

**Studi Variasi Morfologi dan Hubungan Kekerbatan Ikan Mujair
(*Oreochromis mossambicus* Gilchrist) menggunakan Morfometri di
Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan
Waduk Bening Madiun**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Biologi**

oleh
YUAN PERDANA
0810910071-91



**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya
Malang
2012**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Studi Variasi Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Ikan Mujair
(*Oreochromis mossambicus* Gilchrist) menggunakan Morfometri di
Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan
Waduk Bening Madiun**

oleh
YUAN PERDANA
0810910071

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 24 Juli 2012
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Biologi**

Pembimbing I

Nia Kurniawan, D.Sc
NIP. 19781025 200312 1 002

Pembimbing II

Dr. Catur Retnaningdyah, M.Si.
NIP 19680103 199103 2 002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

Widodo, S.Si.,Ph.D.,Med.Sc
NIP 19730811 200003 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuan Perdana
NIM : 0810910071-91
Jurusan : Biologi

Penulis skripsi berjudul :
Studi Variasi Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Ikan Mujair
(*Oreochromis mossambicus* Gilchrist) menggunakan Morfometri di
Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening
Madiun, dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam daftar pustaka skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 24 Juli 2012
Yang menyatakan,

(Yuan Perdana)
NIM. 0810910071-91

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipannya hanya dapat dilakukan seijin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Studi Variasi Morfologi dan Hubungan Kekekabatan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus* Gilchrist) menggunakan Morfometri di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun

Yuan Perdana, Nia Kurniawan, Catur Retnaningdyah
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Brawijaya, Malang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari adanya variasi morfologi, hubungan kekerabatan, dan variasi faktor abiotik habitat *Oreochromis mossambicus*. Pengambilan sampel *O. mossambicus* dilakukan di tiga kabupaten antara lain Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun. Data morfometri diperoleh dengan cara mengukur morfologi tiap ikan. Pengukuran faktor abiotik perairan meliputi pengukuran pH, konduktivitas, suhu, kecerahan air dan salinitas. Analisis data morfometri menggunakan uji ANOVA dengan program SPSS dan analisis hubungan kekerabatan menggunakan program PAST dengan penambahan variabel *O. mossambicus* dari Pakistan. Hasil penelitian didapatkan dua jenis *O. mossambicus* yaitu *O. mossambicus* hitam (Waduk Lahor, Ranu Pakis, Waduk Bening Hitam) dan *O. mossambicus* merah (Waduk Bening Merah). Pengukuran morfologi diketahui bahwa *O. mossambicus* hitam masing-masing lokasi memiliki banyak kemiripan dari karakter HL, DFL, DFB, PtFL, PtFB, PvFL, PvFB, AFB, CFL, dan CFW yang memiliki ukuran hampir sama. Perbedaan signifikan ditemukan pada *O. mossambicus* Waduk Bening Merah yang memiliki DFL, PVFL, AFB, dan AFL yang lebih panjang dibandingkan *O. mossambicus* hitam. Analisis dendrogram menunjukkan *O. mossambicus* hitam pada Ranu Pakis, Waduk Lahor, dan Waduk Bening Hitam memiliki kesamaan, dan memiliki jarak yang dekat dengan *O. mossambicus* Pakistan. *O. mossambicus* Waduk Bening Merah jelas terpisah dari *O. mossambicus* yang lain. Hasil pengukuran abiotik menunjukkan kualitas air masing-masing lokasi sesuai untuk habitat ikan terutama kualitas air pada Waduk Bening.

Kata kunci : faktor abiotik, hubungan kekerabatan, morfometri *O. mossambicus* hitam, *O. mossambicus* merah

**Study Morphology Variation and Relationship of Mujair
(*Oreochromis mossambicus* Gilchrist) using Morphometry in Lahor
Reservoir Malang, Pakis Lake Lumajang, and
Bening Reservoir Madiun**

Yuan Perdana, Nia Kurniawan, Catur Retnaningdyah
Department of Biology, Mathematic and Natural Science Faculty
Brawijaya University, Malang

ABSTRACT

The aims of this study were to know the morphological variation and relationship of *O. mossambicus* found in some waters in east java and abiotic factors as habitat of *Oreochromis mossambicus*. Research was carried out in three districts i.e Lahor Reservoir Malang, Pakis Lake Lumajang, and Bening Reservoir Madiun. Morphometry data obtained by measuring the morphology of each fish. Abiotic factors were measured include pH, conductivity, temperature, secchi dept and water salinity. Morphometry data was analyzed by ANOVA with SPSS program. Relationship among population of *O. mossambicus* was determined using the PAST program with the addition variable *O. mossambicus* from Pakistan. The results showed that there were two types of *O. mossambicus* (Black type was found in Lahor Reservoir, Pakis Lake, and Bening Reservoir) and red *O. mossambicus* which found only in Bening Reservoir. The character of HL, DFL, DFB, PtFL, PtFB, PvFL, PvFB, AFB, CFL, and CFW in black *O. mossambicus* each site has a lot of similarities. Significant difference was found in *O. mossambicus* Red Bening Reservoir which has a DFL, PVFL, AFB, and AFL longer than black *O. mossambicus*. Dendogram analysis showed that *O. mossambicus* at Pakis Lake, Lahor Reservoir, and Black Bening Reservoir have close distance with *O. mossambicus* from Pakistan. Red *O. mossambicus* from Bening Reservoir clearly separated from others *O. mossambicus*. The water quality of each site was appropriate as the habitat of fish, especially the quality of water in the Bening Reservoir.

Keywords : abiotic factor, black *O. mossambicus*, morphometry, red *O. mossambicus*, relationship

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillahirobbilalamin kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Variasi Morfologi dan Hubungan Keekerabatan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus* Gilchrist) menggunakan Morfometri di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun” tepat waktu. Penyusunan skripsi ini mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu, dan Adik yang telah memberikan doa, semangat, dan kasih sayang kepada penulis.
2. Bapak Nia Kurniawan D.Sc dan Ibu Dr. Catur Retnaningdyah, M.Si selaku pembimbing skripsi yang selalu membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Amin Setyo Leksono, S.Si., MSi., Ph.D dan Bapak Dr. Bagyo Yanuwadi selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan banyak saran dan kritik untuk perbaikan penelitian.
4. Bapak Imam S.Si yang telah memberikan saran untuk perbaikan judul skripsi dan informasi penelitian.
5. Purnomo S.Si, Budiman S.Si, dan Hendra S.Si yang telah memberikan dukungan dan saran ketika penelitian.
6. Tim “Gagnants”, Tim “Dota”, saudariku Nenna Sakti Ismaya Putri dan teman-temanku Biologi angkatan 2008, 2009, 2010, dan 2011 atas dukungan, doa, dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
7. Keluarga besar di Laboratorium Ekologi yang telah memberikan dukungan selama penelitian.

Penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat memberikan ide untuk penelitian selanjutnya.

Malang, 24 Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Klasifikasi, Deskripsi dan Kunci Determinasi Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	4
2.2. Persebaran <i>Oreochromis mossambicus</i>	5
2.3. Kebiasaan Makan <i>Oreochromis mossambicus</i>	6
2.4. Pengukuran Morfologi	6
2.5. Ekosistem Perairan	8
2.6. Waduk dan Danau	9
2.7. Faktor Abiotik yang Mempengaruhi Keanekaragaman Ikan.....	9
2.7.1. Suhu	10
2.7.2. Salinitas	10
2.7.3. Kecerahan air	11
2.7.4. Konduktivitas	11
2.7.5. Derajat keasaman (pH)	11
2.8. Jaring Lingkaran Sederhana	12

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat	13
3.2. Deskripsi Area Studi	13
3.3. Studi Pendahuluan	14
3.4. Penangkapan <i>Oreochromis mossambicus</i>	14
3.5. Morfometri <i>Oreochromis mossambicus</i>	15
3.6. Pengukuran Faktor Abiotik	17
3.7. Rancangan Penelitian	18
3.8. Analisis Data	18
3.8.1. Morfometri <i>Oreochromis mossambicus</i>	18
3.8.2. Analisis hubungan kekerabatan	18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Variasi Morfologi <i>Oreochromis mossambicus</i>	19
4.2. Hubungan Kekerabatan <i>Oreochromis mossambicus</i>	26
4.3. Variasi Faktor Abiotik Habitat <i>Oreochromis mossambicus</i>	29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran	33

DAFTAR PUSTAKA	34
-----------------------------	----

LAMPIRAN	39
-----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. <i>Oreochromis mossambicus</i>	4
2. Daerah Asal dan Introduksi <i>Oreochromis mossambicus</i>	5
3. Teknik Morfometri <i>Oreochromis mossambicus</i>	7
4. Rata-rata Morfometri <i>Oreochromis mossambicus</i> Jantan (cm).....	13
5. Perbedaan Jenis Kelamin <i>Oreochromis mossambicus</i> .	15
6. Skema Morfometri <i>Oreochromis mossambicus</i>	16
7. Bagian-bagian dari sisik stenoid	17
8. Jantan <i>Oreochromis mossambicus</i> , (A) Waduk Lahor (WL), (B) Ranu Pakis (RP), (C) Waduk Bening Hitam (WBH), (D) Waduk Bening Merah (WBM).....	19
9. Sisik <i>Oreochromis mossambicus</i> , (A) Waduk Lahor, (B) Ranu Pakis, (C) Waduk Bening Hitam, (D) Waduk Bening Merah, (1) Insert Pigmen Melanofor..	25
10. Dendogram <i>Oreochromis mossambicus</i> Jantan di Waduk Lahor, Ranu Pakis, Waduk Bening, dan Pakistan	26
11. <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) <i>Oreochromis mossambicus</i> Jantan di Waduk Lahor, Ranu Pakis, Waduk Bening, dan Pakis	27
12. pH di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening..	29
13. Konduktivitas di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening.....	30
14. Suhu di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening	31
15. Kecerahan Air di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening.....	32
16. Lokasi Pengambilan Sampel (A) Waduk Lahor, (B) Ranu Pakis, (C) Waduk Bening	54

DAFTAR TABEL

Halaman

1.	Kunci Determinasi <i>Oreochromis mossambicus</i>	5
2.	Konfirmasi Kunci Determinasi <i>Oreochromis mossambicus</i>	20
3.	Hasil Pengukuran Morfologi <i>Oreochromis mossambicus</i>	21
4.	Rata-rata Morfometri <i>Oreochromis mossambicus</i> Jantan (cm).....	52
5.	Nilai Faktor Abiotik di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening.....	52
6.	Rasio <i>Oreochromis mossambicus</i> Jantan (%).....	53



LAMPIRAN

Halaman

1. Uji ANOVA Parameter Normal Homogen.....	39
2. Games-Howell Parameter Normal Tidak Homogen.....	42
3. Mann-Whitney Parameter Tidak Normal	44
4. Uji ANOVA Abiotik Parameter Normal Homogen	48
5. Games-Howell Abiotik Parameter Normal Tidak Homogen	50
6. Morfometri Ikan.....	51
7. Faktor Abiotik.....	52
8. Rasio Ikan	53
9. Biplot <i>Oreochromis mossambicus</i>	54
10. Foto Lokasi Pengambilan Sampel	55



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki diversitas ikan air tawar tertinggi kedua setelah Brazil yaitu 1300 jenis dengan kepadatan populasi 0,72 jenis/1000 km² (The World Bank, 1998). Diversitas ikan di Indonesia sekarang menghadapi ancaman dari berbagai aktivitas manusia yang dapat menyebabkan menurunnya diversitas ikan. Berdasarkan IUCN (2003), dari 87 jenis ikan Indonesia yang telah tercatat sebagai jenis ikan yang terancam punah, 57 spesies di antaranya adalah ikan air tawar. Beberapa faktor penyebab menurunnya diversitas ikan air tawar dapat diklasifikasikan menjadi enam kategori utama yaitu perubahan atau lenyapnya habitat, eksploitasi yang berlebihan, introduksi ikan eksotik, pencemaran, persaingan penggunaan air, dan pemanasan global (Dudgeon, 2000). Menurut Reid & Miller (1989), kepunahan ikan air tawar sebagian besar disebabkan perubahan atau lenyapnya habitat (35%), introduksi ikan eksotik (30%), dan eksploitasi yang berlebihan (4%).

Introduksi ikan eksotik merupakan salah satu faktor penting yang menyebabkan penurunan diversitas ikan endemik. Hasil dari 31 studi kasus introduksi ikan ke perairan tawar menunjukkan bahwa 77% introduksi ikan eksotik mengakibatkan penurunan populasi ikan endemik. Penurunan populasi merupakan proses awal menuju kepunahan spesies ikan endemik yang mengakibatkan penurunan diversitas ikan dan berakhir dengan terbentuknya komunitas ikan yang homogen, didominasi oleh ikan eksotik (Allan & Flecker, 1993).

Mujair (*Oreochromis mossambicus*) merupakan ikan endemik Afrika Selatan yang terdistribusi secara luas dan diintroduksi di 90 negara di dunia dan ditemukan pertama kali di Indonesia oleh Bapak Mujair di muara sungai Serang pantai selatan Blitar pada tahun 1939. Mujair diintroduksi di Indonesia tidak hanya untuk budidaya perikanan, tetapi juga sebagai agen biokontrol (larva nyamuk, fitoplankton, gulma air), dan sebagai ikan hias. Namun ikan mujair memiliki dampak negatif terhadap komunitas organisme akuatik terhadap predasi, kompetisi makanan dan habitat karena memiliki kebiasaan makan omnivora dan tingkat reproduksi yang sangat cepat (Fuselier, 2001). Introduksi ikan mujair pada tahun 1951 mengakibatkan

punahnya ikan endemik seperti ikan moncong bebek (*Adrianichthys kruyti*) dan *Xenopoecilus poptae* dari danau Poso, serta *X. sarasinorum* dari danau Lindu (Whitten dkk., 1987b).

Morfometri merupakan studi yang bersangkutan dengan variasi dan perubahan dalam bentuk dari organisme, meliputi pengukuran panjang dan analisis kerangka suatu organisme (Anyanwu & Ugwumba, 2002). Studi morfometri didasarkan pada sekumpulan data pengukuran yang mewakili variasi bentuk dan ukuran ikan (Turan, 1998). Dalam biologi perikanan pengukuran morfologi (morfometri) digunakan untuk mengukur ciri-ciri khusus dan hubungan variasi dalam suatu stok populasi ikan (Misra & Easton, 1999). Variasi morfologi suatu populasi pada kondisi geografi yang berbeda dapat disebabkan oleh perbedaan struktur genetik dan kondisi lingkungan (Tzeng dkk., 2000). Menurut Cadrin (2000), pengukuran terhadap morfologi ikan digunakan untuk membedakan genus yang terkait erat, spesies dan bahkan populasi.

Ikan merupakan obyek menarik untuk diketahui hubungan kekerabatan karena memiliki diversitas tinggi, sehingga sesuai untuk analisis taksonomi numerik (*numerical taxonomy*), dan hybridisasi sering terjadi baik antar spesies maupun antar strain (Lagler dkk., 1977). Ikan mujair merupakan salah satu ikan budidaya paling penting di dunia, maka studi antara ikan mujair membutuhkan perhatian khusus. Studi hubungan kekerabatan merupakan upaya pengenalan sifat-sifat biologi kelompok yang ingin diketahui. Upaya tersebut sangat penting baik di bidang manajemen sumberdaya perairan maupun budidaya dalam rangka mempertahankan spesies murni, pemuliaan, dan pencegahan kontaminasi gen dari sifat-sifat genetik yang merugikan.

Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun merupakan persebaran alami ikan mujair berdasarkan Subarijanti (2005). Sampai saat ini, penelitian tentang ikan mujair ini masih sangat jarang dilakukan, dalam rangka menyediakan data dasar tentang ikan mujair perlu dilakukan penelitian tentang morfometri serta pengukuran beberapa parameter faktor abiotik habitat ikan mujair. Selain itu juga untuk menginvestigasi variasi morfologi terhadap populasi ikan yang berbeda secara genetik. Hasil penelitian ini akan berkontribusi terhadap pengetahuan tentang ikan sebagai data dasar untuk melaksanakan penelitian terutama taksonomi, morfologi dan diversitas genetik spesies ikan mujair di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ingin dipecahkan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Bagaimanakah variasi morfologi dalam populasi ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) berdasarkan morfometri di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun?
- 2) Bagaimanakah hubungan kekerabatan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) berdasarkan morfometri di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun?
- 3) Bagaimanakah variasi faktor abiotik habitat ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun?

1.3 Tujuan

Tujuan dari dilaksanakan penelitian ini yaitu :

- 1) Mengetahui variasi morfologi dalam populasi ikan berdasarkan morfometri ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun.
- 2) Mengetahui hubungan kekerabatan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun.
- 3) Mengetahui variasi faktor abiotik ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun.

1.4 Manfaat

Manfaat yang didapat setelah melakukan penelitian ini yaitu :

- 1) Memberikan data dasar untuk melanjutkan penelitian tentang penyebab spesifik adanya variasi morfologi ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun.
- 2) Penelitian tentang morfometri ikan dapat dilakukan terhadap spesies yang lain sebagai data dasar stok perikanan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi, Deskripsi dan Kunci Determinasi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Klasifikasi ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) :

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>O. mossambicus</i> (Gilchrist, 1917)



Gambar 1. *Oreochromis mossambicus* (Wettropics, 2011)

Oreochromis mossambicus memiliki bentuk tubuh pipih, memanjang runcing ke tepi belakang sirip tunggal *anal* (dubur) dan *dorsal* (punggung). Pemanjangan sirip ini lebih panjang pada jantan dibanding betina. Moncong jantan yang dewasa secara seksual memiliki bagian atas cekung. Betina dan jantan yang bukan pembiakan memiliki warna abu-abu keperakan hingga hijau tua dengan 2-5 bercak pertengahan *lateral* (gurat sisi) dan beberapa serangkaian bercak pada *dorsal* yang mungkin tidak terdapat pada ikan dewasa. Jantan perkembangbiakan biasanya berwarna hijau gelap hingga hitam dengan bagian bawah kepala putih hingga kuning dan batas warna merah pada sirip *caudal* (ekor) dan *dorsal* (Gambar 1). Ukuran panjang total (TL) standar diketahui untuk jantan dewasa *O. mossambicus* adalah 30-44 cm dari daerah tropis atau subtropis dimana kondisi habitat spesies memiliki toleransi normal. Betina dewasa memiliki ukuran lebih kecil di bawah kondisi habitat yang sama, memiliki ukuran berkisar dari 25-33 cm. Memiliki habitat pada sungai yang mengalir pelan dan ekosistem perairan tawar menggenang seperti pada danau dan laguna. Dapat bertahan hidup pada suhu tinggi dan rendah, salinitas tinggi, oksigen yang rendah dan pH tinggi dan rendah (Lamboj, 2004). *O. mossambicus*

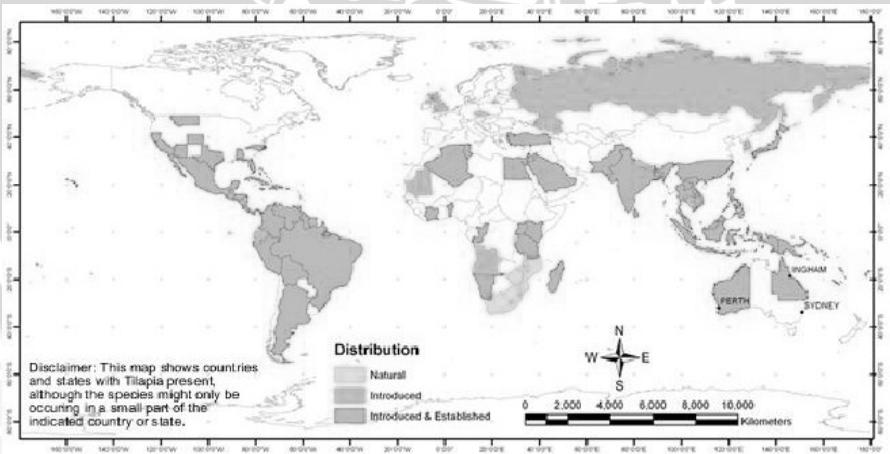
memiliki rumus sirip dan jumlah sisik yang menjadi kunci determinasi spesies ikan ini (Tabel 1).

Tabel 1. Kunci Determinasi *Oreochromis mossambicus* (Lamboj, 2004)

Karakter	Jumlah
Sirip Dorsal	D XV-XVII 10-13
Sirip Anal	A III 9-12
Sisik <i>linear lateralis</i>	30-32
Sisik antara <i>dorsal</i> dan <i>lateral</i>	3,5-4,5
Sisik antara <i>pectoral</i> (dada) dan <i>pelvic</i> (perut)	4-6

2.2 Persebaran *Oreochromis mossambicus*

Oreochromis mossambicus merupakan salah satu spesies ikan yang paling banyak didistribusikan dan telah diintroduksi ke 90 negara termasuk Indonesia, dan terdapat pada seluruh provinsi di Indonesia (Gambar 2). *O. mossambicus* diintroduksi di Indonesia tidak hanya untuk budidaya perikanan, tetapi juga sebagai agen biokontrol (untuk nyamuk larva, fitoplankton, gulma air), dan sebagai ikan hias (Fuselier, 2001). *O. mossambicus* (juga sering disebut Tilapia) dimasukkan ke Indonesia melalui budidaya di kolam tetapi juga dilepaskan di danau-danau dan sungai-sungai (Kottelat dkk., 1993).



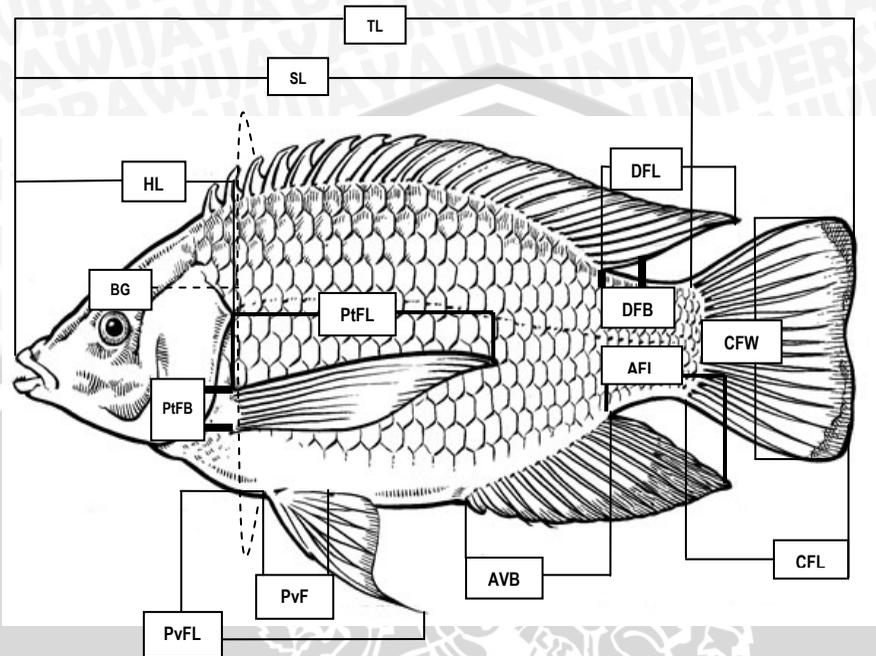
Gambar 2. Daerah Asal dan Introduksi *Oreochromis mossambicus* (Fuselier, 2001)

2.3 Kebiasaan Makan *Oreochromis mossambicus*

Menurut Maclean (1984), *Oreochromis mossambicus* digambarkan sebagai 'ayam perairan' karena memiliki kemampuan secara efisien untuk mengubah berbagai bahan makanan menjadi protein. Bowen (1982) mengatakan, dari literatur tentang kebiasaan makan 17 spesies tilapiine diketahui bahwa *O. mossambicus* adalah spesies yang paling dominan dalam kebiasaan makan. *O. mossambicus* diketahui dari kebiasaan makan pada habitat alami dan introduksi mengonsumsi tanaman terrestrial, alga, fitoplankton, perifiton (ganggang yang melekat pada tanaman), zooplankton, dan endapan bahan organik (Kim dkk., 2002). Beberapa studi telah menemukan bakteri bebas dan cyanobacteria (*Microcystis* sp.) menjadi dominan atau komponen yang sering ditemukan dari bentuk konsumsi *O. mossambicus* yang semula herbivor menjadi detritivor atau dari fitoplanktivor menjadi zooplanktivor (kebiasaan makan insidental). Ketika mengonsumsi endapan, ikan dapat mencerna campuran endapan fitoplankton, detritus dan invertebrata kecil, misalnya copepoda (Bowen, 1982). Diketahui juga bahwa *O. mossambicus* memakan ikan kecil dan telur spesies lain (Webb, 1994), makroinvertebrata air seperti larva diptera (Legner dkk., 1980), moluska (Makoni dkk., 2005). Kanibalisme juga telah diketahui di genus *Oreochromis* termasuk *O. mossambicus* meskipun di bawah kondisi yang tidak alami seperti kolam akuarium dan budidaya (Milward & Webb 1990). *O. mossambicus* bersifat omnivora dan bisa memakan ikan-ikan kecil lainnya dan banyak jenis ikan asli yang terdapat di Indonesia punah (Kottelat dkk., 1993).

2.4 Pengukuran Morfologi

Pengenalan struktur ikan tidak terlepas dari morfologi ikan yaitu bentuk luar ikan yang merupakan ciri-ciri yang mudah dilihat dan diingat dalam mempelajari jenis-jenis ikan. Morfologi ikan sangat berhubungan dengan habitat ikan tersebut di perairan. Dalam biologi perikanan pengukuran morfologi (morfometri) digunakan untuk mengukur ciri-ciri khusus dan hubungan variasi dalam suatu taksonomi suatu stok populasi ikan (Misra & Easton, 1999). Morfometri merupakan salah satu cara untuk mendeskripsikan jenis ikan dan menentukan unit stok pada suatu perairan dengan berdasarkan atas perbedaan morfologi spesies yang diamati.



Gambar 3. Teknik Morfometri *Oreochromis mossambicus* (Naeem dkk., 2011)

Teknik morfometri pada *O. mossambicus* menggunakan 14 karakter, antara lain (Gambar, 3) (Naeem dkk., 2011):

1. TL = *Total Length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai ujung ekor atas (panjang total) (Gambar 3).
2. SL = *Precaudal Length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai ujung gurat sisi (panjang standar) (Gambar 3).
3. HL = *Head Length*, diukur mulai dari bagian terdepan moncong mulut sampai bagian ujung celah insang belakang (Gambar 3).
4. BG = *Body Girth*, diukur mulai bagian ujung tubuh ikan terlebar sampai memutar kembali ke ujung pengukuran awal (ketebalan ikan) (Gambar 3).
5. DFL = *Dorsal Fin Length*, diukur mulai bagian pangkal sirip punggung terpanjang sampai ujung sirip (panjang sirip punggung) (Gambar 3).

6. DFB = *Dorsal Fin Base*, diukur mulai dari bagian pangkal sirip punggung sampai ujung sirip punggung (Gambar 3).
7. PtFL = *Pectoral Fin Length*, diukur mulai bagian pangkal sirip dada terpanjang sampai ujung sirip (panjang sirip dada) (Gambar 3)
8. PtFB = *Pectoral Fin Base*, diukur mulai bagian atas pangkal sirip dada sampai pangkal bawah
9. PvFL = *Pelvic Fin Length*, diukur mulai dari bagian pangkal sirip perut terpanjang sampai ujung sirip (panjang sirip perut) (Gambar 3).
10. PvFB = *Pelvic Fin Base*, diukur mulai dari bagian pangkal depan sirip perut sampai bagian pangkal belakang sirip perut (Gambar 3).
11. AFL = *Anal Fin Length*, diukur mulai dari bagian pangkal sirip dubur terpanjang sampai ujung sirip (panjang sirip dubur) (Gambar 3).
12. AFB = *Anal Fin Base*, diukur mulai dari bagian pangkal depan sirip dubur sampai bagian pangkal belakang sirip dubur (Gambar 3).
13. CFL = *Caudal Fin Length*, diukur mulai dari bagian pangkal sirip ekor sampai ujung sirip (panjang sirip ekor) (Gambar 3).
14. CFW = *Caudal Fin Width*, diukur mulai ujung sirip ekor bagian atas sampai ujung bagian bawah sirip ekor (lebar sirip ekor) (Gambar 3).

2.5 Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan tawar dapat dibedakan menjadi dua, yaitu ekosistem perairan tawar tertutup dan ekosistem perairan tawar terbuka. Ekosistem perairan tawar tertutup merupakan ekosistem yang dapat dilindungi terhadap pengaruh dari luar, sedangkan ekosistem perairan tawar terbuka adalah ekosistem perairan yang tidak atau sulit dilindungi terhadap pengaruh dari luar (Gray, 1995). Ekosistem perairan tawar terbuka dibedakan menjadi dua yaitu ekosistem perairan tawar yang mengalir dan ekosistem perairan tawar yang menggenang. Contoh dari perairan menggenang atau tidak mengalir (*lentic waters*) yaitu danau, waduk dan rawa. Perairan ini memiliki aliran, tetapi aliran-aliran tersebut tidak memiliki peranan penting karena alirannya tidak besar dan tidak mempengaruhi kehidupan organisme di dalamnya. Pemegang peranan penting dan berpengaruh besar terhadap organisme di dalamnya adalah terbaginya perairan tersebut menjadi beberapa stratifikasi yang

berbeda-beda. Perairan mengalir (*lotic waters*) adalah mata air dan sungai. Aliran air pada perairan ini biasanya terjadi karena perbedaan ketinggian tempat dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah (Odum, 1994).

2.6 Waduk dan Danau

Perairan air tawar, salah satunya waduk menempati ruang yang lebih kecil bila dibandingkan dengan lautan maupun daratan. Namun demikian, ekosistem air tawar memiliki peranan yang sangat penting karena merupakan sumber air rumah tangga dan industri yang murah. Perairan air tawar merupakan tempat pembuangan yang mudah dan murah (Heddy & Kurniati, 1994). Waduk merupakan salah satu perairan umum yang merupakan perairan buatan (*artificial water-bodies*), dibuat dengan cara membendung badan sungai tertentu (Wiadnya dkk., 1993). Pembuatan waduk pada umumnya bertujuan untuk sumber air minum, PLTA, pengendali banjir, pengembangan perikanan darat, irigasi dan pariwisata. Waduk demikian disebut dengan waduk serbaguna (Ewusie, 1990). Ekosistem perairan waduk terdiri dari komponen biotik, seperti ikan, plankton, makrofita, benthos dan sebagainya yang berhubungan timbal balik dengan komponen abiotik seperti tanah, air dan sebagainya.

Perairan danau merupakan salah satu bentuk ekosistem air tawar yang ada di permukaan bumi. Secara fisik, danau merupakan suatu tempat yang luas yang mempunyai air yang tetap, jernih atau beragam dengan aliran tertentu (Jorgensen & Vollenweiden, 1989). Sementara itu, menurut Satari (2001) danau adalah suatu badan air alami yang selalu tergenang sepanjang tahun dan mempunyai mutu air tertentu yang beragam dari satu danau ke danau yang lain serta mempunyai produktivitas biologi yang tinggi. Ekosistem danau termasuk habitat air tawar yang memiliki perairan tenang yang dicirikan oleh adanya arus yang sangat lambat sekitar 0,1–1 cm/detik atau tidak ada arus sama sekali. Oleh karena itu, *residence time* (waktu tinggal) air bisa berlangsung lebih lama. Menurut Wetzel (2001), perairan danau biasanya memiliki stratifikasi vertikal kualitas air yang bergantung pada kedalaman dan musim.

2.7 Faktor Abiotik yang Mempengaruhi Keanekaragaman Ikan

Setiap organisme yang hidup dalam suatu perairan tergantung terhadap semua yang terjadi pada faktor abiotik. Adanya hubungan

saling ketergantungan antara organisme-organisme dengan faktor abiotik dapat digunakan dengan mengetahui kualitas suatu perairan (Barus, 2004). Beberapa faktor abiotik yang mempengaruhi hidup ikan :

2.7.1 Suhu

Pada ekosistem perairan lentik terdapat perbedaan kepadatan dalam kolom air akibat pancaran sinar matahari ke permukaan perairan sehingga menghasilkan bentuk berlapis-lapis, yang paling panas disebut epilimnion yang mengalami fluktuasi harian, metalimnion dan hipolimnion yang paling bawah (Whitten dkk., 1987a). Suhu merupakan faktor lingkungan yang utama pada perairan karena merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan dan penyebaran hewan (Michael, 1994). Secara umum kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan aktivitas fisiologis organisme (Asdak, 1995). Menurut hukum Van't Hoffs, kenaikan suhu sebesar 10°C akan meningkatkan aktivitas fisiologis organisme sebesar 2-3 kali lipat. Akibat meningkatnya laju respirasi akan menyebabkan konsentrasi oksigen meningkat dengan naiknya suhu akan menyebabkan kelarutan oksigen menjadi berkurang. Hal ini menyebabkan organisme air akan mengalami kesulitan untuk melakukan respirasi (Barus, 2004) dan organisme akuatik seringkali mempunyai toleransi yang sempit terhadap perubahan suhu (Odum, 1994). Kenaikan suhu yang relatif tinggi ditandai dengan munculnya ikan-ikan dan hewan lainnya ke permukaan untuk mencari oksigen (Moyle & Cech, 2000).

2.7.2 Salinitas

Salinitas sebagai salah satu parameter kualitas air secara langsung berpengaruh terhadap metabolisme tubuh ikan, terutama proses osmoregulasi. Salah satu aspek fisiologi ikan yang dipengaruhi oleh salinitas adalah tekanan osmotik dan konsentrasi cairan tubuh. Salinitas juga berpengaruh terhadap nilai konduktivitas air. Air yang bersalinitas lebih tinggi, memiliki konduktivitas yang lebih tinggi pula. Hal ini disebabkan air bersalinitas mengandung garam-garam elektrolit yang bermuatan negatif lebih tinggi, sehingga daya hantar listriknya meningkat (Effendi, 2003)

2.7.3 Kecerahan air

Kecerahan (*transparency*) air adalah suatu ukuran untuk mengetahui daya penetrasi cahaya matahari ke dalam air dimana nilainya berbanding terbalik dengan nilai kekeruhan. Kecerahan dapat diukur dan diamati secara visual dengan alat bantu berupa *Secchi Disc* (Boyd, 1988). Kemampuan daya tembus matahari ke perairan sangat ditentukan oleh kandungan bahan organik dan bahan anorganik tersuspensi dalam perairan, kelimpahan plankton, jasad renik dan densitas air (Wardoyo, 1981).

2.7.4 Konduktivitas

Konduktivitas perairan sungai berbanding lurus dengan konsentrasi ion-ion utama yang terlarut di dalamnya, seperti ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^- dan SiO_2 . Perbedaan konduktivitas dipengaruhi oleh komposisi, jumlah ion terlarut, salinitas dan suhu. Tinggi rendahnya daya hantar listrik pada air dapat menunjukkan banyaknya jumlah logam-logam yang terlarut didalam air tersebut. Konduktivitas air yang baik bagi kehidupan suatu makhluk hidup di perairan yaitu di bawah 400 μs . Konduktivitas perairan yang melebihi atau diatas 400 μs makhluk hidup atau organisme yang hidup di perairan akan stress dan akan mati. Jika di perairan sungai terdapat banyak partikel maka hantaran listrik tinggi (Sari, 2007).

2.7.5 Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan ukuran konsentraasi ion hidrogen yang menunjukkan suasana asam suatu perairan. Air dikatakan basa apabila $\text{pH} > 7$ dan dikatakan asam apabila $\text{pH} < 7$. Secara alamiah pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida dan senyawa yang bersifat asam. Pada siang hari fitoplankton dan tanaman air mengonsumsi CO_2 dalam proses fotosintesis yang menghasilkan O_2 dan sebaliknya pada malam hari (Arie, 1998).

Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaaan suatu perairan. Menurut Percod (1973), toleransi organisme air terhadap pH bervariasi. Hal ini bergantung pada suhu air, oksigen terlarut dan adanya berbagai anion dan kation serta jenis dan stadium organisme. Kondisi perairan yang bersifat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Kehidupan organisme akuatik

sangat dipengaruhi oleh fluktuasi pH. Pada umumnya organisme akuatik toleran pada kisaran nilai pH 7-8,5 yang merupakan pH ideal bagi organisme akuatik pada umumnya (Odum, 1994).

2.8 Jaring Lingkar Sederhana

Jaring lingkar yang digunakan pada nelayan perairan tawar memiliki perbedaan dengan nelayan perairan laut. Bagian dari jaring lingkar nelayan perairan darat umumnya relatif sama dengan nelayan perairan darat yang terdiri atas jaring utama, tali temali (tali ris atas, tali ris bawah, tali pemberat, dan tali kerut), pelampung, dan pemberat. Namun demikian, jaring nelayan perairan darat tidak memiliki jaring sayap, jaring kantong dan srampatan (*selvedge*). Jaring lingkar yang digunakan memiliki panjang 12 m dan kedalaman jaring ke bawah sepanjang 4 m Untuk pengoperasian jaring lingkar dilakukan dengan cara melingkari daerah yang banyak distribusi ikan dengsn menggunakan perahu, sehingga membentuk sebuah dinding besar yang selanjutnya jaring akan ditarik dari bagian bawah dan membentuk sebuah kolam dan ikan dapat dipanen (Nuri, 2011).



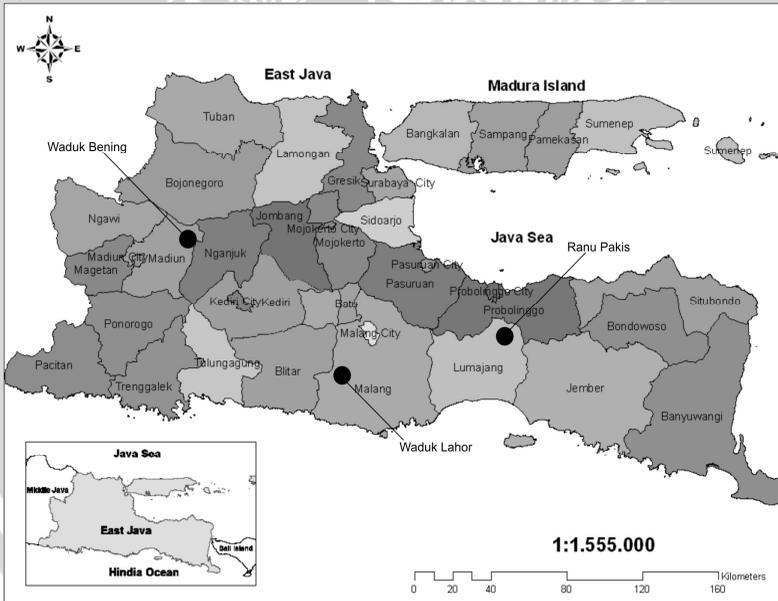
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2011 sampai Juni 2012 dan untuk pengambilan data lapang dilakukan pada Januari 2012 sampai Maret 2012. Pengambilan sampel *Oreochromis mossambicus* di tiga kabupaten di Jawa Timur antara lain, Waduk Lahor Malang, Ranu Pakis Lumajang, dan Waduk Bening Madiun. Analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biodiversitas Hewan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Deskripsi Area Studi

Area studi yang dipilih terdiri dari tiga kabupaten yang merupakan daerah persebaran alami *Oreochromis mossambicus* (Subarijanti, 2005). Tiga kabupaten yang dipilih yaitu, Kabupaten Malang (Waduk Lahor), Kabupaten Lumajang (Ranu Pakis), dan Kabupaten Madiun (Waduk Bening) (Gambar 4).



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel

Waduk Lahor terletak di sungai Lahor (anak Sungai Brantas), sehingga aktivitas di Daerah Pengaliran Sungai (DPS) ini yang diwakili oleh Desa Slorok dan Desa Ngajum, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Waduk Lahor mempunyai luas 2,6 km², terletak kurang lebih 1,5 km di sebelah utara proyek serbaguna Karangates, dan kurang lebih 32 km di sebelah selatan kota Malang ke arah kota Blitar, dan mempunyai ketinggian 278 m dari permukaan laut (Apridayanti, 2008). Ranu Pakis terletak di Desa Ranu Pakis dengan jarak 20,5 km di sebelah Utara kota Lumajang, mempunyai ketinggian 600 m dari permukaan laut dengan luas danau 5000 m² dan kedalaman 26 m (Mauludiah, 2000). Waduk Bening terletak di daerah perbatasan antara Kabupaten Madiun dan Kabupaten Nganjuk, tepatnya di Dusun Petung, Desa Pajaran, Kecamatan Saradan, sekitar 40 km dari Madiun ke arah utara. Luas waduk 860 km², mempunyai ketinggian 111 m dari permukaan laut. Masyarakat sekitar memanfaatkan waduk ini untuk berwisata dan memancing ikan (Setiawan, 2007).

3.3 Studi Pendahuluan

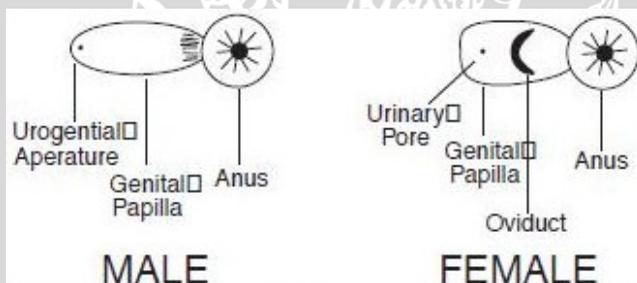
Studi pendahuluan dilakukan dengan cara melakukan survei kondisi tempat penelitian. Survei meliputi kegiatan wawancara kepada nelayan sekitar terkait dengan distribusi *Oreochromis mossambicus* di masing-masing waduk atau danau untuk menentukan jam dan stasiun penangkapan ikan. Wawancara juga dilakukan pada penduduk sekitar tempat penelitian mengenai kegiatan sosial budaya masyarakat terkait pemanfaatan waduk atau ranu, misalnya jumlah nelayan, jumlah pemancing dan jumlah keramba. Selain itu juga dilakukan survei ke TPI (Tempat Pelelangan Ikan) atau masyarakat sekitar waduk atau danau terkait terhadap jenis ikan yang paling banyak ditangkap atau didistribusikan.

3.4 Penangkapan *Oreochromis mossambicus*

Proses penangkapan ikan menggunakan jaring lingkaran sederhana dengan sistem *trapping* dan bantuan nelayan. Jaring lingkaran yang digunakan memiliki panjang 12 m dan kedalaman jaring ke bawah sepanjang 4 m. Penangkapan ikan dilakukan dengan cara melingkarkan jaring dan menarik tali bagian bawah untuk mengurangi luasan *trap* dan ikan mujair dapat dipanen pada titik sampling sesuai hasil studi pendahuluan. Ulangan pengambilan ikan dilakukan apabila jumlah ikan

yang didapat kurang dari 10 *Oreochromis mossambicus* baik jantan maupun betina. Menurut Naem dkk. (2011), jumlah yang dibutuhkan untuk morfometri *O. mossambicus* minimal berjumlah 10 dan memiliki panjang standar (SL) 10-19 cm.

Hasil penangkapan ikan kemudian dibedakan antara jantan dan betina berdasarkan ciri morfologi berdasarkan warna dan bentuk kepala (*O. mossambicus* jantan memiliki warna lebih gelap dan kepala bagian atas lebih cekung dibanding *O. mossambicus* betina) serta ujung sirip punggung dan sirip ekor berwarna merah. Pada bagian muara pelepasan ikan jantan terdapat dua buah lubang, yaitu lubang anus dan urogenital. Bintil genital (*genital papilla*) ikan jantan lebih panjang daripada ikan betina. Sedangkan ikan betina, disamping warna tubuh lebih cerah dan tidak ada warna merah pada ujung sirip punggung dan sirip ekor juga ditandai oleh adanya tiga buah lubang pada muara pelepasan, yaitu lubang anus, saluran telur, dan saluran urine (Gambar 5) (Lamboj, 2004). Pembedaan jenis kelamin dilakukan karena morfologi antara *O. mossambicus* jantan dan betina memiliki perbedaan sehingga data morfometri juga berbeda (Naem dkk., 2011). Setelah dilakukan pembedaan jenis kelamin spesimen ikan dibius dengan kloroform 20% dan diukur morfologinya.

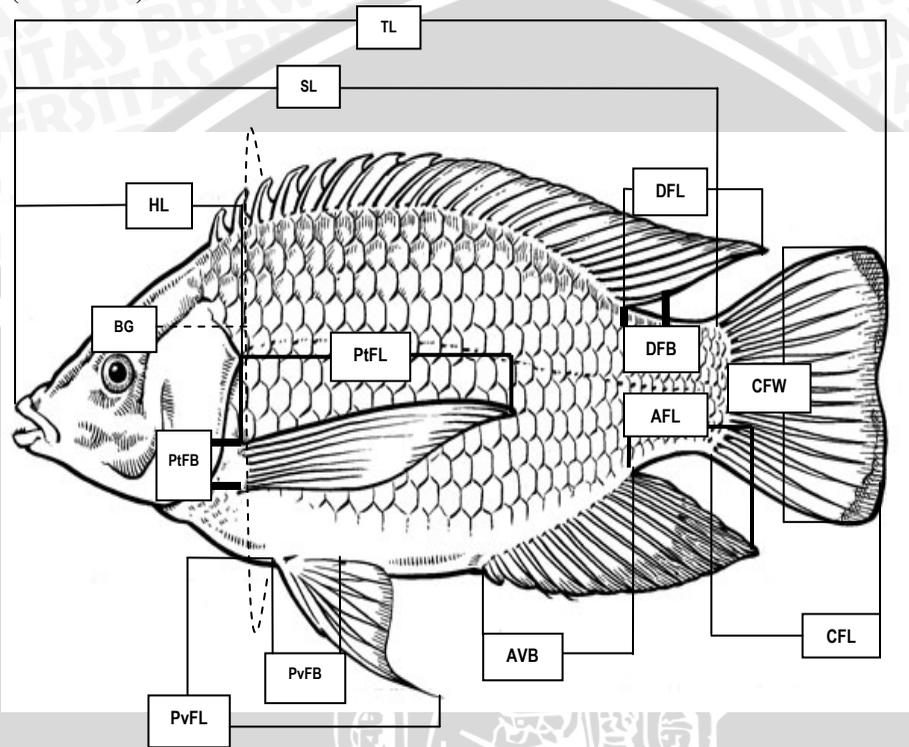


Gambar 5. Pembedaan Jenis Kelamin *Oreochromis mossambicus* (Naem dkk., 2011)

3.5 Morfometri *Oreochromis mossambicus*

Data morfometri yang memadai diperoleh dengan menyeleksi spesimen yang dianggap telah memiliki karakter morfologi (ukuran tubuh) yang sudah mapan (10-19 cm). Setiap spesies diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 cm meliputi 14

karakter. Penentuan karakter tersebut berdasarkan penelitian dari Naeem dkk. (2011). Istilah dan singkatan dari karakter yang diukur antara lain (Gambar 6):

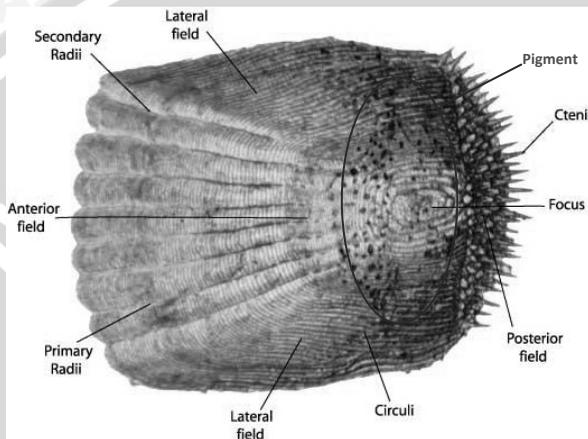


Gambar 6. Skema Morfometri *Oreochromis mossambicus* (Naeem dkk., 2011)

Keterangan : TL=Panjang total, SL=Panjang standar, HL=Panjang kepala, BG=Ketebalan ikan, DFL=Panjang sirip punggung, DFB=Panjang dasar sirip punggung, PtFL=Panjang sirip dada, PtFB=Panjang dasar sirip dada, PvFL=Panjang sirip perut, PvFB=Panjang dasar sirip perut, AFL=Panjang sirip dubur, AFB=Panjang dasar sirip dubur, CFL=Panjang sirip ekor, CFW=Lebar sirip ekor.

Morfometri diikuti dengan pengamatan pada meristik dan pola warna, untuk data meristik yang dihitung antara lain jumlah sisik sepanjang *linea lateralis*, sisik antara *dorsal* dan *lateral*, dan sisik antara *pectoral* dan *pelvic*, jumlah duri pada sirip *dorsal* dan sirip *anal*. Pengukuran meristik ini dilakukan untuk mengonfirmasi karakter kunci

Oreochromis mossambicus sesuai dengan Lamboj (2004). Pola warna juga dicatat pada bagian kepala, badan, dan ekor. Selain itu juga dilakukan pengamatan warna sisik (pigmen melanofor) pada bagian dorsal dari tubuh ikan. Bagian – bagian dari sisik antara lain (Robert, 1993):



Gambar 7. Bagian-bagian dari sisik stenoid (Robert, 1993)

3.6 Pengukuran Faktor Abiotik

Pengukuran faktor abiotik dilakukan ketika penangkapan ikan. Pengukuran faktor abiotik meliputi pengukuran derajat keasaman (pH), konduktivitas, suhu, kecerahan air dan salinitas. Derajat keasaman (pH) diukur dengan menggunakan pHmeter *portable*. *Probe* dicuci dengan akuades. Setelah dicuci dan dikeringkan *probe* dimasukkan ke dalam sampel air dan nilai dibaca setelah konstan. Konduktivitas perairan diukur dengan konduktivimeter dengan cara memasukkan electrode ke dalam sampel air dan secara langsung baca besarnya konduktivitas air tersebut dalam satuan μS .

Suhu diukur dengan menggunakan termometer digital. Pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan *probe* (elektrode) secara langsung dalam air kemudian nilai suhu dibaca setelah konstan. Kecerahan air diukur dengan menggunakan *Secchi Disc*. Pengukuran kecerahan dilakukan dengan memasukkan *Secchi Disc* melalui seutas tali ke dalam perairan sampai warna hitam-putih dari *Secchi Disc* tidak terlihat. Kemudian dihitung jarak antara jari pemegang tali dengan *Secchi Disc*.

Salinitas diukur menggunakan refraktometer dengan cara air sampel ditetaskan dengan pipet dan ditetaskan pada refraktometer dan nilai yang tercantum dibaca.

3.7 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *ex post facto*. Menurut Michael (1994), metode *ex post facto* merupakan suatu metode untuk memilih suatu fenomena *causal effect* yang telah nyata terjadi di lapangan (fenomena alami) sehingga peneliti tidak perlu memberikan perlakuan lagi tetapi tinggal melihat efeknya pada variabel terikat. Dasar pendekatan sistemik penelitian adalah hubungan kausal tuntas (*causal finalis*) dari obyek yang dinilai yaitu morfometri *Oreochromis mossambicus* yang terdapat pada masing-masing lokasi pengambilan spesimen. Lokasi pengambilan spesimen ikan ditentukan berdasarkan perbedaan lokasi pada peta provinsi Jawa Timur. Sebagai variabel terikat dalam penelitian ini adalah morfometri dan meristik *O. mossambicus*. Variabel bebas adalah parameter kualitas air.

3.8 Analisis Data

3.8.1 Morfometri *Oreochromis mossambicus*

Hasil pengukuran karakter pada tiap tingkatan spesimen menggunakan uji One-Way ANOVA $p < 0,01$ dengan program SPSS. Analisis varian (ANOVA) adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total data menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman. ANOVA digunakan apabila terdapat lebih dari dua variabel (Rosy, 2010).

3.8.2 Analisis Hubungan Kekerbatan

Analisis hubungan kekerabatan menggunakan *software* PAST (Ryan, 2012) yang menggunakan acuan karakter morfologi dan penambahan variabel lokasi *Oreochromis mossambicus* Pakistan berdasarkan penelitian Naeem dkk. (2011). Analisis hubungan kekerabatan digunakan untuk mengelompokkan morfometri berdasarkan lokasi pengambilan spesimen. Analisis kluster juga digunakan untuk mengetahui tingkat kesamaan (*similarity*) morfometri *O. mossambicus* antar lokasi pengambilan spesimen.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Variasi Morfologi *Oreochromis mossambicus*

Berdasarkan hasil studi pendahuluan *Oreochromis mossambicus* merupakan ikan yang paling banyak ditangkap oleh nelayan maupun pemancing pada masing-masing lokasi (Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening). Hasil penangkapan ikan hanya didapatkan *O. mossambicus* jantan yang memiliki jumlah 10 pada masing-masing lokasi, sehingga memenuhi standar yang digunakan untuk morfometri sesuai Naem dkk. (2011). Pada Waduk Bening didapatkan dua jenis *O. mossambicus* yaitu *O. mossambicus* hitam dan *O. mossambicus* merah (Gambar 8).



Gambar 8. Jantan *Oreochromis mossambicus*, (A) Waduk Lahor (WL), (B) Ranu Pakis (RP), (C) Waduk Bening Hitam (WBH), (D) Waduk Bening Merah (WBM)

Pengamatan pola warna diketahui adanya perbedaan warna di antara *O. mossambicus* hitam. Kepala, badan dan ekor berwarna hijau tua untuk *O. mossambicus* Ranu Pakis. Berbeda dengan *O. mossambicus* hasil tangkapan di Waduk Lahor dan Waduk Bening. Warna tubuh ikan lebih pudar dan pucat dibandingkan dengan dengan *O. mossambicus* hasil tangkapan di Ranu Pakis (Gambar 8).

O. mossambicus merah yang didapatkan memiliki pola warna kepala dan badan berwarna oranye, sedangkan pada bagian ekor terdapat bercak warna hitam (Gambar 8). Menurut (Galman, 1987), ikan ini pertama kali dimasukkan ke Indonesia pada tahun 1977 oleh Lembaga Penelitian Perikanan Darat, Bogor untuk memperkaya jenis ikan budidaya di Indonesia. Minat masyarakat untuk memelihara *O. mossambicus* merah ini sangat besar, sehingga ikan tersebut dapat menyebar ke beberapa daerah di Indonesia dengan cepat, bahkan pada tahun 1984 telah banyak dipelihara di Jawa Timur. Hasil tangkapan kemudian dilakukan konfirmasi kunci determinasi untuk mengetahui ikan hasil tangkapan merupakan spesies *O. mossambicus* atau tidak.

Konfirmasi karakter kunci dilakukan melalui pengamatan meristik *O. mossambicus*. Hasil pengamatan secara meristik yang mengacu kepada Lamboj (2004), yaitu terhadap jari-jari lemah dan jari-jari keras pada sirip *dorsal*, sirip *anal* maupun jumlah sisik pada *linea lateralis*, sisik antara *dorsal* dan *lateral*, dan sisik antara *pectoral* dan *pelvic*. Penghitungan karakter meristik *O. mossambicus* hitam dari masing-masing lokasi tidak menunjukkan perbedaan, sehingga dapat diketahui spesies *O. mossambicus* hitam yang didapatkan adalah *O. mossambicus* (Tabel 2). Meristik *O. mossambicus* merah memiliki perbedaan dengan *O. mossambicus* hitam pada perhitungan sisik *linear lateralis* yaitu memiliki jumlah 18. Menurut Aliah (1987), ciri-ciri meristik mujair merah antara lain : rumus sirip *dorsal* DXVI-XVII 11-12, dan jumlah sisik pada *linear lateralis* 18-20.

Tabel 2. Konfirmasi Kunci Determinasi *Oreochromis mossambicus*

Karakter	WL	RP	WBH	WBM
Sirip <i>Dorsal</i> : D XV-XVII 10-13	+	+	+	+
Sirip <i>Anal</i> : A III 9-12	+	+	+	+
Sisik <i>linear lateralis</i> : 30-32	+	+	+	-
Sisik antara <i>dorsal</i> dan <i>lateral</i> : 3,5-4,5	+	+	+	+
Sisik antara <i>pectoral</i> (dada) dan <i>pelvic</i> (perut) : 4-6	+	+	+	+

+ : Sesuai dengan karakter meristik *Oreochromis mossambicus*, - : tidak sesuai

Setelah konfirmasi karakter meristik, *O. mossambicus* yang didapatkan dilakukan morfometri. Ikan yang dipilih untuk studi morfometri adalah ikan yang telah memiliki karakter yang sudah mapan. Menurut Naem dkk. (2004), *O. mossambicus* memiliki karakter yang

sudah mapan memiliki panjang standar (SL) lebih dari 10 cm dan jumlah yang dibutuhkan untuk morfometri *O. mossambicus* minimal berjumlah 10.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Morfologi *Oreochromis mossambicus*

Karakter Morfologi	Waduk Lahor	Ranu Pakis	Waduk Bening Hitam	Waduk Bening Merah
	n=10	n=10	n=10	n=10
TL	16,22±0,33 ^b (15,7-16,6)	16,85±0,21 ^c (16,5-17,2)	17,1±0,15 ^c (16,9-17,3)	14,6±0,15 ^a (14,4-14,8)
SL	12,88±0,19 ^b (12,6-13,1)	13,44±0,10 ^c (13,3-13,6)	13,72±0,08 ^d (13,6-13,8)	11,2±0,16 ^a (10,9-11,3)
HL	4,32±0,16 ^{bc} (4-4,5)	4,43±0,06 ^c (4,3-4,5)	4,16±0,11 ^{ab} (4-4,3)	4,06±0,11 ^a (3,9-4,2)
BG	12,49±0,21 ^b (12,2-12,7)	11,85±0,23 ^a (11,5-12,2)	13,12±0,12 ^c (13-13,3)	12,02±0,18 ^a (11,8-12,3)
DFL	3,05±0,21 ^a (2,7-3,4)	3,48±0,12 ^b (3,3-3,7)	3,18±0,17 ^a (3-3,4)	5,18±0,15 ^c (5-5,4)
DFB	0,85±0,11 ^a (0,7-1)	0,87±0,12 ^a (0,7-1)	0,79±0,11 ^a (0,6-0,9)	0,75±0,08 ^a (0,6-0,9)
PtFL	5,13±0,26 ^c (4,8-5,5)	4,66±0,12 ^b (4,5-4,9)	5,36±0,21 ^c (5,1-5,7)	3,14±0,05 ^a (3,1-3,2)
PtFB	0,89±0,12 ^b (0,7-1,1)	0,95±0,08 ^b (0,8-1,1)	0,7±0,11 ^a (0,5-0,8)	0,66±0,05 ^a (0,6-0,7)
PvFL	3,58±0,20 ^b (3,3-3,9)	3,23±0,16 ^a (3-3,5)	3,5±0,15 ^b (3,3-3,7)	3,94±0,11 ^c (3,8-4,1)
PvFB	1,05±0,13 ^b (0,9-1,3)	1,01±0,08 ^b (0,9-1,1)	0,9±0,09 ^b (0,7-1)	0,7±0,11 ^a (0,6-0,8)
AFL	2,94±0,24 ^a (2,6-3,3)	3,17±0,12 ^{ab} (3-3,3)	3,08±0,08 ^{ab} (3-3,2)	3,92±0,08 ^b (3,8-4)
AFB	2,36±0,13 ^a (2,2-2,6)	2,61±0,08 ^b (2,5-2,7)	2,36±0,11 ^a (2,2-2,5)	2,9±0,07 ^c (2,8-3)
CFL	3,34±0,17 ^a (3,1-3,6)	3,41±0,11 ^a (3,2-3,6)	3,38±0,14 ^a (3,2-3,6)	3,4±0,16 ^a (3,1-3,5)
CFW	3,84±0,17 ^b (3,6-4,1)	3,61±0,11 ^a (3,4-3,8)	3,58±0,14 ^a (3,4-3,8)	3,6±0,16 ^a (3,3-3,8)

Data menunjukkan rata-rata, standard deviasi, dan rentang pengukuran

Pengukuran dalam cm, level signifikansi $p < 0,01$, n jumlah ikan yang tertangkap

Notasi yang sama pada karakter morfometri menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan ANOVA uji lanjutan Tukey, Games-Howell, dan Mann-Whitney

Berdasarkan Tabel 3 kisaran rata-rata panjang standar (SL) ikan yang tertangkap di Waduk Lahor adalah (12,6-13,1 cm), kisaran panjang standar (SL) ikan yang tertangkap di Ranu Pakis adalah (13,3-13,6 cm), kisaran panjang standar (SL) ikan yang tertangkap di Waduk Bening

Hitam (13,6—13,8 cm), dan kisaran panjang standar (SL) ikan yang tertangkap di Waduk Bening Merah (10,9-11,3 cm). Berdasarkan kisaran panjang standar tersebut diketahui *O. mossambicus* sudah memiliki karakter morfologi yang sudah mapan. Sebanyak 14 karakter morfologi *O. mossambicus* yang telah diukur di Waduk Lahor, Ranu Pakis dan Waduk Bening ditampilkan dalam bentuk rata-rata dan standar deviasi.

Perbedaan karakter morfologi pada masing-masing lokasi menggunakan uji ANOVA dengan signifikansi $p > 0,01$. Hasil analisis menunjukkan hanya CFL berkisar antara 3,1-3,6 cm dan DFB 0,6-1 cm yang tidak memiliki perbedaan antar lokasi. CFW hanya *O. mossambicus* Waduk Lahor yang memiliki perbedaan dengan rentang 3,6-4,1 cm dan pengukuran pada lokasi lain berkisar antara 3,4-3,8 cm. Begitu juga dengan pengukuran PvFB, hanya *O. mossambicus* Waduk Bening Merah yang memiliki ukuran berbeda yaitu 0,6-0,8 cm, sedangkan lokasi lain memiliki ukuran yang sama dengan rentang 3,3-3,9 cm (Tabel 3).

TL *O. mossambicus* pada Ranu Pakis (16,5-17,2 cm) dan Waduk Bening Hitam (16,9-17,3 cm) tidak memiliki perbedaan, namun memiliki perbedaan dengan TL *O. mossambicus* Waduk Lahor (15,7-16,6 cm). *O. mossambicus* Waduk Bening Merah memiliki nilai TL terkecil yaitu 14,4-14,8 cm. Pengukuran SL *O. mossambicus* masing-masing lokasi memiliki perbedaan. SL terpanjang dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Bening 13,8-13,8 cm sedangkan SL terpendek dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Bening Merah 10,9-11,3 cm. HL terpendek dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Bening Merah 3,9-4,2 cm namun tidak memiliki perbedaan dengan HL *O. mossambicus* Waduk Bening Hitam 4-4,3 cm. HL *O. mossambicus* Waduk Lahor 4-4,5 cm lebih panjang dibandingkan *O. mossambicus* Waduk Bening Merah namun tidak memiliki perbedaan dengan *O. mossambicus* Ranu Pakis 4,3-4,5 cm (Tabel 3).

BG terpendek dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Bening Merah 11,8-12,3 cm dan Ranu Pakis 11,5-12,2 cm. *O. mossambicus* Waduk Bening Hitam memiliki BG terpanjang dengan rentang 13-13,3 cm diikuti oleh Ikan mujair Waduk Lahor yang merupakan ukuran terpanjang kedua yaitu 12,2-12,7 cm. Pengukuran DFL terpanjang dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Bening Merah 5-5,4 cm, sedangkan DFL terpendek dimiliki oleh Waduk Lahor dan Waduk

Bening Hitam dengan rentang 2,7-3,4 cm. DFL *O. mossambicus* Ranu Pakis memiliki nilai 3,3-3,7 cm yang merupakan terpanjang kedua setelah *O. mossambicus* Waduk Bening Merah (Tabel 3).

O. mossambicus Waduk Lahor dan Waduk Bening Hitam memiliki ukuran PtFL terpanjang dengan rentang 4,8-5,7 cm, diikuti oleh PtFL *O. mossambicus* Ranu Pakis dengan panjang 45-4,9 cm. *O. mossambicus* Waduk Bening Merah memiliki nilai terpendek yaitu 3,1-3,2 cm. Pengukuran PtFB Waduk Bening Merah dan Waduk Bening Hitam memiliki ukuran yang sama dengan rentang 0,5-0,8 cm. Namun memiliki perbedaan dengan Waduk Lahor dan Ranu Pakis yang memiliki nilai 0,7-1,1 cm (Tabel 3).

Pengukuran PvFL *O. mossambicus* Ranu Pakis memiliki ukuran terpendek dengan nilai 3-3,5 cm, diikuti oleh Waduk Lahor dan Waduk Bening Hitam dengan rentang 3,3-3,9 cm. PvFL *O. mossambicus* memiliki ukuran terpanjang dengan nilai 3,8-4,1 cm. AFL pengukuran terpanjang dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Bening Merah dengan nilai 3,8-4 cm. AFL terpendek dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Lahor 2,6-3,3 cm. Ranu Pakis dan Waduk Bening Hitam tidak memiliki perbedaan ukuran dengan rentang nilai 2,2-2,7 cm. AFB terpanjang dimiliki oleh *O. mossambicus* Waduk Bening Merah 2,8-3 cm, diikuti oleh *O. mossambicus* Ranu Pakis 2,5-2,7 cm. AFB *O. mossambicus* Waduk Lahor tidak memiliki perbedaan ukuran panjang dengan *O. mossambicus* Waduk Bening Hitam dengan rentang nilai 2,2-2,6 cm (Tabel 3).

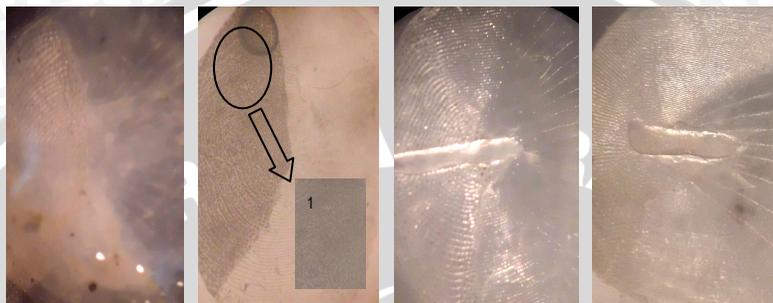
Hasil pengukuran TL pada *O. mossambicus* hitam pada rentang 15-17 cm diketahui memiliki umur yang sama yaitu umur menuju tahap kedewasaan, sedangkan *O. mossambicus* merah memiliki ukuran TL 14 cm memiliki umur yang lebih muda (Naeem dkk., 2011). Karakter TL, SL, dan BG pada *O. mossambicus* hitam masing-masing lokasi memiliki perbedaan. Menurut Kim dkk. (2002), perbedaan tersebut dikarenakan *O. mossambicus* memiliki pola makan berbeda berdasarkan kondisi lingkungan. *O. mossambicus* awalnya memiliki sifat herbivor dan akan tumbuh dengan baik apabila mengonsumsi tanaman terrestrial, alga, dan fitoplankton. Sifat herbivor pada *O. mossambicus* dapat berubah menjadi omnivor apabila kondisi lingkungan berubah. *O. mossambicus* dapat mengonsumsi endapan, detritus, dan ikan kecil yang dapat mengakibatkan tumbuh lebih kecil dibandingkan *O. mossambicus* yang memiliki sifat herbivor (Bowen, 1982). Karakter TL, SL, dan BG pada

O. mossambicus Waduk Bening Hitam memiliki ukuran yang paling panjang dibandingkan *O. mossambicus* lokasi lain, sehingga dapat diketahui pola makan herbivor pada *O. mossambicus* Waduk Bening Hitam masih terjaga. Berbeda dengan *O. mossambicus* Waduk Lahor dan Ranu Pakis yang memiliki ukuran TL, SL, dan BG lebih pendek diketahui pola makan sudah terjadi perubahan dari herbivor menjadi omnivor. Hasil morfometri karakter selain TL, SL, dan BG menunjukkan *O. mossambicus* hitam memiliki banyak kemiripan. Hal tersebut dapat dilihat dari karakter HL, DFL, DFB, PtFL, PtFB, PvFL, PvFB, AFB, CFL, dan CFW yang memiliki ukuran hampir sama. Perbedaan signifikan ditemukan pada *O. mossambicus* Waduk Bening Merah yang memiliki DFL, PVFL, AFB, dan AFL yang lebih panjang dibandingkan *O. mossambicus* lokasi lain.

Menurut Haryono (2001), setiap spesies mempunyai sebaran geografi tertentu berdasarkan kondisi fisik lingkungannya. Sebaran dan variasi morfologi muncul karena respon terhadap lingkungan fisik tempat hidup spesies tersebut. Variasi karakter morfologi dapat disebabkan oleh perbedaan faktor genetik dan lingkungan. Sehingga pengujian perbedaan genetik antar populasi dapat menggambarkan perbedaan genetik antar populasi ikan dan perbedaan lingkungan geografi di masing-masing lokasi. Perbedaan populasi ikan berdasarkan variasi morfologi perlu diuji dengan bukti genetik untuk mengkonfirmasi bahwa variasi tersebut juga menggambarkan isolasi reproduksi dan bukan hanya karena perbedaan lingkungan (Tzeng, 2000).

Variasi morfologi yang ada diantara populasi *O. mossambicus* di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening Hitam dengan *O. mossambicus* Waduk Bening Merah baik secara meristik maupun morfometri dapat dipertimbangkan sebagai indikator perbedaan genetik antar spesies, strain, populasi akibat adanya perbedaan geografi dan kondisi lingkungan perairan antara lokasi tersebut. Menurut Haryono (2001) ikan bertulang sejati menunjukkan variasi karakter morfometri pada letak geografis yang berbeda. Namun adanya variasi morfologi antara populasi *O. mossambicus* di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening Hitam dengan *O. mossambicus* Waduk Bening Merah bukan berarti bahwa ikan yang tertangkap merupakan ikan yang berbeda spesies, oleh karena itu perlu dilakukan sekuen DNA untuk mengetahui secara pasti spesies yang didapatkan adalah *O. mossambicus*.

Pemilihan sisik bagian *dorsal* untuk diamati persebaran pigmen melanofornya sesuai dengan Robert (1993) yang mengatakan bahwa sisik ikan bagian *dorsal* merupakan sisik yang memiliki persebaran pigmen melanofor paling banyak (Gambar 9).



A. B. C. D.

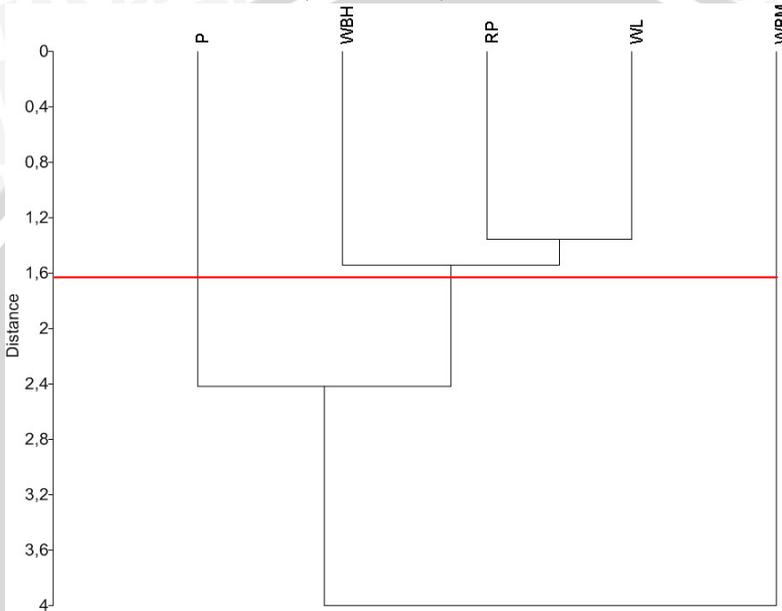
Gambar 9. Sisik *Oreochromis mossambicus*, (A) Waduk Lahor, (B) Ranu Pakis, (C) Waduk Bening Hitam, (D) Waduk Bening Merah, (1) Insert Pigmen Melanofor

Sisik *O. mossambicus* dari Waduk Lahor dan Waduk Bening Hitam tampak transparan karena pigmennya tidak berkembang. Sebaliknya, ikan dari Ranu Pakis pigmennya berkembang sehingga sisiknya tampak ada warna tertentu, yaitu hijau gelap (Gambar 9). Menurut Cohen (2001) menjelaskan sisik yang transparan pada ikan karena pigmen melanofor yang dapat berfungsi menyerap cahaya tereduksi karena polutan. Sisik ikan memiliki fungsi morfologi dan fisiologis. Sisik ikan memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perlindungan dari pengaruh merugikan di dalam air. Merupakan baris pertama pertahanan ikan terhadap polutan dengan mensekresi mukosa. Apabila ikan mensekresi mukosa berlebihan akan mempengaruhi pigmen yang terdapat pada ikan.

Sisik ikan mengandung pigmen yang dapat memendarkan warna pada ikan. Pemudaran warna tubuh dapat disebabkan karena pigmen yang terdapat pada sisik ikan tidak dapat tersebar merata (Moyle and Cech (2000). Pigmen yang terdapat pada sisik *O. mossambicus* adalah pigmen melanofor. Pigmen melanofor merupakan pigmen yang memendarkan warna gelap seperti warna abu-abu keperakan dan hijau gelap pada *O. mossambicus*. Sisik *O. mossambicus* merah tidak ditemukan adanya pigmen melanofor.

4.2 Hubungan Kekerabatan *Oreochromis mossambicus*

Analisis hubungan kekerabatan menggunakan software PAST terhadap data morfometri dengan penambahan variabel *Oreochromis mossambicus* dari Pakistan (Gambar 10).



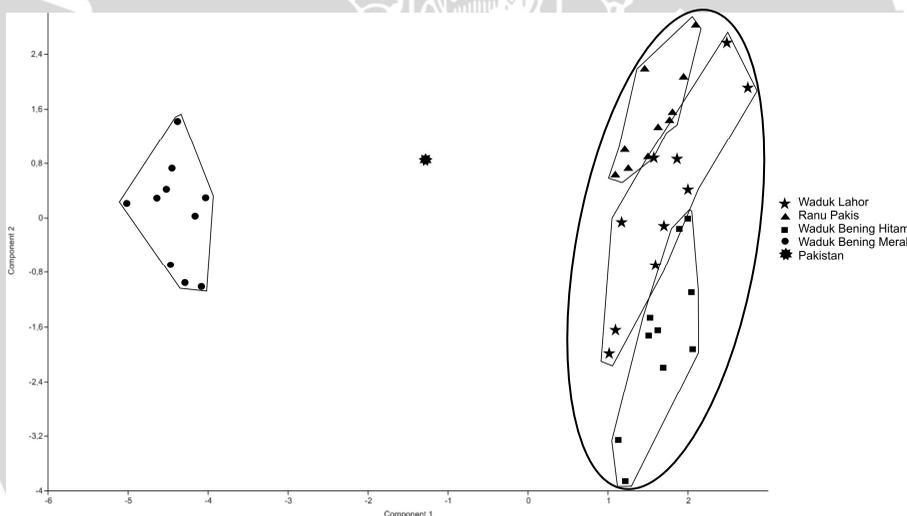
Gambar 10. Dendrogram *Oreochromis mossambicus* Jantan di Waduk Lahor, Ranu Pakis, Waduk Bening, dan Pakistan

Analisis dendrogram berdasarkan jarak Euclidean menunjukkan bahwa lima populasi *O. mossambicus* terkelompokkan menjadi tiga grup, Ranu Pakis, Waduk Lahor dan Waduk Bening Hitam, Pakistan, dan Waduk Bening Merah (Gambar 10). *O. mossambicus* pada Ranu Pakis tidak dapat dibedakan dengan *O. mossambicus* Waduk Lahor dan *O. mossambicus* Waduk Bening Hitam. *O. mossambicus* Waduk Bening Hitam memiliki jarak dengan *O. mossambicus* Waduk Lahor dan Ranu Pakis berdasarkan karakter TL,SL, dan BG, namun jaraknya tidak signifikan. *O. mossambicus* Pakistan memiliki jarak yang dekat dengan *O. mossambicus* di Waduk Bening Hitam, Ranu Pakis, dan Waduk Lahor. Sedangkan *O. mossambicus* Waduk Bening Merah jelas terpisah dari *O. mossambicus* yang lain.

Hubungan kekerabatan secara morfologi ditentukan oleh kesamaan sifat-sifat genetik (Salthe, 1989). Berdasarkan hasil penelitian *O.*

Oreochromis mossambicus hitam memiliki ciri-ciri morfologi yang mirip dari karakter HL, DFL, DFB, PtFL, PtFB, PvFL, PvFB, AFB, CFL, dan CFW kecuali karakter TL,SL, dan BG yang dipengaruhi oleh pola makan *O. mossambicus* yang berbeda-beda. *O. mossambicus* merah merupakan jenis yang belum jelas statusnya dan dugaan semula merupakan mutan dari mujair (Djajadiredja dkk., 1989). Ciri-ciri meristik *O. mossambicus* merah hasil penelitian menunjukkan kemiripan dengan *O. mossambicus* hitam kecuali jumlah sisik *linear lateralis* yang lebih sedikit. Berdasarkan morfometri *O. mossambicus* merah memiliki ukuran dominan pada karakter DFL, PVFL, AFB, dan AFL sehingga diketahui memiliki mobilitas yang lebih tinggi dibandingkan *O. mossambicus* hitam (Kottelat, 1993).

Pengelompokan yang lebih detail dilakukan menggunakan uji PCA (*Principal Component Analysis*) menggunakan software PAST berdasarkan karakter *O. mossambicus* yang dominan (Gambar 11).



Gambar 11. *Principal Component Analysis Oreochromis mossambicus* Jantan di Waduk Lahor, Ranu Pakis, Waduk Bening, dan Pakistan

Berdasarkan hasil *Principal Component Analysis* diketahui terbentuk tiga grup *O. mossambicus* dari masing-masing lokasi. Terbentuknya tiga grup tersebut karena setiap populasi *O. mossambicus* memiliki sebaran geografi tertentu berdasarkan faktor lingkungan

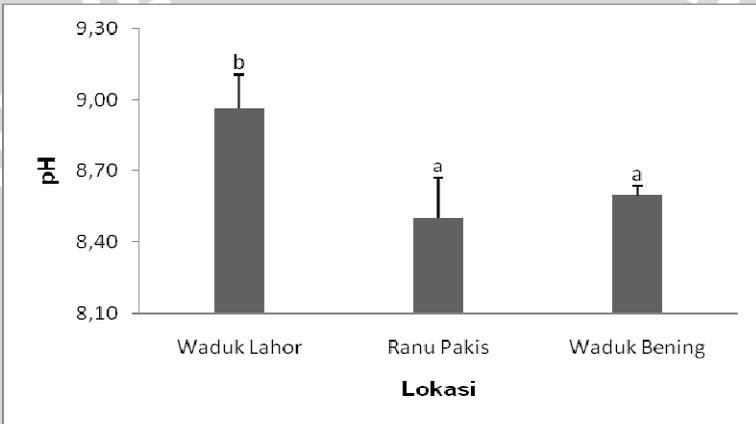
(Haryono, 2001). *O. mossambicus* Waduk Lahor, Ranu Pakis dan Waduk Bening terkelompok pada satu grup, sedangkan *O. mossambicus* Pakistan dan Waduk bening merah memiliki grup berbeda. Ranu Pakis yang bertempat pada dataran paling tinggi memiliki pola pengelompokan terkecil, yang artinya tidak memiliki variasi morfologi yang tinggi, namun ada *O. mossambicus* yang memiliki morfologi yang sama dengan *O. mossambicus* Waduk Lahor. *O. mossambicus* pada Waduk Lahor bertempat pada dataran sedang yang memiliki pola terbesar dan memiliki variasi morfologi tinggi, ditunjukkan oleh adanya *O. mossambicus* yang memiliki ciri morfologi sama dengan *O. mossambicus* Ranu Pakis dan *O. mossambicus* Waduk Bening Hitam. *O. mossambicus* di Waduk Bening Hitam yang bertempat pada dataran paling rendah, beberapa spesies memiliki variasi morfologi yang mirip dengan *O. mossambicus* pada Waduk Lahor. *O. mossambicus* Pakistan memiliki jarak yang dekat dengan *O. mossambicus* Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening Hitam. Sedangkan *O. mossambicus* Waduk Bening Merah jelas terpisah dengan *O. mossambicus* hitam.

O. mossambicus Waduk Bening Merah diasumsikan merupakan spesies dengan strain berbeda dengan *O. mossambicus* hitam. Menurut Djajadiredja dkk. (1989), *O. mossambicus* dapat melakukan kawin silang dengan *O. mossambicus* strain lain ataupun dengan *O. niloticus* yang merupakan spesies berbeda sehingga dapat diketahui *O. mossambicus* Waduk Bening Merah merupakan hasil *hybrid*. Spesiasi yang terjadi pada *O. mossambicus* Waduk Bening adalah spesiasi simpatrik yang merupakan pembentukan spesies baru tanpa adanya isolasi geografik karena terjadi pada lokasi yang sama.

Menurut Salthe (1989), perkembangan evolusi organisme di alam terjadi secara bertahap, sehingga perubahan bentuk morfologi yang merupakan pencerminan dari perubahan genetik tidak terjadi secara bersamaan. Namun, di antara tahap-tahap evolusi akibat mutasi tersebut, terdapat loncatan genetik yang menyebabkan terjadinya perubahan pada satu atau beberapa ciri morfologi yang mencolok. Pada *O. mossambicus* merah, dilihat dari ciri morfologi ikan tersebut, gen yang mengalami mutasi pada tingkatan yang cukup besar terjadi pada warna tubuh, jumlah sisik *linear lateralis*, dan panjang sirip, sedangkan sifat genetik lainnya masih cenderung menyerupai spesies asalnya (mujair).

4.3 Variasi Faktor Abiotik Habitat *Oreochromis mossambicus*

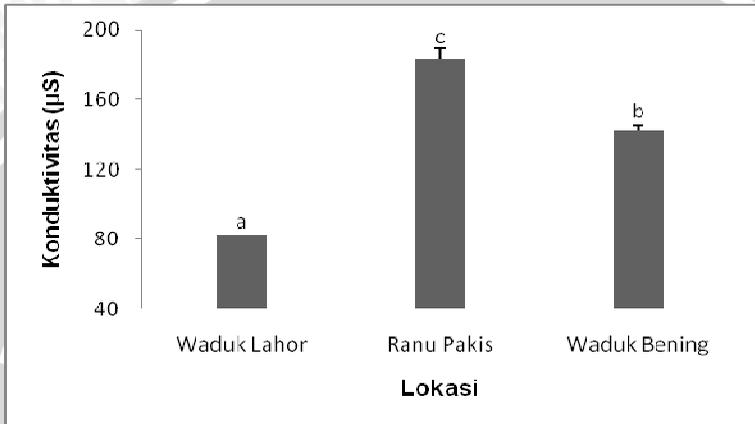
Pengukuran faktor abiotik meliputi pengukuran derajat keasaman (pH), konduktivitas, suhu, kecerahan air dan salinitas. Berdasarkan pengukuran faktor abiotik dan uji menggunakan ANOVA uji lanjutan Tukey dan Games-Howell pada Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening didapatkan nilai yang bervariasi. Dari data yang diperoleh pH berkisar antara 8,5-8,96. Waduk Lahor memiliki nilai pH 8,96 yang merupakan pH tertinggi dari tiga lokasi pengukuran. Pengukuran pH pada Ranu Pakis memiliki nilai pH terendah yaitu sebesar 8,5. Sedangkan nilai pH pada Waduk Bening memiliki nilai 8,59 (Gambar 12).



Gambar 12. pH di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening

Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasahan suatu perairan. Kehidupan organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh fluktuasi pH. Pada umumnya organisme akuatik toleran pada kisaran nilai pH 7-8,5 yang merupakan pH ideal bagi organisme akuatik pada umumnya (Odum, 1994). Nilai pH pada Ranu Pakis dan Waduk Bening tergolong pH yang masih dapat ditoleran sedangkan nilai pH pada Waduk Lahor melebihi batas toleran. Namun menurut Boyd (1988), menyatakan bahwa nilai pH yang mematikan bagi ikan, yaitu kurang dari 4 dan lebih dari 11. Nilai pH pada Waduk Lahor belum termasuk nilai yang dapat mematikan ikan namun pH 8,96 dalam waktu lama akan mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi ikan.

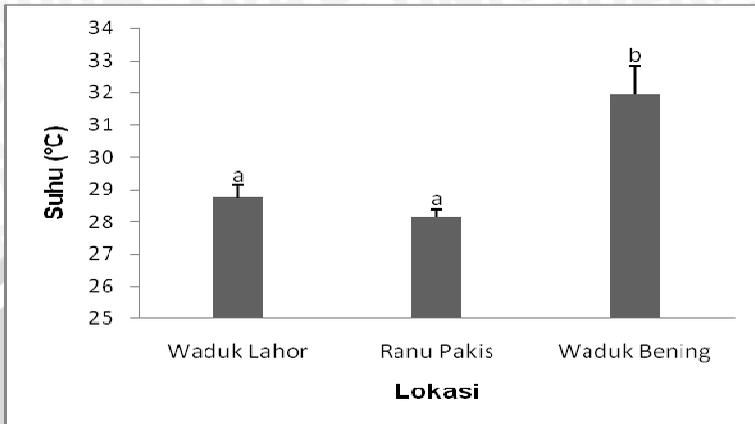
Konduktivitas yang diperoleh dari hasil penelitian diketahui bahwa konduktivitas tertinggi terdapat pada Ranu Pakis yaitu 183,17 μS . Nilai konduktivitas pada Waduk Bening memiliki nilai tertinggi kedua sebesar 142,7 μS sedangkan nilai terendah pada Waduk Lahor yaitu 82,4 μS (Gambar 13).



Gambar 13. Konduktivitas di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening

Konduktivitas merupakan gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Effendi (2003), menyebutkan bahwa reaktivitas, bilangan valensi, dan konsentrasi ion-ion terlarut sangat berpengaruh terhadap nilai konduktivitas. Asam, basa dan garam merupakan penghantar listrik atau konduktor yang baik. Oleh karena itu, nilai konduktivitas yang terukur merefleksikan konsentrasi ion yang terlarut dalam air. Konduktivitas air yang baik bagi kehidupan suatu makhluk hidup di perairan yaitu di bawah 400 μS . Konduktivitas perairan yang melebihi atau diatas 400 μS makhluk hidup atau organisme yang hidup di perairan akan stress dan akan mati. Jika di perairan sungai terdapat banyak partikel maka hantaran listrik tinggi (Sari, 2007). Nilai konduktivitas pada ketiga lokasi tergolong normal.

Suhu yang diperoleh dari hasil penelitian diketahui bahwa suhu yang tertinggi terdapat pada Waduk Bening yaitu 31,93°C dan terendah pada Ranu Pakis yaitu 28,17°C. Suhu pada Waduk Lahor memiliki nilai 28,73°C (Gambar 14).

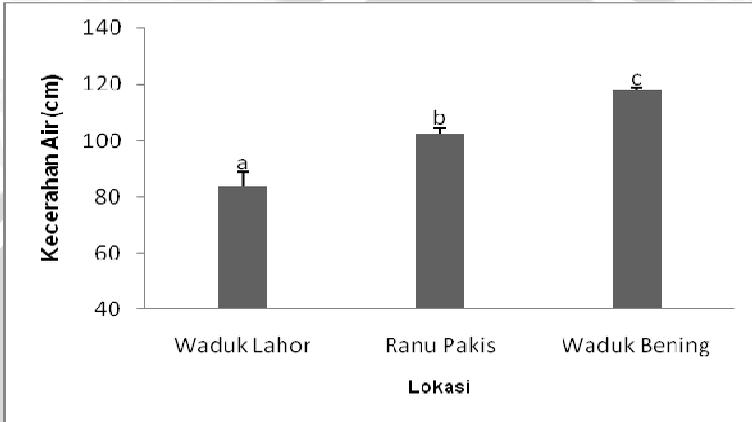


Gambar 14. Suhu di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening

Ikan merupakan organisme yang bersifat poikiloterm yaitu suhu tubuh ikan sesuai dengan suhu perairan, Menurut Michael (1994), fluktuasi suhu di perairan sangat mempengaruhi kehidupan organisme di dalamnya, fluktuasi suhu air yang terlalu besar dapat mematikan organisme perairan. Bishop (1973) menyatakan suhu air dapat merangsang dan mempengaruhi pertumbuhan organisme perairan serta mempengaruhi oksigen terlarut untuk respirasi. Setiap organisme mempunyai suhu maksimum optimum dan minimum untuk kehidupannya. Menurut Boyd (1988) suhu optimum untuk pertumbuhan ikan di daerah tropis adalah 25°C-30°C. Hasil pengukuran suhu pada Waduk Lahor dan Ranu Pakis termasuk suhu optimum untuk pertumbuhan ikan. Suhu pada Waduk Bening melebihi suhu optimum namun menurut Barus (1996), suhu pada Waduk Bening belum termasuk suhu yang melebihi batas normal karena suhu tidak melebihi suhu 10°C dari suhu optimum.

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme di perairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sesuai dengan kenaikan suhu, dan dapat menekan kehidupan ikan (Kordi, 2004).

Kecerahan air terendah dari hasil penelitian terdapat pada Waduk Lahor yaitu 83,67 cm sedangkan pada lokasi lain berkisar antara 102,33-118 cm (Gambar 15).



Gambar 15. Kecerahan Air di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening

Kecerahan air terendah dari hasil penelitian yang dilakukan terdapat pada Waduk Lahor yaitu 83,67 cm sedangkan pada stasiun lain terdapat antara 102,33-118 cm. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *Secchi Disc* (Boyd, 1988). Menurut Kordi (2004), nilai kecerahan air yang baik untuk kehidupan ikan adalah lebih dari 45 cm. Karena bila kecerahan kurang dari 45 cm batas pandangan ikan akan berkurang. Kecerahan air pada masing-masing lokasi pengukuran termasuk dalam kategori yang baik. Penetrasi cahaya seringkali dihalangi oleh zat yang terlarut dalam air, lumpur, potongan tanaman yang mengendap dan populasi organisme misalnya fitoplankton sehingga membatasi zona fotosintesis dimana habitat akuatik dibatasi oleh kedalaman (Odum, 1994).

Hasil pengukuran salinitas diketahui Waduk Lahor memiliki salinitas tertinggi yaitu 0,1 %, sedangkan salinitas pada Ranu Pakis dan Waduk Bening memiliki salinitas 0 %. Menurut Effendi (2003), Salinitas sebagai salah satu parameter kualitas air secara langsung berpengaruh terhadap metabolisme tubuh ikan, terutama proses osmoregulasi. Kisaran salinitas air tawar yang baik untuk ikan adalah 0-5 %.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian didapatkan dua jenis *Oreochromis mossambicus* yaitu *O. mossambicus* hitam (Waduk Lahor, Ranu Pakis, Waduk Bening Hitam) dan *O. mossambicus* merah (Waduk Bening Merah). Pengamatan meristik diketahui *O. mossambicus* hitam memiliki meristik yang sama, berbeda dengan *O. mossambicus* Waduk Bening Merah memiliki jumlah sisik *linear lateralis* lebih sedikit. Pengamatan pola warna diketahui ikan mujair Ranu Pakis memiliki warna hijau tua berbeda dengan ikan mujair hasil tangkapan di Waduk Lahor dan Waduk Bening yang memiliki warna lebih pudar dan pucat. *O. mossambicus* yang didapatkan memiliki pola warna kepala dan badan berwarna oranye, sedangkan pada bagian ekor terdapat bercak warna hitam. Pengukuran morfologi diketahui bahwa *O. mossambicus* hitam masing-masing lokasi memiliki banyak kemiripan dari karakter HL, DFL, DFB, PtFL, PtFB, PvFL, PvFB, AFB, CFL, dan CFW yang memiliki ukuran hampir sama. Perbedaan signifikan ditemukan pada *O. mossambicus* Waduk Bening Merah yang memiliki DFL, PVFL, AFB, dan AFL yang paling panjang dibandingkan *O. mossambicus* hitam. Analisis dendrogram menunjukkan *O. mossambicus* hitam pada Ranu Pakis, Waduk Lahor, dan Waduk Bening Hitam memiliki kesamaan, dan memiliki jarak yang dekat dengan *O. mossambicus* Pakistan. *O. mossambicus* Waduk Bening Merah jelas terpisah dari *O. mossambicus* yang lain. Hasil pengukuran abiotik menunjukkan kualitas air masing-masing lokasi sesuai untuk habitat ikan terutama kualitas air pada Waduk Bening.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan sekuen DNA untuk mengetahui perbedaan populasi ikan berdasarkan variasi morfometri dengan bukti genetik.
2. Perlu dilakukan morfometri pada ikan betina untuk mengetahui perbedaannya dengan ikan jantan

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, J. D. dan A. S. Flecker. 1993. Biodiversity Conservation in Running Waters. *BioScience*. 43 : 32-43.
- Aliah, E.N. 1987. *Penampilan Antara Filial Kedua (F2) dengan Generasi Kedua (G2) Ikan Mujair Merah (Oreochromis Mossambicus)*. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Anyanwu, O.A. & Ugwumba, O.A. 2002. Studies on the Morphometric, Meristic and Electrophoresis Patterns of *Pseudolithus* sp. *The Zoologist*. 2(1):70-77.
- Apridayanti, E. 2008. *Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur*. Tesis. Universitas Diponegoro.
- Arie, S.T. 1998. *Pencemaran Lingkungan*. PT. Rineka Cipta. Erlangga: Jakarta.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Universitas Gadjah Mada Press: Yogyakarta.
- Barus, T.A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. USU Press: Medan.
- Bowen, S.H. 1982. *Feeding, Digestion and Growth - Qualitative Considerations*. In: R.S.V. Pulin & R.H. Lowe-McConnell (eds): *Biology and Culture of Tilapias*. ICLARM: Manila. Philippines. 141-155.
- Bishop J.E., 1973. *Limnology of Small Malayan River Gomak*. Dr. W. Junk V.B. Publisher the Haque. 485 pp.
- Boyd, C.E. 1988. *Water Quality in Warmwater Fish Pond. Fourth Printing*. Auburn University Agricultural Experiment Station: Alabama: USA. 359 p.
- Cadrin, S.X. 2000. *Advances in Morphometric Analysis of Fish Stock Structure*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 10:91-112.
- Cohen. T. Hees & Ambrose R.. 2001. *Trace Metal in Fish and Invertebrates of three California Coastal Wetland, Mar. Pollut. Bull.* 421, 224 – 232
- Djadjadiredja, R., Sudarto, & Mudriyanto. 1989. *Mujair Merah untuk Memenuhi Kebutuhan Protein Hewani*. Seri Informasi Perikanan No.5. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan: Jakarta.

- Dudgeon, D. 2000. The Ecology of Tropical Asian Rivers and Stream in Relation to Biodiversity Conservation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 31 : 239-263.
- Effendi, M.I. 2003. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara: Jakarta
- Ewusie, I. Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Fuselier L., 2001. Impacts of *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae) upon Habitat Segregation among Cyprinodontids (Cyprinodontiformes) of a Species flock in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 49(2): 647-656
- Galman, O. R. 1987. *Le Tilapia rouge des Philippines (Oreochromis, Pisces: Cichlidae). Caracteres Morphologiques, Genetiques et Biologiques Consequences Pour L'aquaculture*. Institut National Polytechnique de Toulouse. 142 p.
- Gray, N.F. 1995. *Waste Water Treatment Biology in Nierenberg, W.A.* (ed.). *Encyclopedia of Environmental Biology*. Academic Press: New York.
- Gilchrist, J.D.F. 1917. The Freshwater Fishes of South Africa (continued). *Ann. S. Afr. Mus.* 11(6):465-579.
- Haryono. 2001. Variasi Morologi dan Morfometri Ikan Dokun (*Puntius Lateristriga*) di Sumatera. *Jurnal Biota*. Vol. VI (3): 109-116. ISSN 0853-8670
- Heddy, S & Kurniati, M. 1994. *Prinsip-Prinsip Dasar Ekologi*. PT. Raja Grafindo Persada: Jakarta.
- IUCN. 2003. *The 2003 IUCN Redlist of Threatened Spesies*. http://www.redlist.org/info_sources_quality.htm. Diakses 30 November 2011.
- Jorgensen, S.E. & Vollenweiden, R.A. 1989. *Guedelines of Lakes Management: Principles of Lakes Management Vol 1*, International Lake Environment Foundation. Shiga: Japan.
- Kim, H.C., Lee, J.H., Yang, K.H. & Yu, H.S., 2002. Biological Control of Anopheles Sinensis with Native Fish Predators (Aplocheilus and Apphyocypris) and Herbivorous Fish, Tilapia, inrice fields in Korea. *Korean Journal of Entomology*. 32(4): 247-250.
- Kordi, K.M.G. 2004. *Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan*. Rineka Cipta: Jakarta.

- Kottelat, M., Whitten, A.J., Kartikasari, S.N. & S. Wirjoatodjo, 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition. Hongkong.
- Lamboj, A. 2004. *The Cichlid Fishes of Western Africa*. Birgit Schmettkamp Verlag. Bornheim. Germany. 255p.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller, D.R. Passino. 1977. *Ichthyology*. John Wiley and Sons: New York.
- Maclean, J. 1984. Tilapia the Aquatic Chicken. *ICLARM Newsletter* 7(1): 17.
- Makoni, P., Chimbari, M.J. & Madsen, H. 2005. Interactions Between Fish and Snails in a Zimbabwe Pond, with Particular Reference to *Sargochromis codringtonii* (Pisces: Cichlidae). *African Journal of Aquatic Science*. 30(1):45-48.
- Mauludiah, S. N. 2000. *Kajian Aspek Biologi Jenis-Jenis Ikan yang ada di Ranu Pakis Kecamatan Klakah Kabupaten Lumajang*. Skripsi. Universitas Negeri Malang.
- Michael, P. 1984. *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Universitas Indonesia Press: Jakarta.
- Milward, N.E. & A.C. Webb. 1990. *The Status of the Introduced Tilapia Species Oreochromis mossambicus in the Townsville Region: Distribution, Feeding and Reproduction. A report to the Townsville City Council*. Zoology Department. James Cook University of NorthQueensland: Queensland.
- Misra, R.K & Easton, M.D.L. 1999. A note on the number of morphometric characters used in fish stock delineation studies employing a MANOVA. 711 Bay St., Apt 1115, Toronto, Ont., Canada M5G 2J8, International EcoGen, 2015 McLallen Court, North Vancouver, BC, Canada V7P 3H6. *Journal Fisheries Research*. 42 (1999) 191-194.
- Moyle, P. B., dan Cech, J. J. 2000. *Fishes an Introduction to Ichthyology, fourth edition*. Prentice-Hall, Inc: USA
- Naeem, M., Salam , A., Ashraf. M., Baby, R., Ali. M., & Ishtiaq. A. 2011. Some Morphometric Relationships of Hatchery Reared Male Population of Oreochromis Mossambicus from Pakistan. *African Journal of Biotechnology*. 10(75), pp. 17362-17366.
- Nuri. 2011. Jaring Lingkar Sederhana. Personal Communication.
- Odum, E. P. 1994. *Dasar – Dasar Ekologi*. Terjemahan Samingan T. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

- Percod, M.B., 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries*. AIT: Bangkok. 59 p.
- Reid, W.V. & K.R. Miller. 1989. *Keeping Options Alive: The Scientific Basis for Conserving Biodiversity*. World Resources Institute: Washington, D.C. 128 pp.
- Roberts, C.D. 1993. Comparative Morphology of Spined Scales and their Phylogenetic Significance in the Teleostei. *Bulletin of Marine Science* 52(1): 60-113.
- Rossy. 2011. *Analisis One-Way ANOVA*. http://daps.bps.go.id/file_artikel/65/.pdf. Diakses tanggal 30 November 2011.
- Ryan, P.D. 2012. *PAST (w)*. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Diakses tanggal 2 Juni 2012.
- Sari, S. G. 2007. *Kualitas Air Sungai Maron dengan Perlakuan Keramba Ikan di Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto Jawa Timur*. http://bioscientiae.unlam.ac.id/v4n1/v4n1_sari.pdf. Diakses tanggal 30 november 2011
- Salthe, S.N. 1989. *Evolutionary biology*. Holt, Rinehart and Winston, Inc: New York.
- Satari, G. 2001. *Pengelolaan dan pemanfaatan danau dan waduk. Di dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk. Proseding Semiloka Nasional*. Universitas Padjadjaran Bandung, 7 Nopember 2000. Universitas Padjadjaran Bandung. Bandung. pp 3-41 – 3-47.
- Setiawan, H. 2007. *Studi Pola Operasi PLTA Waduk Bening Di Kabupaten Madiun*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November
- Subarijanti, H.E. 2005. *Inventarisasi Jenis-Jenis Ikan Air Tawar dan Laut di Perairan Jawa Timur*. Universitas Brawijaya Press: Malang.
- The World Bank. 1998. *Integrating Freshwater Biodiversity, Conservation with Development: Some Emerging Lessons*. Natural habitats and Ecosystems Management Series. Paper No. 6 1, viii + 24 pp.
- Turan, C. 1998. A Note on The Examination of Morphometric Differentiation Among Fish Populations: The Truss System. *Journal of The University of Mustafa Kemal, Faculty of Fisheries, Hatay-Turkey*.

- Tzeng, T-D., Chiu, C-S., & Yeh, S-Y. 2000. Morphometric Variation in Red-spot Prawn (*Metapenaeopsis barbata*) in Different Geographic Waters of Taiwan. Institute of Oceanography. National Taiwan University. Taipei 106. Taiwan ROC. *Journal Fisheries Research* 53 (2001) 211-217.
- Wardoyo, S.T.H., 1981. *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*. Training Analisis Dampak Lingkungan/ PPLH-UNDP-PUSDI-PSL. Hal 15-40.
- Webb A.C., 1994. *Ecological aspects of the Mozambique mouthbrooder, Oreochromis mossambicus, and other introduced cichlids in northern Queensland*. MSC thesis, Faculty of Biological Sciences. James Cook University. Townsville.
- Wetropics. 2011. *Feral Animal Species*. http://www.wetropics.gov.au/th/th_ferals.html. Diakses tanggal 30 November 2011.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology Lake and River Ecosystems*. 3 th Ed. Academic Press. San Diego California.
- Whitten, A.J., M. Mustafa & G.S. Henderson. 1987a. *The Ecology of Sulawesi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Whitten, A.J., Bishop, K.D., Nash, S.V., & L.Clayton. 1987b. One or more extinct from Sulawesi. *Conservation Biology* 1: 42-48.
- Wiadnya, D. G., Sutini L., & Lelono T.F. 1993. *Manajemen Sumberdaya Perairan dengan Kasus Perikanan Tangkap di Jawa Timur*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.



Lampiran 1. Uji ANOVA Morfometri Parameter Normal Homogen

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		HL	BG	DFB	PtFB	PvFL	PvFB	AFB	CFL	CFW
N		40	40	40	40	40	40	40	40	40
Normal Parameters(a,b)	Mean	4,2425	12,370	,8150	,8000	3,5625	,9150	2,5575	3,3825	3,6575
	Std. Deviation	,18242	,53311	,11447	,15359	,29930	,17029	,24483	,14480	,17815
Most Extreme Differences	Absolute	,156	,131	,177	,168	,110	,165	,143	,173	,152
	Positive	,133	,127	,177	,168	,110	,109	,143	,102	,152
	Negative	-,156	-,131	-,146	-,118	-,095	-,165	-,119	-,173	-,123
Kolmogorov-Smirnov Z		,987	,831	1,120	1,059	,694	1,043	,903	1,095	,959
Asymp. Sig. (2-tailed)		,284	,495	,162	,212	,721	,227	,388	,182	,317

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
HL	1,588	3	36	,209
BG	2,162	3	36	,109
DFB	1,142	3	36	,345
PtFB	1,286	3	36	,294
PvFL	1,348	3	36	,274
PvFB	,716	3	36	,549
AFB	2,178	3	36	,107
CFL	,607	3	36	,615
CFW	,607	3	36	,615

Homogeneous Subsets

HL

Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01		
	1	2	3	4
WBM	10	4,0600		
WBH	10	4,1600	4,1600	
WL	10		4,3200	4,3200
RP	10			4,4300
Sig.		,235	,020	,166

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

BG

Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01		
	1	2	3	4
RP	10	11,8500		
WBM	10	12,0200		
WL	10		12,4900	
WBH	10			13,1200
Sig.		,231	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

PtFB
Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01	
	1	2	1
WBM	10	,6600	
WBH	10	,7000	
WL	10		,8900
RP	10		,9500
Sig.		,777	,491

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

AFB
Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01		
	1	2	3	1
WBH	10	2,3600		
WL	10	2,3600		
RP	10		2,6100	
WBM	10			2,9000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

PvFL
Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01		
	1	2	3	1
RP	10	3,2300		
WBH	10		3,5000	
WL	10		3,5800	
WBM	10			3,9400
Sig.		1,000	,681	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

CFL
Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01
	1	1
WL	10	3,3400
WBH	10	3,3800
WBM	10	3,4000
RP	10	3,4100
Sig.		,717

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

PvFB
Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01	
	1	2	1
WBM	10	,7000	
WBH	10		,9000
RP	10		1,0100
WL	10		1,0500
Sig.		1,000	,014

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

CFW
Tukey HSD

Lokasi	N	Subset for alpha = .01	
	1	2	1
WBH	10	3,5800	
WBM	10	3,6000	
RP	10	3,6100	
WL	10		3,8400
Sig.		,969	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

DFB
Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .01
Lokasi	1	1
WBM	10	,7500
WBH	10	,7900
WL	10	,8500
RP	10	,8700
Sig.		,080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.



Lampiran 2. Games-Howell Morfometri Parameter Normal Tidak Homogen

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SL
N		40
Normal Parameters(a,b)	Mean	12,8100
	Std. Deviation	,99918
Most Extreme Differences	Absolute	,189
	Positive	,171
	Negative	-,189
Kolmogorov-Smirnov Z		1,196
Asymp. Sig. (2-tailed)		,114

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Oneway ANOVA

SL

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38,220	3	12,740	640,559	,000
Within Groups	,716	36	,020		
Total	38,936	39			

Robust Tests of Equality of Means

SL

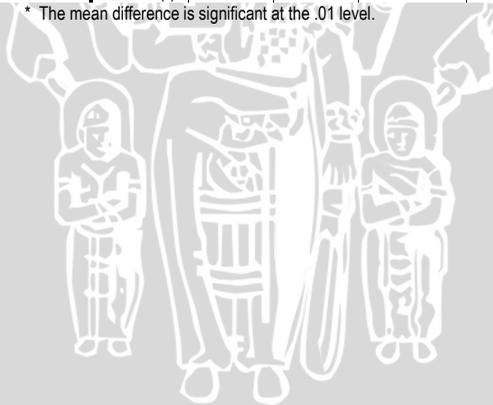
	Statistic(a)	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	640,559	3	26,328	,000

a. Asymptotically F distributed.

Post Hoc Tests
Multiple Comparisons
 Dependent Variable: SL
 Games-Howell

(I) Lokasi	(J) Lokasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval		
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	
WL	RP	-,56000(*)	,06992	,000	-,8228	-,2972	
	WBH	-,84000(*)	,06600	,000	-1,0972	-,5828	
	WBM	1,68000(*)	,07860	,000	1,3950	1,9650	
RP	WL	,56000(*)	,06992	,000	,2972	,8228	
	WBH	-,28000(*)	,04216	,000	-,4340	-,1260	
	WBM	2,24000(*)	,06000	,000	2,0196	2,4604	
WBH	WL	,84000(*)	,06600	,000	,5828	1,0972	
	RP	,28000(*)	,04216	,000	,1260	,4340	
	WBM	2,52000(*)	,05538	,000	2,3094	2,7306	
WBM	WL	-	,07860	,000	-1,9650	-1,3950	
	RP	-	,06000	,000	-2,4604	-2,0196	
	WBH	-	,05538	,000	-2,7306	-2,3094	
	WBH	2,52000(*)	,05538	,000	-2,7306	-2,3094	

* The mean difference is significant at the .01 level.



Lampiran 3. Mann-Whitney Morfometri Parameter Tidak Normal

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		TL	DFL	PtFL	AFL
N		40	40	40	40
Normal Parameters(a,b)	Mean	16,1925	3,7225	4,5725	3,2775
	Std. Deviation	1,00929	,88157	,89299	,40981
Most Extreme Differences	Absolute	,220	,280	,218	,228
	Positive	,166	,280	,188	,228
	Negative	-,220	-,176	-,218	-,149
Kolmogorov-Smirnov Z		1,389	1,773	1,377	1,443
Asymp. Sig. (2-tailed)		,042	,004	,045	,031

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Test Statistics(a,b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Chi-Square	34,148	31,553	33,024	26,011
df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	,000	,000	,000	,000

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	3,000	3,000	5,500	21,500
Wilcoxon W	58,000	58,000	60,500	76,500
Z	-3,570	-3,573	-3,388	-2,210
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,001	,027
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,029(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	32,000	26,500	32,000
Wilcoxon W	55,000	87,000	81,500	87,000
Z	-3,792	-1,392	-1,792	-1,390
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,164	,073	,164
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,190(a)	,075(a)	,190(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	55,000	55,000	55,000	55,000
Z	-3,792	-3,800	-3,848	-3,814
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,000(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	3,000	3,000	5,500	21,500
Wilcoxon W	58,000	58,000	60,500	76,500
Z	-3,570	-3,573	-3,388	-2,210
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,001	,027
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,029(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	17,000	8,000	,000	28,000
Wilcoxon W	72,000	63,000	55,000	83,000
Z	-2,517	-3,219	-3,797	-1,733
Asymp. Sig. (2-tailed)	,012	,001	,000	,083
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,011(a)	,001(a)	,000(a)	,105(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	55,000	55,000	55,000	55,000
Z	-3,790	-3,803	-3,859	-3,836
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,000(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	32,000	26,500	32,000
Wilcoxon W	55,000	87,000	81,500	87,000
Z	-3,792	-1,392	-1,792	-1,390
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,164	,073	,164
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,190(a)	,075(a)	,190(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	17,000	8,000	,000	28,000
Wilcoxon W	72,000	63,000	55,000	83,000
Z	-2,517	-3,219	-3,797	-1,733
Asymp. Sig. (2-tailed)	,012	,001	,000	,083
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,011(a)	,001(a)	,000(a)	,105(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	55,000	55,000	55,000	55,000
Z	-3,794	-3,811	-3,850	-3,841
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,000(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	55,000	55,000	55,000	55,000
Z	-3,792	-3,800	-3,848	-3,814
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,000(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	55,000	55,000	55,000	55,000
Z	-3,790	-3,803	-3,859	-3,836
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,000(a)

a Not corrected for ties.

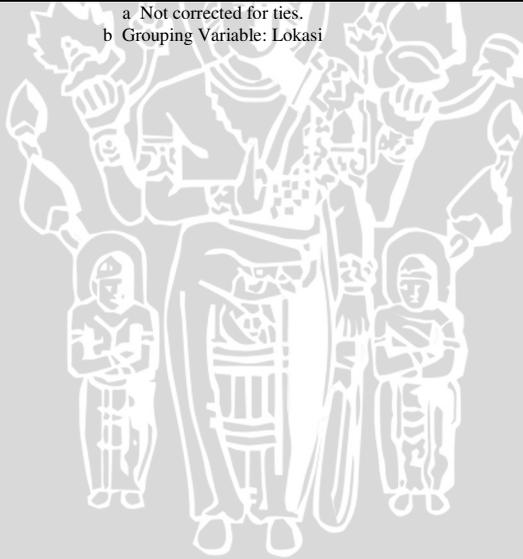
b Grouping Variable: Lokasi

Test Statistics(b)

	TL	DFL	PtFL	AFL
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	55,000	55,000	55,000	55,000
Z	-3,794	-3,811	-3,850	-3,841
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,000(a)	,000(a)	,000(a)	,000(a)

a Not corrected for ties.

b Grouping Variable: Lokasi



Lampiran 4. Uji ANOVA Abiotik Parameter Normal Homogen

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		pH	Konduktivitas	Suhu	Kecerahan
N		9	9	9	9
Normal Parameters(a,b)	Mean	8,6850	136,0889	29,6111	101,3333
	Std. Deviation	,24082	44,04595	1,83060	15,14100
Most Extreme Differences	Absolute	,150	,221	,265	,183
	Positive	,150	,221	,265	,126
	Negative	-,099	-,202	-,189	-,183
Kolmogorov-Smirnov Z		,450	,663	,796	,549
Asymp. Sig. (2-tailed)		,987	,771	,551	,924

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH	3,374	2	6	,104
Suhu	1,898	2	6	,230
Kecerahan	2,660	2	6	,149

Homogeneous Subsets

pH

Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .05	
	Abiotik	1	2
Ranu Pakis	3	8,4983	
Waduk Bening	3	8,5933	
Waduk Lahor	3		8,9633
Sig.		,664	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Suhu

Tukey HSD

	N	Subset for alpha = .05	
	Abiotik	1	2
Ranu Pakis	3	28,1667	
Waduk Lahor	3	28,7333	
Waduk Bening	3		31,9333
Sig.		,503	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Kecerahan
Tukey HSD

Abiotik	Subset for alpha = .05			
	N	2	3	1
Waduk Lahor	3	83,6667		
Ranu Pakis	3		102,3333	
Waduk Bening	3			118,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Lampiran 5. Games-Howell Abiotik Parameter Normal Tidak Homogen

Robust Tests of Equality of Means Konduktivitas

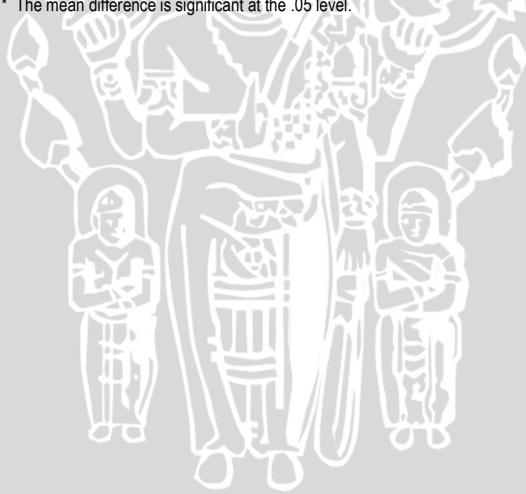
	Statistic(a)	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	498,700	2	2,630	,000

a. Asymptotically F distributed.

Dependent Variable: Konduktivitas
Games-Howell

(I) Abiotik	(J) Abiotik	Mean Difference (I-J)		Sig.	95% Confidence Interval		
		Lower Bound	Upper Bound		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
Waduk Lahor	Ranu Pakis	-100,76667(*)	3,65300	,002	-122,2050	-79,3283	
	Waduk Bening	-60,30000(*)	1,46515	,001	-68,7340	-51,8660	
Ranu Pakis	Waduk Lahor	100,76667(*)	3,65300	,002	79,3283	122,2050	
	Waduk Bening	40,46667(*)	3,92994	,007	22,3934	58,5399	
Waduk Bening	Waduk Lahor	60,30000(*)	1,46515	,001	51,8660	68,7340	
	Ranu Pakis	-40,46667(*)	3,92994	,007	-58,5399	-22,3934	

* The mean difference is significant at the .05 level.



Lampiran 6. Morfometri Ikan

Tabel 4. Rata-rata Morfometri *Oreochromis mossambicus* Jantan (cm)

Parameter	WL	RP	WBH	WBM	P
TL	16,22	16,85	17,1	14,6	15,96
SL	12,88	13,44	13,72	11,2	12,49
HL	4,32	4,43	4,16	4,06	4,2
BG	12,49	11,85	13,12	12,02	12,09
DFL	3,05	3,48	3,18	5,18	3,73
DFB	0,85	0,87	0,79	0,75	0,68
PtFL	5,13	4,66	5,36	3,14	3,75
PtFB	0,89	0,95	0,7	0,66	0,7
PvFL	3,58	3,23	3,5	3,94	3,85
PvFB	1,05	1,01	0,9	0,7	0,54
AFL	2,94	3,17	3,08	3,92	2,6
AFB	2,36	2,61	2,36	2,9	2,74
CFL	3,34	3,41	3,38	3,4	3,47
CFW	3,84	3,61	3,58	3,6	4,73

Lampiran 7. Faktor Abiotik

Tabel 5. Nilai Faktor Abiotik di Waduk Lahor, Ranu Pakis, dan Waduk Bening

Abiotik	Waduk Lahor	Ranu Pakis	Waduk Bening
Suhu (°C)	28,73	28,17	31,93
Kecerahan Air (cm)	83,67	102,33	118,00
pH	8,96	8,50	8,59
Salinitas ‰	0,10	0,00	0,00
Konduktivitas (µS)	82,40	183,17	142,70

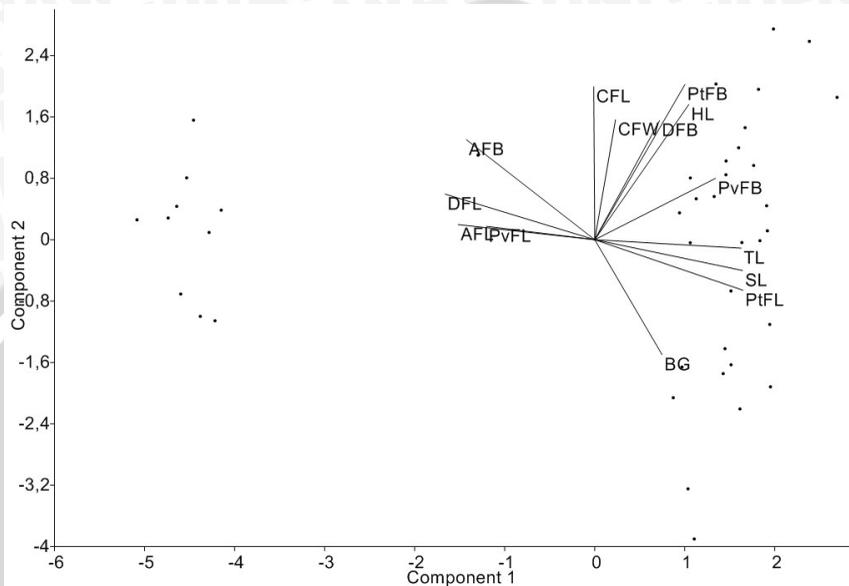


Lampiran 8. Rasio Ikan

Tabel 6. Rasio *Oreochromis mossambicus* Jantan (%)

Parameter	WL	RP	WBH	WBM	P
TL	100	100	100	100	100
SL	79,41	79,76	80,23	76,71	78,26
HL	26,63	26,29	24,33	27,81	26,32
BG	77,00	70,33	76,73	82,33	75,75
DFL	18,80	20,65	18,60	35,48	23,37
DFB	5,24	5,16	4,62	5,14	4,26
PtFL	31,63	27,66	31,35	21,51	23,50
PtFB	5,49	5,64	4,09	4,52	4,39
PvFL	22,07	19,17	20,47	26,99	24,12
PvFB	6,47	5,99	5,26	4,79	3,38
AFL	18,13	18,81	18,01	26,85	16,29
AFB	14,55	15,49	13,80	19,86	17,17
CFL	20,59	20,24	19,77	23,29	21,74
CFW	23,67	21,42	20,94	24,66	29,64

Lampiran 9. Biplot *Oreochromis mossambicus*



Gambar 15. Biplot *Oreochromis mossambicus*

Lampiran 10. Foto Lokasi Pengambilan Sampel



A.



B.



C.

Gambar 16. Lokasi Pengambilan Sampel (A) Waduk Lahor, (B) Ranu Pakis, (C) Waduk Bening