



VARIASI MORFOLOGI PADA IKAN LEMPUK
(*Gobiopterus brachypterus*) DI DANAU
RANUGRATI PASURUAN

TESIS

Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister



Oleh:

MUHAMAD IMAM
0920901016

PROGRAM STUDI
BIOTEKNOLOGI LINGKUNGAN

PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011



JUDUL TESIS:

VARIASI MORFOLOGI PADA IKAN LEMPUK
(*Gobiopterus brachypterus*) DI DANAU RANUGRATI
PASURUAN

Nama Mahasiswa : Muhamad Iman
NIM : 0920901016
Program Studi : S2 Bioteknologi Lingkungan

KOMISI PEMBIMBING

Ketua : Dr. Sri Widyarti
Anggota : Rodiyati Azrianingsih, Ph.D

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Widodo, Ph.D
Dosen Penguji 2 : Aida Sartimbul, Ph.D

Tanggal Ujian : 30 Desember 2011

SK Penguji : 019/110.12.1/.....



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan (plagiat) tesis, saya bersedia Tesis (Magister) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 30 Desember 2011
Mahasiswa,

Muhamad Imam
Nim. 0920901016



RIWAYAT HIDUP

Muhamad Imam, lahir di Purwakarta Jawa Barat, tanggal 8 Juli 1979. Anak dari ayah Abdul Robana dan Ibu Siti Munirah. SD di Karawang, SMP di Bekasi dan SMA di Purwakarta, lulus SMA tahun 1997. Pendidikan S1 di Program Studi Biologi FMIPA Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 2003. Pengalaman kerja sebagai asisten Matakuliah Ekologi, Biodiversitas dan Taksonomi Vertebrata di jurusan Biologi Universitas Brawijaya 2002-2003.

Malang, Desember 2011

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, tesis ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Sri Widyarti dan Ibu Rodiyati Azrianingsih, Ph.D selaku pembimbing yang telah dengan sabar membimbing saya selama proses penelitian dan penyusunan tesis ini.
2. Bapak Widodo, Ph.D dan Ibu Aida Sartimbul, Ph.D selaku penguji yang telah banyak memberi masukan bagi penyempurnaan penulisan tesis ini.
3. Ketua Program Studi S2 Biologi, Program Pascasarjana Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Ibu Tri Ardiati, Ph.D.
4. Professor Ishimatsu Atsushi yang telah memberikan cakrawala baru dalam penelitian tentang ikan.
5. Seluruh sahabat yang telah menemani penulis selama proses penelitian dan penulisan.

Akhir kata, semoga penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat serta pengembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Desember 2011

Penulis





RINGKASAN

VARIASI MORFOLOGI PADA IKAN LEMPUK (*Gobiopterus brachypterus*) DI DANAU RANUGRATI PASURUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik morfologi ikan Lempuk di Ranugrati, membuktikan ada tidaknya variasi morfologi pada populasi ikan lempuk Ranugrati, membuktikan ada tidaknya variasi genetik pada populasi ikan lempuk Ranugrati dan membuktikan ada tidaknya perbedaan karakteristik morfologi ikan Lempuk Ranugrati dengan karakteristik morfologi *Gobiopterus brachypterus*. Karakteristik umum ikan Lempuk yang terdapat di danau Ranugrati ditandai dengan warna tubuh yang transparan sehingga organ internal seperti jantung, ginjal, gelembung renang, pembuluh darah dan tulang belakang dapat terlihat dari luar tubuhnya. Berdasarkan pengamatan, terdapat dua variasi tipe ikan Lempuk yang dalam penelitian ini dikelompokkan sebagai Tipe B dan Tipe C. Ikan Lempuk Tipe B memiliki duri sirip dorsal pertama sebanyak 4 s/d 5, duri dan jari sirip dorsal kedua sebanyak 1,7 s/d 1,8, duri dan jari sirip anal sebanyak 1,10 s/d 1,13, tinggi badan (BD) 4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), terdapat pigment pada pipi dan batas pre-operkulum berwarna hitam berbentuk memanjang vertikal, sirip ekor berbentuk persegi, sirip dorsal kedua berbentuk segitiga, sirip anal berbentuk segitiga, memiliki mandibula yang panjang dan tipis serta memiliki pre-maxila yang lurus. Ikan lempuk Tipe C memiliki duri sirip dorsal pertama sebanyak 4 s/d 5, duri dan jari sirip dorsal kedua sebanyak 1,7 s/d 1,9, duri dan jari sirip anal sebanyak 1,11 s/d 1,15, tinggi badan (BD) 4 s/d 4,5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), terdapat pigment pada pipi dan batas pre-operkulum berwarna hitam berbentuk memanjang vertikal, sirip ekor berbentuk membulat, sirip dorsal kedua berbentuk jajaran genjang, sirip anal berbentuk jajaran genjang, memiliki mandibula yang pendek dan tebal serta memiliki pre-maxila yang melengkung. Perbandingan morfologi antara ikan Lempuk di Ranugrati dengan ikan *G. brachypterus* yang dideskripsikan oleh Kotte *et al.* (1993) menunjukkan adanya beberapa perbedaan. Perbedaan tersebut terletak pada sirip dorsal kedua, sirip anal dan rasio antara tinggi badan dengan panjang standar. Sementara itu dendrogram fenetik hasil RAPD menunjukkan bahwa tidak terdapat bukti bahwa ikan Tipe B dan Tipe C merupakan dua spesies yang berbeda. Hasil ini memperkuat hipotesis bahwa dikotomi morfologis yang ditemukan antara Tipe B dan Tipe C diduga merupakan dimorfisme seksual.

SUMMARY

MORPHOLOGICAL VARIANCE OF LEMPUK FISH (*Gobiopterus brachypterus*) IN LAKE RANUGRATI PASURUAN

The aims of the research are to describe morphological characteristics of Lempuk fish in Ranugrati, to investigate morphological variance and genetic variance within the population of Lempuk fish in Ranugrati and to verify the distinctive characteristics of morphology between Lempuk fish and *Gobiopterus brachypterus*. Common characteristics of Lempuk fish are transparent body, so the internal organs such as heart, kidney, swim bladder, arteries and backbone are able to be viewed from outside of the body. There are two morphological grouping of Lempuk fish in Ranugrati which are divided as Type B and Type C. The Type B are characterized by: the first dorsal fin consist of 4-5 spines, the number of spine and rays in the second dorsal fin are 1,7 to 1,8, the number of spine and rays in the anal fin are 1,10 to 1,13, the standard length is 4,5 to 5 times of the body depth, pigment on cheek and margin of preopercle with dark vertical mark, the shape of caudal fin is truncate, the shape of second dorsal fin and anal fin are triangle, the mandible is long and thin, and the pre-maxilla is straight. The Type C are characterized by: the first dorsal fin consist of 4-5 spines, the number of spine and rays in the second dorsal fin are 1,7 to 1,9, the number of spine and rays in the anal fin are 1,11 to 1,15, the standard length is 4 to 4,5 times of the body depth, pigment on cheek and margin of preopercle with dark vertical mark, the shape of caudal fin is rounded, the shape of second dorsal fin and anal fin are parallelogram, the mandible is short and thick, and the pre-maxilla is curve. Comparison of morphological characteristics between Lempuk fish in Ranugrati and the *G. brachypterus* which was described by Kotelat, *et al.* (1993) shows several differences. The differences found in the second dorsal fin, anal fin and the ratio between body depth and standard length. At the same time, the phenogram based on the result of RAPD concluded that Type B and Type C are possibly the same species. This result supports the hypothesis that morphological dichotomy found between Type B and Type C was expected as sexual dimorphism.



KATA PENGANTAR

Tesis ini merupakan salah satu cara penulis untuk mengungkapkan bahwa setiap makhluk hidup, tanpa kecuali, memiliki hak untuk tetap eksis dan menjalankan peran ilahiahnya di alam. Ikan Lempuk merupakan salah satu diantara sekian banyak makhluk hidup yang keberadaannya hampir luput dari perhatian. Diantara ancaman predasi dari ikan-ikan budidaya yang diintroduksi ke dalam danau Ranugrati serta penurunan kualitas lingkungan yang menekan habitat ikan Lempuk di Ranugrati, satu-satunya hal yang menguntungkan adalah bahwa ia menjadi komoditas lokal sebagai ikan konsumsi. Keuntungan itulah yang penulis jadikan titik awal untuk mengembalikan perhatian masyarakat kepada ikan Lempuk pada khususnya dan ikan-ikan liar lain pada umumnya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini hanya menyediakan sedikit sekali informasi mengenai ikan Lempuk. Berbagai pertanyaan seperti bagaimanakah ikan *G. brachypterus* tersebar dari Asia hingga Australia atau seberapa jauh ekspresi fenotip berkembang mengikuti adaptasi lokal dan pertanyaan-pertanyaan lainnya masih belum terjawab. Namun penulis berharap dari informasi yang kecil ini, penelitian lanjutan akan terus berjalan untuk memperoleh informasi yang menyeluruh mengenai ikan Lempuk.

Malang, Desember 2011.

Penulis



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1.2. Rumusan Masalah

1.3. Tujuan Penelitian

1.4. Manfaat Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik ikan genus *Gobiopteris*

2.2 Variasi morfologi ikan dalam satu spesies

BAB III KERANGKA KONSEP PENELITIAN

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan tempat

4.2 Cara kerja

4.2.1 Pengambilan sampel ikan Lempuk

4.2.2 Pendeskripsian morfologi ikan Lempuk

4.2.3 Analisis fenetik berdasarkan morfologi

ix

xj

xii

xiii

1

1

3

3

4

5

5

5

8

10

10

10

10

10

12



DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Perbandingan karakter ikan Lempuk Ranugrati tipe B dan C 18

Tabel 5.2 Karakter ikan Lempuk Tipe B, Tipe C, *G. brachypterus* dan *G. chuno* 22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Pemotretan ikan Lempuk menggunakan kamera digital dengan lensa macro 11

Gambar 5.1 Morfologi ikan lempuk 15

Gambar 5.2 Perbedaan karakteristik morfologi ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C 17

Gambar 5.3 Dendrogram fenetik seluruh sampel ikan Lempuk Ranugrati 19

Gambar 5.4 Analisis statistik bentuk dan ukuran tubuh ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C 20

Gambar 5.5 Duri sirip dorsal kedua pada ikan Lempuk Ranugrati 21

Gambar 5.6 Dendrogram fenetik ikan Lempuk tipe B, tipe C, *G. brachypterus* dan *G. chuno* berdasarkan ciri morfologi 23

Gambar 5.7 Distribusi biogeografis ikan *G. brachypterus* 24

Gambar 5.8 Dendrogram fenetik ikan Lempuk tipe B dan tipe C berdasarkan pita hasil PCR-RAPD 26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Karakter morfologi ikan Lempuk dalam simbol numerik untuk analisis fenetik	33
Lampiran 2	Sketsa Ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C	34
Lampiran 3	Susunan nukleotida gen 12S rRNA <i>Gobiopterus brachypterus</i>	35
Lampiran 4	Karakter morfologi ikan Lempuk Tipe B, Tipe C, <i>G. brachypterus</i> dan <i>G. chun</i> dalam simbol numerik untuk analisis fenetik	37
Lampiran 5	Karakter numerik pita DNA hasil PCR-RAPD pada ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C untuk analisis fenetik	38
Lampiran 6	Susunan DNA OPA01 – OPA20	39
Lampiran 7	Kode analisis plot dengan software statistik R	40
Lampiran 8	Pita DNA hasil RAPD terhadap ikan Lempuk tipe B dan C	41



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Danau Ranugrati merupakan danau yang terbentuk secara alami yang terletak di utara pegunungan tengger dan merupakan habitat dari berbagai flora dan fauna perairan terestrial. Salah satu fauna yang memiliki nilai penting secara ekologi maupun ekonomi di danau Ranugrati adalah ikan Lempuk, namun informasi ilmiah mengenai ikan Lempuk di Danau Ranugrati masih sangat terbatas. Ikan Lempuk merupakan salah satu ikan tangkapan nelayan setempat untuk dikonsumsi sendiri maupun dijual sebagai komoditas khas lokal (Imam, *et al.* 2010). Studi pendahuluan menunjukkan bahwa populasi ikan Lempuk terdistribusi luas di kawasan permukaan danau. Hal tersebut mengindikasikan bahwa secara ekologi, ikan Lempuk memiliki posisi penting dalam struktur komunitas di Danau Ranugrati. Ikan Lempuk merupakan konsumen tingkat satu dan planktonivora utama yang mendukung keberadaan organisme-organisme konsumen tingkat selanjutnya dalam rantai makanan di danau Ranugrati (Imam, *et al.* 2010). Meskipun ikan Lempuk menduduki tempat yang sangat penting dalam struktur komunitas di perairan danau serta menjadi *bioresource* bagi masyarakat lokal dan menjadi daya tarik khas pariwisata khususnya di kabupaten Pasuruan.

Data dari Dinas Perikanan yang menyebutkan istilah ikan Lempuk, mengacu pada spesies *Ompok bimaculatus*. Sementara itu, berdasarkan pedoman identifikasi yang dibuat oleh Kottelat, *et al.* (1993), karakteristik morfologi ikan



Lempuk di Danau Ranugrati memiliki banyak kesamaan dengan spesies *Gobiopterus brachypterus* dari Famili Gobiidae. Akan tetapi, deskripsi morfologi *Gobiopterus brachypterus* yang ada hanya berupa catatan yang sangat singkat. Sehubungan dengan itu, penggalian informasi yang lebih terperinci mengenai morfologi ikan Lempuk sangat dibutuhkan.

Kottelat, *et al.* (1993) menyebutkan bahwa ikan *Gobiopterus brachypterus* secara bio-geografi tersebar di Sumatra, Jawa, Philipina, hingga Australia. Pada faktanya, di Jawa Timur ikan ini hanya ditemukan di danau Ranugrati (Imam, *et al.* 2005, Widodo, *et al.* 1994). Di Sumatera, ikan lempuk tercatat mendiami habitat di danau Singkarak. Hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun sebaran bio-geografis ikan Lempuk sangat luas namun ikan ini hanya hidup di lokasi-lokasi tertentu. Sangat kecil kemungkinan terjadi percampuran genetik melalui fertlisasi alamiah antara populasi ikan lempuk di satu tempat dengan populasi ikan lempuk di tempat lainnya akibat *barrier* geografis yang melingkupinya.

Barrier geografis antara satu populasi dengan populasi lainnya pada suatu spesies yang sama dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan variasi morfologi atau bahkan spesiasi (Nosil, *et al.* 2005). Berdasarkan hal tersebut, perlu investigasi yang lebih mendalam mengenai kemungkinan adanya perbedaan morfologi kan

Lempuk Ranugrati dengan *G. Brachypterus*. Selain *barrier* geografis, kompetisi antara individu dalam satu populasi dapat menghasilkan kecenderungan perbedaan fenotip. Spesialisasi trofik yang disebabkan oleh kompetisi untuk mendapatkan sumber makanan sering diduga sebagai mekanisme utama penyebab keragaman di alam (Pfaender, *et al.* 2009). Dugaan tersebut menjadi dasar pula dalam mempertimbangkan kemungkinan adanya mekanisme yang sama terjadi pada ikan



Lempuk di Danau Ranugrati

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik morfologi ikan Lempuk di Ranugrati?
2. Apakah ada variasi morfologi dalam populasi ikan Lempuk di habitat danau Ranugrati?
3. Apakah variasi morfologi ikan Lempuk Ranu Grati juga menunjukkan variasi dalam genetiknya?
4. Apakah ada perbedaan karakteristik morfologi ikan Lempuk Ranugrati dengan karakteristik morfologi *Gobiopterus brachypterus*?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan karakteristik morfologi ikan Lempuk di Ranugrati.
2. Untuk membuktikan ada tidaknya variasi morfologi pada populasi ikan lempuk Ranugrati.
3. Untuk membuktikan ada tidaknya variasi genetik pada populasi ikan lempuk Ranugrati.
4. Untuk membuktikan ada tidaknya perbedaan karakteristik morfologi ikan Lempuk Ranugrati dengan karakteristik morfologi *Gobiopterus brachypterus*.



1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal tentang karakteristik morfologi serta gambaran umum mengenai variasi ikan Lempuk di Ranugrati sebagai dasar bagi penelitian lebih lanjut mengenai ikan tersebut. Dari perspektif konservasi, informasi ilmiah mengenai ikan Lempuk di Ranugrati dapat digunakan untuk memelihara kelestarian ikan tersebut dari ancaman kepunahan akibat perubahan habitat danau Ranugrati maupun eksploitasi berlebihan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan ilmiah bagi stakeholders terkait khususnya masyarakat lokal di desa Ranugrati, Dinas Perikanan dan Dinas Pariwisata kabupaten Pasuruan untuk kepentingan sosial ekonomi di kawasan tersebut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik ikan genus *Gobiopterus*

Ikan *Gobiopterus brachypterus* memiliki ciri-ciri sebagai berikut: lebar

badan kira-kira 6 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), Badan dan kepala pipih datar pipi, dan pinggiran operkulum umumnya mempunyai sebuah tanda hitam; bagian tengah sirip punggung pertama di bagian depan umumnya memiliki

pigmen hitam, celah mulut pada jantan hampir tegak; jarak antara dua mata hampir satu atau $\frac{1}{2}$ kali diameter mata (Kottelat, *et al.* 1993).

Ikan *Gobiopterus chuno* memiliki ciri-ciri sebagai berikut: lebar badan 4,5

– 5,0 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), badan agak pipih tegak; kepala hampir bundar; hanya ada pigmen terisolasi atau tidak ada sama sekali pada pipi; preoperkulum dan garis pertengahan punggung di depan sirip punggung pertama; celah mulut pada jantan agak lengkung; jarak antara kedua bola mata kira-kira satu setengah hingga dua kali diameter mata (Kottelat, *et al.* 1993).

2.2 Variasi morfologi ikan dalam satu spesies

Pada tahun 1960 dan 1970an ahli biometrik menggunakan perangkat statistik multivariate untuk menggambarkan pola variasi bentuk di dalam dan antar kelompok-kelompok. Pendekatan ini disebut pula morfometrik atau multivariate morfometrik. Multivariate morfometrik terdiri dari analisis statistik multivariate untuk mengolah variabel-variabel morfologi. Pada umumnya pengukuran jarak linier digunakan tetapi kadangkala perhitungan-perhitungan,



perbandingan-perbandingan dan sudut-sudut dimasukan ke dalam variabel morfologi. Di dalam pendekatan ini, kovariansi pada pengukuran morfologis dikuantifikasi dan pola-pola variasi di dalam dan antar populasi dianalisis. Beberapa studi menelaah allometry atau perubahan bentuk seiring dengan perubahan ukuran (Adams, *et al.* 2004).

Prediksi bahwa variasi pada morfologi spesies berhubungan dengan lingkungan telah menjadi ketertarikan bagi ahli ekologi dan biologi evolusioner.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk memahami bagaimana keterkaitan antara morfologi dengan lingkungannya terangkum dalam studi eko-morfologi.

Studi eko-morfolog mengkaji hubungan antara morfologi suatu organisme dengan lingkungannya pada skala spasial yang kecil. Hubungan yang kuat antara karakteristik morfologi dengan karakteristik lokal di lingkungan telah diteliti pada kelelawar, ikan dan kadal (Luxbacher, *et al.* 2009).

Populasi dapat terpisah ke dalam garis keturunan yang berbeda atau atau mengembangkan dimorfisme seksual dalam satu garis keturunan yang sama.

Beberapa studi empiris menyimpulkan adanya kemungkinan evolusi yang terjadi secara simultan menuju dimorfisme seksual dan spesiasi dalam merespons kompetisi sumber makanan, namun beberapa studi menunjukkan hubungan antara

kelimpahan spesies dan dimorfisme seksual dalam konteks ekologi. Adanya spesies kompetitor dapat menyebabkan evolusi dimorfisme seksual, namun pada kolonisasi habitat baru tanpa kompetisi interspesifik, dimorfisme seksual dapat berkembang untuk menghindari kompetisi dalam satu spesies (Cooper, *et al.* 2011).

Hipotesis *ecological opportunity* memprediksi bahwa ketika kompetisi



interspesifik atau predasi berkurang, populasi akan menunjukkan kenaikan varians fenotipik sebagai akibat kolonisasi dan adaptasi terhadap niche ekologi yang kosong atau kurang dimanfaatkan. Penelitian tentang populasi ikan *sticklebeck* di 40 danau di British Columbia, Kanada diketahui memiliki morfologi yang beragam. Ukuran danau yang besar yang memiliki zona littoral dan limnetik sekaligus memiliki niche trofik yang lebih beragam dari pada danau kecil yang hanya memiliki zona littoral. Semakin besar ukuran danau maka variasi morfologi yang berhubungan dengan aktifitas trofik juga turut meningkat (Nosil *et al.*, 2005).

Sebaliknya, berkurangnya predasi oleh vertebrata dalam danau rawa yang kecil memberikan peluang terjadinya variasi dalam struktur morfologi organ pertahanan ikan *sticklebeck*. Variasi fenotipik pada dua ciri yang berhubungan dengan aktifitas makan (lebar mulut dan panjang sirip dada) meningkat searah dengan ukuran danau, sedangkan variasi pada struktur pertahanan (jumlah sisik lateral dan panjang duri sirip dorsal) menunjukkan sebaliknya. Penelitian ini menguatkan dugaan bahwa perubahan karakter morfologi merupakan dampak kombinasi dari kompetisi, predasi dan keragaman habitat (Nosil, *et al.*, 2005).

Hewan predator dapat mempengaruhi kepadatan dan frekuensi fenotip sehingga dapat mengawali divergensi fenotipik mangsanya melalui seleksi alam.

Hasil penelitian Ekloy, *et al.*, 2005 membandingkan populasi-populasi ikan pada berbagai habitat yang memiliki tingkat kompetisi dan kematian yang sama, variasi morfologi diantara populasi-populasi tersebut diinduksi oleh perbedaan pada resiko predasi di masing-masing habitat.



BAB III

KERANGKA KONSEP PENELITIAN

Dengan luasan mencapai 198 hektare, danau Ranugrati diperkirakan dapat menciptakan niche ekologis yang beragam bagi ikan Lempuk. Spesialisasi trofik yang disebabkan oleh kompetisi untuk mendapatkan sumber makanan sering diduga sebagai mekanisme utama penyebab keragaman di alam. Kelimpahan yang relatif tinggi pada populasi ikan Lempuk Ranugrati (Imam, *et al.* 2010) dapat menyebabkan kompetisi antar individu dan menghasilkan kecenderungan perbedaan fenotip (Pfaender, *et al.* 2009). Selain itu, ikan Lempuk merupakan ikan mangsa utama yang dipredasi oleh berbagai jenis ikan predator di danau Ranugrati. Hewan predator dapat mempengaruhi kerapatan dan frekuensi fenotip sehingga dapat mengawali divergensi fenotipik mangsanya melalui seleksi alam (Eklov, *et al.* 2005). Semua hal tersebut diatas memunculkan hipotesis akan adanya variasi morfologi ikan Lempuk di Ranugrati.

Untuk mengetahui adanya variasi ikan Lempuk Ranugrati, penelitian ini berusaha mendeskripsikan morfologi ikan tersebut. Setelah itu, seluruh sampel ikan Lempuk Ranugrati dianalisis secara morfologi untuk melihat kemungkinan adanya perbedaan-perbedaan morfologis di dalam populasi ikan Lempuk Ranugrati itu sendiri. Selain itu, dibandingkan pula antara ikan Lempuk Ranugrati dengan ikan *G. brachypterus* yang dideskripsikan oleh Kottelat, *et al.* 1993. Untuk melengkapi analisis morfologi, dilakukan pula analisis secara genetik dengan RAPD.



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository
Repository

Ikan Lempuk di Danau Ranugrati

Ancaman predator

Niche ekologis beragam

Kompetisi

Variasi morfologi ikan Lempuk

Deskripsi morfologi

Ikan Lempuk Ranugrati

G. brachypterus

Perbandingan morfologi

Analisis secara genetik



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga Maret 2011 di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati, Universitas Brawijaya. Ikan Lempuk diperoleh dari danau Ranugrati, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur.

4.2 Cara kerja

4.2.1 Pengambilan sampel ikan Lempuk

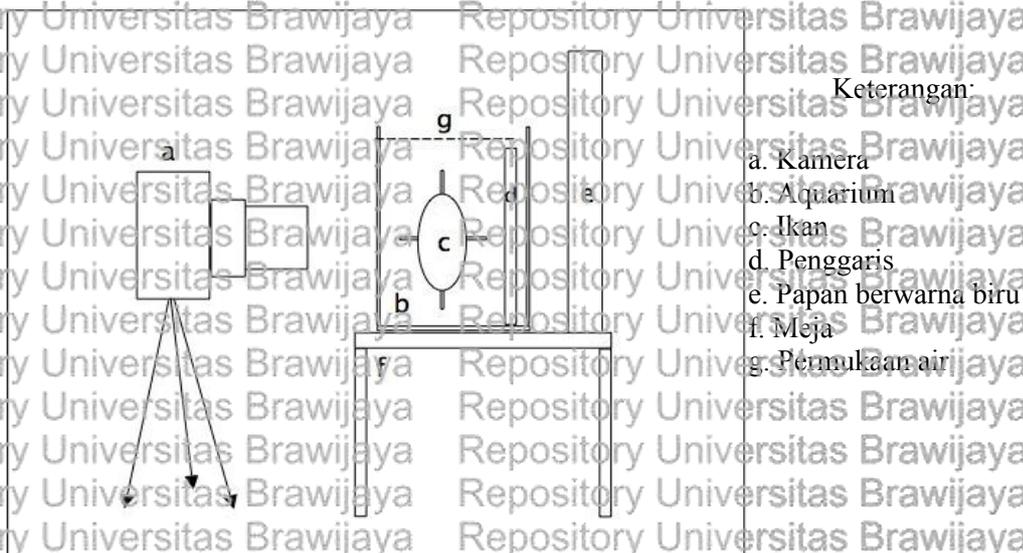
Ikan Lempuk ditangkap di danau Ranugrati (7.727747°S dan $113.008761^{\circ}\text{E}$) menggunakan jaring dengan ukurannya kira-kira $1,5 \times 2,0$ mm. Ikan lempuk yang diperoleh dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diisi dengan air sumur dan diberi udara yang cukup untuk perjalanan selama dua jam dari danau hingga laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan, Jurusan Biologi, Universitas Brawijaya. Di laboratorium, ikan yang masih hidup dimasukkan ke dalam aquarium berukuran besar sebelum diamati. Setiap hari, sepertiga volume air dalam aquarium diganti dengan air yang baru yang diperoleh dari sumur.

4.2.2. Pendeskripsian morfologi ikan Lempuk

Ikan lempuk dimasukkan ke dalam aquarium kecil dengan ukuran lebar 5 mm, panjang 30 mm dan tinggi 8 mm. Aquarium dilengkapi penggaris secara



horizontal untuk mengukur panjang standar / *standar length* (TL) dan tinggi badan / *body depth* (BD). Aquarium ditempatkan di antara kamera dan papan berwarna biru muda sebagai latar belakang. Sebanyak 30 individu ikan Lempuk dipotret satu per satu di dalam aquarium dengan menggunakan kamera digital Nikon D3000 dengan lensa macro. Foto digital ikan lempuk disimpan dalam bentuk file JPEG dan diolah dengan menggunakan software GIMP 2.6.11.



Gambar 4.1 Pemotretan ikan Lempuk menggunakan kamera digital dengan lensa macro

Ukuran ikan Lempuk sangat kecil sehingga relatif sulit untuk diamati bentuk morfologinya secara terperinci. Apabila telah mati, tubuh ikan Lempuk berubah warna dari transparan menjadi putih dalam waktu 15 – 30 menit sehingga menyulitkan pengamatan corak pigmentasi tubuh dalam keadaan hidup. Selain itu, jari-jari sirip menguncup sehingga penghitungan jumlah duri dan jari-jari sirip sangat sulit dilakukan. Dengan metode pemotretan dalam aquarium kecil seukuran tubuh ikan Lempuk, pengamatan morfologi ikan lempuk secara lateral relatif lebih mudah untuk dilakukan. Penggunaan lensa macro dengan resolusi yang tinggi



(ukuran file 5 MB) dapat membantu memperjelas detil morfologi ikan Lempuk.

Kottelat, *et al.* (1993) digunakan sebagai panduan dan acuan dalam membandingkan deskripsi morfologi ikan Lempuk. Informasi tentang deskripsi morfologi *Gobiopterus brahypterus* yang tersedia pada buku panduan tersebut meliputi jumlah duri sirip dorsal pertama, jumlah duri dan jari sirip kedua, tinggi badan/*body depth* (BD), panjang standar/*standard length* (SL), pigment pada pipi dan batas pre-operkulum, warna pada dorsal midline, bentuk sirip ekor, bentuk sirip dorsal kedua, bentuk sirip anal, bentuk mandibula dan bentuk pre-maxilla.

4.2.3 Analisis fenetik berdasarkan morfologi

Semua karakteristik dari 30 individu ikan lempuk dianalisis secara numerik untuk menentukan klaster berdasarkan nilai similaritas. Algoritma pengklasteran yang digunakan adalah *average linkage (UPGMA: Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages)*, sedangkan nilai similaritas ditentukan dengan metode *simple matching method (SS_M)* dengan menggunakan software *MSP*. Selain itu, analisis statistik beserta plotting data menggunakan software statistik *R* dan *Openoffice Spreadsheet*.

4.2.4 Metode PCR-RAPD

Sebanyak 10 individu ikan Lempuk (B6, B7, B8, B9, B10, C1, C2, C3, C4 dan C5) disiapkan untuk dilakukan analisis PCR-RAPD (*Polymerase Chain Reaction – Random Amplified Polymorphic DNA*) dengan menggunakan primer OPA01 – OPA15. Metode ini digunakan untuk membuktikan adanya pengelompokan pada ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C melalui pita DNA yang



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

5.1.1 Karakteristik morfologi ikan Lempuk Ranugrati

Karakteristik umum ikan Lempuk yang terdapat di danau Ranugrati ditandai dengan warna tubuh yang transparan sehingga organ internal seperti jantung, ginjal, gelembung renang, pembuluh darah dan tulang belakang dapat terlihat dari luar tubuhnya (Gambar 5.1). Di dalam deskripsinya tentang ikan *G. brachypterus*, Kottelat, *et al.* (1993) belum menyebutkan karakteristik umum tersebut.

Di dalam perbandingan karakteristik morfologi dan pembuatan dendrogram fenetik, karakteristik ikan *G. brachypterus* dan *G. Chuno* yang dideskripsikan oleh Kottelat, *et al.* (1993) menjadi dasar acuan (Gambar 5.2). Deskripsi menurut Kottelat tersebut meliputi :

- a. jumlah jari sirip dorsal kedua,
- b. jumlah jari sirip anal,
- c. rasio tinggi badan dengan panjang standar,
- d. pigment pada pipi dan batas pre-operculum dan
- e. warna pada dorsal midline.

Adanya pigment pada pipi dan batas preoperculum merupakan ciri khas *G. brachypterus*. Pada ikan Lempuk Ranugrati juga ditemukan pigment pada pipi dan batas preoperculum. Berdasarkan ciri tersebut, maka ikan Lempuk Ranugrati diduga merupakan *G. brachypterus*.



Dalam penelitian ini, ditambahkan pula deskripsi morfologi yang belum disebutkan oleh Kottelat, *et al.* (1993), antara lain yaitu :

- a. adanya duri sirip dorsal pertama,
- b. bentuk sirip ekor dan
- c. bentuk sirip dorsal kedua (Gambar 5.2).



Keterangan: a. sirip ekor, b. sirip dorsal kedua, c. sirip dorsal pertama, d. gelembung renang, e. premaxilla, f. mandibula, g. vena dan arteri, h. tulang belakang, i. sirip anal, j. ginjal, k. Intestine, l. Sirip perut, m. jantung, n. insang

Gambar 5.1 Morfologi ikan lempuk

Berdasarkan pengamatan secara umum dari bentuk sirip dorsal pertama, bentuk sirip anal, bentuk sirip ekor dan sungut maka ikan Lempuk Ranugrati dikelompokkan menjadi dua tipe. Dalam penelitian ini tipe tersebut dinamakan sebagai Tipe B dan Tipe C.

Ikan Lempuk Tipe B

Ikan Lempuk Tipe C

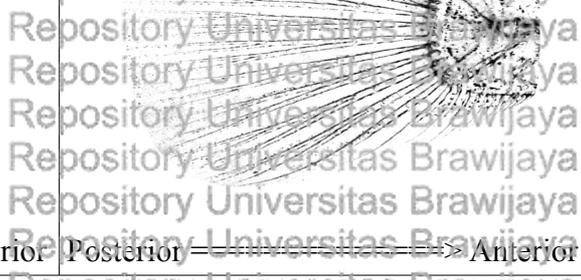


Repository Universitas Brawijaya



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya



Repository Universitas Brawijaya



Keterangan . a. Sirip dorsal kedua ikan Tipe B, b. Sirip dorsal kedua ikan Tipe C,
c. Sirip dorsal pertama ikan Tipe B, d. Sirip dorsal pertama ikan Tipe C,
e. Sirip anal ikan Tipe B, f. Sirip anal ikan Tipe C,
g. Sirip ekor ikan Tipe B, h. Sirip ekor ikan Tipe C, i. Kepala ikan Tipe B,
j. Kepala ikan Tipe C

Gambar 5.2. Perbedaan karakteristik morfologi ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C

Ikan Lempuk Tipe B memiliki duri sirip dorsal pertama sebanyak 4 s/d 5, duri dan jari sirip dorsal kedua sebanyak 1,7 s/d 1,8, duri dan jari sirip anal sebanyak I,10 s/d I,13, tinggi badan 4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), terdapat pigment pada pipi dan batas pre-operkulum berwarna hitam berbentuk memanjang vertikal, sirip ekor berbentuk persegi, sirip dorsal kedua berbentuk segitiga, sirip anal berbentuk segitiga, memiliki mandibula yang panjang dan tipis serta memiliki pre-maxila yang lurus (Tabel 5.1)

Ikan lempuk Tipe C memiliki duri sirip dorsal pertama sebanyak 4 s/d 5, duri dan jari sirip dorsal kedua sebanyak 1,7 s/d 1,9, duri dan jari sirip anal sebanyak I,11 s/d I,15, tinggi badan 4 s/d 4,5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), terdapat pigment pada pipi dan batas pre-operkulum berwarna hitam berbentuk memanjang vertikal, sirip ekor berbentuk membulat, sirip dorsal kedua berbentuk jajaran genjang, sirip anal berbentuk jajaran genjang, memiliki mandibula yang pendek dan tebal serta memiliki pre-maxila yang melengkung.

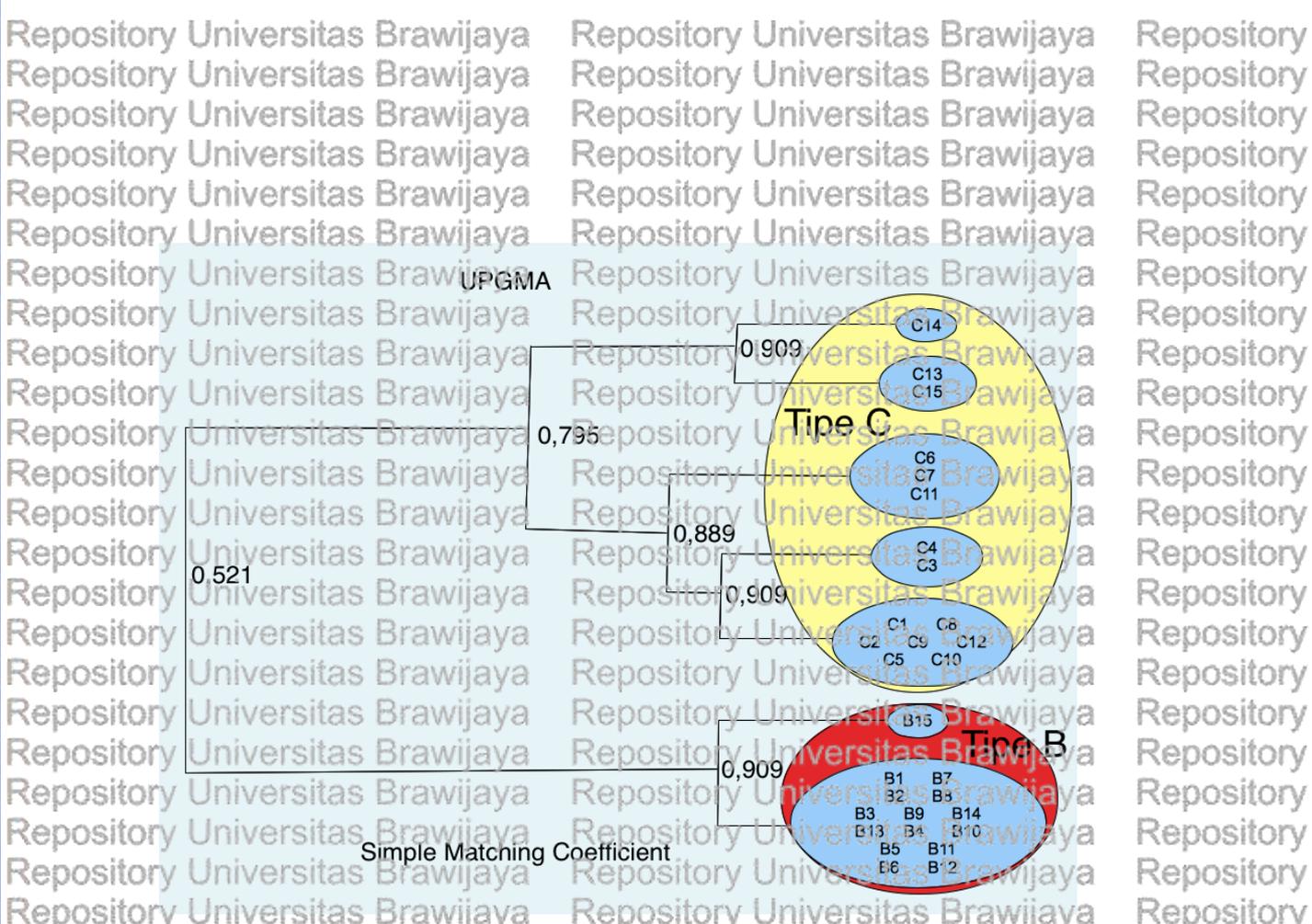


Tabel 5.1. Perbandingan karakter ikan Lempuk Ranugrati tipe B dan C

Karakteristik/Jenis	Ikan Lempuk Tipe B	Ikan Lempuk Tipe C
Jumlah duri sirip dorsal pertama	4 s/d 5	4 s/d 5
Jumlah duri dan jari sirip dorsal kedua	1,7 s/d 1,8	1,7 s/d 1,9
Jumlah duri dan jari sirip anal	1,10 s/d 1,13	1,11 s/d 1,15
Tinggi badan	4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL)	4 s/d 4,5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL)
Pigment pada pipi dan batas pre-operkulum	Hitam vertikal	Hitam vertikal
Warna pada dorsal midline	Ada pigment hitam	Ada pigment hitam
Bentuk sirip ekor	bersegi	membulat
Bentuk sirip dorsal kedua	segitiga	Jajaran genjang
Bentuk sirip anal	segitiga	Jajaran genjang
Bentuk mandibula	Panjang, tipis	Pendek, tebal
Bentuk pre-maxilla	lurus	melengkung

Karakter morfologi (Tabel 5.1) seluruh sampel ikan Lempuk Ranugrati (30 individu) dianalisis dengan menggunakan software MVSP. Analisis tersebut dilakukan untuk melihat tingkat kesamaan diantara individu-individu tersebut.

Dendogram fenetik menunjukkan bahwa ikan Lempuk Tipe B masuk dalam cluster tersendiri yang terpisah dengan ikan Lempuk Tipe C (Gambar 5.3).

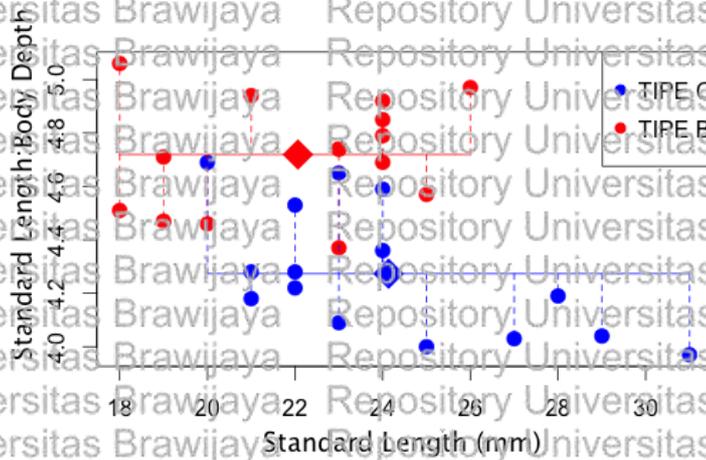


Gambar 5.3 Dendrogram fenetik seluruh sampel ikan Lempuk Ranugrati

Pada gambar 5.4 tampak bahwa spot berwarna biru (ikan Lempuk Tipe B) berada pada area bawah (rasio *Standard Length / Body Depth* berkisar antara 4,37 – s/d 5,06 kali). Sedangkan spot berwarna merah (ikan Lempuk Tipe C) pada daerah lebih atas (rasio *Standard Length / Body Depth* berkisar antara 3,97 – s/d 4,69 kali). Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa ikan Lempuk Tipe B memiliki bentuk tubuh lebih *streamline* dibandingkan ikan Lempuk Tipe C. Sementara itu, ukuran tubuh (panjang standar/*standard length*) rata-rata ikan Lempuk Tipe B (22 mm) lebih kecil daripada ikan Lempuk Tipe C (24 mm).

Bentuk tubuh ikan seringkali mengalami perubahan dari sejak larva sampai dewasa. Bentuk dan ukuran tubuh ikan Lempuk yang masih muda (*juvenile*) dan larva ikan Lempuk perlu diamati lebih lanjut untuk mendapatkan gambaran

menyeluruh mengenai siklus hidup ikan Lempuk.



- Keterangan :
- ◆ = Panjang Standar (*Standard Length*) rata-rata ikan Lempuk tipe C
 - ◆ = Panjang Standar (*Standard Length*) rata-rata ikan Lempuk Tipe B
 - = Rasio *Standard Length* dengan *Body Depth* rata-rata ikan Lempuk tipe C
 - = Rasio *Standard Length* dengan *Body Depth* rata-rata ikan Lempuk tipe B

Gambar 5.4 Analisis statistik bentuk dan ukuran tubuh ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C

5.1.2 Perbandingan morfologi ikan Lempuk Ranugrati dengan *G. brachypterus*

Perbandingan morfologi antara ikan Lempuk di Ranugrati dengan ikan *G. brachypterus* yang dideskripsikan oleh Kottelat, *et al.* (1993) menunjukkan adanya beberapa perbedaan. Perbedaan yang paling jelas terdapat pada sirip dorsal kedua, sirip anal, dan rasio antara tinggi badan dengan panjang standar. Ikan Lempuk di Ranugrati memiliki satu buah duri sirip pada sirip dorsal kedua dan sirip analnya (Gambar 5.5), sedangkan ikan *G. brachypterus* yang dideskripsikan oleh Kottelat, *et al.* (1993) tidak memiliki duri sirip. Teknik pengamatan dengan menggunakan peralatan fotografi dengan lensa macro terhadap ikan berukuran sangat kecil



dalam keadaan hidup membantu memperoleh gambaran rinci mengenai organ-organ mikroskopis seperti duri dan jari-jari sirip pada ikan Lempuk.



Keterangan: a. duri sirip
Tipe B

Gambar 5.5 Duri sirip dorsal kedua pada ikan Lempuk Ranugrati

Disamping itu, ikan Lempuk di Ranugrati memiliki tinggi badan (BD) 4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), sedangkan ikan *G. brachypterus* yang dideskripsikan oleh Kottelat, *et al.* (1993) memiliki tinggi badan (BD) 6 kali lebih pendek dari panjang standar (SL) (Tabel 5.2). Sementara itu, ikan *G. chuno* memiliki tinggi badan (BD) 4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), serupa dengan ikan Lempuk di Ranugrati.

Panjang standar (SL) ikan Lempuk di Ranu Grati secara rata-rata lebih panjang dari pada ikan *G. brachypterus*. Panjang standar (SL) ikan Lempuk Tipe C bahkan dapat ditemukan maksimum hingga 31 mm. Sementara itu, ikan Lempuk Tipe B memiliki panjang standar (SL) hingga mencapai 26 mm. Data pada tabel 5.2 menunjukkan bahwa ukuran ikan Lempuk Ranugrati lebih besar dibandingkan *G. brachypterus* maupun *G. chuno*.

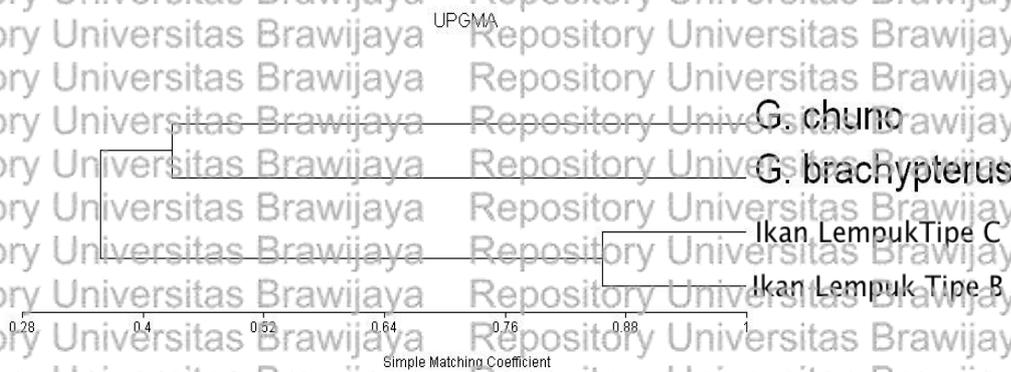
Tabel 5.2. Karakter ikan Lempuk Tipe B, Tipe C, *G. brachypterus* dan *G. chuno*

Karakteristik/Jenis	Ikan Lempuk Tipe B	Ikan Lempuk Tipe C	<i>G. brachypterus</i>	<i>G. chuno</i>
Jumlah duri sirip dorsal pertama	4 s/d 5	4 s/d 5	5	5
Jumlah duri dan jari sirip dorsal kedua	1,7 s/d 1,8	1,7 s/d 1,9	8	8 s/d 9
Jumlah duri dan jari sirip anal	1,10 s/d 1,13	1,11 s/d 1,15	11 s/d 12	10 s/d 11
Tinggi badan (BD)	4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL)	4 s/d 4,5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL)	6 kali lebih pendek dari panjang standar (SL)	4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL)
Pigment pada pini dan batas pre-operkulum	Hitam vertikal	Hitam vertikal	Hitam vertikal	Tidak ada tanda
Warna pada dorsal midline	Ada pigment hitam	Ada pigment hitam	Ada pigment hitam	Tidak ada pigment
Panjang standar (SL)	22 mm (mean)	24 mm (mean)	18 mm	20 mm

Analisis fenetik berdasarkan karakteristik seperti yang terdapat pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa ikan Lempuk tipe B memiliki kesamaan morfologis lebih banyak dengan ikan Lempuk Tipe C dibandingkan dengan *G. brachypterus* maupun *G. chuno* sebagai spesies pembandingan (Gambar 5.6). Meskipun demikian, masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk menyimpulkan apakah ikan Lempuk di Ranugrati merupakan spesies yang berbeda dengan *G. brachypterus* seperti yang dideskripsikan oleh Kottelat, *et al.* (1993). Karakteristik morfologi lainnya perlu ditambahkan untuk mendapatkan hasil analisis fenetik sekaligus dendrogram fenetik yang baik. Apabila ikan Lempuk terbukti sebagai ikan *G. brachypterus* melalui rangkaian penelitian lebih lanjut termasuk konfirmasi ilmiah melalui pendekatan molekuler dengan membandingkan susunan DNA mitokondrianya, maka perbedaan-perbedaan tersebut dapat menjadi bahan



informasi untuk mengajukan suatu tesis akan adanya proses evolusi divergen pada ikan *G. brachypterus*. Pendekatan molekuler dengan menggunakan DNA mitokondria sebagai dasar analisis fenetik dan identifikasi dapat dilakukan untuk mendapatkan hasil kesimpulan yang lebih kuat. Penelitian Wang, *et al.* 2001 telah berhasil memetakan susunan gen 12S rRNA ikan *G. brachypterus* (Lampiran 3) dapat dijadikan acuan untuk identifikasi spesies secara molekuler.

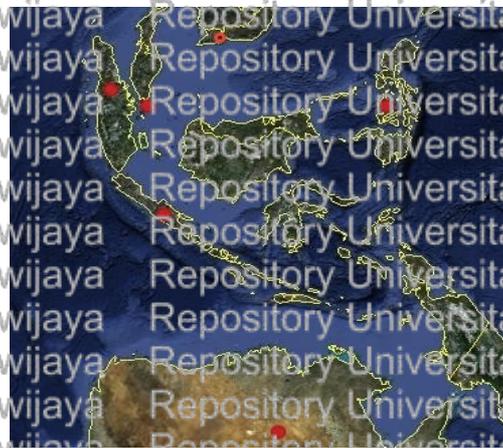


Gambar 5.6. Dendrogram fenetik ikan Lempuk tipe B, tipe C, *G. brachypterus* dan *G. chuno* berdasarkan ciri morfologi

Ikan Lempuk dapat menjadi subjek potensial untuk kajian evolusi divergen. Meskipun distribusi biogeografis *G. brachypterus* sangat luas namun ikan ini hanya hidup di lokasi-lokasi tertentu. Sangat kecil kemungkinan terjadi percampuran genetik melalui fertilisasi alamiah antara populasi ikan lempuk di satu tempat dengan populasi ikan lempuk di tempat lainnya akibat *barrier* geografis yang melingkupinya (Gambar 5.7). *Barrier* geografis antara satu populasi dengan populasi lainnya pada suatu spesies yang sama dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan variasi morfologi atau bahkan spesiasi (Nosi, *et al.* 2005). Dalam teori Evolusi Divergen, perbedaan *niche* yang berlangsung dalam waktu yang lama pada suatu populasi dapat mengawali terjadinya spesiasi



(Wiens, 2004; Nosil, *et al.* 2005). Apabila populasi-populasi ikan *G. brachypterus* yang tersebar di berbagai kontinen-kontinen kecil dan besar tersebut memiliki substansi genetik yang berasal dari satu populasi yang sama beberapa juta tahun lalu, maka perbedaan morfologi yang khas antara satu populasi dengan populasi lainnya pada saat ini dapat menjadi bukti adanya evolusi divergen dalam bentuk polimorfisme morfologis. Pada kasus ikan Lempuk di Ranugrati, perbedaan morfologi yang khas itu terletak pada keberadaan satu duri sirip pada sirip dorsal kedua dan sirip analnya.



Modifikasi dari berbagai sumber

Gambar 5.7 Distribusi biogeografis ikan *G. brachypterus*

5.1.3 Analisis genetik berdasarkan RAPD

RAPD dilakukan dengan menggunakan primer OPA01, OPA02, OPA03, OPA04, OPA05, OPA06, OPA07, OPA08, OPA09, OPA10, OPA11, OPA12, OPA13, OPA14 dan OPA15 terhadap masing-masing 5 individu Tipe B dan Tipe C (Lampiran 8). Analisis genetik berdasarkan RAPD ditampilkan dalam bentuk dendrogram genetik pada gambar 5.8. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada



pengelompokan yang jelas antara ikan yang memiliki sirip dorsal kedua berbentuk segitiga (Tipe B) dengan ikan yang memiliki sirip dorsal kedua berbentuk jajaran genjang (Tipe C). Oleh karena itu, tidak terdapat bukti yang kuat bahwa ikan Tipe B dan Tipe C merupakan dua spesies yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut, hipotesis lain yang patut diajukan adalah bahwa perbedaan bentuk sirip dorsal kedua antara ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C merupakan dimorfisme seksual. Perbedaan bentuk morfologi maupun ukuran antara jantan dan betina dalam satu spesies sering terdapat pada ikan. Hal ini bisa ditemukan pada spesies ikan misalnya *Telmatherina prognatha* dan *Telmatherina antoniae* di Danau Matano Pulau Sulawesi (Pfaender, *et al.* 2011). Tidak ada satupun primer yang diujikan pada penelitian ini yang dapat digunakan sebagai marker untuk membedakan Tipe B dengan Tipe C. Seluruh primer yang digunakan pada RAPD menunjukkan pita polimorf, hanya primer OPA02 yang menunjukkan pita monomorf.



Gambar 5.8. Dendrogram fenetik ikan Lempuk tipe B dan tipe C berdasarkan pita hasil PCR-RAPD



5.1.4 Pembahasan umum

Menurut Kottelat, *et al.* (1993), perbedaan ikan *G. brachypterus* jantan dengan betina dieirikan oleh garis mulutnya. Individu jantan memiliki garis mulut yang lebih vertikal dibandingkan individu betina. Karakteristik pembeda tersebut *overlap* dengan karakteristik *G. chuno* yang juga memiliki garis mulut vertikal.

Pada penelitian ini, seluruh data karakteristik diolah dan dianalisis dengan asumsi seluruh individu ikan Lempuk merupakan spesies yang sama. Hasil pengamatan menunjukkan dikotomi morfologis antara kelompok Tipe B dan kelompok Tipe C. Dikotomi morfologis tersebut terletak pada bentuk sirip dorsal pertama, bentuk sirip anal, bentuk sirip ekor dan sungut. Garis mulut tidak menjadi fokus utama pada pengamatan karakteristik ikan Lempuk Ranugrati, namun ikan Lempuk Tipe B memiliki mandibula yang panjang dan tipis serta memiliki pre-maxila yang lurus sedangkan Tipe C memiliki mandibula yang pendek dan tebal serta memiliki pre-maxila yang melengkung. Apabila deskripsi Kottelat tentang garis mulut lebih vertikal yang ditemukan pada *G. brachypterus* jantan dapat diasumsikan sama dengan deskripsi sungut Tipe C yang memiliki mandibula pendek dan tebal serta memiliki pre-maxila yang melengkung, maka dikotomi morfologis yang ditemukan pada penelitian ini diduga merupakan dimorfisme seksual. Dugaan ini diperkuat pula oleh hasil analisis fenetik (gambar 5.6) yang menunjukkan bahwa secara morfologi, ikan Lempuk Tipe B dan ikan Lempuk Tipe C memiliki tingkat kesamaan yang tinggi yaitu sebesar 85,7 persen.

Sementara itu dendrogram fenetik hasil RAPD menunjukkan bahwa tidak ada dikotomi kelompok antara ikan yang memiliki sirip dorsal kedua berbentuk segitiga (Tipe B) dengan ikan yang memiliki sirip dorsal kedua berbentuk jajaran



genjang (Tipe C). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat bukti bahwa ikan Tipe B dan Tipe C merupakan dua spesies yang berbeda. Hasil ini memperkuat dugaan bahwa dikotomi morfologis yang ditemukan antara Tipe B dan Tipe C merupakan dimorfisme seksual.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Secara morfologi, ikan Lempuk di Ranugrati terbagi ke dalam dua tipe.

Ikan Lempuk Tipe B memiliki duri sirip dorsal pertama sebanyak 4 s/d 5, duri dan jari sirip dorsal kedua sebanyak 1,7 s/d 1,8, duri dan jari sirip anal sebanyak 1,10 s/d 1,13 tinggi badan 4,5 s/d 5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL),

terdapat pigment pada pipi dan batas pre-operkulum berwarna hitam berbentuk memanjang vertikal, sirip ekor berbentuk persegi, sirip dorsal kedua berbentuk segitiga, sirip anal berbentuk segitiga, memiliki mandibula yang panjang dan tipis serta memiliki pre-maxila yang lurus. Ikan lempuk Tipe C memiliki duri sirip

dorsal pertama sebanyak 4 s/d 5, duri dan jari sirip dorsal kedua sebanyak 1,7 s/d 1,9, duri dan jari sirip anal sebanyak 1,11 s/d 1,15, tinggi badan 4 s/d 4,5 kali lebih pendek dari panjang standar (SL), terdapat pigment pada pipi dan batas pre-

operkulum berwarna hitam berbentuk memanjang vertikal, sirip ekor berbentuk membulat, sirip dorsal kedua berbentuk jajaran genjang, sirip anal berbentuk jajaran genjang, memiliki mandibula yang pendek dan tebal serta memiliki pre-

maxila yang melengkung. Perbandingan morfologi antara ikan Lempuk di

Ranugrati dengan ikan *G. brachypterus* yang dideskripsikan oleh Kottelat, *et al.*

(1993) menunjukkan adanya beberapa perbedaan. Perbedaan tersebut terletak pada

sirip dorsal kedua, sirip anal dan rasio antara tinggi badan dengan panjang standar.

Sementara itu dendrogram genetik hasil RAPD menunjukkan bahwa tidak terdapat

bukti bahwa ikan Tipe B dan Tipe C merupakan dua spesies yang berbeda. Hasil



ini memperkuat hipotesis bahwa dikotomi morfologis yang ditemukan antara Tipe B dan Tipe C diduga merupakan dimorfisme seksual.

6.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya, perlu dikaji lebih dalam mengenai perbedaan karakter jantan dan betina melalui penelitian maturasi gonad dan organ-organ seksual lainnya. Selain itu, bentuk dan ukuran tubuh ikan Lempuk yang masih muda (*juvenile*) dan larva ikan Lempuk perlu diamati untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai siklus hidup ikan Lempuk. Saat ini belum diketahui faktor pembatas apa saja yang menyebabkan *Gobiopterus brachypterus* hanya terdapat di lokasi-lokasi perairan tertentu. Penelitian ekologi ikan Lempuk yang berhubungan dengan faktor abiotik sebagai faktor pembatas perlu dilakukan untuk konfirmasi adanya pengaruh lingkungan yang bersifat lokal terhadap morfologi ikan *Gobiopterus brachypterus*. Pendekatan molekuler dengan menggunakan DNA mitokondria perlu dilakukan untuk memperoleh kesimpulan yang lebih kuat dalam identifikasi spesies ikan Lempuk Ranugrati. Penelitian Wang, *et al.* (2001) telah berhasil memetakan susunan gen 12S-rRNA ikan *G. brachypterus* dapat dijadikan acuan untuk identifikasi spesies secara molekuler.



DAFTAR PUSTAKA

Adams, D.C., F.J. Rohlf, and D.E. Slice, 2004. Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution' *Ital. J. Zool.* **71**:5-16

Ambak, M.A., A.M.A. Bolong, P. Ismail, and B.M. Tam, 2006. Genetic Variation of Snakehead Fish (*Channa striata*) Populations Using Random Amplified Polymorphic Dna. *Biotechnology*. **5** (1): 104-110

Cooper, I.A., R.T. Gilman, and J. W. Boughman, 2011. Sexual Dimorphism and Speciation on two Ecological Coins: Patterns From Nature and Theoretical Predictions. *Evolution*. **65**(9): 2553–2571

Eklov, P. and R. Svanback. 2005. Predation Risk Influences Adaptive Morphological Variation in Fish Populations, *The American Naturalist*. **167**(3): 440-452

Giovannotti, M., P.N. Cerioni, M.L. Mesa, and V. Caputo, 2007. Molecular Phylogeny of the Three Paedomorphic Mediterranean Gobies (Perciformes: Gobiidae). *Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev. Evol)*. **308**(B):722–729

Imam, M. dan E. Arisoesilamingsih, 2010. Potensi dan Ancaman Ikan Lempuk Sebagai Flag Species Untuk Konservasi Danau Ranu Grati, Pasuruan. *Proceeding Basic Science Seminar VII*. FMIPA UB. Malang.



Imam, M. dan C. Retnaningdyah. 2005 . Monitoring Local And Exotic Fish Species Diversity Of Brantas River In East Java, *Proceeding The Indonesian Biological Society*, Jogjakarta

Kottelat, M., A.J. Whiten, S.N. Kartikasari, dan S. Wirjoatmojo, 1993. Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi. Periplus Editions Limited, Indonesia

Kumazawa, Y., 2004. Mitochondrial DNA Sequences of Five Squamates: Phylogenetic Affiliation of Snakes . *DNA Research*, 11: 137–144

Luxbacher, A.M., and J.H. Knouft., 2009. Assessing concurrent patterns of environmental niche and morphological evolution among species of horned lizards (phrynosoma). *Journal of Evolutionary Biology* 22: 1669-1678

Nosil, P. and T.E. Reimchen, 2005. Ecological Opportunity and Levels of Morphological Variance Within Freshwater Stickleback Populations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 86: 297–308

Pfaender, I., F. W. Miesen, R. K. Hadiaty, and F. Herder, 2011. Adaptive speciation and sexual dimorphism contribute to diversity in form and function in the adaptive radiation of Lake Matano's sympatric roundfin sailfin silversides, *Journal of Evolutionary Biology* 24: 2329-2345



Pfaender, J., U.K. Schliewen, and F. Herder, 2009. Phenotypic traits meet patterns of resource use in the radiation of “sharpfin” sailfin silverside fish in Lake Mattoon. *Evol Ecol*, **24**:957–974

Wang, H.Y., M.P. Tsai, J. Dean, and S.C. Lee, 2001. Molecular Phylogeny of Gobioid Fishes (Perciformes: Gobioidei) Based on Mitochondrial 12S rRNA Sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **20**(3): 390–408

Widodo, B.S., S. Sudaryanti, A. Dani, Dullah, M.S. Widodo, dan Kusriani. (1994). Artikel Hasil Penelitian Reinventarisasi Keanekaragaman Ikan Ikan Asli Sungai Brantas Jawa Timur, *Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya*, Malang

Wiens, J.J., 2004. Speciation and Ecology Revisited: Phylogenetic Niche Conservatism and the Origin of Species. *Evolution*, **58**(1): 193–197



Lampiran 1. Karakter morfologi ikan Lempuk dalam simbol numerik untuk analisis fenetik

	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5
b	8	8	8	7	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	7	8	7	7	8	8	7	8	8	9	8	8	8
c	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	4	4	5	2	3	3	3	4	2	3	3	4	2
d	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Keterangan:

- a: Jumlah duri sirip dorsal pertama
- b: Jumlah jari sirip dorsal kedua
- c: Jumlah jari sirip anal
- d: Rasio Tinggi Badan dengan Panjang Standar
- e: Pigment pada pipi dan batas pre-operkulum
- f: Warna pada dorsal midline
- g: Bentuk sirip ekor
- h: Bentuk sirip dorsal kedua

B1 – B15 dan C1-C15 : sampel individu ikan Lempuk di Ranugrati

Lampiran 3. Susunan nukleotida gen 12S rRNA *Gobiopterus brachypterus*

LOCUS AF265404 979 bp DNA linear

VRT 20-SEP-2001

DEFINITION *Gobiopterus brachypterus* 12S ribosomal RNA gene, complete sequence;

mitochondrial gene for mitochondrial product.

ACCESSION AF265404

VERSION AF265404.1 GI:12658285

KEYWORDS

SOURCE mitochondrion *Gobiopterus brachypterus*

ORGANISM [Gobiopterus brachypterus](#)
Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi; Actinopterygii; Neopterygii; Teleostei; Euteleostei; Neoteleostei; Acanthomorpha; Acanthopterygii, Percomorpha; Perciformes; Gobioidei; Gobiidae; Gobiinae; Gobiopterus.

REFERENCE 1 (bases 1 to 979)

AUTHORS Wang, H.Y., Tsai, M.P., Dean, J. and Lee, S.C.

TITLE Molecular phylogeny of gobioid fishes (Perciformes: Gobioidei) based on mitochondrial 12S rRNA sequences

JOURNAL Mol. Phylogenet. Evol. 20 (3), 390-408 (2001)

PUBMED [11527466](#)

REFERENCE 2 (bases 1 to 979)

AUTHORS Wang, H.-Y. and Tsai, M.-P.

TITLE Direct Submission

JOURNAL Submitted (10-MAY-2000) Institute of Zoology, Academia Sinica, Taipei 11529, Taiwan

FEATURES Location/Qualifiers

source 1..979

/organism="[Gobiopterus brachypterus](#)"

/organelle="mitochondrion"

/mol_type="genomic DNA"

/db_xref="taxon:[150303](#)"

[rRNA](#) 1..979

/product="12S ribosomal RNA"

ORIGIN

1 caaaagcctg gtcctgactt tagtatcagc tctggttaaa cttatacatg
caagtatctg

61 caccctatgt gagaatgcc taccatactt ttcacctcca taagttaa
gagctggcat

121 caggaccac ccactagtca gccaaaaca ccttgaata gccacaccc
cagggtcct

181 cagcagtaat taatcittaag caataagtga aaacttgact tagttataca
ccaaggagag

241 ccggtaaaac tctgtgcagc caccggggtt atacgagggg ctcaagttga
tatattaacg



Lampiran 4. Karakter morfologi ikan Lempuk Tipe B, Tipe C, *G. brachypterus* dan *G. chuno* dalam simbol numerik untuk analisis fenetik

Ciri-ciri Jenis	Tipe B	Tipe C	<i>G. brachypterus</i>	<i>G. chuno</i>
Jumlah duri sirip dorsal pertama	0	0	1	1
Jumlah duri dan jari sirip dorsal kedua	0	0	1	1
Jumlah duri dan jari sirip anal	0	1	2	3
Tinggi badan	0	0	1	0
Pigment pada pipi dan batas pre-operkulum	0	0	0	1
Warna pada dorsal midline	2	3	0	1
Panjang standar (SL)	0	0	0	1



Lampiran 5. Karakter numerik pita DNA hasil PCR-RAPD pada ikan Lempuk Tipe B dan Tipe C untuk analisis fenetik

Primer /Karakter Numerik	B6	B7	B8	B9	B10	C11	C12	C13	C14	C15
OPA01	0	1	2	2	0	1	0	1	1	1
OPA02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPA03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
OPA04	0	1	2	3	0	4	0	0	5	0
OPA05	0	1	2	0	0	0	3	4	0	0
OPA06	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
OPA07	0	1	2	0	0	3	0	4	0	0
OPA08	0	1	2	1	3	2	3	4	4	4
OPA09	0	1	1	2	2	3	4	5	5	5
OPA10	0	1	2	3	3	4	2	4	4	3
OPA11	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
OPA12	0	0	0	0	0	2	0	1	2	1
OPA13	0	1	2	0	1	1	3	1	1	1
OPA14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPA15	0	1	2	0	3	4	3	4	4	3



Lampiran 6. Susunan DNA OPA01 – OPA20

39

Primer	Panjang Nucleotida	Sequence (5' -3')	G+C%	Berat Molekul
OPA01	10 mer	CAGGCCCTTC	70	2955
OPA02	10 mer	TGCCGAGCTG	70	3035
OPA03	10 mer	AGTCAGCCAC	70	2988
OPA04	10 mer	AATCGGGCTG	60	3059
OPA05	10 mer	AGGGGTCTTG	60	3090
OPA06	10 mer	GGTCCTGAC	70	2995
OPA07	10 mer	GAAACGGGTG	60	3108
OPA08	10 mer	GEGACGTAGG	60	3099
OPA09	10 mer	GGGTAAACCC	70	3044
OPA10	10 mer	GTTATCGCAG	60	3059
OPA11	10 mer	CAATGCGCGT	60	2979
OPA12	10 mer	TCGGCGATAG	60	3059
OPA13	10 mer	CAGCACCAC	70	2933
OPA14	10 mer	TCTGTGCTGG	60	3041
OPA15	10 mer	TTCCGAACCC	60	2939
OPA16	10 mer	AGCCAGCGAA	60	3037
OPA17	10 mer	GACCGCTTGT	60	3010
OPA18	10 mer	AGGTGACCGT	60	3059
OPA19	10 mer	CAAACGTCGG	60	3028
OPA20	10 mer	GTTGCGATCC	60	3010

(Ambak *et al.*, 2006)



Repository Universitas Brawijaya

B6 B7 B8 B9 B10 M C11 C12 C13 C14 C15

Repository Universitas Brawijaya

OPA06

Repository Universitas Brawijaya

B6 B7 B8 B9 B10 M C11 C12 C13 C14 C15

Repository Universitas Brawijaya

OPA08

Repository Universitas Brawijaya

B6 B7 B8 B9 B10 M C11 C12 C13 C14 C15

Repository Universitas Brawijaya

OPA10

Repository Universitas Brawijaya

B6 B7 B8 B9 B10 M C11 C12 C13 C14 C15

Repository Universitas Brawijaya

OPA07

Repository Universitas Brawijaya

B6 B7 B8 B9 B10 M C11 C12 C13 C14 C15

Repository Universitas Brawijaya

OPA09

Repository Universitas Brawijaya

B6 B7 B8 B9 B10 M C11 C12 C13 C14 C15

Repository Universitas Brawijaya

OPA11

Repository Universitas Brawijaya

