P=0,050^*</math></b>	$U=285,000$ $P=0,766ns$	$U=317,000$ <b><math>P=0,049^*</math></b>	$U=304,000$ $P=0,230ns$	$U=229,000$ <b><math>P=0,037^*</math></b>	$U=298,000$ $P=0,968ns$	$U=317,000$ <b><math>P=0,049^*</math></b>	$U=158,000$ <b><math>P=0,008^*</math></b>	$U=206,000$ $P=0,315ns$	$U=220,000$ <b><math>P=0,009^*</math></b>	$U=166,000$ $P=0,119ns$	$U=341,000$ $P=0,943ns$	$U=214,000$ $P=0,089ns$
PM	$U=360,00$ $P=0,183ns$	$U=271,000$ <b><math>P=0,011^*</math></b>	$U=321,000$ $P=0,667ns$	$U=243,000$ $P=0,259ns$	$U=411,000$ $P=0,564ns$	$U=229,000$ <b><math>P=0,014^*</math></b>	$U=254,000$ $P=0,102ns$	$U=293,000$ $P=0,890ns$	$U=337,000$ $P=0,095ns$	$U=234,000$ $P=0,270ns$	$U=144,000$ <b><math>P=0,015^*</math></b>	$U=299,000$ $P=0,199ns$	$U=173,000$ $P=0,165ns$	$U=345,000$ $P=1,000ns$	$U=225,000$ $P=0,137ns$
LB	$U=40,00$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=54,000$ $P=0,176ns$	$U=54,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=83,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=110,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=201,000$ <b><math>P=0,003^*</math></b>	$U=341,000$ $P=0,943ns$	$U=274,000$ $P=0,607ns$	$U=371,000$ $P=0,243ns$	$U=242,000$ $P=0,348ns$	$U=195,000$ $P=0,209ns$	$U=304,000$ $P=0,230ns$	$U=211,000$ $P=0,644ns$	$U=275,000$ $P=0,342ns$	$U=275,000$ $P=0,621ns$
DM	$U=303,00$ <b><math>P=0,030^*</math></b>	$U=223,000$ $P=0,079ns$	$U=246,000$ $P=0,076ns$	$U=188,000$ <b><math>P=0,027^*</math></b>	$U=401,000$ $P=0,469ns$	$U=350,000$ $P=0,673ns$	$U=336,000$ $P=0,872ns$	$U=93,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=284,000$ <b><math>P=0,014^*</math></b>	$U=275,000$ $P=0,796ns$	$U=71,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=209,000$ <b><math>P=0,005^*</math></b>	$U=81,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=237,000$ $P=0,053ns$	$U=149,000$ <b><math>P=0,003^*</math></b>
JDM	$U=345,000$ $P=0,121ns$	$U=298,000$ <b><math>P=0,000^*</math></b>	$U=345,000$ $P=1,000ns$	$U=199,000$ <b><math>P=0,045^*</math></b>	$U=445,000$ $P=0,941ns$	$U=360,000$ $P=0,800ns$	$U=250,000$ $P=0,088ns$	$U=268,000$ $P=0,526ns$	$U=309,000$ <b><math>P=0,037^*</math></b>	$U=203,000$ $P=0,081ns$	$U=200,000$ $P=0,253ns$	$U=235,000$ <b><math>P=0,018^*</math></b>	$U=141,000$ <b><math>P=0,030^*</math></b>	$U=336,000$ $P=0,872ns$	$U=160,000$ <b><math>P=0,006^*</math></b>
PDS	$U=377,000$ $P=0,280ns$	$U=351,000$ <b><math>P=0,010^*</math></b>	$U=303,000$ $P=0,451ns$	$U=185,000$ <b><math>P=0,023^*</math></b>	$U=437,000$ $P=0,848ns$	$U=281,000$ $P=0,112ns$	$U=329,000$ $P=0,774ns$	$U=228,000$ $P=0,154ns$	$U=355,000$ $P=0,160ns$	$U=243,000$ $P=0,358ns$	$U=137,000$ <b><math>P=0,010^*</math></b>	$U=353,000$ $P=0,710ns$	$U=165,000$ $P=0,113ns$	$U=302,000$ $P=0,440ns$	$U=173,000$ <b><math>P=0,012^*</math></b>
PDSA	$U=381,000$ $P=0,308ns$	$U=241,000$ $P=0,193ns$	$U=259,000$ $P=0,123ns$	$U=261,000$ $P=0,440ns$	$U=343,000$ $P=0,114ns$	$U=213,000$ <b><math>P=0,006^*</math></b>	$U=228,000$ <b><math>P=0,036^*</math></b>	$U=279,000$ $P=0,678ns$	$U=300,000$ <b><math>P=0,027^*</math></b>	$U=268,000$ $P=0,687ns$	$U=144,000$ <b><math>P=0,015^*</math></b>	$U=335,000$ $P=0,499ns$	$U=174,000$ $P=0,173ns$	$U=333,000$ $P=0,829ns$	$U=203,000$ $P=0,055ns$

Lampiran 4b. Hasil analisis uji Mann-Whitney  $U$  antar lokasi pada ikan *P. binotatus*. ( $p$  signifikan  $\leq 0,05$ ; ns: non signifikan pada uji Mann-Whitney  $U$  \*: signifikan hasil uji).

Karakter	Salibutan vs Kuranji	Salibutan vs S.Asam	Salibutan vs Maninjau	Salibutan vs Gumanti	Salibutan vs Sinamar	Kuranji vs S.Asam	Kuranji vs Maninjau	Kuranji vs Gumanti	Kuranji vs Sinamar	S.Asam vs Maninjau	S.Asam vs Gumanti	S.Asam vs Sinamar	Maninjau vs Gumanti	Maninjau vs Sinamar	Gumanti vs Sinamar
Morfometri															
PDSPe	$U=304,000$ $P=0,031^*$	$U=249,000$ $P=0,685ns$	$U=304,000$ $P=0,462ns$	$U=161,000$ $P=0,006^*$	$U=314,000$ $P=0,044^*$	$U=360,000$ $P=0,800ns$	$U=249,000$ $P=0,085ns$	$U=255,000$ $P=0,373ns$	$U=386,000$ $P=0,344ns$	$U=205,000$ $P=0,089ns$	$U=224,000$ $P=0,553ns$	$U=270,000$ $P=0,076ns$	$U=139,000$ $P=0,027^*$	$U=260,000$ $P=0,127ns$	$U=207,000$ $P=0,066ns$
PSP	$U=236,000$ $P=0,002^*$	$U=175,000$ $P=0,024^*$	$U=299,000$ $P=0,409ns$	$U=282,000$ $P=0,722ns$	$U=271,000$ $P=0,044^*$	$U=357,000$ $P=0,761ns$	$U=185,000$ $P=0,041^*$	$U=185,000$ $P=0,023^*$	$U=426,000$ $P=0,723ns$	$U=184,000$ $P=0,033^*$	$U=150,000$ $P=0,022^*$	$U=362,000$ $P=0,826ns$	$U=213,000$ $P=0,679ns$	$U=263,000$ $P=0,141ns$	$U=209,000$ $P=0,072ns$
PSEBA	$U=425,000$ $P=0,712ns$	$U=277,000$ $P=0,033^*$	$U=323,000$ $P=0,693ns$	$U=223,000$ $P=0,127ns$	$U=374,000$ $P=0,261ns$	$U=292,000$ $P=0,161ns$	$U=327,000$ $P=0,747ns$	$U=185,000$ $P=0,023^*$	$U=385,000$ $P=0,337ns$	$U=229,000$ $P=0,227ns$	$U=97,000$ $P=0,000^*$	$U=352,000$ $P=0,697ns$	$U=122,000$ $P=0,009^*$	$U=304,000$ $P=0,462ns$	$U=151,000$ $P=0,003^*$
PSEBT	$U=390,000$ $P=0,375ns$	$U=265,000$ $P=0,001^*$	$U=221,000$ $P=0,026^*$	$U=214,000$ $P=0,089ns$	$U=198,000$ $P=0,000^*$	$U=320,000$ $P=0,353ns$	$U=268,000$ $P=0,167ns$	$U=256,000$ $P=0,384ns$	$U=259,000$ $P=0,489ns$	$U=254,000$ $P=0,945ns$	$U=247,000$ $P=0,044^*$	$U=256,000$ $P=0,044^*$	$U=222,000$ $P=0,846ns$	$U=285,000$ $P=0,282ns$	$U=238,000$ $P=0,220ns$
PSEBB	$U=319,000$ $P=0,053ns$	$U=25,000$ $P=0,098ns$	$U=276,000$ $P=0,216ns$	$U=261,000$ $P=0,440ns$	$U=347,000$ $P=0,128ns$	$U=367,000$ $P=0,892ns$	$U=294,000$ $P=0,360ns$	$U=163,000$ $P=0,007^*$	$U=405,000$ $P=0,506ns$	$U=245,000$ $P=0,380ns$	$U=122,000$ $P=0,003^*$	$U=338,000$ $P=0,532ns$	$U=146,000$ $P=0,041^*$	$U=331,000$ $P=0,802$	$U=181,000$ $P=0,018^*$
PsuRA	$U=420,000$ $P=0,657ns$	$U=360,000$ $P=0,063ns$	$U=220,000$ $P=0,216ns$	$U=175,000$ $P=0,013^*$	$U=23,000$ $P=0,000^*$	$U=336,000$ $P=0,510ns$	$U=268,000$ $P=0,167ns$	$U=222,000$ $P=0,122ns$	$U=84,000$ $P=0,000^*$	$U=173,000$ $P=0,018^*$	$U=113,000$ $P=0,002^*$	$U=8,000$ $P=0,000^*$	$U=218,000$ $P=0,770ns$	$U=102,000$ $P=0,000^*$	$U=52,000$ $P=0,000^*$
PsuM	$U=380,000$ $P=0,301ns$	$U=288,000$ $P=0,035^*$	$U=287,000$ $P=0,025^*$	$U=289,000$ $P=0,828ns$	$U=153,000$ $P=0,000^*$	$U=370,000$ $P=0,933ns$	$U=272,000$ $P=0,193ns$	$U=233,000$ $P=0,185ns$	$U=158,000$ $P=0,000^*$	$U=215,000$ $P=0,135ns$	$U=183,000$ $P=0,126ns$	$U=95,000$ $P=0,000^*$	$U=198,000$ $P=0,436ns$	$U=231,000$ $P=0,041^*$	$U=109,000$ $P=0,000^*$
Meristik															
PreD	$U=329,000$ $P=0,074ns$	$U=166,000$ $P=0,000^*$	$U=257,000$ $P=0,114ns$	$U=120,000$ $P=0,000^*$	$U=109,000$ $P=0,000^*$	$U=248,000$ $P=0,032^*$	$U=340,000$ $P=0,929ns$	$U=171,000$ $P=0,011^*$	$U=199,000$ $P=0,000^*$	$U=193,000$ $P=0,051ns$	$U=242,000$ $P=0,855ns$	$U=135,000$ $P=0,000^*$	$U=155,000$ $P=0,068ns$	$U=114,000$ $P=0,000^*$	$U=132,500$ $P=0,001^*$
LL	$U=376,000$ $P=0,274ns$	$U=317,000$ $P=0,327ns$	$U=255,000$ $P=0,106ns$	$U=140,000$ $P=0,002^*$	$U=196,000$ $P=0,000^*$	$U=364,000$ $P=0,859ns$	$U=313,000$ $P=0,566ns$	$U=169,000$ $P=0,009^*$	$U=207,000$ $P=0,000^*$	$U=257,000$ $P=0,529ns$	$U=121,000$ $P=0,000^*$	$U=119,000$ $P=0,000^*$	$U=143,000$ $P=0,034^*$	$U=137,000$ $P=0,000^*$	$U=183,500$ $P=0,021^*$
AD	$U=311,000$ $P=0,040^*$	$U=143,000$ $P=0,000^*$	$U=242,000$ $P=0,065ns$	$U=101,000$ $P=0,000^*$	$U=80,000$ $P=0,000^*$	$U=248,500$ $P=0,032^*$	$U=340,000$ $P=0,929ns$	$U=171,000$ $P=0,011^*$	$U=199,000$ $P=0,000^*$	$U=193,000$ $P=0,051ns$	$U=242,000$ $P=0,855ns$	$U=135,000$ $P=0,000^*$	$U=155,000$ $P=0,68ns$	$U=114,000$ $P=0,000^*$	$U=132,500$ $P=0,0001^*$
APe	$U=287,000$ $P=0,016^*$	$U=285,000$ $P=0,128ns$	$U=293,000$ $P=0,351ns$	$U=248,000$ $P=0,303ns$	$U=165,000$ $P=0,000^*$	$U=153,000$ $P=0,000^*$	$U=157,000$ $P=0,001^*$	$U=129,000$ $P=0,001^*$	$U=181,000$ $P=0,000^*$	$U=246,000$ $P=0,392ns$	$U=228,000$ $P=0,615ns$	$U=96,000$ $P=0,000^*$	$U=217,000$ $P=0,752ns$	$U=101,000$ $P=0,000^*$	$U=78,000$ $P=0,000^*$
BTE	$U=326,000$ $P=0,067ns$	$U=145,000$ $P=0,000^*$	$U=187,000$ $P=0,005^*$	$U=165,000$ $P=0,008^*$	$U=156,000$ $P=0,000^*$	$U=208,000$ $P=0,005^*$	$U=258,000$ $P=0,118ns$	$U=225,000$ $P=0,137ns$	$U=204,000$ $P=0,000^*$	$U=214,000$ $P=0,129ns$	$U=163,000$ $P=0,047^*$	$U=331,000$ $P=0,462ns$	$U=198,000$ $P=0,436ns$	$U=201,000$ $P=0,010^*$	$U=140,000$ $P=0,002^*$
D	$U=300,000$ $P=0,027^*$	$U=192,000$ $P=0,002^*$	$U=215,000$ $P=0,020^*$	$U=168,000$ $P=0,009^*$	$U=169,000$ $P=0,000^*$	$U=272,000$ $P=0,083ns$	$U=320,000$ $P=0,654ns$	$U=257,000$ $P=0,394ns$	$U=267,000$ $P=0,007^*$	$U=246,000$ $P=0,392ns$	$U=214,000$ $P=0,417ns$	$U=320,000$ $P=0,353ns$	$U=223,000$ $P=0,865ns$	$U=229,000$ $P=0,037^*$	$U=213,000$ $P=0,85ns$
Pe	$U=435,000$ $P=0,830ns$	$U=12,000$ $P=0,029^*$	$U=238,000$ $P=0,055ns$	$U=148,000$ $P=0,003^*$	$U=153,000$ $P=0,000^*$	$U=230,000$ $P=0,014^*$	$U=238,000$ $P=0,055ns$	$U=136,000$ $P=0,001^*$	$U=157,000$ $P=0,000^*$	$U=280,000$ $P=0,877ns$	$U=192,000$ $P=0,185ns$	$U=187,000$ $P=0,001^*$	$U=198,000$ $P=0,436ns$	$U=232,000$ $P=0,043^*$	$U=185,000$ $P=0,023^*$
P	$U=330,000$ $P=0,076ns$	$U=7,500$ $P=0,001^*$	$U=185,000$ $P=0,004^*$	$U=228,000$ $P=0,154ns$	$U=134,000$ $P=0,000^*$	$U=123,000$ $P=0,000^*$	$U=143,000$ $P=0,000^*$	$U=145,000$ $P=0,002^*$	$U=147,000$ $P=0,000^*$	$U=273,000$ $P=0,765ns$	$U=175,000$ $P=0,087ns$	$U=232,500$ $P=0,016^*$	$U=170,000$ $P=0,144ns$	$U=122,000$ $P=0,000^*$	$U=109,000$ $P=0,000^*$
A	$U=391,000$ $P=0,383ns$	$U=10,000$ $P=0,112ns$	$U=264,000$ $P=0,146ns$	$U=193,000$ $P=0,034^*$	$U=218,000$ $P=0,000^*$	$U=209,000$ $P=0,005^*$	$U=207,000$ $P=0,013^*$	$U=123,000$ $P=0,000^*$	$U=119,000$ $P=0,000^*$	$U=271,000$ $P=0,733ns$	$U=236,000$ $P=0,749ns$	$U=234,000$ $P=0,017^*$	$U=222,000$ $P=0,846ns$	$U=253,000$ $P=0,099ns$	$U=181,000$ $P=0,018^*$

Lampiran 5. Hasil analisis PCA karakter morfologi ikan *P. binotatus* dari beberapa lokasi di Sumatera Barat

Semua Lokasi (N = 6)		
Karakter	Axis 1	Axis 2
<b>Morfometri</b>		
PT	0,231	-0,035
PS	0,229	-0,039
PK	0,226	0,008
P <sub>s</sub> SD	0,230	-0,002
P <sub>s</sub> SPe	0,219	-0,046
P <sub>s</sub> SA	0,205	-0,080
TK	0,214	0,021
TB	0,221	0,099
TBE	0,210	-0,065
PBE	0,193	-0,165
PM	0,199	0,092
LB	0,181	0,191
DM	0,194	-0,211
JDM	0,215	-0,090
P <sub>D</sub> SD	0,208	0,031
P <sub>D</sub> SA	0,191	0,010
P <sub>D</sub> SPe	0,141	0,013
PSP	0,208	-0,114
PSEBA	0,185	-0,013
PSEBT	0,162	0,013
PSEBB	0,041	0,003
P <sub>su</sub> RA	0,192	-0,176
P <sub>su</sub> M	0,184	-0,198
<b>Meristik</b>		
PreD	0,046	0,037
LL	0,122	0,227
AD	0,104	0,128
APe	0,077	0,476
BTE	0,144	-0,038
D	0,139	-0,032
Pe	0,095	0,268
P	0,055	0,506
A	0,079	0,373
Nilai eigen	17,85	2,01
Persentase	57,33	6,48
Persentase kumulatif	57,33	63,83

Lampiran 6a. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum dan minimum ikan *P. binotatus* lokasi barat dan timur wilayah Sumatera Barat serta hasil uji Mann-Whitney *U*. (*p* signifikan  $\leq 0,05$ ; ns: non signifikan; \*: signifikan hasil uji).

Karakter	Barat	Timur	Mann-Whitney <i>U</i>
Morfometri			
PT	1,309±0,012	1,302±0,016	<i>U</i> =2666,0
	1,332-1,296	1,313-1,291	<i>P</i> =0,899ns
PS	68±5,837	55,59±4,063	<i>U</i> =1191,5
	75,85-63,26	58,46-52,71	<b><i>P</i>=0,000*</b>
PK	0,274±0,005	0,281±0,009	<i>U</i> =2047,0
	0,278-0,268	0,288-0,275	<b><i>P</i>=0,015*</b>
PsSD	0,557±0,012	0,554±0,008	<i>U</i> =2686,0
	0,573-0,542	0,560-0,547	<i>P</i> =0,958ns
PsSPe	0,508±0,002	0,517±0,005	<i>U</i> =1713,0
	0,510-0,506	0,522-0,513	<b><i>P</i>=0,000*</b>
PsSA	0,717±0,019	0,729±0,013	<i>U</i> =2197,0
	0,729-0,689	0,738-0,719	<i>P</i> =0,060ns
TK	0,200±0,006	0,202±0,001	<i>U</i> =2536,0
	0,207-0,194	0,203-0,201	<i>P</i> =0,540ns
TB	0,340±0,013	0,327±0,040	<i>U</i> =2577,0
	0,354-0,323	0,356-0,298	<i>P</i> =0,646ns
TBE	0,147±0,003	0,153±0,007	<i>U</i> =1747,0
	0,151-0,144	0,158-0,147	<b><i>P</i>=0,000*</b>
PBE	0,158±0,011	0,151±0,017	<i>U</i> =2320,0
	0,168-0,141	0,163-0,138	<i>P</i> =0,155ns
PM	0,092±0,005	0,091±0,002	<i>U</i> =2563,0
	0,098-0,086	0,092-0,089	<i>P</i> =0,609ns
LB	0,210±0,085	0,161±0,007	<i>U</i> =2194,0
	0,338-0,159	0,167-0,156	<i>P</i> =0,059ns
DM	0,079±0,004	0,073±0,003	<i>U</i> =1662,0
	0,083-0,072	0,075-0,070	<b><i>P</i>=0,000*</b>
JDM	0,11±0	0,11±0	<i>U</i> =2695,0
	0,11-0,11	0,11-0	<i>P</i> =0,985ns
PDSD	0,156±0,004	0,149±0,013	<i>U</i> =2464,0
	0,161-0,150	0,159-0,139	<i>P</i> =0,378ns
PDSA	0,104±0,005	0,103±0,005	<i>U</i> =2651,0
	0,110-0,098	0,107-0,099	<i>P</i> =0,855ns
PDSPe	15,85±31,60	0,052±0,002	<i>U</i> =2347,0
	63,26-0,054	0,053-0,050	<i>P</i> =0,187ns
PSP	15,97±31,52	0,220±0,014	<i>U</i> =2690,0
	63,26-0,210	0,230-0,210	<i>P</i> =0,970ns
PSEBA	0,310±0,007	0,297±0,007	<i>U</i> =2406,0
	0,319-0,303	0,302-0,291	<i>P</i> =0,272ns
PSEBT	0,164±0,004	0,165±0,020	<i>U</i> =1953,0
	0,170-0,158	0,180-0,151	<b><i>P</i>=0,005*</b>
PSEBB	0,315±0,010	0,298±0,029	<i>U</i> =2347,0
	0,321-0,299	0,319-0,278	<i>P</i> =0,187ns

Lampiran 6b. Nilai rata-rata, standar deviasi, maksimum dan minimum ikan *P. binotatus* lokasi barat dan timur wilayah Sumatera Barat serta hasil uji Mann-Whitney *U*. (*p* signifikan  $\leq 0,05$ ; ns: non signifikan; \*: signifikan hasil uji).

Karakter	Barat	Timur	Mann-Whitney <i>U</i>
PsuRA	0,110±0,006	0,093±0,017	<i>U</i> =969,0
	0,114-0,100	0,105-0,080	<b><i>P</i>=0,000*</b>
PsuM	0,124±0,010	0,113±0,17	<i>U</i> =1604,0
	0,131-0,109	0,125-0,100	<b><i>P</i>=0,000*</b>
<b>Meristik</b>			
PreD	0,60±8,43	0,06±8,3	<i>U</i> =1261,5
	10-0	9-8	<b><i>P</i>=0,000*</b>
LL	0,23±22,16	0,21±22,39	<i>U</i> =1232,0
	25-20	23-21	<b><i>P</i>=0,000*</b>
AD	0,09±8,51	0,06±8,38	<i>U</i> =1213,5
	10-7	9-8	<b><i>P</i>=0,000*</b>
APe	0,21±8,89	0,65±8,90	<i>U</i> =1409,0
	12-7	11-7	<b><i>P</i>=0,000*</b>
BTE	0,38±11,60	0,11±10,56	<i>U</i> =1881,5
	14-8	12-9	<b><i>P</i>=0,002*</b>
D	0,45±7,84	0,21±6,9	<i>U</i> =1919,0
	14-5	8-6	<b><i>P</i>=0,004*</b>
Pe	0,43±7,29	0,35±6,90	<i>U</i> =1403,0
	11-5	8-6	<b><i>P</i>=0,000*</b>
P	0,87±11,28	0,59±11,01	<i>U</i> =1623,5
	16-6	14-8	<b><i>P</i>=0,000*</b>
A	0,14±5,32	0,08±5,06	<i>U</i> =1614,0
	7-4	6-5	<b><i>P</i>=0,000*</b>

Lampiran 7. Hasil analisis PCA karakter morfologi ikan *P. binotatus* lokasi barat dan timur wilayah Sumatera Barat

Karakter	Semua Lokasi (N = 6)	
	Axis 1	Axis 2
<b>Morfometri</b>		
PT	0,231	-0,035
PS	0,229	-0,039
PK	0,226	0,008
PsSD	0,230	-0,002
PsSPe	0,219	-0,046
PsSA	0,205	-0,080
TK	0,214	0,021
TB	0,221	0,099
TBE	0,210	-0,065
PBE	0,193	-0,165
PM	0,199	0,092
LB	0,181	0,191
DM	0,194	-0,211
JDM	0,215	-0,090
PDS	0,208	0,031
PDSA	0,191	0,010
PDSPe	0,141	0,013
PSP	0,208	-0,114
PSEBA	0,185	-0,013
PSEBT	0,162	0,013
PSEBB	0,040	0,003
PsuRA	0,192	-0,176
PsuM	0,184	-0,198
<b>Meristik</b>		
PreD	0,046	0,037
LL	0,122	0,227
AD	0,104	0,128
APe	0,077	0,476
BTE	0,144	-0,038
D	0,139	-0,032
Pe	0,095	0,268
P	0,055	0,506
A	0,079	0,373
Nilai eigen	17,97	2,03
Persentase	57,64	6,51
Persentase kumulatif	57,64	64,15

## BIODATA



Nama : Dwindia Kurniasih Vitri

No BP : 0810421007

Tempat/ Tanggal Lahir : Batusangkar/ 1 Februari 1990

Alamat : Jln. Dr. Moh. Hatta. No 39-40. Jorong Piliang Nagari  
Limo Kaum, Batusangkar

IPK : 3,32

Email : kdwindia@yahoo.com

Nama Orang Tua

    Ayah : Soni Jovial

    Ibu : Nur'aini, S.Pd

Pendidikan : 1996-2002 SDN 33 Piliang Batusangkar  
2002-2005 MTsN Batusangkar  
2005-2008 SMAN 2 Batusangkar  
2008- 2012 Jurusan Biologi Universitas Andalas