

**TUGAS AKHIR PROGRAM MAGISTER (TAPM)**

**IDENTIFIKASI SPESIES LARVA IKAN DENGAN  
MENGUNAKAN SEKUEN DNA SEBAGAI DASAR  
OPSI PENGELOLAAN SUMBER DAYA  
IKAN DI DANAU RANAU,  
SUMATERA SELATAN**



**UNIVERSITAS TERBUKA**

**TAPM diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Magister Manajemen**

**Disusun Oleh :**

**TUAH NANDA MERLIA WULANDARI**

**NIM. 500633106**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS TERBUKA**

**JAKARTA**

**2018**

**UNIVERSITAS TERBUKA  
PROGRAM PASCASARJANA  
MAGISTER MANAJEMEN PERIKANAN**

**PERNYATAAN**

TAPM yang berjudul “Identifikasi Spesies Larva Ikan dengan Menggunakan Sekuen DNA sebagai Dasar Opsi Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Danau Ranau, Sumatera Selatan” adalah hasil karya saya sendiri, dan seluruh sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (Plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi akademik.

Palembang, 20 Mei 2018  
Yang Menyatakan

METERAI  
TEMPEL



703B2AFF081182887

6000  
ENAM RIBU RUPIAH

(Tuah Nanda Merlia Wulandari)  
NIM. 500633106

## ABSTRAK

### IDENTIFIKASI SPESIES LARVA IKAN DENGAN MENGGUNAKAN SEKUEN DNA SEBAGAI DASAR OPSI PENGELOLAAN SUMBERDAYA IKAN DI DANAU RANAU, SUMATERA SELATAN

Tuah Nanda Merlia Wulandari  
[wulandari.tnm@gmail.com](mailto:wulandari.tnm@gmail.com)

Program Pascasarjana  
Universitas Terbuka

Belum adanya informasi dan penelitian yang dilakukan di Danau Ranau mengenai identifikasi spesies larva ikan dengan menggunakan sekuen DNA sebagai dasar pengelolaan sumber daya ikan sehingga memunculkan ide untuk mengadakan penelitian sebagai data untuk menunjang pengelolaan wilayah perikanan. Penelitian ini bertujuan antara lain : a). Mengidentifikasi spesies larva ikan dari perairan danau Ranau, Sumatera Selatan melalui sekuen DNA; b). Memberi dasar mengenai opsi pengelolaan perikanan di perairan Danau Ranau berdasarkan data spesies yang lebih pasti. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2017 sampai September 2017. Lokasi pengambilan sampel ada pada 6 stasiun di Perairan Danau Ranau, Sumatera Selatan. Parameter kualitas perairan baik fisika maupun kimia dilakukan secara insitu maupun pengamatan laboratorium. Hasil penelitian ditemukan identifikasi spesies larva ikan dengan menggunakan sekuen DNA ditemukan 9 jenis larva ikan. Hubungan kelimpahan larva ikan dengan parameter fisika kimia perairan didukung dengan Analisis Komponen Utama atau PCA (*Principle Component Analysis*). Opsi pengelolaan sumber daya ikan yang perlu dilakukan adalah dengan pengaturan pembatasan ikan yang tertangkap dengan alat tangkap yang selektif terutama *juvenile* dan ikan kecil untuk dapat dilepas di danau, perbaikan habitat larva-larva ikan pada tanaman air di tepi, dan larangan mengadakan penangkapan di daerah pemijahan (*spawning ground*) atau daerah asuhan (*nursery ground*).

**Kata kunci** : Larva ikan, sumber daya ikan, sekuen DNA, Danau Ranau.

**ABSTRACT****IDENTIFICATION OF FISH LARVAE SPECIES BY USING DNA SEKUEN AS THE BASIS OF FISH RESOURCE MANAGEMENT OPTION IN RANAU LAKE, SOUTH SUMATERA**

Tuah Nanda Merlia Wulandari  
[wulandari.tnm@gmail.com](mailto:wulandari.tnm@gmail.com)

Graduate Program  
Universitas Terbuka

The absence of information and research conducted in Ranau Lake Waters regarding the identification of fish larva species by using DNA sequence as the basis of fish resources management so that it raises the idea to conduct research as data to support the management of fishery areas. This research had two purposes: a). To identify fish larvae species from the waters of Ranau lake, South Sumatra through DNA sequencing; b). To provide a basis for fisheries management options in the waters of Lake Ranau based on more definite species data. The research was conducted in June 2017 until September 2017. The sampling location was 6 stations in Ranau Lake Waters, South Sumatra. Physical or chemical quality parameters are done in situ as well as laboratory observation. The results of the study found the identification of larval fish species using DNA sequence found 9 types of fish larvae. Abundance relationship of fish larvae was analyzed physical parameters with principle component analysis or PCA. Fish resource management options that need to be done are by arranging restrictions on fish caught with selective fishing gear, especially juvenile and small fish to be released into the lake, improving the habitat of fish larvae in aquatic plants at the edge, and restrictions on catching in the spawning ground or nursery ground.

**Keywords** : Fish larvae, fish resource, DNA sequence, Ranau Lake

## PERSETUJUAN TAPM

Judul TAPM : Identifikasi Spesies Larva Ikan dengan Menggunakan Sekuen DNA sebagai Dasar Opsi Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Danau Ranau, Sumatera Selatan

Nama : Tuah Nanda Merlia Wulandari

NIM : 500633106

Program Studi : Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen Perikanan

Hari/Tanggal :

Menyetujui,

Pembimbing II,

Pembimbing I,



Dr. Agnes Puspitasari Sudarmo, M.A  
NIP.196310071989032001



Dr. Ety Riani, M.Si  
NIP.196208121986032001

Penguji Ahli,




Dr. Ir. Budhi Hascaryo Iskandar, M.Si  
NIP.196702151991031004

Mengetahui,

Palembang, Mei 2018

Ketua Pascasarjana Sains, Teknologi,  
Enjineriing dan Matematika

Dekan FMIPA-UT



Dr. Ir. Nurhasanah, M.Si  
NIP.196311111988032002



Dr. Agus Santoso, M.Si  
NIP.196402171993031001





**UNIVERSITAS TERBUKA**  
**PROGRAM PASCASARJANA**  
**PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN BIDANG MINAT**  
**MANAJEMEN PERIKANAN**

**PENGESAHAN**

Nama : Tuah Nanda Merlia Wulandari  
 NIM : 500633106  
 Program Studi : Manajemen Perikanan  
 Judul TAPM : Identifikasi Spesies Larva Ikan dengan Menggunakan Sekuen DNA sebagai Dasar Opsi Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Danau Ranau, Sumatera Selatan.

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Tugas Akhir Program Magister (TAPM) Manajemen Perikanan Program Pascasarjana Universitas Terbuka  
 Pada :  
 Hari/Tanggal : Jum'at / 11 Mei 2018  
 Waktu : 14.30 – 16.00

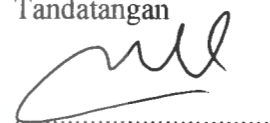
Dan telah dinyatakan LULUS

**PANITIA PENGUJI TAPM**

Ketua Komisi Penguji

Tandatangan

Nama : Dr. Ir. Nurhasanah, M.Si



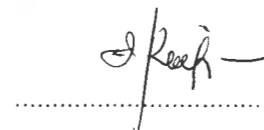
Penguji Ahli

Nama : Dr. Ir. Budhi Hascaryo Iskandar, M.Si



Pembimbing I

Nama : Dr. Etty Riani, M.S.



Pembimbing II

Nama : Dr. Agnes Puspitasari Sudarmo, M.A



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Adapun permasalahan yang penulis pilih dalam penelitian yang dilaksanakan pada bulan Juni 2017 sampai September 2017 adalah **“IDENTIFIKASI SPESIES LARVA IKAN DENGAN MENGGUNAKAN SEKUEN DNA SEBAGAI DASAR OPSI PENGELOLAAN SUMBER DAYA IKAN DI DANAU RANAU, SUMATERA SELATAN”**. Dalam penyusunan TAPM ini, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Etty Riani, M.Si selaku pembimbing 1, dan Dr. Agnes Puspitasari Sudarmo, MA selaku pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi sejak penyusunan proposal penelitian sampai pada penyempurnaan tesis ini.
2. Dr. Ir. Nurhasanah, M.Si selaku Ketua Pascasarjana Jurusan Manajemen Perikanan Universitas Terbuka yang senantiasa membantu, memsupport, dan memberikan semangat sampai terselesaikannya tesis ini.
3. Dr. Ir. Budhi Hascaryo Iskandar, M.Si selaku pembahas ahli yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi sampai pada penyempurnaan tesis ini.
4. Kepala Balai Riset Perikanan Perairan Umum dan Penyuluhan Perikanan, Dr. Arif Wibowo, M.Si yang telah sangat membantu, memotivasi dan memfasilitasi penelitian sampai selesainya penulisan tesis ini.

5. Rekan sekerja Herlan, SP yang telah banyak membantu, memotivasi, memfasilitasi penelitian sampai selesainya penulisan tesis ini.
6. Kedua orangtuaku tercinta Ayahanda H. Drs. Ir. Darwin Darmawan dan Makku Hj. Zarlana, SH yang selalu ada senantiasa mendoakan, memotivasi & membantu mengasuh ananda Danish dikala penulis bekerja, belajar dan menyelesaikan tesis ini.
7. Suamiku tersayang Hade Hambrata, SE meskipun saat ini jauh di mata namun selalu memotivasi dan mendoakan, serta Danish Uditianda Koto, anakku tersayang yang sangat mengerti serta sumber semangat penulis. Saudaraku Melekon Uditianda, SH, beserta istri Hanaricna, SE (Jakarta), Belly Praja Uditianda, SH, dan istri Adinda Lovia Timothy, AmdKeb, serta Family (Liwa, Lampung Barat) atas bantuan, dan doa-doa yang selalu mengiringi perjalanan penelitian penulis hingga selesainya tesis ini.
8. Rekan sekerja mba Sevi, mba Eka, mba Dian, Ayu, Dcy, Rusma, Arso, mas Aroef, kk Vipen, kk Ali, mas Yoga, Rezki, Freddy, mas Akhlis, pak Tum, kk Boby Muslimin, Indra Lesmana & teman lainnya atas bantuannya.  
Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Penulis **mengharapkan, dan menghargai saran, kritikan, dan masukan-masukan untuk penyempurnaannya.** Semoga tesis ini dapat memperkaya khasanah pengetahuan dan bermanfaat bagi kita. Amiin.

Palembang, 20 Mei 2018



Tuah Nanda Merlia Wulandari



## RIWAYAT HIDUP

Nama : Tuah Nanda Merlia Wulandari  
NIM : 500633106  
Program Studi : Magister Manajemen Perikanan  
Tempat / Tanggal Lahir : Liwa / 13 April 1985

Riwayat Pendidikan : Lulus SD Xaverius IX Palembang Tahun 1996  
Lulus SMP Negeri 26 Palembang Tahun 1999  
Lulus SMA Negeri Plus 17 Palembang Tahun 2003  
Lulus S1 Universitas Sriwijaya Tahun 2007

Riwayat Pekerjaan : Tahun 2010 s/d sekarang sebagai PNS di  
Balai Riset Perikanan Perairan Umum dan Penyuluhan  
Perikanan Palembang, Kementerian Kelautan dan  
Perikanan

Palembang, 20 Mei 2018

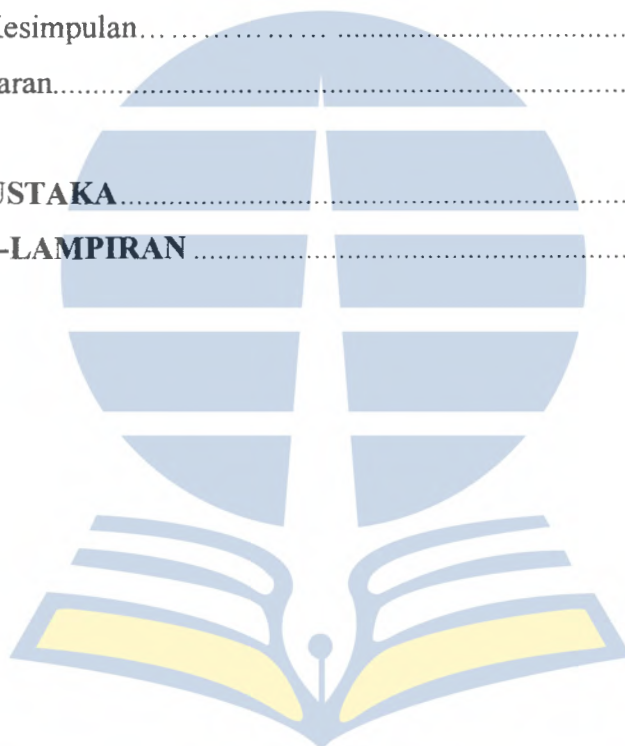


Tuah Nanda Merlia Wulandari  
NIM. 500633106

## DAFTAR ISI

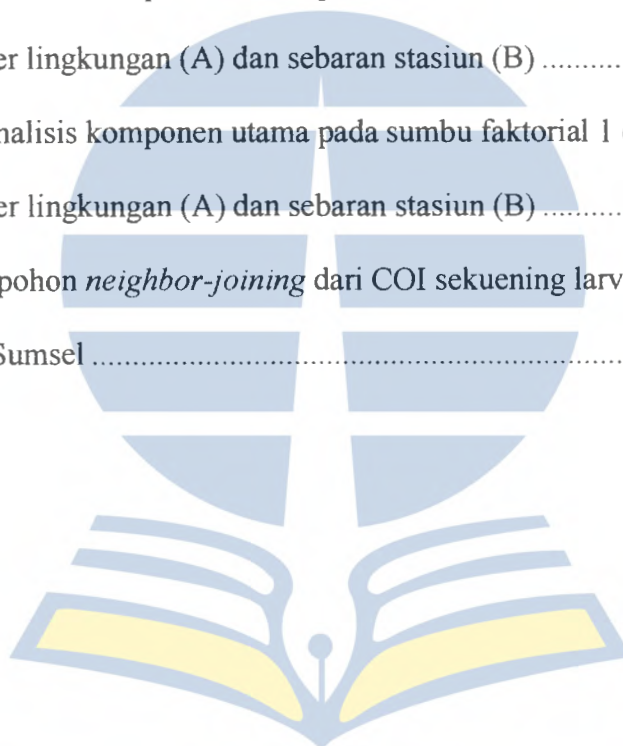
	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
A Latar Belakang.....	1
B Perumusan Masalah .....	2
C Kerangka Pemikiran .....	3
D Hipotesis .....	6
E Tujuan Penelitian.....	7
F Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	8
A Perairan Umum.....	8
B Ekosistem Danau Ranau.....	10
C Larva Ikan.....	12
D Ekstraksi DNA.....	17
E Teknik Amplifikasi DNA dengan <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR).....	19
F Elektroforesis Gel.....	21
G Pengelolaan Perikanan.....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	24
A Waktu dan Tempat.....	24
B Alat dan Bahan .....	25

C	Prosedur Kerja .....	26
D	Analisis Data.....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		32
A	Identifikasi Larva Ikan Dengan Sekuen DNA.....	32
B	Hubungan Kelimpahan Larva Ikan dengan Parameter Fisika Kimia Perairan.....	36
C	Rekonstruksi Filogeni.....	43
D	Pengelolaan Larva Ikan di Danau Ranau.....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		54
A.	Kesimpulan.....	54
B.	Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		56
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....		61



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
1.1 Alur kerangka pemikiran penelitian .....	6
3.1 Lokasi pengambilan sampel.....	24
4.1 Profil DNA larva ikan di Danau Ranau hasil amplifikasi menggunakan pasangan primer COI F dan COI R .....	32
4.2 Grafik analisis komponen utama pada sumbu faktorial 1 dan 2. Sebaran parameter lingkungan (A) dan sebaran stasiun (B) .....	40
4.3 Grafik analisis komponen utama pada sumbu faktorial 1 dan 3. Sebaran parameter lingkungan (A) dan sebaran stasiun (B) .....	41
4.4 Analisa pohon <i>neighbor-joining</i> dari COI sekuensing larva ikan di Danau Ranau, Sumsel .....	45



**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
3.1 Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian .....	25
4.1 Jumlah jenis hasil identifikasi sekuen DNA dan kelimpahan larva ikan yang didapatkan di Danau Ranau.....	33
4.2 Hasil pengukuran insitu parameter fisika kimia perairan di Danau Ranau.....	37
4.3 Jarak genetik rata-rata diantara grup larva-larva ikan.....	47





**DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
1 Lokasi titik pengambilan sampel di Danau Ranau.....	61
2 Foto lokasi pengambilan sampel .....	62
3 Foto-foto larva ikan yang didapatkan di Danau Ranau.....	64
4 Hasil uji laboratoroium parameter kimia di perairan Danau Ranau.....	66
5 Alat tangkap larva ikan yang digunakan dalam penelitian.....	67
6 Habitat larva ikan yang berlindung pada tanaman air tepi Danau Ranau.....	68
7 Kegiatan penelitian di Danau Ranau.....	69
8 Kegiatan penelitian di Laboratorium Identifikasi Biologi Molekuler BRPPUPP.....	70
9 Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.....	72

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan dan maritim dengan jumlah pulau kurang lebih 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km tidak hanya menempatkan sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, tetapi lebih dari itu menyimpan kekayaan sumberdaya alam laut yang besar dan belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut Syahrudin (2013) perairan Indonesia yang luas membuat Indonesia memiliki potensi perikanan yang cukup besar. Sumber daya perairan umum yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan seperti penelitian di bidang molekuler maupun pengembangan budidaya perikanan meliputi perairan tawar seperti sungai, waduk, saluran irigasi teknik, rawa dan danau. Perairan payau seperti tambak, hutan bakau dan perairan laut sehingga banyak jenis ikan yang hidup atau menghuni di perairan umum.

Sumber daya perikanan perairan umum merupakan suatu sumber daya alam yang bersifat dapat pulih (*renewable*), akses yang terbuka (*open access*), dan milik umum (*common property*). Sifat-sifat tersebut membuka peluang terjadinya eksploitasi berlebih sehingga sumber daya alam tersebut harus dikelola secara rasional agar aset nasional tersebut menjadi lestari. Di lain sisi keharusan untuk mengelola secara bijaksana potensi tersebut dikarenakan sumber daya alam itu merupakan kekayaan nasional yang bersifat terbuka bagi seluruh rakyat di negara ini. Potensi perikanan perairan umum Indonesia cukup besar, namun upaya pemanfaatan dan pengelolaannya masih belum optimal (Dahuri, 2012).

Danau Ranau merupakan danau yang terletak di dua propinsi , yaitu propinsi Sumatera Selatan dan propinsi Lampung. Danau Ranau merupakan danau terluas kedua di Pulau Sumatera setelah Danau Toba dengan luas permukaan air lebih kurang 12.590 hektar. Danau Ranau memiliki kedalaman maksimum lebih kurang 229 meter. Danau Ranau terletak pada ketinggian  $\pm$  540 meter diatas permukaan laut dengan volume air lebih kurang  $21.950 \times 106 \text{ m}^3$  (Sulastri *et al.*, 1999).

Informasi mengenai fase awal kehidupan ikan, telur dan larva merupakan hal yang sangat penting bagi pengelolaan perikanan, walaupun masih terkendala dengan masalah interpretasi data. Ketersediaan kunci identifikasi yang terbatas hanya pada larva ikan-ikan muara dan laut sampai identifikasi tingkat famili dan genus dan belum tersedianya kunci identifikasi untuk spesies larva ikan di perairan umum daratan (PUD) sehingga belum adanya pedoman untuk dapat mengidentifikasi spesies larva ikan secara morfologi maupun meristik. Selain itu, perubahan yang cepat dari karakter morfologi dalam perkembangan fase awal kehidupan larva ikan membuat identifikasi spesies larva ikan menjadi sangat sulit untuk dilakukan. Karakter diagnostik morfologi yang tidak mencukupi pada larva ikan memudahkan untuk salah mengidentifikasi dan proses yang sulit untuk menjadi kunci bagi genus dan tingkat spesies.

Penelitian mengenai identifikasi ikan dengan sekuen DNA sudah dilakukan, namun lokasinya di Danau Toba oleh Wibowo dan Marson (2015). Wibowo *et al.*, (2015) telah melakukan penelitian identifikasi larva ikan di perairan rawa gambut Sumatera dan Wibowo *et al.*, (2016) juga melakukan penelitian identifikasi larva ikan di perairan rawa gambut Papua Nugini. DNA barcoding adalah metode untuk identifikasi pada level taksonomi yang lebih dalam dengan



adanya pustaka referensi sekuen yang kuat dan dapat memvalidasi keakuratan identifikasi larva ikan secara tradisional (Azmir *et al.*, 2017). Sampai saat ini belum ada catatan ilmiah mengenai informasi identifikasi larva ikan dengan sekuen DNA di perairan Danau Ranau, Sumatera Selatan. Berbagai penjelasan ini memberikan pandangan bahwa perlu adanya penelitian identifikasi larva ikan berdasarkan spesies yang lebih pasti dengan sekuen DNA di Danau Ranau sehingga diharapkan dapat menjadi dasar yang tepat dalam hal opsi pengelolaan sumber daya ikan di perairan Danau Ranau, Sumatera Selatan.

## **B. Perumusan Masalah**

Identifikasi larva ikan seringkali sulit dilakukan. Pada aspek genetik, identifikasi larva ikan dilakukan dengan metode lebih akurat dengan analisis sekuen DNA. DNA sekuen merupakan teknik yang dapat dipakai untuk mengetahui informasi genetik dan metode untuk memperoleh urutan basa nukleotida pada molekul DNA (Sanger *et al.*, 1977). Penelitian analisis sekuen DNA untuk melihat hubungan filogeni (kekerabatan) spesies larva ikan di antara takson yang berdekatan sebagai dasar pengelolaan sumberdaya ikan di Danau Ranau. Danau Ranau yang berada di Provinsi Sumatera Selatan dipilih menjadi objek kajian penelitian karena karakteristik ikan-ikan yang hidup pada ekosistem danau yang berhubungan dengan aktivitas masyarakat yang tinggal di sekitar Danau Ranau yang sangat mengandalkan kekayaan sumberdaya ikan di perairan tersebut.

Larva ikan sebagai salah satu anggota kelompok dari suatu ekosistem perairan yang keberadaannya ditentukan oleh faktor lingkungan. Adanya interaksi antara larva ikan dengan lingkungan merupakan satu kesatuan yang tak terpisahkan satu

sama lainnya. Keberadaan dan kelangsungan hidup larva ikan pada habitat ditentukan dari parameter lingkungan yang merupakan faktor pendukung. Berdasarkan hal tersebut, maka muncul beberapa pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Apa saja jenis-jenis larva ikan yang ditemukan berdasarkan hasil identifikasi spesies dengan sekuen DNA di perairan Danau Ranau, Sumatera Selatan?
2. Apa saja opsi pengelolaan sumber daya ikan di perairan Danau Ranau berdasarkan data spesies yang lebih pasti?

### **C. Kerangka Pemikiran**

Potensi sumberdaya hayati yang terkandung di dalam perairan Indonesia terutama sebagai sumber pangan dan sumber protein hewani masyarakat pedalaman, sehingga harus dipertahankan kelangsungannya. Indonesia dengan perairannya yang kaya akan berbagai jenis ikan (multi spesies) tetapi tiap jenis jumlah individunya relatif sedikit. Kebijakan pengelolaan sumber daya ikan (SDI) dengan pengaturan pemanfaatan sumber daya ikan harus didukung data dan informasi sebagai komponen pengelolaan. Penelitian mengenai identifikasi larva ikan dengan sekuen DNA masih sangat jarang dilakukan, untuk itu perlu dilakukan penelitian identifikasi spesies larva-larva ikan di Danau Ranau dengan metode yang lebih akurat menggunakan sekuen DNA sehingga didapatkan data spesies yang lebih pasti.

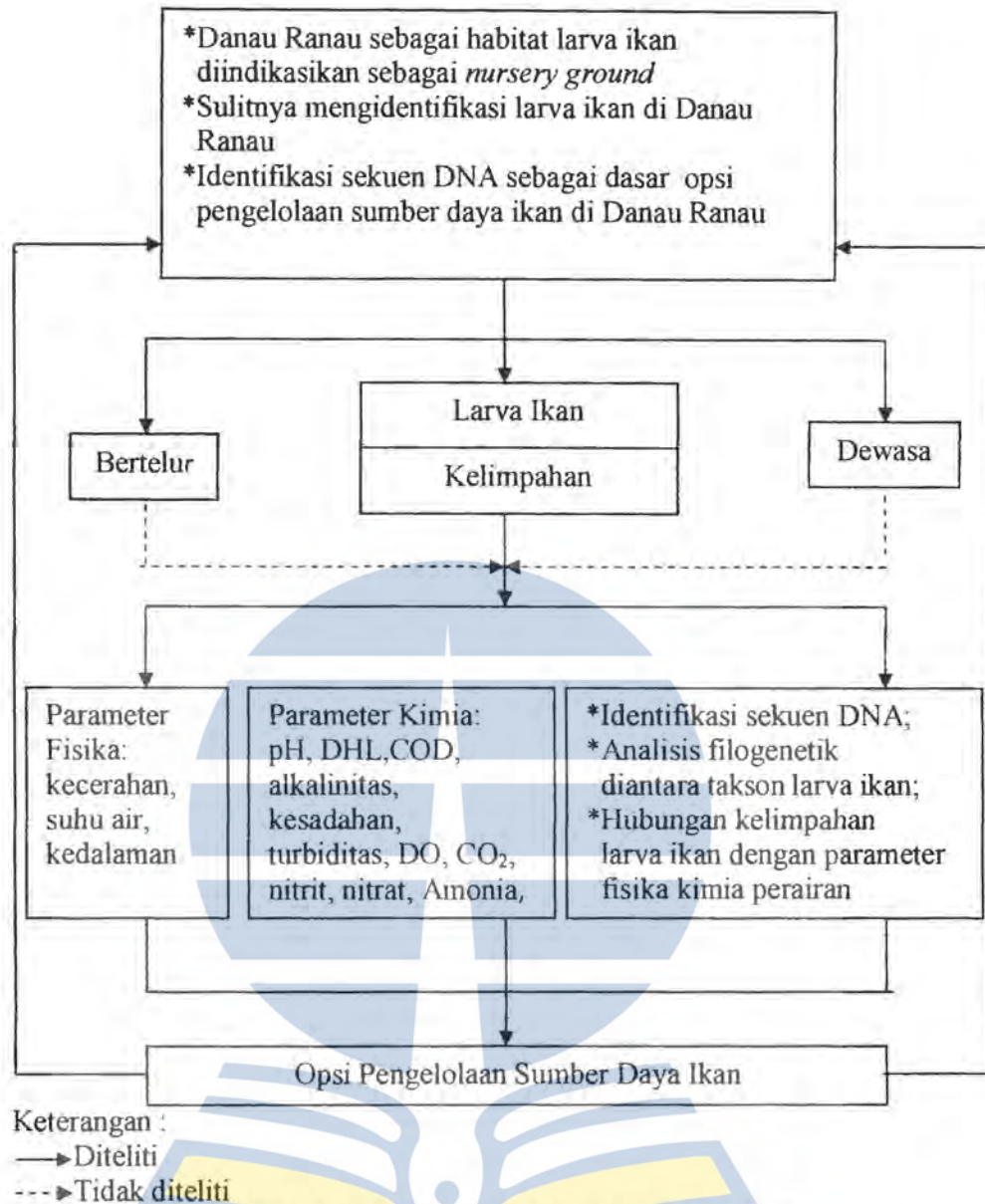
Danau Ranau merupakan perairan yang menarik untuk diteliti karena danau ini tidak hanya menjadi sumber penghidupan masyarakat yang mengandalkan sumber daya ikannya yang tinggal di perairan ini, akan tetapi menjadi aset daerah



sebagai kawasan wisata. Danau Ranau mempunyai potensi perikanan yang cukup besar untuk jenis ikan konsumsi, baik ikan introduksi maupun jenis ikan asli perairan tersebut. Ikan yang hidup di perairan memiliki keanekaragaman jenis yang sangat tinggi. Hal ini terjadi karena ikan mempunyai morfologi dan adaptasi biologi yang beranekaragam.

Beberapa komponen penting yang akan menunjang pengelolaan sumber daya ikan adalah identifikasi larva ikan dengan sekuen DNA untuk melihat data spesies yang lebih pasti dan parameter fisika kimia perairan. Parameter fisika, kimia perairan berupa suhu air, kekeruhan, kedalaman, pH, kecerahan, oksigen terlarut, COD (chemical oxygen demand), nitrat, nitrit, fosfat, ammonia, karbondioksida, daya hantar listrik (DHL), kesadahan dan total alkalinitas.

Berbagai komponen pengelolaan yang diamati akan menjawab permasalahan yang terjadi di Danau Ranau. Melalui identifikasi larva ikan dengan sekuen DNA akan didapatkan analisis hubungan filogenetik atau biasa disebut analisis kekerabatan. Hasil analisis filogeni akan diperoleh hubungan kekerabatan spesies diantara takson larva-larva ikan yang berdekatan di Danau Ranau, dengan adanya hubungan tersebut maka tindakan opsi pengelolaan sumber daya ikan berkaitan dengan identifikasi larva-larva ikan merupakan hal penting dan tidak boleh dikesampingkan agar kelestarian sumber daya ikan tetap terjaga dan berkelanjutan. Alur kerangka pemikiran ini dapat digambarkan pada diagram alir pada Gambar 1



Gambar 1. Alur kerangka pemikiran penelitian

#### D. Hipotesis

Hubungan filogeni spesies diantara takson larva-larva ikan di Danau Ranau berdekatan.

**E. Tujuan Penelitian**

1. Mengidentifikasi spesies larva ikan dari perairan danau Ranau, Sumatera Selatan melalui sekuen DNA.
2. Memberi dasar mengenai opsi pengelolaan perikanan di perairan Danau Ranau berdasarkan data spesies yang lebih pasti.

**F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar bagi pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya perairan yang berkelanjutan mengenai identifikasi spesies larva ikan menggunakan sekuen DNA di perairan Danau Ranau Sumatera Selatan.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Perairan Umum

Perairan umum daratan (*inland waters*) terdistribusi dan terwakili ke seluruh benua, kecuali di daerah-daerah gurun. Pengklasifikasian yang paling mendasar perairan umum daratan, adalah perairan yang tergenang (danau dan rawa) dan perairan yang mengalir. Beberapa bagian sistem perairan umum daratan (waduk dan laguna pesisir) merupakan penengah antara keduanya. Sifat perikanan dan cara penangkapan ikan sangat bergantung pada jenis badan air, ukuran dan morfologi, serta aksesibilitasnya (Welcomme, 2001).

Ekosistem perairan umum daratan (PUD) Indonesia dengan luas sekitar 54 juta hektar merupakan yang terluas di antara negara-negara di ASEAN. Ekosistem perairan umum daratan terdiri dari danau, waduk, rawa dan sungai beserta paparan banjirannya. Dari luasan perairan umum daratan tersebut sebesar 71,63% merupakan perairan rawa, 22,13% perairan sungai dan lebak, serta 3,89% perairan danau alam dan buatan (waduk). Sebagian besar perairan tersebut berada di Kalimantan (60%), di Sumatera (30%) dan sisanya di Sulawesi, Papua, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara (Kartamihardja *et al.*, 2007).

Danau adalah badan air yang dikelilingi oleh tanah. Danau termasuk sistem yang relatif tertutup karena sebagian besar hidrologi bersifat internal, meskipun danau memiliki sungai yang mengalir dan aliran yang cukup besar (Welcomme, 2001). Hutchinson (1975) dalam Welcomme (2001) membagi lima klasifikasi danau berdasarkan asal mula danau berdasarkan kategori, sebagai berikut : Danau

glasial (*glacial lakes*), Danau celah (*rift valley lakes*), Danau vulkanik (*volcanic lakes*), Danau depresi (*depression lake*), dan Danau sungai (*river lakes*).

Danau merupakan perairan tergenang (lentik). Menurut kejadiannya danau dikenal sebagai danau tektonik yang terbentuk akibat gempa dan danau vulkanik yang terbentuk akibat adanya aktivitas gunung berapi (Whitten *et al.*, 1987 dalam Samuel *et al.*, 2013). Danau Ranau digolongkan tipe danau tekto-vulkanik (Sulastri *et al.*, 1999). Beberapa danau vulkanik berasal dari kombinasi proses vulkanik dan tektonik berskala besar. Bagian tengah dari gunung berapi terbentuk dari kaldera runtuh yang terjadi dalam skala besar pada bagian tanah yang luas. Beberapa danau terbesar terkait dengan aktivitas gunung berapi terbentuk, misalnya di khatulistiwa Asia dan Selandia Baru (Bayly & Williams, 1973; Larson, 1989 dalam Wetzel, 2001). Lava yang mengalir dari aktivitas gunung berapi dapat membentuk danau dengan cara saat aliran lava mengalir, dingin, dan memadat, lahar permukaan sering runtuh ke rongga yang dibuat oleh aliran lava cair. Cekungan danau terbentuk ketika tidak didukung kerak berlebih dan bisa diisi ketika terjadi depresi meluas di tingkat bawah air tanah. Aliran lava mengalir ke lembah sungai yang sudah ada sebelumnya dan membentuk bendungan (Wetzel, 2001).

Ekosistem perairan danau merujuk pada suatu badan air yang biasanya dalam dengan tepian yang pada umumnya curam atau terjal. Air danau umumnya terlihat jernih dan keberadaan tumbuh-tumbuhan air terbatas hanya pada daerah litoral atau bagian pinggir saja. (Whitten *et al.*, 1987 dalam Samuel *et al.*, 2013). Dikemukakan Hilman *et al.*, (2008), danau bukanlah semata-mata sebagai sumber air dan lahan untuk mencari bahan pangan yang mudah didapatkan atau sebagai



obyek wisata yang menarik saja, namun juga merupakan ekosistem perairan yang memiliki kompleksitas kehidupan biota dan keindahan hakiki, serta sebagai tempat lahirnya berbagai macam budaya, sejarah dan perkembangan kehidupan social.

## **B. Ekosistem Danau Ranau**

Danau Ranau terletak di perbatasan Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung dan Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatra Selatan. Posisi geografisnya kurang lebih antara 4°51'59" sampai 4°58'42" LS (Lintang Selatan) dan 103°55'07" sampai 104°01'37" BT (Bujur Timur). Secara administratif wilayah perairan Danau Ranau masuk dalam kecamatan Banding Agung, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatra Selatan seluas 84,23 km<sup>2</sup> dan selebihnya seluas 41,67 km<sup>2</sup> masuk ke dalam wilayah administrasi Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Luas seluruh permukaan danau adalah 125,9 km<sup>2</sup>. Di Danau Ranau terdapat pulau kecil, Pulau Marisa (Meriza), yang mempunyai sumber air panas yang sering dimanfaatkan oleh penduduk setempat dan oleh wisatawan. Beberapa sumber air panas juga terdapat di daerah pantai Danau Ranau (Nontji, 2017).

Danau Ranau mempunyai ciri khas antara lain airnya tenang, tepian danau landai sampai curam, Daerah Tangkapan Air –nya sempit, masa simpan air lama, keberadaan tumbuhan air terbatas di tepian danau, dan fluktuasi permukaan air berkisar 1 sampai 2 m (Nontji, 2017). Ekspedisi limnologi Indodanau yang dilaksanakan bersama oleh peneliti Finlandia dan Indonesia pada tahun 1992 (Lehmusluoto *et al.* 1997) memberikan gambaran tentang kondisi limnologi Danau Ranau saat itu. Hasilnya antara lain menunjukkan karakteristik perairan

danau ini yang mempunyai stratifikasi yang lemah. Di lapisan bawah (lapisan hipolimnion) yang terdapat mulai dari kedalaman sekitar 70 m dan seterusnya, sudah tidak lagi mengandung oksigen (*anoxic*). Pada lapisan dalam ini juga terdeteksi keberadaan gas belerang H<sub>2</sub>S yang bersifat toksik. Pada musim hujan, ketika suhu permukaan turun maka dapat terjadi pengadukan air secara vertikal (*over turn*) yang berpotensi menyebabkan kenaikan air dari bawah yang tanpa oksigen dan mengandung gas belerang yang toksik ke permukaan, hingga dapat mengakibatkan kematian massal ikan di danau (Nontji, 2017).

Pada ekosistem perairan danau yang kondisinya terjaga dengan baik merupakan suatu asset yang besar bagi fungsi dan manfaatnya bagi kehidupan makhluk hidup yang berada di sekitarnya termasuk juga bagi kehidupan manusia. Potensi yang dimiliki oleh danau sangat mendukung kehidupan manusia. Fungsi ekologi utama suatu danau adalah sebagai penyimpan air (*water conserver*), disamping itu berfungsi sebagai habitat kehidupan liar termasuk biota endemik, biota asli (*indigenous*) atau biota yang dilindungi. Perairan danau bermanfaat sebagai sumber bahan baku untuk air minum, air untuk keperluan pemukiman, industri, pertanian dan perkebunan, pembangkit listrik tenaga air, sarana transportasi, untuk pariwisata termasuk di dalamnya kegiatan olah raga air dan usaha perikanan. Namun, dengan bertambahnya jumlah penduduk, intensifnya perluasan/pembukaan lahan untuk membangun usaha perekonomian rakyat, dapat menambah berat beban pada suatu ekosistem termasuk ekosistem perairan danau. Kegiatan manusia yang meningkat baik di perairan danau maupun di daerah tangkapan air sekitar danau akan menimbulkan pengrusakan dan danau dapat menjadi tercemar. Bila hal ini terjadi maka dibutuhkan waktu yang cukup lama



untuk memulihkannya. Perlunya suatu pendekatan terpadu kepada semua pengambil manfaat danau agar masalah-masalah yang menyangkut pengelolaan danau dapat dikenali dan ditangani secara komprehensif (Samuel *et al.*, 2013).

### C. Larva Ikan

Istilah larva ikan merupakan sinonim dari ikhtioplankton yang mengacu kepada ikan dimulai dari fase perkembangan hidup awal dan tertangkap pada penarikan planktonet di perairan. Larva ikan juga dinamakan nener atau benih. Larva ikan merupakan kelompok meroplankton yang dikenal dengan ikhtioplankton (*ichthyoplankton*) atau plankton ikan (Romomiharto dan Juwana, 1998). Anak ikan yang baru ditetaskan dinamakan larva, tubuhnya belum dalam keadaan sempurna baik organ luar maupun organ dalamnya (Effendi, 1997). Tujuan praktis larva ikan diberi batasan sebagai ikan kecil yang berukuran kurang dari 2,4 cm tanpa mempertimbangkan fase perkembangannya (Ondara, 1996).

Perkembangan larva dibagi menjadi dua tahap, yaitu prolarva dan postlarva. Larva ikan pada tahap prolarva dicirikan masih mempunyai kantung telur, tubuhnya transparan dengan beberapa butir pigmen yang fungsinya belum diketahui, sirip dada dan ekor sudah ada tetapi belum sempurna bentuknya, dan kebanyakan prolarva yang baru keluar dari cangkang telur tidak punya sirip perut yang nyata hanya berbentuk tonjolan saja, mulut dan rahang belum berkembang dan ususnya masih merupakan tabung yang lurus. Sistem pernapasan dan peredaran darahnya tidak sempurna. Ada kalanya larva ikan yang baru ditetaskan letaknya dalam keadaan terbalik karena kuning telurnya masih mengandung minyak dan memanfaatkan sisa kuning telur sebagai makanan yang dapat dihisap. Larva ikan yang baru ditetaskan pergerakannya hanya sewaktu-waktu dengan

mengerakkan bagian ekornya ke kiri dan ke kanan dengan banyak diselingi oleh istirahat karena tidak dapat mempertahankan keseimbangan posisi tegak (Effendie, 1997).

Masa post larva ikan ialah masa larva mulai dari hilangnya kantung kuning telur sampai terbentuknya organ-organ baru atau selesainya taraf penyempurnaan organ-organ yang telah ada. Masa post larva ikan dicirikan antara lain : sirip dorsal sudah mulai dapat dibedakan, demikian juga sirip ekor sudah ada garis bentuknya, terdapat pigmentasi yang lebat pada bagian tubuh tertentu. Larva ikan pada masa post larva aktivitas berenang sudah lebih aktif dan kadang-kadang memiliki sifat bergerombol walaupun tidak selamanya demikian (Effendie, 1997).

Identifikasi larva ikan secara morfologi sangat sulit membedakan larva ikan dari satu spesies dengan spesies yang lainnya yang terdapat di alam. Hal ini dikarenakan bentuk umum dari larva tidak banyak variasinya karena banyak organ-organ yang belum berkembang, dan pertumbuhan prolarva cepat sekali sehingga morfologi dan proporsi bagian-bagian tubuhnya sangat cepat berubah. Apabila diamati dan diteliti dengan seksama melalui tahapan budidaya, maka gambar pertumbuhan larva akan didapatkan dengan baik (Effendie, 1997).

Masa kritis dalam daur hidup ikan terdapat dalam masa larva. Banyak faktor-faktor yang menyebabkan mortalitas alami selain dari predator dan penyakit juga faktor biotik yang berhubungan dengan larva itu sendiri. Masa kritis larva ikan terletak pada saat sebelum dan sesudah penghisapan telur dan masa transisi mulai mengambil makanan dari luar. Selain itu, faktor yang mempengaruhi keberhasilan hidup larva ikan adalah pergerakan larva atau tingkah laku larva untuk



mendapatkan makanan, juga kepadatan persediaan makanan yang baik (Effendie, 1997).

Siklus hidup ikan yang rentan berada pada fase larva, selama fase larva, “*critical period*”, tingkat kematiannya sering mencapai 90%. Predator dan lingkungan perairan yang tidak sesuai merupakan faktor-faktor penyebab tingkat kematian larva yang tinggi. Umumnya larva tumbuh dan berkembang pada daerah yang terlindung dan tersedia pakan alami yang berlimpah yang disebut sebagai daerah asuhan (Stouthamer & Bain, 2012).

Identifikasi mungkin merupakan kegiatan yang paling sulit dalam bidang kajian ichthyoplankton. Larva pada waktu penetasan berbeda dari ikan dewasa dan bentuknya berubah terus sebelum mencapai fase juvenil. Kekhasan larva yang sangat penting dalam identifikasi kurang didokumentasikan dari pada ikan dewasa. Kadang-kadang tidak mudah menggunakan pelukisan larva yang diterbitkan karena peristilahan yang berbeda dari banyak penulis tentang fase-fase perkembangan janin sampai ikan dewasa (Ondara, 1996).

Dengan keragaman dan perubahan fenotipik yang tinggi selama mengalami perkembangan, identifikasi spesies ikan bukanlah tugas yang mudah dan hanya layak dilakukan paling baik sampai genera untuk tahap ontogenetik awal berdasarkan diagnose karakter morfologi (Leis & Carson-Ewart, 2004). Dibandingkan dengan karakter diagnostik morfologi, pendekatan identifikasi barcode saat ini memberikan tingkat resolusi yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam identifikasi tahap awal ikan (Hubert *et al.*, 2010).

Ichthyoplankton atau sinonim dari larva ikan sebagai salah satu anggota kelompok dari suatu masyarakat ekosistem perairan dapat bereaksi terhadap



perubahan dalam sistem itu. Oleh sebab itu, ichthyoplankton dapat digunakan sebagai indikator dari perubahan tersebut. Perubahan dalam ekosistem perairan, umumnya disebabkan oleh kegiatan seperti, pertanian, industri atau pembangkit tenaga (Ondara, 1996).

Awal mula penelitian telur dan larva ikan di Indonesia dimulai dari Delsman, seorang biologiawan Belanda, yang telah lama bekerja di Indonesia menggeluti telur dan larva ikan di Laut Jawa. Barangkali karya tentang telur dan larva ikan di Laut Jawa oleh Delsman dalam seri terbitannya periode 1921-1928 merupakan karya ilmiah pertama yang dapat digolongkan sebagai karya besar yang paling klasik di bidang ini. Selama tidak kurang dari 17 tahun Delsman telah menyumbangkan sebagian waktunya untuk mempelajari telur dan larva ikan dari laut tersebut dan menghasilkan tidak kurang dari 24 tulisan. Usaha pengenalan atau identifikasi larva, baik yang secara awam maupun yang dilakukan menurut kaidah-kaidah ilmiah, memerlukan tanda-tanda khusus yang terdapat pada hewan laut yang dikenali. Tanda-tanda yang digunakan untuk mengidentifikasi larva tidak sama dengan tanda-tanda yang digunakan untuk mengenal induknya (Romimohtarto & Juwana, 1998).

Penelitian Hubert *et al.*, (2010) yang melakukan contoh kasus identifikasi molekuler larva ikan sekitar terumbu karang untuk family Acanthuridae dan Holocentridae menyatakan bahwa mengidentifikasi 40 larva dalam kedua family ini dengan menggunakan DNA barcode didapatkan bahwa kumpulan larva berasal dari komunitas dewasa di terumbu karang di sekitarnya dan tidak ditemukan spesies tambahan.

Analisis DNA tampaknya merupakan alat yang ampuh untuk identifikasi spesies sepanjang semua tahap kehidupan dan dapat mendukung variasi morfologis di dalam dan di antara spesies. Penelitian filogenetik dilakukan oleh Chow dan Kishino (1995) yang melihat hubungan filogenetik diantara spesies tuna dengan menggunakan genom mitokondria dan inti. Selanjutnya Chow *et al.*, (2003) melakukan identifikasi morfologi dan genetik larva dan ukuran tuna berukuran sedang di Samudera Pasifik Barat. melakukan identifikasi morfologi dan genetik larva dan ukuran tuna berukuran sedang di Samudera Pasifik Barat.

Identifikasi sekuen DNA merupakan teknik identifikasi spesies yang hanya membutuhkan sedikit jaringan tubuh sampel ikan dengan menggunakan gen mitokondria *cytochrome oxidase sub unit I* (COI). Hebert *et al.*, (2003) menyatakan bahwa gen mitokondria sitokrom c oksidase I (COI) dapat berfungsi sebagai inti dari sistem bioidentifikasi global untuk hewan. Pertama, profil COI, yang berasal dari sampel dengan tingkat kepadatan rendah dengan kategori taksonomi lebih tinggi. Biasanya memberikan taxa yang baru dianalisis ke filum yang sesuai. Kedua, penugasan tingkat spesies dapat diperoleh dengan membuat profil COI yang komprehensif. Profil model COI, berdasarkan analisis satu individu dari masing-masing 200 spesies lepidopterans berdekatan 100% berhasil mengidentifikasi spesimen dengan benar. Saat dikembangkan sepenuhnya, sistem identifikasi COI akan memberikan solusi yang andal, hemat biaya dan mudah diakses untuk masalah identifikasi spesies saat ini.

Sistem identifikasi berbasis DNA, yang didasarkan pada gen mitokondria, sitokrom c oksidase sub unit 1 (COI), dapat membantu resolusi keragaman (Paul,



*et al.*, 2003). Identifikasi DNA berdasar sitokrom c oksidase sub unit I adalah alat dengan akurasi dan berkemampuan resolusi tinggi yang bisa mencapai tingkat perubahan basis tunggal (Marc, 2009). Bahkan, pendekatan ini dapat diterapkan dalam berbagai stadium perkembangan, seperti larva ikan (Marc, 2009). Pengumpulan informasi dan data dasar dari genetik dari suatu spesies merupakan syarat awal yang diperlukan untuk menentukan kekerabatan yang dimiliki (Nugroho *et al.*, 2003). Keragaman genetik dalam populasi merupakan modal dasar aplikasi teknologi dalam pemanfaatan sumber daya ikan (Mamangkey, 2007).

#### **D. Ekstraksi DNA**

DNA merupakan molekul penyusun kromosom yang tersusun atas basa-basa nukleotida, gula pentosa, dan deoksiribosa. Urutan nukleotida DNA terdiri dari yang mengkode gen yang disebut sebagai ekson, daerah bukan pengkode (*non-coding*) DNA yang disebut intron, regulator gen, dan daerah urutan berulang seperti mikrosatelit, telomer, variable number tandem repeat (VNTR), *sequence-tagged site* (STS), dan *single nucleotide polymorphism* (SNP) (Fatchiyah 2011: 2).

DNA terbentuk dari empat tipe nukleotida yang berikatan secara kovalen membentuk rantai polinukleotida (rantai DNA atau benang DNA) dengan rangka atau tulang punggung gula fosfat tempat melekatnya basa-basa. Dua rantai polinukleotida saling berikatan melalui ikatan hidrogen antara basa-basa nitrogen dari rantai yang berbeda. Semua basa berada dalam bentuk heliks ganda dan rangka gula fosfat berada di bagian luar. Purin selalu berpasangan dengan pirimidin (A – T, G – C). Perpasangan secara komplementer tersebut memungkinkan pasangan basa dikemas dengan susunan yang paling sesuai. Hal ini

bisa terjadi bila kedua rantai polinukleotida tersusun secara antiparalel (Fatchiyah, 2011)

DNA dimana gen berlokasi dikemas di dalam bentuk kromosom. Pengemasan DNA ke dalam bentuk kromosom bertujuan untuk memelihara DNA dari kerusakan. Jumlah kromosom untuk setiap spesies adalah khas. Kebanyakan organisme tingkat tinggi kromosomnya bersifat diploid, dengan dua set kromosom homolog, dimana salah satu set kromosom disumbangkan oleh induk jantan, sedangkan set lainnya dari induk betina (Irmawati, 2016).

Ekstraksi DNA merupakan proses pertama yang sangat penting dilakukan dalam langkah-langkah kerja analisis *DNA sequencing*. Metode yang dipakai dalam ekstraksi DNA dan karakter sampel itu sendiri termasuk pengambilan dan penanganan sampel sebelum diekstraksi mempengaruhi kualitas secara keseluruhan, akurasi dan panjang pembacaan urutan basa DNA. DNA dapat diisolasi dari berbagai bagian tubuh ikan, misalnya jaringan otot, sisik atau darah.

Proses pengeluaran DNA dari nukleus, mitokondria maupun organel lain dengan cara diekstraksi atau dilisiskan biasanya dilakukan dengan homogenasi dengan penambahan buffer ekstraksi atau buffer lisis untuk mencegah DNA rusak. Ada beberapa senyawa yang biasa digunakan untuk memaksimalkan hasil isolat DNA yang murni ditambahkan yaitu fenol, kloroform dan isoamil alkohol (Fatchiyah, 2012).

Sentrifugasi merupakan salah satu metode dasar yang penting dalam studi biologi sel maupun biologi molekular. Sentrifugasi tidak hanya dapat dipergunakan untuk memisahkan sel atau organel subselular, melainkan juga digunakan untuk pemisahan molekular. Prinsip sentrifugasi didasarkan atas



fenomena bahwa partikel yang tersuspensi di dalam suatu wadah akan mengendap ke dasar karena pengaruh gravitasi. Laju pengendapan tersebut dapat ditingkatkan dengan cara meningkatkan pengaruh gravitasional terhadap partikel. Hal ini dapat dilakukan dengan menempatkan tabung berisi suspensi partikel ke dalam rotor suatu mesin sentrifugasi kemudian diputar dengan kecepatan tinggi (Yuwono, 2005).

#### **E. Teknik Amplifikasi DNA dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR)**

Reaksi polimerase berantai (*polymerase chain reaction*), merupakan suatu proses sintesis enzimatik untuk mengamplifikasi nukleotida secara *in vitro*. Metoda PCR dapat meningkatkan jumlah urutan DNA ribuan bahkan jutaan kali dari jumlah semula, sekitar  $10^6$ - $10^7$  kali. Setiap urutan basa nukleotida yang diamplifikasi akan menjadi dua kali jumlahnya. Pada setiap  $n$  siklus PCR akan diperoleh  $2^n$  kali banyaknya DNA target. Kunci utama pengembangan PCR adalah menemukan bagaimana cara amplifikasi hanya pada urutan DNA target dan meminimalkan amplifikasi urutan non-target (Fatchiyah, 2005).

Penemuan awal dari teknik PCR didasarkan pada tiga *waterbaths* yang mempunyai temperatur yang berbeda. *Thermal-cycler* pertama kali dipublikasikan pada tahun 1986, akan tetapi DNA polymerase awal yang digunakan masih belum *thermostable* dan harus ditambahkan disetiap siklusnya. Kelemahan lain temperatur  $37^\circ\text{C}$  yang digunakan bias dan menyebabkan non-specific priming, sehingga menghasilkan produk yang tidak dikehendaki. Taq DNA *polymerase* yang diisolasi dari bakteri *Thermus aquaticus* (Taq) dikembangkan pada tahun 1988. Enzim ini tahan sampai temperatur mendidih  $100^\circ\text{C}$  dan aktifitas maksimal pada temperatur  $92$ - $95^\circ\text{C}$ . Proses PCR merupakan proses siklus yang berulang

meliputi denaturasi, annealing dan ekstensi oleh enzim DNA polimerase. Sepasang primer oligonukleotida yang spesifik digunakan untuk membuat hibrid dengan ujung-5' menuju ujung-3' untai DNA target dan mengamplifikasi untuk urutan yang diinginkan (Fatchiyah, 2005).

Proses PCR melibatkan beberapa tahap yaitu pra-denaturasi DNA templat, denaturasi DNA templat, penempelan primer pada templat (*annealing*), pemanjangan primer (*extension*) dan pemantapan (*postextension*). Tahap denaturasi DNA *template* sampai dengan *extension* merupakan tahapan berulang (siklus), pada setiap siklus terjadi duplikasi jumlah DNA.

Denaturasi untai ganda DNA merupakan langkah yang kritis selama proses PCR. Temperatur yang tinggi pada awal proses menyebabkan pemisahan untai ganda DNA. Temperatur pada tahap denaturasi pada kisaran 92-95°C, suhu 94°C merupakan pilihan standar. Temperatur denaturasi yang tinggi membutuhkan kandungan GC yang tinggi dari DNA *template*, tetapi half-life dari Taq DNA polimerase menekan secara tajam pada temperatur 95°C (Fatchiyah, 2005).

Pengenalan (*annealing*) suatu primer terhadap DNA target tergantung pada panjang untai, banyaknya kandungan GC, dan konsentrasi primer itu sendiri. Optimalisasi temperatur annealing dimulai dengan menghitung titik leleh (*melting temperature*) dari ikatan primer dan DNA *template*. Temperatur penempelan primer (*annealing*) biasanya 5°C dibawah *Melting Temperature* ( $T_m$ ) primer yang sebenarnya. Secara praktis,  $T_m$  ini dipengaruhi oleh komponen buffer, konsentrasi primer dan cetakan DNA (DNA *template*) (Fatchiyah, 2005).

Pada tahap *extension* terjadi proses pemanjangan untai baru DNA, dimulai dari posisi primer yang telah menempel di urutan basa nukleotida DNA target



akan bergerak dari ujung 5' menuju ujung 3' dari untai tunggal DNA. Proses pemanjangan atau pembacaan informasi DNA yang diinginkan sesuai dengan panjang urutan basa nukleotida yang ditargetkan. Pada setiap satu kilobase (1000bp) yang akan diamplifikasi memerlukan waktu 1 menit. Bila kurang dari 500bp hanya 30 detik dan pada kisaran 500 tapi kurang dari 1kb perlu waktu 45 detik, namun apabila lebih dari 1kilobase akan memerlukan waktu 2 menit di setiap siklusnya. Kisaran temperatur ekstensi antara 70-72°C (Fatchiyah, 2005).

#### **F. Elektroforesis Gel**

Elektroforesis merupakan suatu metode pemisahan molekul yang menggunakan medan listrik (elektro) sebagai penggerak molekul dan matriks penyangga berpori (foresis). Metode ini sangat umum digunakan untuk memisahkan molekul yang bermuatan atau dibuat bermuatan. Elektroforesis untuk makromolekul memerlukan matriks penyangga untuk mencegah terjadinya difusi karena timbulnya panas dari arus listrik yang digunakan. Gel poliakrilamida dan agarosa merupakan matriks penyangga yang banyak dipakai untuk pemisahan protein dan asam nukleat.

Elektroforesis biasanya memerlukan media penyangga sebagai tempat bermigrasinya molekul biologi. Media penyangga tersebut bermacam-macam tergantung pada tujuan dan bahan yang akan dianalisis (Fatchiyah, 2011). Teknik elektroforesis DNA berkembang, sehingga analisis molekul DNA tidak hanya dapat dilakukan dengan prinsip elektroforesis linear (Yuwono, 2005). Penentuan urutan basa DNA (*DNA sequencing*), elektroforesis DNA dapat dilakukan dengan menggunakan gel poliakrilamid atau gel agarose.

## G. Pengelolaan Perikanan

Pengelolaan perikanan tangkap pada hakekatnya adalah pengendalian penangkapan (*control of fishing*) dan pengendalian upaya penangkapan (*control of fishing effort*) melalui sejumlah opsi pengelolaan yang diimplementasikan oleh pihak pengelola (*management authority*). Ada dua pendekatan utama dalam manajemen, berdasarkan sumber daya, yang dianjurkan oleh ilmuwan, dan berdasarkan masyarakat yang dianjurkan oleh sosio ekonom. Manajemen modern berusaha untuk merekonsiliasi kedua pandangan ini untuk mencapai keputusan yang seimbang mengenai sumber daya dengan partisipasi semua pemangku kepentingan di bidang perikanan (Welcomme, 2001).

Undang-undang no.45 tahun 2009 tentang perikanan sudah cukup representative mengatur kelangsungan dan kelestarian sumber daya hayati perairan dan komponen yang terkait di dalamnya serta implementasi termasuk penegakan hukum dari peraturan perundang undangan di bidang perikanan, yang dilakukan oleh pemerintah dan otoritas lain berdasarkan asas mufakat, keadilan, kemitraan, pemerataan, keterbukaan, efisiensi, kelestarian dan keberlanjutan. Manajemen perikanan juga semakin sering dihubungi untuk mencapai kompromi dengan pengguna sumber daya perairan lainnya, terutama berhubungan dengan intervensi yang bertujuan untuk: memastikan keberlanjutan perikanan dan pemerataan manfaatnya (pengelolaan perikanan); menjaga lingkungan sebagai tempat bergantung masyarakat yang mengandalkan sumberdaya ikan (pengelolaan lingkungan); meningkatkan produksi di atas yang dicapai dengan proses alami dengan sendirinya (Welcomme, 2001).

Perairan umum daratan sebagai lingkungan sumberdaya ikan yang wilayahnya cukup luas dan tersebar di seluruh kepulauan Indonesia ini sudah seharusnya dikelola secara terpadu, dan berkelanjutan. Hal ini dimaksudkan agar sumber daya ikan yang tersedia di alam maupun hasil budidaya mampu memenuhi kebutuhan generasi sekarang dan yang akan datang. Menurut Umar & Sulaiman (2013) menyatakan bahwa tujuan akhir dari pengelolaan perikanan adalah menjamin keberlanjutan biologi, sosial dan memberikan manfaat ekonomi dari sumberdaya perikanan yang berkelanjutan. Agar terjadi kesinambungan, diperlukan pengelolaan sumberdaya yang lebih berhati-hati demi terjaminnya kelangsungan usaha pemanfaatan sumberdaya ikan dan tetap terjaga kelestarian sumberdaya ikan di perairan. Samuel, *et al*, (2013) mengatakan bahwa pengelolaan perikanan danau yang lestari haruslah pula dikaitkan dengan kebiasaan dari masyarakat nelayan sekitar (sebagai *user*) serta kondisi lingkungan dan kondisi sumberdaya ikan yang ada di perairan tersebut. Upaya pengelolaan perikanan danau harus rasional yang bertujuan untuk melestarikan sumber daya ikan dan melestarikan hasil tangkapannya

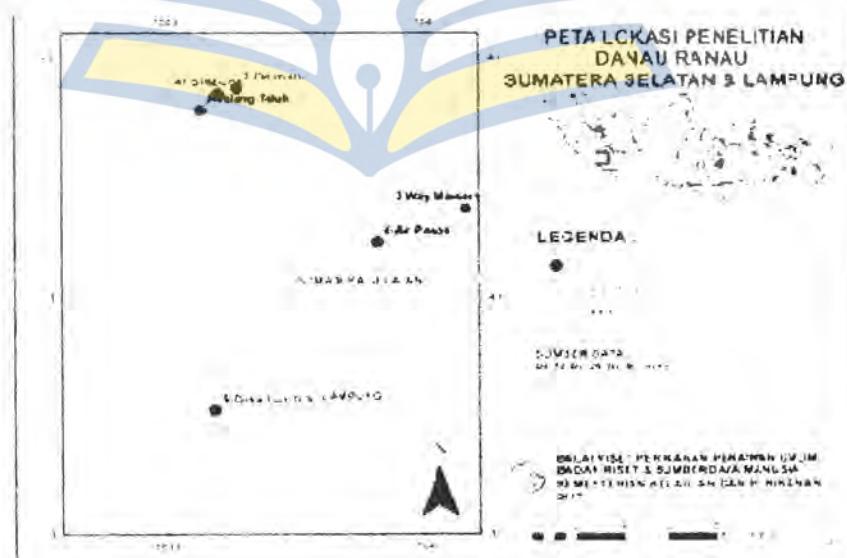


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian identifikasi larva ikan dengan sekuen DNA dilakukan pada bulan Juni sampai September 2017. Pada bulan Juni 2017 dilakukan pengambilan data (sampling) di Danau Ranau. Penelitian ini menggunakan metode survey, bersifat *purposif sampling* dan dilanjutkan dengan analisis laboratorium. Penentuan stasiun dengan memperhatikan kaedah karakteristik perairan danau yang diduga sebagai habitat larva-larva ikan yang berlingung pada tanaman air (Lampiran 8). Pengambilan sampel larva ikan dilakukan pada enam stasiun di Danau Ranau, sebagai berikut : (1) Muara Silabung, (2) Dermaga, (3) Way Maissin, (4) Pemandian Air Panas, (5) Desa Lumbok, dan (6) Talang Teluk (deskripsi lokasi stasiun pada Lampiran 1). Peta lokasi stasiun penelitian dan foto penelitian di Danau Ranau ada pada Gambar 3.1 dan Lampiran 2.



Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel



## B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian identifikasi larva-larva ikan dengan menggunakan sekuen DNA dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini :

Tabel 3.1 Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Nama Bahan
1.	Mikropipet 1000 $\mu$ l beserta tips 1000 $\mu$ l	Genomic DNA kit <i>Geneaid</i>
2.	Mikropipet 200 $\mu$ l beserta tips 200 $\mu$ l	Ethidium bromide
3.	Mikropipet 2-10 $\mu$ l beserta tips 10 $\mu$ l	My Taq <i>Bioline</i> red mix
4.	Timbangan digital	Agarose <i>First Base</i>
5.	Labu ukur	Ethanol absolut
6.	Vortex <i>Genie</i>	Nuclease water
7.	Centrifuse <i>Thermo</i>	Purifikasi <i>Bioline</i>
8.	Mesin elektroforesis dan perangkatnya	Proteinase K <i>Geneaid</i>
9.	Mesin PCR <i>BIOER</i>	STE
10.	Oven	SDS 10%
11.	Tube 1,5 ml	F.primers (COI F)
12.	Sisir elektroforesis	R.primers (COI R)
13.	0,2 ml PCR Plate	Marker
14.	Gunting	Loading Dye <i>Geneaid</i>
15.	UV Gel doc <i>Alpha imager</i>	5 x TBE
16.	Microscope digital <i>Miview</i>	1x TBE

### C. Prosedur Kerja

#### 1. Pengambilan dan Penanganan Sampel Larva Ikan

Larva ikan ditangkap dengan menggunakan jaring lingkup genggam (*scoop net*) yang dimodifikasi dari mesh 1 mm tanpa sistem penutup. Setiap sampel larva ikan yang didapatkan dimasukkan ke dalam tube 1,5 ml yang telah diberi etanol absolut 99,9% yang diberi kode sampel. Sampel-sampel larva kemudian dibawa dan diproses di Laboratorium Identifikasi Molekular Ikan di Balai Riset Perikanan Perairan Umum dan Penyuluhan Perikanan Palembang untuk dilakukan identifikasi spesies dengan sekuen DNA.

#### 2. Penanganan Sampel Larva Ikan di Laboratorium

Semua sample DNA diekstraksi dari sampel larva ikan menggunakan prosedur Genomic DNA Kit (*Geneaid*). Langkah-langkah prosedur kerja sebagai berikut :

##### a. Ekstraksi mtDNA.

Semua sample DNA diekstraksi dari jaringan otot spesimen contoh larva ikan menggunakan *genomic DNA mini kit for tissue (Geneaid)*. Jaringan sampel larva ikan yang disimpan dalam ethanol absolute dicuci dengan air destilata (*molecular grade*) sebanyak dua kali kemudian disuspensikan dalam bufer STE (NaCl 1M, Tris-HCL 10mM, EDTA 0.1mM, pH 8) hingga volume 250  $\mu$ l. Jaringan otot sampel ikan dilisis (dipecah/dikeluarkan) dengan SDS 10% 50  $\mu$ l dan proteinase K *Geneaid* 20  $\mu$ l kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 42  $^{\circ}$ C selama 14 jam. Metode ekstraksi DNA selanjutnya mengikuti petunjuk *genomic DNA mini kit for tissue (Geneaid)*.

b. Amplifikasi dan visualisasi fragmen mtDNA.

Amplifikasi menggunakan primer untuk mengamplifikasi *sequence* mitokondria. Sebagian fragmen dari gen mitokondria COI diamplifikasi menggunakan primer universal berdasarkan Ivanova *et al.*, (2007): Fish COI-F (5'ACT TCA AAC TTC CAY AAA GAY ATY GG-3') dan COI-Fish-R (5'-TAG ACT TCT GGG TGG CCR AAR AAY CA-3')

Komposisi reaksi PCR dilakukan dengan volume akhir 50  $\mu$ l terdiri atas sampel DNA 2  $\mu$ l, nuclease water steril 21  $\mu$ l, primer masing-masing 1  $\mu$ l dan *My Taq Boline red mix* 25  $\mu$ l. Reaksi PCR dilakukan menggunakan mesin *thermocycler BIOER* dengan kondisi sebagai berikut: tahap pradenaturasi 95°C selama 1 menit, tahap kedua yang terdiri dari 35 siklus yang masing-masing mencakup tahap denaturasi 95°C selama 15 detik, penempelan primer (*annealing*) pada suhu 55°C selama 15 detik, pemanjangan (*extension*) pada suhu 72°C selama 30 detik dan tahap terakhir yaitu pemanjangan akhir (*final extension*) pada suhu 72 °C selama 3 menit, dan pengenalan untuk renaturasi 6°C selama 5 menit.

c. Elektroforesis

Elektroforesis dilakukan dengan cara produk PCR diuji menggunakan gel agarose yang sebelumnya ditambahkan *etidium bromide* 10  $\mu$ l dalam buffer 1x TBE. Setelah itu, tuang gel dalam cetakan gel yang telah siap di suntikkan pada masing-masing sumur gel secara berurutan dimulai disuntikkan masing-masing 2  $\mu$ l sampel dna hasil pcr sesuai urutan nomor sampel, kontrol negatif, kontrol positif dan marker 5  $\mu$ l. Proses elektroforesis yang dijalankan pada kondisi 120 v, 250A selama 35 menit. Setelah elektroforesis selesai, gel dimasukkan ke dalam



gel dokumentasi dan dihidupkan lampu UV gel doc. Analisis keberadaan pita-pita DNA dengan membandingkan kontrol positif, kontrol negatif dan DNA marker.

#### d. Perunutan produk PCR dan sekuen DNA

Produk PCR di atas gel agarose yang berukuran sesuai dengan desain primer yang dimurnikan dengan menggunakan kit purifikasi *Bioline isolate II PCR and gel*. Produk PCR yang sudah dimurnikan dijadikan cetakan dalam PCR for sequencing dengan menggunakan pasangan primer yang sama dengan amplifikasi awal. Sampel dikirim ke Macrogen Biotechnologies Co, Ltd, Seoul, Korea Selatan untuk disekuensing.

### 3. Opsi Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Danau Ranau

Pengelolaan sumberdaya perikanan di suatu perairan dapat dilakukan sebagai upaya agar diperoleh produksi perikanan yang optimum dan berkelanjutan. Keuntungan ekonomi yang optimum yang berkesinambungan bagi para pihak pengguna sumberdaya perikanan dan meningkatkan kesejahteraan para pihak yang terkait dengan pemanfaatan sumberdaya perikanan terutama nelayan (King, 1995). Metode analisis yang digunakan sehingga menghasilkan opsi pengelolaan sumber daya ikan di Danau Ranau adalah secara deskriptif yang didasarkan pada hasil identifikasi larva-larva ikan yang dianalisis dengan metode sekuen DNA.

#### D. Analisa Data

##### 1. Identifikasi larva ikan dengan sekuen DNA

Hasil perunutan nukleotida diedit menggunakan perangkat lunak Bioedit secara manual berdasarkan kromatogram (Hall, 1999). Runutan nukleotida yang sudah diedit kemudian saling disejajarkan menggunakan Clustal W (Thompson *et al.*, 1997) yang tertanam dalam MEGA 5.0 (*molecular evolutionary*



*genetics analysis*) (Tamura *et al.*, 2007). Sekuen DNA kemudian disejajarkan dengan sekuen referen dari perpustakaan data bank gen dengan menggunakan program BLAST dari NCBI untuk menemukan identitas yang paling dekat keterkaitannya dengan beberapa jenis sampel larva-larva ikan yang dianalisis.

## 2. Analisis filogeni

Analisis filogeni *Neighbour Joining* (NJ) dilakukan menggunakan MEGA 5.0 (Tamura *et al.*, 2007), berdasarkan model substitusi nukleotida Kimura-2-paramater dengan bootstrap 10.000 kali. Jarak genetik dianalisa berdasarkan rumus yang dikemukakan oleh Nei (1987), dilakukan menggunakan MEGA 5.0 (Tamura *et al.*, 2007). Tujuan komparatif digunakan beberapa rangkaian spesies larva ikan air tawar di Genbank (*accession number view in figure*) untuk mengakar pohonnya.

## 3. Kelimpahan larva ikan kaitan dengan parameter fisika kimia perairan

Pengamatan larva ikan meliputi jumlah individu dan identifikasi dengan sekuen DNA. Perhitungan kelimpahan dilaksanakan berdasarkan pada jumlah larva yang tersaring pada *scoop net* (jaring lingkaran genggam) selama waktu penarikan dengan asumsi bahwa volume air tersaring sama. Kelimpahan larva ikan dihitung dengan rumus Zava-Garcia & Flores Coto (1989) dalam Fuentes *et al.*, (2009) :

$$N = n / V_{tsr}$$

Keterangan:

N = kelimpahan larva ikan (ind/m<sup>3</sup>),

n = jumlah larva ikan yang tercacah (ind),

V<sub>tsr</sub> = volume air tersaring (V<sub>tsr</sub> = l x t x v),

$l$  = luas bukaan mulut saringan,

$t$  = lama penarikan (menit) dan

$v$  = adalah kecepatan tarikan (m/menit).

Kelimpahan larva ikan untuk dilihat distribusi karakteristik fisika kimia perairan berdasarkan stasiun penelitian dianalisis dengan pendekatan analisis statistik multivariabel yang didasarkan pada analisis komponen utama (*Principal Component Analysis*, PCA). Hubungan kualitas air dengan kelimpahan larva ikan dianalisis menggunakan metode PCA dengan menggunakan program statistika 8. Setijanto, *et al.*, (2003) mengatakan PCA merupakan teknik ordinasi yang memproyeksikan dispersi matriks data multidimensi dalam suatu ruang datar dengan cara mereduksi ruang, maka diperoleh sumbu-sumbu baru yang mempresentasikan secara optimal dari sebagian besar keragaman data matriks multidimensi sehingga dapat ditemukan hubungan antar variabel dan antar obyek (individu statistik). Husnah *et al.*, (2007) mengatakan tujuan utama penggunaan analisis komponen utama adalah untuk mengkaji hubungan antar variable fisika, kimia dan mendeterminasikan apakah terdapat pengelompokan variabel berdasarkan pada stasiun penelitian (habitat). Selain itu, PCA juga berfungsi untuk memudahkan dalam representasi data dan mempelajari suatu tabel atau matriks data dari sudut pandang kemiripan antar individu atau parameter atau hubungan antar variabel. Data yang didapat sebelumnya ditransformasikan dalam  $\log(x+1)$  (Husnah *et al.*, 2007; Uriarte & Fernando, 2005).

Pengambilan sampel kualitas air dilakukan pada 6 stasiun pengamatan. Pengambilan sampel kualitas air danau Ranau diambil secara langsung dari badan air pada saat survey pengambilan sampel larva ikan. Pengamatan karakteristik

fisika kimia perairan dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan (insitu) dan uji laboratorium. Parameter yang dilakukan pengukuran langsung di lapangan antara lain suhu air, pH, kedalaman, kecerahan, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, kesadahan, Daya Hantar Listrik, total alkalinitas, dan turbiditas. Pengamatan parameter yang dilakukan untuk uji laboratorium meliputi COD, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>4</sub>, dan PO<sub>4</sub>. Sampel kualitas air untuk dilakukan uji laboratorium dimasukkan ke dalam botol 1 liter. Sampel ini kemudian dimasukkan ke dalam cold box dan dibawa dan diuji ke Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan.

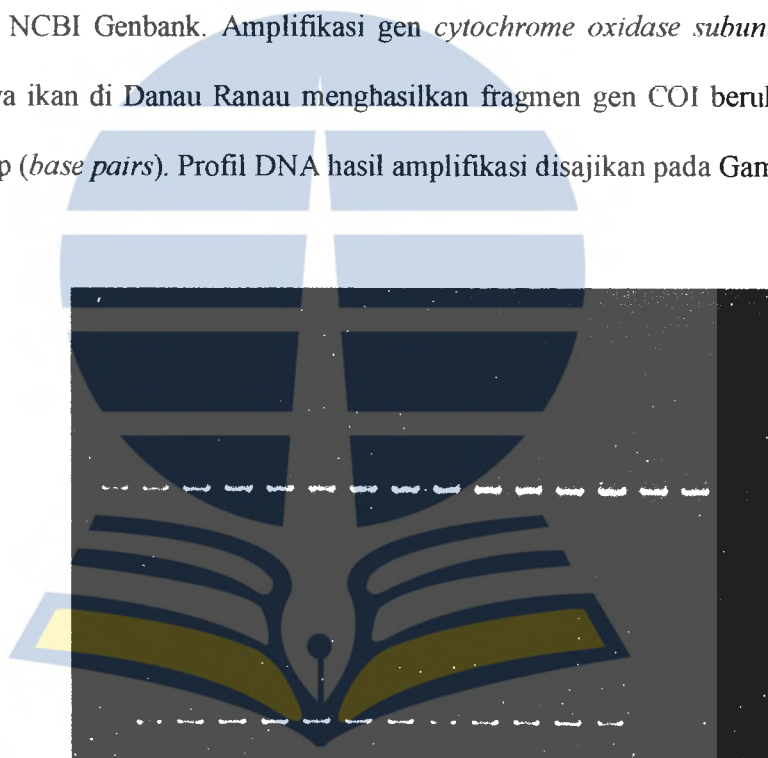


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Identifikasi larva ikan dengan sekuen DNA

Larva ikan total yang tertangkap dengan menggunakan alat tangkap serok (*scoop net*) selama penelitian pada ke enam stasiun pengambilan sampel di Danau Ranau, meliputi sebanyak 42 larva ikan. Identifikasi spesies larva ikan dengan menggunakan sekuen DNA di Danau Ranau menggunakan 42 larva ikan dan sembilan NCBI Genbank. Amplifikasi gen *cytochrome oxidase subunit I* (COI) pada larva ikan di Danau Ranau menghasilkan fragmen gen COI berukuran 640 bp-702 bp (*base pairs*). Profil DNA hasil amplifikasi disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Profil DNA larva ikan di Danau Ranau hasil amplifikasi menggunakan pasangan primer COI F dan COI R

Hasil identifikasi sekuen DNA dari 42 larva ikan didapatkan sembilan spesies ikan yang hidup di Danau Ranau. Stasiun ke-5 yaitu desa Lumbok didapatkan jumlah total larva ikan yang paling tinggi sebanyak 19 larva ikan yang



terdiri dari tujuh spesies larva ikan. Spesies ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mendominasi pada stasiun ini. Stasiun ke-6 yaitu Dermaga didapatkan jumlah total larva ikan yang paling rendah sebanyak dua larva ikan yang terdiri dari dua spesies larva ikan. Hasil jumlah jenis dan kelimpahan larva ikan hasil identifikasi sekuen DNA dan kelimpahan larva ikan yang didapatkan di Danau Ranau (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Jumlah jenis hasil identifikasi sekuen DNA dan kelimpahan larva ikan yang didapatkan di Danau Ranau

No	Spesies	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
1	<i>Dermogenys pusilla</i>					1	
2	<i>Gambusia affinis</i>			1	3	1	
3	<i>Poecilia reticulata</i>	2	5			2	
4	<i>Puntius Tetrazona</i>						1
5	<i>Mystacoleucus marginatus</i>					1	
6	<i>Oreochromis mossambicus</i>	2	2			5	
7	<i>Oreochromis niloticus</i>	1	1	2		8	1
8	<i>Rasbora argyrotaenia</i>			1	1		
9	<i>Trichopsis vittata</i>					1	
	Jumlah	5	8	4	4	19	2
	Kelimpahan larva individu/100m <sup>3</sup>	27,08	43,33	21,67	21,67	102,9	10,83

Keterangan : St.1 = Muara Silabung; St.2 = Dermaga; St.3 = Way Maissin  
St.4 = Pemandian Air Panas; St.5 = Lumbok; St.6 = Talang Teluk

Hasil identifikasi sekuen DNA dari 42 larva ikan yang ditemukan di perairan Danau Ranau didapatkan identifikasi *Dermogenys pusilla* sebanyak satu spesies, *Gambusia affinis* lima spesies, *Poecilia reticulata* sebanyak sembilan spesies, *Puntius Tetrazona* sebanyak dua spesies, *Mystacoleucus marginatus* sebanyak

satu spesies, *Oreochromis mossambicus* sebanyak sembilan spesies, *Oreochromis niloticus* sebanyak 13 spesies, *Rasbora argyrotaenia* sebanyak satu spesies, dan *Trichopsis vittata* sebanyak satu spesies. Identifikasi larva ikan dengan tingkat taksonomik yang lebih dalam dengan menggunakan DNA tentu saja memiliki validasi keakuratan dibandingkan identifikasi secara konvensional (morfologi) (Azmir *et al.*, 2017). Pada setiap stasiun didapatkan kelimpahan larva ikan untuk setiap stasiun masing-masing stasiun Muara Silabung 27,083 individu/100m<sup>3</sup>, Stasiun Dermaga 43,33 individu/100m<sup>3</sup>, Stasiun Wai Maisin 21,66 individu/100m<sup>3</sup>, Stasiun Pemandian Air Panas 21,66 individu/100m<sup>3</sup>, Stasiun Lumbok 102,91 individu/100m<sup>3</sup>, dan Stasiun Talang Teluk 10,83 individu/100m<sup>3</sup>.

Kelimpahan larva tertinggi terdapat pada stasiun Lumbok sebesar 102,91 individu/100m<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan banyak terdapat tanaman air yang sebagai tempat berlindung larva-larva ikan. Larva-larva ikan yang ditemukan di Danau Ranau berlindung pada tanaman air yang dominan ditemukan seperti jenis *Hydrilla verticillata* dan *Eichhornia crassipes*. Strategi ikan dalam mempertahankan kelangsungan hidup larvanya dengan cara ikan akan menyimpan telur dan larvanya di daerah yang terlindungi (Cole, 2008). Tumbuhan air yang hidup terbatas hanya dibagian tepi Danau Ranau bersifat tenggelam (*submersed plants*) seperti jenis *Hydrilla verticillata* dan *Utricularia sp.* (Samuel & Subagdja, 2011). Jenis tumbuhan air dominan yang ditemukan di Danau tempe adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kiambang (*Salvinia molesta*) dan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang berfungsi sebagai perlindungan (Samuel & Makmur, 2015).

Kelimpahan larva terendah ada pada stasiun Talang Teluk sebesar 10,83 individu/100m<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan larva-larva ikan tidak mendapatkan tempat berlindung yang cukup sehingga pemangsaan terhadap larva ikan sangat tinggi. Larva sangat rentan terhadap tingkat kematian yang tinggi yang salah satunya disebabkan oleh tekanan pemangsaan dari organisme-organisme pemangsa (Koster & Mollman, 2000). Samuel dan subagja, (2011) melaporkan bahwa ikan mujair di Danau Ranau dikelompokkan sebagai ikan omnivora dengan pakan alami terbesarnya hancuran daging hewan, diikuti detritus, lumpur dan serasah tumbuhan.

Sebagian besar larva ikan yang ditemukan di Danau Ranau merupakan ikan yang bernilai ekonomis penting sebagai ikan konsumsi. Larva ikan introduksi yang didapatkan selama penelitian adalah larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan larva ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). Proses perkembangan larva telah ditentukan oleh cetak biru genetik, tapi pada waktu dan proses terjadinya dipengaruhi oleh lingkungan eksternal, seperti faktor fisika dan kimia perairan (Raharjo *et al.*, 2011). Ini membuktikan bahwa ikan nila dan ikan mujair mampu tumbuh dan berkembang di perairan Danau Ranau. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat tumbuh dan berkembang dengan baik disebabkan ikan tersebut memanfaatkan relung ekologi banyaknya tumbuhan air (Purnomo, 2010). Makri *et al.*, 2014 melaporkan bahwa di Danau Ranau didapatkan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai hasil tangkapan dominan.

Beberapa spesies saja yang bernilai sebagai ikan hias, seperti *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, dan *Puntius Tetrazona*. Makri (2015) melaporkan



bahwa ikan hias *Puntius Tetrazona* yang ditemukan di Danau Ranau didapatkan dari hasil tangkapan alam sebagai ikan konsumsi, akan tetapi belum sampai usaha budidaya ikan hias dikarenakan keterbatasan informasi mengenai sumber daya ikan itu sendiri dan teknologi budidayanya. Padahal potensi usaha budidaya ikan hias ini tentu saja mempunyai kontribusi pada penghasilan nelayan setempat daripada hanya mengandalkan hasil tangkapan alam yang menghasilkan pendapatan nelayan yang relatif rendah.

#### **B. Karakteristik Fisika Kimia Perairan Danau Ranau Dihubungkan Dengan Kelimpahan Larva Ikan**

Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas air pada saat pengambilan sampel larva –larva ikan dengan sekuen DNA dilakukan pada bulan juni di enam lokasi pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.2. Hasil pengukuran kelima belas parameter fisika kimia perairan pada ke enam stasiun penelitian Danau Ranau didapatkan nilai parameter fisika kimia perairan yang masih baik untuk kehidupan larva ikan.

Pengamatan di enam stasiun penelitian Danau Ranau didapatkan faktor fisika kimia perairan mempengaruhi kehidupan larva ikan. Rahardjo *et al.*, (2011) menyatakan bahwa faktor lingkungan (fisika kimia perairan) mempengaruhi kecepatan perkembangan larva ikan, menentukan bentuk dan susunan larva ikan. Beberapa faktor tersebut antara lain suhu, oksigen terlarut, karbondioksida dan ammonia.

Hasil pengamatan suhu air di Danau Ranau pada ke enam stasiun penelitian didapatkan 26°C sampai 27°C. Nilai suhu ini masih ideal untuk kehidupan larva ikan. Suhu air adalah salah satu faktor paling penting dalam siklus hidup ikan,

dapat meningkatkan atau menurunkan laju proses metabolisme. Peningkatan suhu tubuh meningkatkan energi kinetik atom dan molekul, memfasilitasi bahan kimia reaksi dan ikatan inter dan intramolekul, yang memodifikasi kesetimbangan reaksi antara protein (enzim substrat, hormon-reseptor) (Baldisserotto, 2002 dalam Gogola *et al.*, 2010).

Tabel 4.2 Hasil pengukuran insitu parameter fisika kimia perairan di Danau Ranau

No	Parameter Fisika Kimia	Muara Silabung	Dermaga	Way Maisin	Pemandian Air Panas	Lumbok Lampung	Talang Teluk
1	Temperatur air (°C)	27	26	27	27	26	26
2	Kecerahan (cm)	140	170	230	330	290	140
3	Kedalaman (m)	3,3	2,5	12,2	6,9	3,5	8
4	DHL [ms/cm]	228,5	232,5	227,7	256,4	237,1	233
5	PH	7,66	7,89	7,79	7,09	7,88	7,99
6	Oksigen terlarut (ppm)	3,624	4,026	3,221	4,832	5,637	5,234
7	Karbondioksida (ppm)	0,44	0,44	3,08	0,44	0,44	0,44
8	Total Alkalinitas(mg/l)	92	94	92	98	94	92
9	Kesadahan (mg/l)	80	74	80	84	74	80
10	Turbiditas (NTU)	0,54	0,37	0,51	0,51	0,68	0,68
11	Amonia Total (mg/l)	0,011	0,173	0,004	0,012	0,007	0,0040
12	COD (mg/l)	6,81	8,74	19,8	12,6	8,51	7,96
13	Nitrat (mg/l)	0,243	0,018	0,0012	0,0014	0,241	0,263
14	Nitrit (mg/l)	0,0011	0,499	0,251	0,265	0,0025	0,0015
15	Posfat (mg/l)	0,34	0,39	0,39	0,009	0,08	0,28

Gas-gas terlarut juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan embrio, terutama bagi telur ikan ovipar. Kelarutan oksigen yang optimum atau yang tidak dapat ditoleransi bervariasi bergantung kepada jenis ikan, umumnya 4-12 ppm dapat diterima oleh ikan. (Lagler *et al.*, 1977 dalam

Rahardjo *et al.*, 2011). Hasil pengamatan di ke enam stasiun penelitian oksigen terlarut didapatkan 3,22 – 5,67 ppm. Kandungan oksigen terlarut yang didapatkan di Danau Ranau masih sesuai untuk kehidupan larva ikan. Ikan yang biasa memijah di air mengalir dan dingin memerlukan oksigen terlarut lebih tinggi dibandingkan ikan yang biasa memijah di air tergenang (stagnan) atau berarus lambat (Lagler *et al.*, 1977 *dalam* Rahardjo *et al.*, 2011). Kematian yang terjadi selama tahap kehidupan awal ikan membuat sulit untuk memprediksi ukuran populasi dewasa di tahun-tahun mendatang. Kematian ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kecepatan angin dan aksi gelombang terkait (Clady, 1976 *dalam* Holland, 1986), intensitas cahaya (Perlmutter, 1961 *dalam* Holland, 1986), dan kadar oksigen terlarut (Buck, 1956; Cross, 1967 *dalam* Holland, 1986).

Kadar karbondioksida pada saat pengamatan ke enam stasiun penelitian di Danau Ranau didapatkan sebesar 0,44 – 3,08 ppm. Nilai karbondioksida yang didapatkan Dua jenis gas yang bersifat racun bagi ikan dan embrionya, yakni karbondioksida dan ammonia. Konsentrasi karbondioksida lebih dari 30 ppm dapat menghentikan perkembangan dan mengarah pada kematian. Yang menarik ialah peningkatan tekanan karbondioksida selama perkembangan embrio mengurangi jumlah vertebra *S.trutta* (Lagler *et al.*, 1977 *dalam* Rahardjo *et al.*, 2011). Ammonia bersifat racun pada konsentrasi rendah. Konsentrasi 1,5 ppm masih dapat ditoleransi (Rahardjo *et al.*, 2011).

Penelitian yang dilakukan di Sungai Mississippi bagian atas oleh Holland (1986) menyatakan bahwa habitat daerah asuhan (*nursery ground*) biasanya merupakan faktor utama mempengaruhi kelangsungan hidup larva ikan. Pengelolaan sumber daya perikanan yang efektif dan mitigasi yang sukses dari



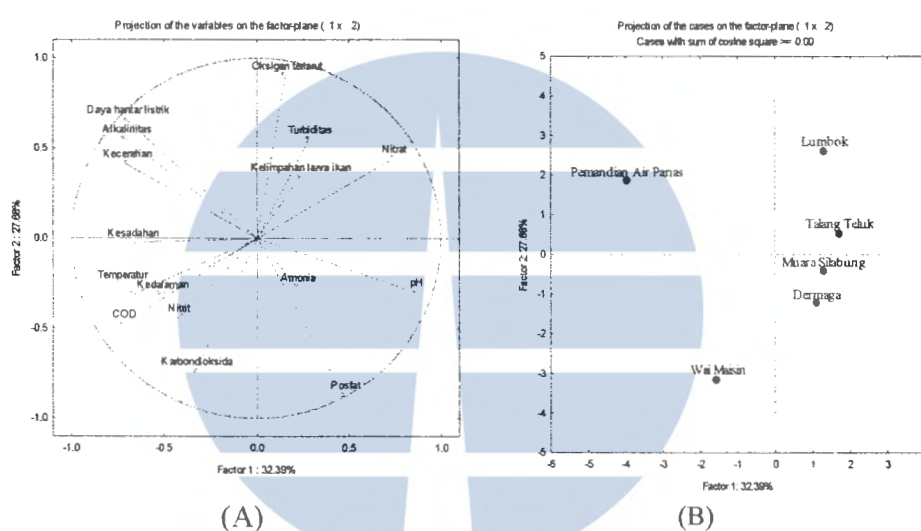
hilangnya habitat kritis ikan yang terpengaruh sebagian bergantung pada pemahaman tentang reproduksi dan kebutuhan mengenai awal sejarah kehidupan ikan dari ikan yang terkena dampaknya, walaupun sedikit yang diketahui tentang penggunaan daerah asuhan ikan (*nursery ground*).

Hubungan antara kelimpahan larva ikan dengan karakteristik fisika, kimia perairan dianalisis dengan menggunakan metode analisis komponen utama. Parameter fisika kimia perairan antara lain suhu air, kedalaman, pH, kecerahan, turbiditas, daya hantar listrik (DHL), kesadahan, COD, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>4</sub>, total alkalinitas dan fosfat.

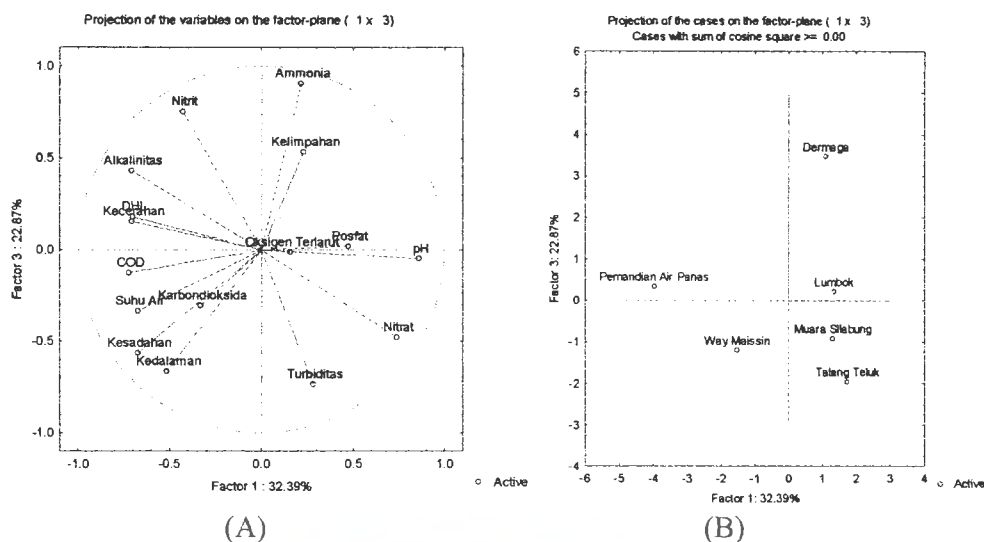
Hasil analisis PCA terhadap korelasi data parameter fisika kimia pada ke-6 stasiun seperti tertera pada Lampiran 7, menghasilkan ragam pada komponen utama 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 32,38 % ; 27,68% ; dan 22,86%. Dengan total ragam yang terjelaskan dari ke-3 komponen adalah 82,93 %. Nilai kumulatif komponen yang didapatkan dianggap telah cukup kuat untuk mewakili semua variabel yang ada di dalam tabel PCA (*principle component analysis*) (Gambar 4.2 dan Gambar 4.3). Grafik analisis komponen utama pada sumbu faktorial 1 dan 2 pada Gambar 4.2 dan grafik analisa komponen utama pada sumbu faktorial 1 dan 3 pada Gambar 4.3.

Pengelompokan stasiun hasil PCA (*principle component analysis*) dijelaskan dapat dikelompokkan berdasarkan penciri habitatnya. Hasil analisa PCA didapatkan bahwa kelimpahan larva ikan didukung oleh turbiditas, nitrat, dan oksigen terlarut yang masih dalam standar baku mutu kehidupan hewan akuatik seperti, ikan. Kelimpahan larva ikan dipengaruhi oleh pH, konduktivitas, oksigen

terlarut dan berhubungan dengan nilai antara variabel lingkungan (Gogola, 2010). Hasil analisis komponen utama dari parameter lingkungan dan kelimpahan larva menunjukkan nilai rendah untuk suhu, konduktivitas listrik, dan dengan konsentrasi oksigen terlarut dan pH yang tinggi. Strategi reproduksi dapat meminimalkan pemangsa dan memaksimalkan pemanfaatan makanan, karena memungkinkan ikan untuk mencapai tahap perkembangan lanjutan, sementara sebagian besar spesies lain bertelur (Bialetzki *et al.*, 2002).



Gambar 4.2 Grafik analisis komponen utama pada sumbu faktorial 1 dan 2. Sebaran parameter lingkungan (A) dan sebaran stasiun (B).



Gambar 4.3 Grafik analisis komponen utama pada sumbu faktorial 1 dan 3. Sebaran parameter lingkungan (A) dan sebaran stasiun (B).

Pengelompokan stasiun penelitian berdasarkan PCA memperlihatkan adanya empat kelompok stasiun. Stasiun kelompok pertama terdiri dari Muara Silabung dan Dermaga yang dicirikan oleh amonia yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan lokasi ini banyak terdapat lokasi pemukiman penduduk dan areal pertanian. Hal ini dapat dikarenakan adanya sejumlah pupuk atau bahan pertanian yang turun terbawa air hujan. Ammonia di perairan bersumber dari pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur (Effendie, 2003).

Stasiun Kelompok kedua terdiri dari Lumbok dan Talang Teluk yang dicirikan dengan nilai turbiditas yang tinggi. Nilai turbiditas yang tinggi menguntungkan larva ikan yang hidup pada stasiun Lumbok dan Talang Teluk. Kekeruhan berpengaruh terhadap jarak pandang organisme akuatik. Larva ikan memanfaatkan turbiditas (kekeruhan) untuk menghindari dari serangan predator. Kekeruhan yang tinggi dapat mengurangi keberhasilan predator yang memakan



ikan, dan dapat menurunkan keberhasilan mencari makan dari pesaing lainnya (Richardson *et al.*, 1995).

Stasiun kelompok ketiga terdiri dari Way Maissin dicirikan oleh karbondioksida dan COD yang cukup tinggi, dan nilai nitrit yang rendah. Nilai karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam perairan ini tergolong tinggi hal ini dapat dikarenakan masih banyaknya tumbuhan dan memungkinkan banyaknya aktivitas yang menjadikan nilai karbondioksida meningkat. Kadar karbondioksida di perairan dapat mengalami pengurangan bahkan hilang diakibatkan proses fotosintesis, *evaporasi* dan *agatasi* air (Effendie, 2003). Perairan yang memiliki nilai COD yang tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian (Effendi, 2003). Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l (UNESCO/WHO/UNEP, 1996). Nilai nitrit yang rendah dan masih ditoleransi bagi kehidupan ikan, termasuk larva ikan. Nitrit merupakan senyawa transisi nitrogen yang memiliki sifat toksik pada organisme sehingga nilainya tidak boleh terlalu tinggi (Boyd, 1979).

Stasiun kelompok keempat terdiri dari Pemandian Air Panas dicirikan oleh nilai total alkalinitas dan hardness (kesadahan) yang cukup tinggi. Di perairan yang memiliki nilai alkalinitas rendah dapat menyebabkan perubahan pH, sehingga perairan dengan alkalinitas lebih tinggi mempunyai system penyangga yang baik. Perairan dengan nilai alkalinitas yang terlalu tinggi tidak disukai oleh organisme akuatik karena biasanya diikuti dengan nilai kesadahan yang tinggi atau kadar garam natrium yang tinggi (Effendi, 2003).

### C. Rekonstruksi Filogeni

Keanekaragaman ikan yang relatif tinggi di perairan Indonesia yang didukung oleh adanya kondisi habitat perairan yang bervariasi. Danau Ranau merupakan sebuah danau tektonovulkanik yang menyimpan beberapa jenis ikan konsumsi dan ekonomis. Penelitian ini dilakukan melalui rangkaian gen mtDNA COI untuk membahas hubungan filogenetik antara larva ikan di danau Ranau. Selama dekade terakhir, urutan mitokondria *cytochrome-c oxidase subunit 1* (COI) fragmen gen pada hewan telah menjadi salah satu alat yang paling banyak digunakan dan efektif untuk identifikasi dan penemuan spesies (Trivedi *et al.*, 2016).

Keanekaragaman hayati merupakan pengetahuan yang penting dalam memahami pendekatan pengelolaan spesies yang berkelanjutan. Dalam penelitian ini, membahas hubungan genetik antara spesies larva-larva ikan dengan memanfaatkan fragmen sebagian dari *mitochondrial c oxidase subunit-1 gene* (COI). Upaya mengevaluasi keanekaragaman hayati dengan benar, penting untuk memperjelas batas spesies, keterkaitan, dan hubungan filogenetik (Frankham *et al.*, 2002).

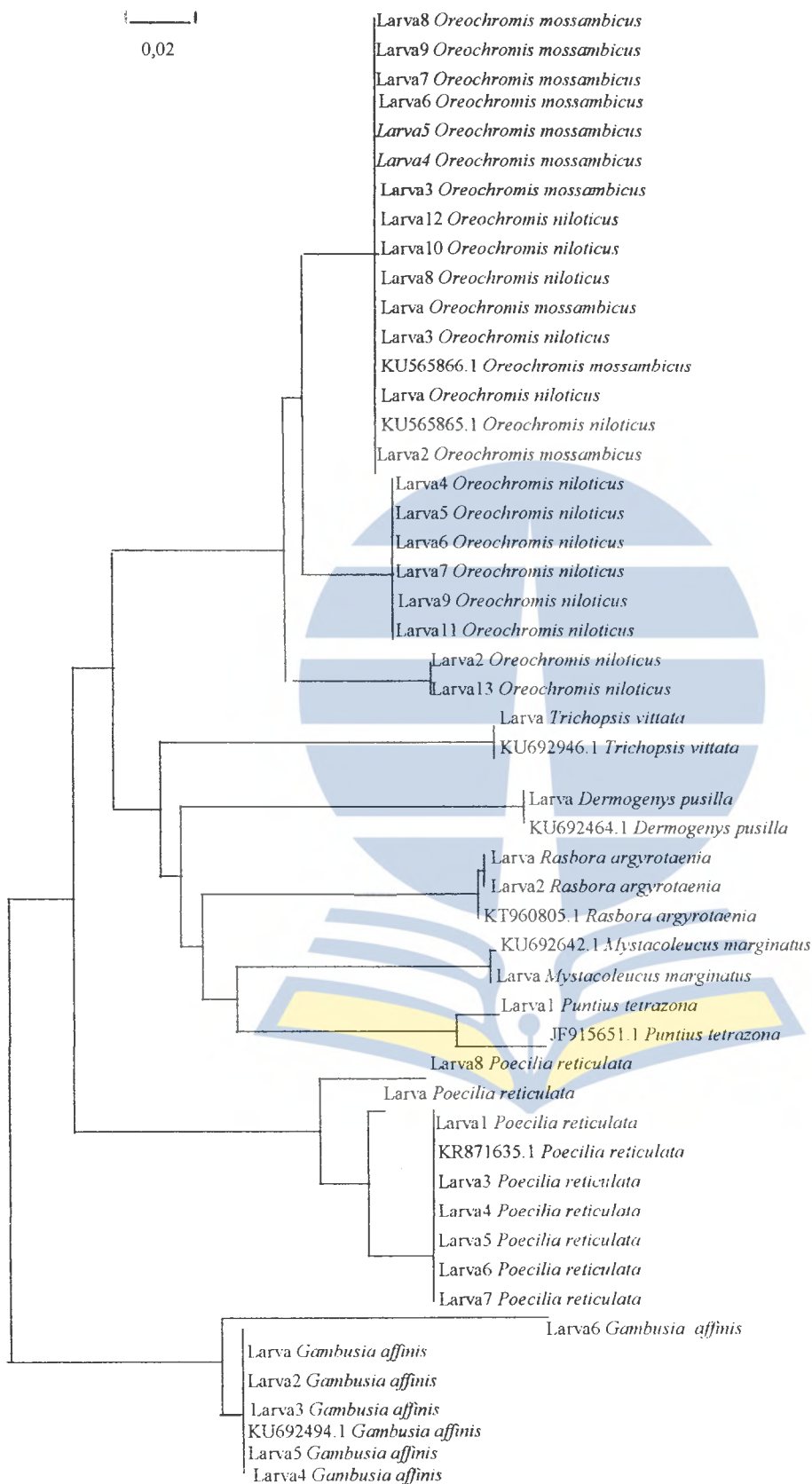
Hubungan genetik spesies yang sesuai secara genetik sebanyak 42 sampel jaringan spesies larva-larva ikan dikumpulkan pada saat survey lapangan di Danau Ranau. Hasilnya menunjukkan spesies yang berbeda yang menyimpang relatif baru dari nenek moyang yang sama. Penanda molekuler, wilayah 570 bp dari gen *cytochrome c oxidase I* (COI) telah berhasil ditemukan sebagai spesies spesifik, dan juga lebih bervariasi antar spesies daripada spesies (Hebert, 2003). Penelitian identifikasi sekuen DNA merupakan langkah penting untuk memahami

hubungan evolusi larva-larva ikan yang hidup di Danau Ranau.

Informasi mengenai hubungan evolusioner garis keturunan genetik dapat diperoleh dari sekuen DNA melalui rekonstruksi filogeni (Freeland, 2005). Pohon filogeni mencerminkan berapa banyak perubahan genetik telah terjadi dan berapa banyak waktu telah berlalu, karena garis keturunan terbelah satu sama lain, karena panjang cabang mencerminkan jarak evolusioner antara dua titik di pohon. Analisis filogenetik sangat berharga dalam biologi evolusioner, pohon sesuai untuk kelompok taksonomi pada tingkat spesies dan seterusnya, yang telah mengalami masa isolasi reproduksi cukup lama untuk memungkinkan fiksasi alel yang berbeda (Freeland, 2005). Pohon filogeni larva-larva ikan di Danau Ranau menunjukkan informasi mengenai hubungan evolusioner garis keturunan genetik hasil identifikasi sekuen DNA.

Penelitian dilakukan melalui analisis parsial mtDNA untuk membahas filogenetik hubungan diantara spesies larva-larva ikan. Penelitian analisis filogeni membahas hubungan genetik antara spesies ikan di Danau Ranau dengan memanfaatkan fragmen sebagian dari *mitochondrial C oxidase subunit-I gene* (CO1). Hasil analisis sekuen dna pada 42 spesies larva ikan yang dikumpulkan dari Danau Ranau dipilih untuk dipelajari hubungan kekerabatannya. Spesies larva-larva ikan Danau Ranau antara lain *Rasbora argyrotaenia*, *Puntius tetrazona*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Dermogenys pusilla*, *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Mystacoleucus marginatus*, dan *Trichopsis vittata*.





Gambar 4.4 Analisa pohon neighbor-joining dari COI sekuening larva ikan di Danau Ranau, Sumsel

Posisi organisme pada pohon filogeni umumnya didasarkan pada kesamaan genetik mereka satu sama lain. Pohon filogeni pada Gambar 4.4 yang menunjukkan hubungan evolusioner yang disimpulkan di antara beberapa spesies larva-larva ikan, genus dan famili. Organisme dari spesies yang berbeda dari genus yang sama akan berdekatan satu sama lain di pohon, pada genera yang berbeda tentunya jarak lebih jauh pada pohon filogeni, seperti pada *Oreochromis mossambicus* dan *Gambusia affinis*.

Salah satu cara untuk mengukur genetik dengan dua individu adalah dengan memperkirakan jarak genetik di antara keduanya. Ada banyak cara yang berbeda untuk melakukan hal ini, salah satu yang paling umum adalah jarak genetik Nei (1972). Pasangan primer Fish-COI-F dan COI-Fish-R yang digunakan dalam penelitian ini ditemukan menghasilkan angka yang berbeda dari pasangan basa. Ini menunjukkan adanya kolam gen terpisah untuk spesies ini. Hasil yang sama diperoleh saat jarak genetik dihitung untuk spesies ikan lainnya (Lakra *et al.*, 2007).

Dendogram NJ (*Neighbour Joining*) berdasarkan jarak genetik berpasangan menunjukkan segregasi *Oreochromis mossambicus* dan *Oreochromis niloticus* dalam satu klaster (Gambar 4.3). *Rasbora argyrotaenia*, *Puntius tetrazona*, *Dermogenys pusilla*, *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Mystacoleucus marginatus*, dan *Trichopsis vittata* pada kelompok lain dengan jarak simpul berkisar antara 0,207 menjadi 0,234 (Tabel 4.3). Estimasi NJ dan estimasi bootstrap dalam penelitian ini menunjukkan jarak genetik minimum (0,278) antara kedua spesies ini (*Poecilia reticulata* dan *Mystacoleucus marginatus*), yang menekankan hubungan evolusioner dan juga perbedaannya

akhir-akhir ini. Bila urutan larva ikan individu dibandingkan dengan spesies yang sama, mereka menunjukkan profil yang hampir sama. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa populasi masing-masing spesies hampir homogen (Meffe & Vrijenhoek, 1988). Jarak genetik rata-rata antara spesies larva ikan ditemukan cukup tinggi. Ini menunjukkan adanya kolam gen terpisah untuk spesies ini.

Tabel 4.3. Jarak genetik rata-rata diantara grup larva-larva ikan

	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Poecilia reticulata</i>								
<i>Gambusia affinis</i>	0,207							
<i>Rasbora argyrotaenia</i>	0,257	0,251						
<i>Oreochromis mossambicus</i>	0,227	0,229	0,224					
<i>Oreochromis niloticus</i>	0,235	0,230	0,221	0,035				
<i>Mystacoleucus marginatus</i>	0,278	0,281	0,193	0,224	0,221			
<i>Puntius tetrazona</i>	0,248	0,256	0,214	0,240	0,234	0,189		
<i>Dermogenys pusilla</i>	0,256	0,262	0,226	0,236	0,239	0,243	0,217	
<i>Trichopsis vittata</i>	0,257	0,276	0,220	0,214	0,233	0,248	0,273	0,234

Pada Tabel 4.3 tentang jarak genetik rata-rata diantara grup larva-larva ikan mengenai estimasi secara evolusioner berpcncarnya diantara sekuen grup larva-larva ikan. Jumlah dari substitusi dasar setiap situs dari rata-rata semua sekuen diantara grup telah ditunjukkan. Analisis dilakukan menggunakan model Kimura 2-parameter menggunakan program MEGA6. Analisis dilakukan pada 51 nucleotide sekuen. Posisi kodon termasuk posisi pertama, kedua dan ketiga. Semua posisi memiliki gap dan dapat dieliminasi data yang hilang.

Secara keseluruhan hasil penelitian yang diperoleh menjelaskan bahwa larva-larva ikan antar populasi memiliki jarak genetik yang dekat antar satu dengan yang lain. Kedekatan genetik antar populasi memberikan dugaan bahwa diantara populasi tersebut berasal dari kelompok keturunan yang sama. Genom mitokondria memiliki banyak sifat yang membuatnya berguna untuk merekonstruksi filogenetik. Fitur yang paling penting adalah warisan klonalnya.



Genom mitokondria ikan adalah haploid dan nampaknya tidak rekombinasi. Oleh karena itu, evolusi dari molekul itu sesuai persis dengan model pohon evolusi bifurkasi. Mitokondria DNA berkembang lebih cepat daripada kebanyakan gen inti, memungkinkan informasi identifikasi karakter filogenetik di antara spesies dan populasi keduanya terkait erat (Kocher & Stepien, 1997).

Sebelum dilakukan penelitian identifikasi sekuen DNA ini belum ada catatan ilmiah mengenai komposisi larva ikan dan identifikasi larva ikan di Danau Ranau. Hasil identifikasi sekuen DNA didapatkan 9 jenis larva ikan yang didapatkan di Danau Ranau, meliputi *Rasbora argyrotaenia*, *Puntius tetrazona*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Dermogenys pusilla*, *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Mystacoleucus marginatus*, dan *Trichopsis vittata*. Pendekatan molekuler melalui aplikasi teknik sekuen DNA dapat menjadi landasan dalam upaya pengelolaan sumber daya ikan di perairan umum. Pemanfaatan teknik ini dalam mengidentifikasi spesies pada stadia awal kehidupan ikan di Danau Ranau menginformasikan sembilan spesies yang ikan air tawar yang memijah di ekosistem Danau Ranau. Memberikan informasi pentingnya habitat Danau Ranau sebagai tempat pemijahan ikan dan kehidupan ikan.

Rekonstruksi filogeni dari kelompok larva-larva ikan yang ditemukan di Danau Ranau. Rekonstruksi filogenetik yang didapat dari data oleh masing-masing daerah gen mtDNA menggunakan penanda molekuler COI. Hasil analisis dengan model tunggal diterapkan pada keseluruhan dataset dan hasil ini sangat mirip dengan yang digunakan parsimony dan maximum-likelihood. Temuan dari penelitian ini memberikan manfaat tentang taksonomi larva-larva ikan di Danau

Ranau, dan mengatur penelitian di masa depan yang berurusan dengan taksonomi, konservasi, dan koevaluasi.

*Oreochromis niloticus* dan *Oreochromis mossambicus* merupakan spesies invasif yang memiliki potensi tinggi sebagai spesies yang banyak dibudidayakan sebagai komoditas ikan konsumsi di Keramba Jaring Apung (KJA) masyarakat di Danau Ranau. Hal ini sesuai pernyataan Hubert *et al.*,(2015) bahwa spesies invasif seperti *Oreochromis niloticus* dan *Oreochromis mossambicus*, ikan gupi seperti *Poecilia reticulata* di Indonesia memiliki potensi tinggi untuk akuakultur dan terkadang mendominasi biomassa komunitas ikan, walaupun beberapa kandidat spesies milik genus yang sama sudah tersedia di ichthyofauna asli Indonesia.

Keberhasilan proses rekrutmen populasi ikan merupakan salah satu faktor penentu kondisi stok ikan di perairan. Keberhasilan proses rekrutmen sangat dipengaruhi oleh tingginya keberhasilan larva ikan untuk tumbuh dan rekrut baru (Koster & Mollman, 2000). Mengkuantifikasi dan mengklasifikasikan ichthyoplankton (larva ikan) adalah salah satu cara yang paling efektif untuk memantau proses rekrutmen pada ikan. Namun, mengidentifikasi ikan dengan benar berdasarkan karakter morfologi sangat sulit, terutama pada tahap awal perkembangan (Frantine-Silva *et al.*, 2015). Upaya melindungi berbagai jenis larva ikan yang terancam punah, pendekatan konservasi spasial harus diikuti dengan melindungi habitat larva ikan dari degradasi di Danau Ranau.

## E. Pengelolaan Larva Ikan di Danau Ranau

Larva-larva ikan yang teridentifikasi dengan sekuen DNA berdasarkan analisis urutan mitokondria cytochrome-c oksidase subunit 1 (COI) di Danau Ranau didapatkan 9 jenis larva ikan. Wibowo *et al.*, (2016) menemukan 10 jenis ikan pada tahap larva dan juvenil di rawa gambut Sungai Kumbe, Papua dengan berdasarkan analisis urutan mitokondria cytochrome-c oksidase subunit 1 (COI). Penelitian Wibowo *et al.*, (2016) menyatakan bahwa identifikasi molekuler ikan air tawar di Papua New Guinea masih pada tahap awal perkembangan dan mengantisipasi akumulasi data barcode DNA akan membantu dalam konservasi keanekaragaman hayati di wilayah ini. Peningkatan resolusi taksonomi untuk tingkat spesies untuk identifikasi larva akan berkontribusi pada pengetahuan kita tentang strategi larva, waktu dan penyebaran yang merupakan faktor fundamental dalam pengelolaan perikanan (Wibowo *et al.*, 2015). Pendekatan genetika molekuler dalam mengidentifikasi spesies ikan Cypriniformes dengan sekuen dna berguna untuk pengelolaan dan konservasi ikan (Yuan, 2010).

Ditemukannya berbagai jenis larva-larva ikan di Danau Ranau menunjukkan bahwa Danau Ranau diindikasikan sebagai habitat pemijahan (*spawning ground*), dan pengasuhan (*nursery ground*). Identifikasi larva ikan dengan teknik molekuler dapat digunakan untuk studi perilaku reproduksi ikan, estimasi tentang keanekaragaman hayati dengan mendeteksi telur dari spesies langka, serta mendefinisikan strategi lingkungan dan manajemen untuk konservasi ikan di neotropik (Becker, *et al* , 2015). Danau Ranau dapat berperan sebagai penyedia rekrut baru bagi populasi ikan di wilayah Danau Ranau dan sekitarnya. Peran dan

fungsi ekologis Danau Ranau sangat penting bagi kelangsungan stok ikan di Danau Ranau. Dalam rangka menjaga kelangsungan peran dan fungsi ekologisnya, maka Danau Ranau harus dikelola dengan baik agar fungsinya tidak terganggu dan sekaligus dapat menjadi lokasi yang sesuai untuk pemijahan, daerah asuhan, tempat mencari makan, dan tempat perlindungan kesembilan spesies larva ikan yang didapatkan di Danau Ranau, yakni *Rasbora argyrotaenia*, *Puntius tetrazona*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Dermogenys pusilla*, *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Mystacoleucus marginatus*, dan *Trichopsis vittata*.

Hasil pengamatan terhadap kelimpahan larva ikan di Danau Ranau menunjukkan bahwa di semua lokasi pengamatan selalu ditemukan larva ikan yang berlindung pada tanaman air seperti jenis *Hydrilla verticillata* dan *Eichhornia crassipes*. Hasil kelimpahan larva ikan yang tertinggi berada di stasiun Lumbok yang banyak terdapat tanaman air dibandingkan dengan stasiun penelitian lainnya. Larva ikan pada tahap awal perkembangan sampai selesainya memanfaatkan tanaman air sejenis sekumpulan makrophyta yang besar sebagai habitat tempat berlindung dan sumber makanan yang berlimpah sampai tanaman air sejenis makrophyta ini belum hanyut (Bialezki *et al.*, (2002).

Penetapan daerah perlindungan dan rehabilitasi habitat larva-larva ikan dapat menjadi opsi upaya pengelolaan untuk melindungi induk-induk ikan dan larvanya. Habitat larva-larva ikan yang ditemukan di Danau Ranau berada di pinggir danau yang terdapat tanaman air sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) dan mencari makan (*feeding ground*). Analisis filogenetik spesies ikan dihasilkan bahwa



hubungan diantara takson larva-larva ikan di Danau Ranau berdekatan. Opsi pengelolaan sumber daya ikan yang perlu dilakukan berdasarkan data spesies yang lebih pasti menggunakan identifikasi sekuen DNA, serta berdasarkan parameter fisika kimia perairan di Danau Ranau antara lain :

1. Pengaturan pembatasan ikan yang tertangkap dan perlindungan terhadap *juvenile* (anak ikan) dengan alat tangkap yang selektif terutama *juvenile* dan ikan yang belum dewasa supaya dapat dilepas kembali ke Danau untuk dapat tumbuh dan berkembang di habitat aslinya. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memberi kesempatan *juvenile* dan ikan yang belum dewasa untuk tumbuh dan berkembang.
2. Perbaiki habitat larva-larva ikan pada tanaman air di tepi danau untuk tidak diganggu sebagai daerah asuhan larva-larva ikan tumbuh dan berkembang dilakukan untuk mengurangi penurunan populasi jenis-jenis larva ikan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan nelayan untuk berpartisipasi menjaga kelestarian sumberdaya ikan di Danau Ranau. Upaya pengelolaan yang terpadu antara perlindungan kawasan daerah pemijahan (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*) ke sembilan spesies larva ikan yang didapatkan dan melakukan rehabilitasi ekosistem di dalamnya sehingga diharapkan dapat meningkatkan daya dukung lingkungan perairan Danau Ranau sebagai daerah pemijahan dan pengasuhan bagi larva ikan sehingga bisa mendukung keberhasilan proses rekrutmen populasi ikan di perairan Danau Ranau.

3. Peningkatan stok ikan (*stock enhancement*) melalui rekrutmen. Larangan mengadakan penangkapan di daerah pemijahan (*spawning ground*) atau pembesaran (*nursery ground*). Opsi ini dapat diterapkan dengan melakukan sosialisasi kepada nelayan dan masyarakat sekitar Danau untuk melepaskan induk-induk ikan yang telah matang gonad atau mengandung telur yang tertangkap oleh nelayan. Hal ini bertujuan untuk memberikan kesempatan bagi induk-induk ikan tersebut memijah / menetas telurnya di perairan, dengan demikian penambahan stok baru (rekrutmen) ke perairan akan menjadi tinggi dan ini memberi peluang kepada larva-larva ikan, ikan kecil untuk tumbuh dan berkembang biak kembali.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Di Danau Ranau, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Identifikasi spesies larva ikan di Danau Ranau dengan sekuen DNA didapatkan sembilan jenis larva ikan yang didominasi jenis ikan nila *Oreochromis niloticus*. Kelimpahan larva ikan didukung oleh kondisi perairan dan perlu upaya untuk melindungi habitat larva ikan yang diketahui jenisnya berdasarkan analisa sekuen DNA dan berbagai jenis larva ikan. Danau Ranau mempunyai peran dan fungsi ekologis yang penting karena ekosistem Danau Ranau merupakan habitat pemijahan dan pengasuhan serta mencari makan bagi populasi ikan.
2. Opsi pengelolaan dengan perbaikan habitat larva-larva ikan pada tanaman air di tepi danau untuk tidak diganggu sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*) ke sembilan jenis larva-larva ikan untuk tumbuh dan berkembang dilakukan untuk mengurangi penurunan populasi jenis-jenis larva ikan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan nelayan untuk berpartisipasi menjaga kelestarian sumberdaya ikan di Danau Ranau, serta melakukan pengaturan pembatasan ikan yang tertangkap dengan alat tangkap terutama juvenile

dan ikan kecil supaya dapat dilepas kembali ke danau untuk dapat tumbuh dan berkembang di habitat aslinya

## **B. Saran**

Sebaiknya dilakukan pengelolaan perikanan danau Ranau yang berbasis zonasi untuk perlindungan habitat. Pendekatan konservasi spasial perlu dilakukan untuk perlindungan habitat larva ikan (*nursery ground*) dari degradasi di Danau Ranau.





## DAFTAR PUSTAKA

- Azmir, I. A., Esa, Y., Amin, S.M.N., Md Yasin, I.S., Md Yusof, F.Z. (2017). Identification of larval fish in mangrove areas of Peninsular Malaysia using morphology and DNA barcoding methods. *Journal of Applied Ichthyology*. 33: 1-9.
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P. V., Baumgartner. (2002). Spatial and temporal distribution of larvae and juveniles of *Hoplias Aff. Malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) in the Upper Parana River Floodplain, Brazil. *Journal of Biology*. 62: 211-222.
- Becker, R.A., Sales, N. G. , Santos, G. M., Santos, G. B., Carvalho, D. C. (2015). DNA Barcoding and morphological identification of neotropical ichthyoplankton from the Upper Parana and Sao Francisco. *Journal of Fish Biology*. 87: 159-168
- Boyd, C.E. (1979). Water quality in warm water fish ponds. USA: Craftmaster Auburn Printers Inc.
- Chow, S., Nohara, K., Tanabe, T., Itoh, T., Tsuji, S., Nishikawa, Y., Ueyanagi, S., Uchikawa, K. (2003). Genetic and morphological identification of larval and small juvenile tunas (pisces: Scombridae) caught by a mid water trawl in the Western Pacific. *Bulletin Fishery Resources Agen*. 8: 1-14.
- Cole K.S. (2008). Observations on spawning behavior and periodicity in the bluegreen chromis (Pomacentridae: *Chromis viridis*), in Madang Lagoon, Papua New Guinea. *Aqua*. 4(1): 27 - 34.
- Dahuri, R. (2012, 26 Maret). Sektor kelautan sebagai pintu ekonomi daerah. [Internet]. [diunduh 2016 November 11]. Tersedia pada: <http://perikanan.unmm.ac.id/ar/berita/sektor-kelautan-sebagai-pintu-ekonomi-daerah.html>.]
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fatchiyah. (2005). Polymerase chain reaction (PCR): dasar teknik amplifikasi DNA. [Internet]. [diunduh 2016 November 11]. Tersedia pada: <http://fatchiyah.lecture.ub.ac.id/general/bbbb/.html>.]
- Fatchiyah, Arumingtyas, E. L., Widyarti, S. dan Rahayu, S. (2011). *Biologi molekular : prinsip dasar analisis*. Jakarta: Erlangga.
- Frankham, R., Ballou, J.D., & Briscoe, D.A. (2002). Introduction to Conservation Genetics. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Frantine-Silva, W., Sofia, S. H., Orsi, M. L., and Almeida, F. S. (2015). DNA

- barcoding of freshwater ichthyoplankton in the Neotropics as a tool for ecological monitoring. *Molecular Ecology Resources* . 15: 1226–1237.
- Freeland, J.R. (2005). *Molecular ecology*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Fuentes, M.L.E., Coto, C.F., Anorve, L.S., García, F.Z., (2009). Vertical distribution of zooplankton biomass and ichthyoplankton density an annual cycle on the Continental Shelf of the Southern Gulf Of Mexico. *Revista of Biología Marina Oceanografía*. 44(2): 477-488.
- Gogola, T.M., Daga ,V.S., da Silva, P.R.L., Paulo V. Sanches, P.V., Gubiani, E.A., Baumgartner, G., & Delariva, R.L. (2010). Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology* . 8(2): 341-349.
- Hall, T.A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symp Ser* . 4: 95–98.
- Hebert, P.D.N., Sujeewan R, Jeremy R. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit I divergences among closely related species. *Proceeding Biology Science*. 270: S96–S99.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L., & deWaard, J.R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceeding The Royal Society* . 270: 313–321
- Holland, L.E. (1986). Distribution of early life history stages of fishes in selected pools of the Upper Mississippi River. *Hydrobiologia*. 136: 121-130.
- Hubert, N., Trottin, E.D., Irisson, J.O, Meyer,C., Planes, S. (2010). Short communication : Identifying coral reef fish larvae through DNA barcoding: A test case with the families Acanthuridae and Holocentridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution Journal*. 55(3): 1195-1203.
- Hubert , N., Kadarusman., Wibowo, A., Busson, F., Caruso, D., Sulandari, S., Nafiqoh, N., Pouyaud, L., Ruber, L., Avarre, J.C., Herder, F., Hanner, R., Keith, P., Hadiaty, R.K.. (2015). Review : DNA Barcoding Indonesian freshwater fishes: challenges and prospects. *DNA Barcodes*. 3: 144 -169.
- Husnah, Eko,P., Aida, S.N. (2007). Kualitas perairan Sungai Musi bagian hilir ditinjau dari karakteristik fisika kimia dan struktur komunitas makrozoobenthos. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 13(3): 167-177.
- Irmawati. (2016). *Genetika populasi ikan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ivanova, N.V., Zemlak, T.S., Hanner, R.H., and Hebert, P.D.N. (2007). Universal

- primer cocktails for fish DNA barcoding. *Molecular Ecology Notes*. 7: 544-548.
- Kartamihardja, E.S., Purnomo, K., dan Umar, C. (2007). Sumberdaya ikan perairan umum daratan terabaikan. Makalah disajikan pada Prosiding Simposium Badan Riset Kelautan dan Perikanan. 7 Agustus 2007. Jakarta: DKP.
- King, M. (1995). *Fisheries biology. Assesment and management*. England: Blackwell Science Ltd.
- Kocher, T.D., and Stepien, C.A. (1997). *Molecular systematics fishes*. United States Of America: Academic Press.
- Koster, F.W., and Mollmann, C. (2000). Trophodynamic control by clupeid predators on recruitment success in Baltic cod. *ICES Journal of Marine Science*. 57: 310 – 323.
- Lakra, W.S., Goswami, M., Mohindra, V. Lal, K.K., & P. Punia. (2007). Molecular identification of five Indian sciaenids (pisces: perciformes, sciaenidae) using RAPD markers. *Hydrobiologia*. 43: 359–363.
- Leis, J.M., and Carson-Ewart, B.M., (ed.) (2004). *Fauna melanesia handbook. : The Larvae of Indo-Pacific coastal fishes: an identification guide to marine fish larvae*. Boston: Brill, Leiden.
- Makri, Subagdja, dan Atminarso, D. (2014). Keanekaragaman jenis ikan hasil tangkapan dengan alat tangkap di Danau Ranau, Sumatera Selatan. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Perikanan Indonesia. 20-21 November 2014. Jakarta: STP Jakarta.
- Makri. (2015). Sumberdaya ikan hias *Puntius tetrazona* di Danau Ranau Provinsi OKU Selatan Sumatera Selatan. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Perikanan Indonesia. 19-20 November 2015. Jakarta: STP Jakarta.
- Marc, K., Robert, B.B., & Brian, R. (ed.) (2009). Trends in fishery genetics.. In: *The future of fisheries science in North America*. Berlin: Springer Science.
- Mamangkey, J. J., Sulistiono, Sjafei, D. S., Soedharma, D., Sukimin, S., dan Nugroho, E. (2007). Keragaman genetik ikan endemik Butini (*Glossogobius matanensis*) berdasarkan penanda random amplified polymorphism DNA (RAPD) di Danau Towuti Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2(3): 389-397.
- Meffe, G.K. & Vrijenhoek, R.C. (1988). Conservation genetics in the management of desert fishes. *Conservation Biology*. 2: 157-169.
- Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *American Naturalist*. 106:

283-292.

- Nugroho, Estu., W. Hadie, dan Sudarto. (2003). Variasi genetik ikan baung (*Mystus nemurus*) dari beberapa Waduk di Jawa yang dianalisis dengan marker mitokondria D-Loop. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 9(1): 1-5.
- Nontji, A. (2017). Danau-danau alami nusantara. Jakarta: Pusat Penelitian Limnologi Lipi Masyarakat Limnologi Indonesia.
- Ondara. (1996). Overview Tentang kajian ichthyoplankton. *Prosiding Kumpulan Makalah Seminar Pengkomunikasian Hasil Penelitian Perikanan Perairan Umum di Sumsel Palembang*. 4: 53-61.
- Purnomo, K. (2000). Kompetisi dan Pembagian Sumberdaya Pakan Komunitas Ikan di Waduk Wonogiri. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 6(3): 16-23.
- Raharjo, M.F., Syafei, D.S., Affandi, R.A., Sulistiono, Hutabarat, J. (2011). *Iktiologi*. Bandung: Lubuk Agung.
- Richardson, M.J., Whoriskey, F.G., & Roy, L.H. (1996). Turbidity generation and biological of an exotic fish *Carassius auratus*, Introduced into shallow seasonally anoxic ponds. *Journal of Fish Biology*. 47: 576-588.
- Romimolharto, K. dan Juwana S. (1998). *Biologi laut : Ilmu pengetahuan tentang Biota Laut*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI.
- Samuel, Makmur, S. (2012). Estimasi parameter pertumbuhan, mortalitas dan tingkat pemanfaatan ikan tawes dan nila di Danau Tempe Sulawesi Selatan. *Bawal*. 4(1): 45-52.
- Samuel, Makmur S. & Suryati N.K. (2013). *Karakteristik dan pengelolaan perikanan Danau di Indonesia*. BPPPU Palembang: Tunas Gemilang Press. BPPPU.
- Samuel dan Subagja. (2011). Karakteristik habitat dan biologi ikan mujaer (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Ranau, Sumatera Selatan. *Bawal*. 3(5): 287-297.
- Sanger, F, Nicklen, S. & Coulson, A.R. (1977). DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *National Academical Science*. 74(12): 5463-5467.
- Stouthamer, C. E., and Bain, M. B. (2012). Quantifying larval fish habitat in Shoreline and Shallow Waters of the Tidal Hudson River in section VII, Final Reports of the Tibor T. Polgar Fellowship Program in 2010. S.H. Fernald, D.J. Yozzo and H. Andreyko (eds.), 1-25.
- Sulastri, Badjoeri, M., Sudarso, Y., dan Syawal, M.S. (1999). Kondisi fisika-kimia dan biologi perairan Danau Ranau Sumatera Selatan. *Limnotek*. 6(1): 25-38.



- Syahrudin, H. (2013). Pengaruh Penggaraman terhadap Protein Ikan Layang (*Decapterus rucell*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. 2(1): 1-11.
- Thompson, J.D., Gibson, T.J., Plewniak, F., Jeanmougin, F., & Higgins, D.J. (1997). The clustal X windows interface: Flexible strategies for multiple sequences alignment aided by quality analysis tool. *Nucleic Acid Res.* 25(24): 4876-4882.
- Tamura K, J. Dudley., M. Nei & S. Kumar. (2007). MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution*. 24(8): 1596–1599.
- UNESCO/WHO/UNEP. 1996. Water quality assessments - A Guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Cambridge: University Press.
- Uriarte, I. & Fernando, V. (2005). Difference in the abundance and distribution of copepods in Two Estuaries of Bascque Coast (Bay of Biscay) in relation to pollution. *Journal of Plankton Reasearch*. 27(9): 863 – 874.
- Welcomme, R.L. (2001). Inland fisheries ecology and management. USA: Blackwell Science FAO.
- Wetzel, R.G. (2001). Limnology lake and river ecosystem. USA: Academic Press.
- Wibowo, A. (2011). Kajian bioekologi dalam rangka menentukan arah pengelolaan ikan belida (*Chitala Lopis* Bleeker 1851) di Sungai Kampar, Provinsi Riau. Bogor: Disertasi IPB.
- Wibowo, A. & Marson. (2016). Analysis of pylogenetic relationship between some resident foodfishes in Lake Toba, Indonesia Largest Lake. Makalah disajikan pada Semnaskan UGM XIII, 13 Agustus 2016. Yogyakarta: UGM Yogyakarta.
- Wibowo, A. Sloterdijk, H., & Ulrich, S.P. (2015). Identifying sumatran peat swamp fish larvae through DNA barcoding, evidence of complete life history pattern. *Procedia Chemistry*. 14: 76-84
- Wibowo, A., Wahlberg, N., Vasema, A.(2016). DNA Barcoding of Fish Larvae Reveals Uncharacterized Biodiversity in Topical Peat Swamps of New Guinea, Indonesia. *Marine and Freshwater Rresearch Journal*. 68(6): 1079-1087.
- Yuan, W.A. (2010). Diagnostic PCR to identify five rare species of Cypriniformes in China. *Molecular ecology resources* . 10(6): 1092-1097.
- Yuwono, T. (2005). Biologi Molekular. Jakarta: Erlangga.

Lampiran 1. Lokasi pengambilan sampel di Danau Ranau

Stasiun	Nama Stasiun	Koordinat	Keterangan/ Diskripsi
1	Muara Silabung	S 04°48.920' E 103°55.193	Daerah outlet atau muara Sungai Silabung.
2	Dermaga	S 04°48.758' E 103°55.643'	Dermaga utama Danau Ranau di Kecamatan Banding Agung OKU Selatan
3	Way Maissin	S 04°51.784' E 104°00.976'	Daerah dekat dengan persawahan dan pemukiman
4	Pemandian Air Panas	S 04°52.640' E 103°58.912'	Daerah lokasi merupakan obyek pariwisata serta dekat dengan pemukiman
5	Desa Lumbok	S 04°56.863' E 103°55.122'	Daerah lokasi dekat dengan pemukiman dan banyak keramba jaring apung
6	Talang Teluk	S 04°49.318' E 103°54.769'	Daerah lokasi dekat dengan pemukiman, persawahan, dan merupakan daerah penangkapan utama

## Lampiran 2 Foto lokasi pengambilan sampel



Stasiun 1. Muara Silabung



Stasiun 2. Dermaga



Stasiun 3. Way Maissin



**Stasiun 4. Pemandian Air Panas**



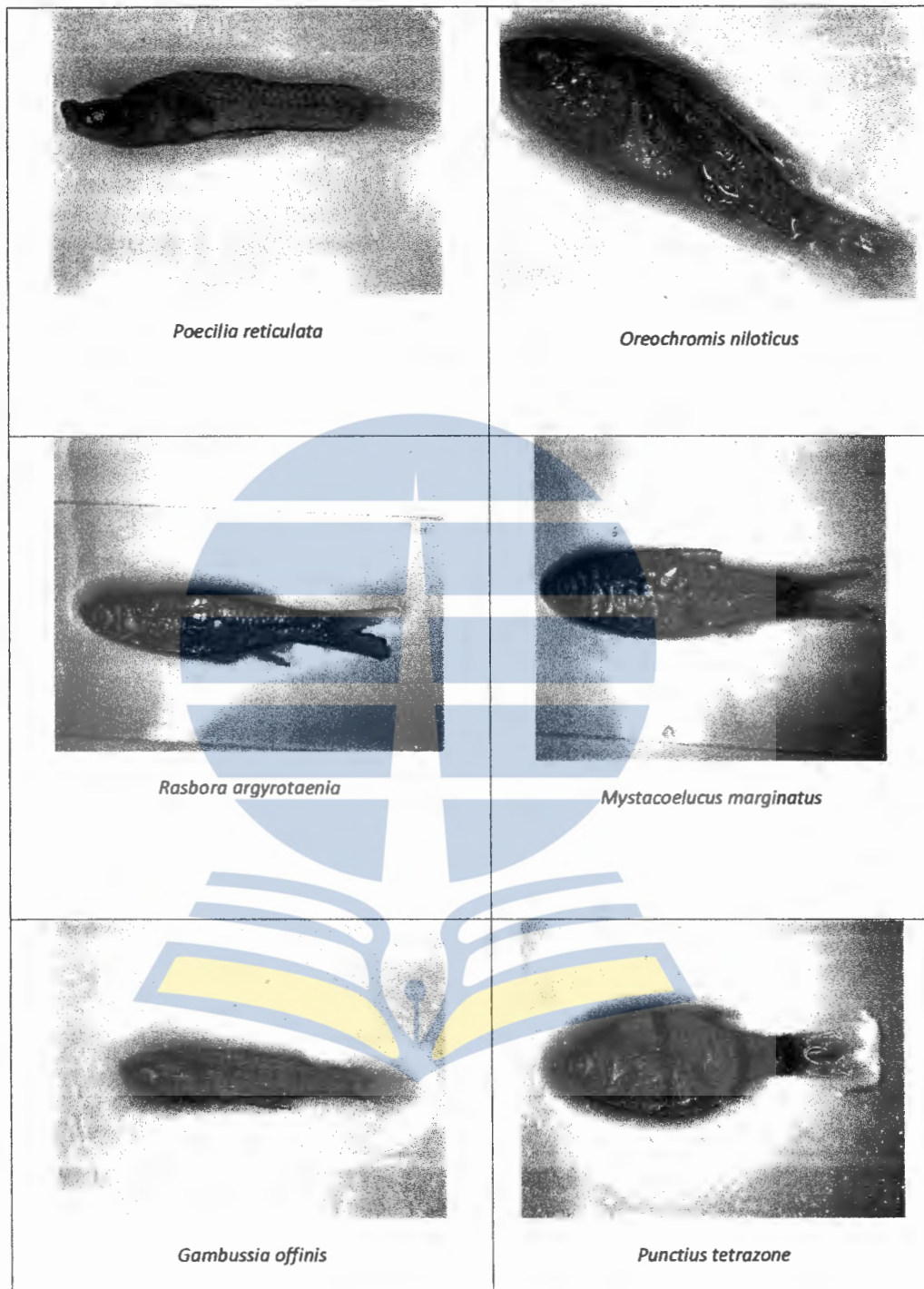
**Stasiun 5. Lombok**

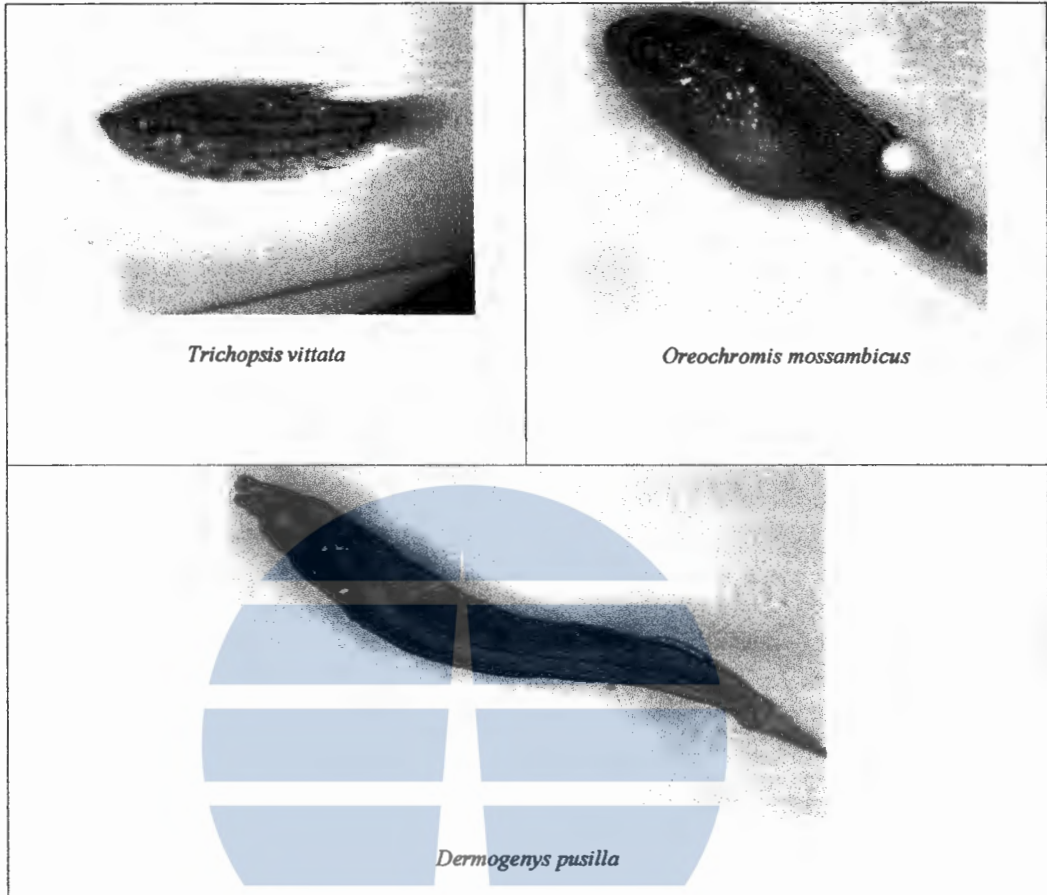


**Stasiun 6. Talang Teluk**



Lampiran 3. Foto-foto larva ikan yang didapatkan di Danau Ranau

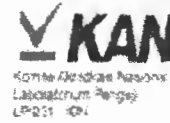




Lampiran 4. Hasil uji laboratoroium parameter kimia di perairan Danau Ranau



PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA SELATAN  
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN PERTANAHAN  
UPTD. LABORATORIUM LINGKUNGAN



Registrasi Kompetensi: Laboratorium Lingkungan  
Nomor : 0021LPJ/LABLING-1LRK/1LH

Jalan Aerobik No. 4 Kampus POM IX Palembang 30137 Telp/ Fax: (0711) 359371 Email: lab\_lng\_sumsel@yahoo.com

Lampiran No. 21 (dari 21) File (Rct)

**SERTIFIKAT HASIL UJI**  
No. 066/1231/SMU-LAB/VII/2017

Nomor Contoh : 650/1251/SPPG-ALC/VI/2017  
Jenis Contoh : Air Permukiman  
Kode Contoh : 130 s/d 165-11-07-17  
Contoh dari : 307 Mandi Mewah  
Alamat Pelanggan : Jl. Kopral Esmi No.378/4, Palembang  
Jenis Industri / Kegiatan : Perumahan  
Tanggal Penerimaan Contoh : 11 Juli 2017  
Tanggal analisis Contoh : 11 s/d 13 Juli 2017  
Pergantian Contoh : Dilakukan oleh Pihak Perusahaan.  
Abnormalitas : Tanpa Pengawat

**HASIL PENGUJIAN**

NO	PARAMETER YANG DIANALISA	SATUAN	HASIL ANALISA						PerGus. Sumac No. 16 Tahun 2005 (.AMPIRAN II)	METHODE
			190	161	162	163	.04	105		
01	Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/l	0,01	0,04	0,04	0,01	0,04	0,0044	58106-0389 20 2005	
02	COB (°)	mg/l	0,81	0,74	1,90	1,00	0,51	90	581-6389.2-2009	
03	Ptbit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	mg/l	0,241	0,018	0,012	0,083	0,241	0,263	15.13/KAL/2015	
05	fosfat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,001	0,421	0,211	0,167	0,3015	0,0015	581-06-6209 03 2004	
		mg/l	0,34	3,29	1,39	0,01	0,08	0,21	15.36/KAL/2015	

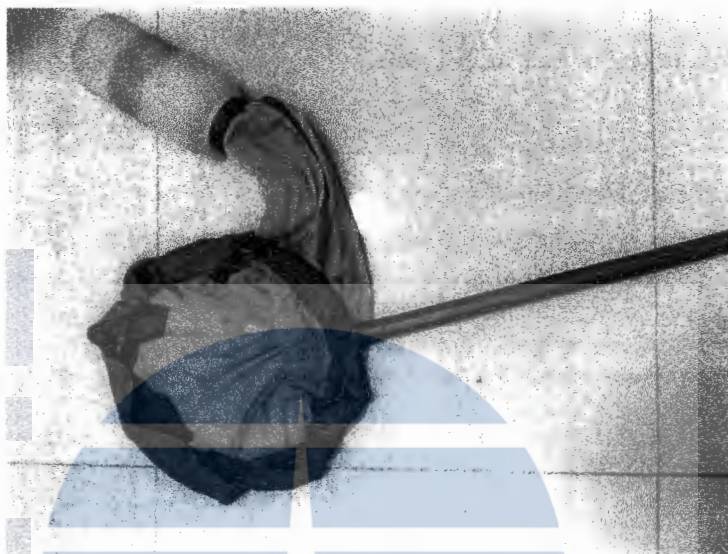
Kecamatan:  
163-11-07-17 : Stasiun I DR  
161-11-07-17 : Stasiun II DR  
162-11-07-17 : Stasiun III DR  
163-11-07-17 : Stasiun IV DR  
164-11-07-17 : Stasiun V DR  
165-11-07-17 : Stasiun VI DR

Palembang 20 Juli 2017

UPTD. Laboratorium Lingkungan  
D.S. HPHby Sumsel

**KEMAS AMIRAS SUKRI, Apt. MPH.**  
Pembaca TL1  
NIP. 19621111988031008

**Lampiran 5. Alat tangkap larva ikan yang digunakan dalam penelitian**



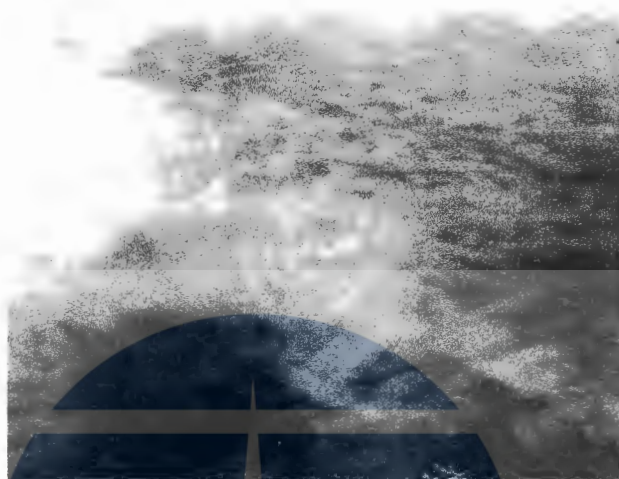
**Alat tangkap *scoop net* yang digunakan untuk menangkap larva ikan**



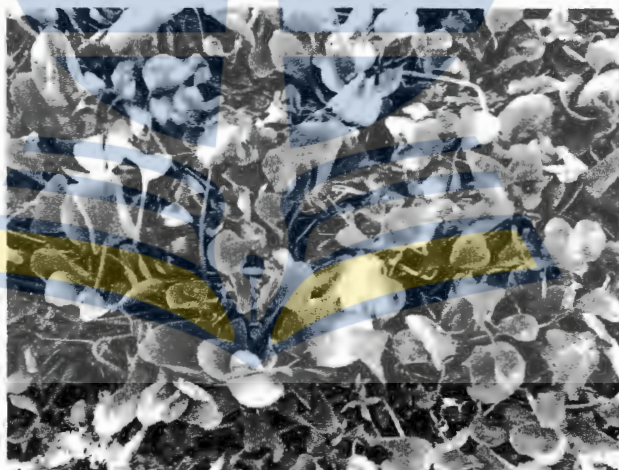


Lampiran 6. Habitat larva ikan yang berlindung pada tanaman air tepi Danau

Ranau



Tanaman air *Hydrilla verticillata*



Tanaman air *Eichhornia crassipes*

### Lampiran 7. Kegiatan penelitian di Danau Ranau



Pengukuran in situ parameter fisika kimia perairan



Lampiran 8. Kegiatan penelitian di Laboratorium Identifikasi Biologi  
Molekuler BRPPUPP, Palembang



Ekstraksi larva-larva ikan Danau Ranau



PCR sampel larva-larva ikan Danau Ranau



Elektroforesis sampel larva-larva ikan Danau Ranau



Purifikasi sampel larva-larva ikan Danau Ranau





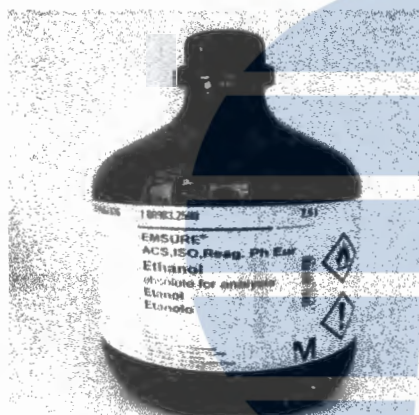
**Lampiran 9. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian****Genomic DNA mini kit *Geneaid*****Proteinase-K *Geneaid*****My Taq Bioline red mix****SDS 10%****COI-F dan COI-R****Water ddH<sub>2</sub>O**



Marker 100 bp ladder



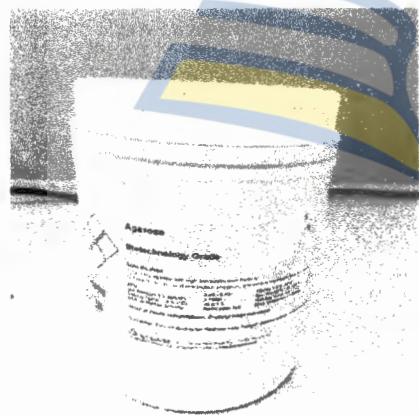
Purifikasi kit *Bioline*



Ethanol Absolute



Ethidium Bromide



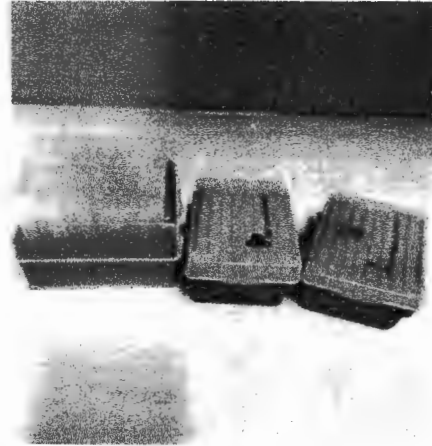
Agarose



Oven



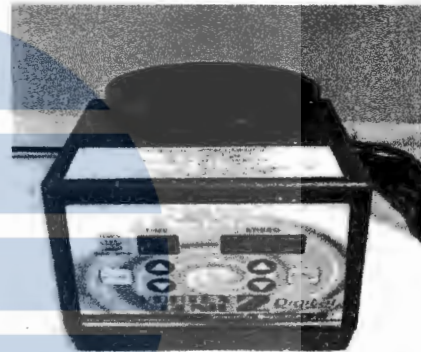
Tube 1,5 ml



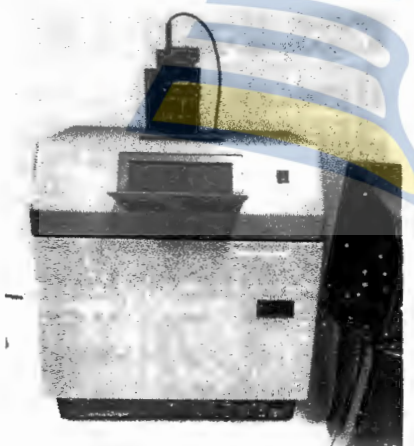
Tip beserta rak tube 10 $\mu$ l-1000  $\mu$ l



Centrifuge



Vortex



UV Gel Doc



Alat Elektroforesis

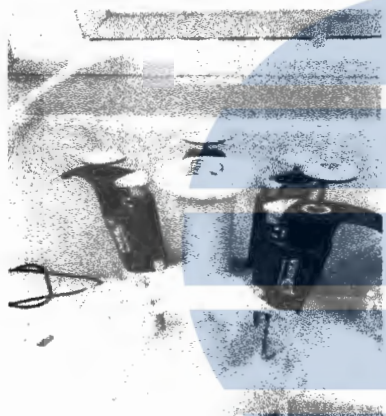




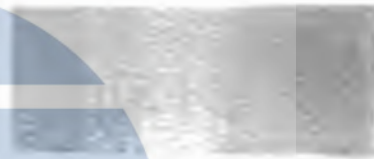
Mesin PCR



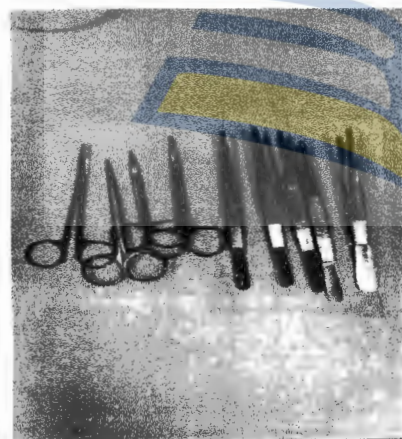
Timbangan digital *Mettler Toledo*



Mikropip



Tube 0,2 ml *Plate*



Gunting