

**SKRIPSI**

**DNA *BARCODE* IKAN LAIS (Famili Siluridae)  
BERDASARKAN GEN SITOKROM C OKSIDASE SUBUNIT I  
(COI)**

***DNA BARCODE OF GLASS CATFISH  
(Siluridae Family) BASED ON CYTOCHROME C OXIDASE  
SUBUNIT I (COI)***



**Indriani Agustini  
05051381621032**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN PERIKANAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## SUMMARY

**INDRIANI AGUSTINI.** DNA *Barcode* Of Glass Catfish (Siluridae Family) Based On Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI). (Supervised by **MOCHAMAD SYAIFUDIN and DADE JUBAEDAH**).

Glass catfish in Indonesia known as Lais, found in Sumatra, Kalimantan and Java. Glass catfish is very important to be conserved and cultured for consumption and ornamental fish. The purpose of this study were to determine the gene sequence of the Cytochrome C Oxidase Subunit I Mitochondrial DNA, to know the percentage nucleotides similarity between species, to construct the genetic distance between species, and to know the chemical physical parameters of the waters of glass catfish habitat in Lematang River, Muara Enim and Kelekar River, Ogan Ilir. The method used in barcoding species and determining phylogenetic were DNA isolation, DNA amplification using PCR (*Polymerase Chain Reaction*) and sequencing of COI gene regions of mtDNA. This research was conducted from September – November 2020. The length of COI gene of glass catfish nucleotides was approximately 693 bp. Glass catfish from the Kelekar River indicated the highest percentage with a subcluster *Phalacronotus bleekeri* (KF805378.1) originating from Thailand 92.29% and *Phalacronotus apogon* (EF609377.1) originating from Australia 92.21%, while the sample of glass catfish from Lematang River showed the highest with subcluster *Ompok hypophthalmus* originating from Riau 91.63% (MK473378.1). The water qualities in the Kelekar and Lematang River were temperature 29.1 – 32.0°C, pH 7.1 – 7.5, dissolved oxygen 4.5 – 5.5 mg L<sup>-1</sup>, water transparency 25 – 40 cm, alkalinity 10 – 25 mg L<sup>-1</sup>, ammonia 0.16 – 0.57 mg L<sup>-1</sup>, and TDS 23 – 37 mg L<sup>-1</sup>.

Keywords : Siluridae Family, Kelekar River, Lematang River.

## RINGKASAN

**INDRIANI AGUSTINI.** DNA *Barcode* Ikan Lais (Famili Siluridae) Berdasarkan Gen Sitokrom Oksidase Subunit I (COI). (Dibimbing oleh **MOCHAMAD SYAIFUDIN and DADE JUBAEDAH**).

Ikan lais di Indonesia hidup di perairan Sumatera, Kalimantan dan Jawa. Ikan lais sangat penting untuk dilestarikan dan di budidayakan baik untuk konsumsi maupun sebagai ikan hias. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sekuen gen *Cytochrome C Oxidase Subunit I* DNA Mitokondria pada ikan lais, mengetahui persentase kemiripan nukleotida, mengkonstruksi jarak genetik dan filogenetik antar spesies ikan lais dan mengetahui parameter fisika kimia perairan habitat ikan lais di Sungai Lematang, Muara Enim dan Sungai Kelekar, Ogan Ilir. Metode yang digunakan dalam *barcoding* spesies dan menentukan kekerabatan genetik adalah isolasi DNA, amplifikasi DNA menggunakan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan sekuensing daerah gen COI pada mtDNA. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September – November 2020. Hasil sekuensing gen COI diperoleh panjang nukleotida ikan lais sebesar 693 bp. Ikan lais asal Sungai Kelekar memiliki persentase tertinggi dengan *subcluster Phalacronotus bleekeri* (KF805378.1) yang berasal dari Thailand 92,29% dan *Phalacronotus apogon* (EF609377.1) yang berasal dari Australia 92,21%, sedangkan sampel ikan lais asal Sungai Lematang memiliki persentase tertinggi dengan *subcluster Ompok hypophthalmus* yang berasal dari Riau 91,63% (MK473378.1). Hasil pengukuran kualitas air di Sungai Kelekar dan Sungai Lematang yaitu suhu berkisar 29,1 – 32,0°C, pH 7,1 – 7,5, DO 4,5 – 5,5 mg L<sup>-1</sup>, kecerahan 25 – 40 cm, alkalinitas 10 – 25 mg L<sup>-1</sup>, amonia 0,16 – 0,57 mg L<sup>-1</sup>, dan TDS 23 – 37 mg L<sup>-1</sup>.

Kata kunci : Ikan lais (Famili Siluridae), Sungai Kelekar, Sungai Lematang.

# SKRIPSI

## DNA *BARCODE* IKAN LAIS (Famili Siluridae) BERDASARKAN GEN SITOKROM C OKSIDASE SUBUNIT I (COI)

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Indriani Agustini**  
**05051381621032**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN PERIKANAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

### DNA *BARCODE* IKAN LAIS (Famili Siluridae) BERDASARKAN GEN SITOKROM C OKSIDASE SUBUNIT I (COI)

### SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Perikanan pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

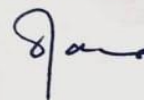
**Indriani Agustini**  
05051381621032

**Pembimbing I**

**Indralaya, Juli 2021**  
**Pembimbing II**



**M. Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D.**  
NIP 197603032001121001



**Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.**  
NIP 197707212001122001

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. Ir. H. A. Muslim M. Agr.**  
NIP 196412291990011001

Skripsi dengan Judul “DNA *Barcode* Ikan Lais (Famili Siluridae) Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)” oleh Indriani Agustini telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 09 Juli 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

### Komisi Penguji

1. Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. Ketua  
NIP 197603032001121001

(.....)

2. Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si. Sekretaris  
NIP 197707212001122001

(.....)

3. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. Anggota  
NIP 197609102001122003

(.....)

Indralaya, Juli 2021  
Koordinator Program Studi  
Budidaya Perairan

Ketua Jurusan  
Perikanan  
Herpandi, S.Pi., M.Si., P.hD.  
NIP 197404212001121002

(.....)  
Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.  
NIP 197707212001122001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Indriani Agustini

NIM : 05051381621032

Judul : DNA Barcode Ikan Lais (Famili Siluridae) Berdasarkan Gen Sitokrom Oksidase Subunit I (COI)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indaralaya, Juli 2021



(Indriani Agustini)

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang, Sumatera Selatan pada tanggal 08 Agustus 1998. Penulis mempunyai 1 saudara laki-laki. Anak pertama dari dua bersaudara. Nama ayah Rudi Handoko dan nama ibu Nani Fahriani. Riwayat pendidikan penulis bermula pada tahun 2004 di TK Pembina Negeri 2 Palembang dilanjutkan pada tahun 2005 di SD Negeri 87 Palembang, tahun 2011 melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 15 Palembang, pada tahun 2016 melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 19 Palembang dan sekarang penulis sedang menuntut ilmu di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penulis sedang melaksanakan tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Sriwijaya.

Pada tahun 2016-2018 penulis menjadi anggota aktif Himpunan Mahasiswa Akuakultur Universitas Sriwijaya. Selama masa kuliah penulis dipercaya sebagai asisten dosen mata kuliah Statistik, Rancangan Percobaan, Manajemen Kualitas Air, Pengetahuan Bahan Pakan Ikan, Penyuluhan Perikanan, Bioteknologi Akuakultur.

Pada tahun 2018 penulis mengikuti kegiatan magang di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara dengan judul “Teknik Pemeliharaan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara”. Serta penulis juga melaksanakan kegiatan Praktek Lapang di Kelompok Tani Widya Catfish Farm Jakabaring, Palembang dengan Judul “Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) dan Kangkung (*Ipomoea reptans*) Sistem Akuaponik di Kelompok Tani Widya Catfish Farm Jakabaring, Palembang”.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “DNA *Barcode* Ikan Lais (Famili Siluridae) Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)”.

Shalawat beriring salam tidak lupa disanjungkan kepada nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang tentunya selalu memberikan doamaupun dukungan terhadap penulis
2. Bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D sebagai pembimbing I sekaligus sebagai penasehat akademik dan Ibu Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik
3. Ibu Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si selaku Koordinator Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
4. Team “DNA Barcoding 2020” yang telah membantu selama penelitian dan teman-teman seperjuangan di Program Studi Budidaya Perairan angkatan 2016 yang telah bahu-membahu dalam memberikan doa dan semangat selama penelitian.
5. Analis Laboratorium Budidaya Pertanian dan Laboratorium Budidaya Perairan yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat dijadikan acuan bagi yang membutuhkannya.

Indralaya, Juli 2021

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Kegunaan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lais .....	4
2.2. Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Lais .....	6
2.3. Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I(COI) .....	6
2.4. Variasi atau Keragaman Nukleotida.....	7
2.5. <i>Polymerase Chain Reaction (PCR)</i> .....	8
2.6. Kekekabatan Spesies.....	9
2.7. Kualitas Air.....	10
BAB 3.PELAKSANAAN PENELITIAN.....	12
3.1. Tempat dan Waktu .....	12
3.2. Bahan dan Metoda.....	12
3.3. Analisis Data .....	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1. Morfometrik dan Meristik.....	19
4.2. Amplifikasi dan Visualisasi DNA.....	20
4.3. Persentase Kemiripan Nukleotida .....	21
4.4. Jarak Genetik dan Filogenetik.....	23
4.5. Kualitas Air .....	25
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	27

5.1. Kesimpulan .....	27
5.2. Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA .....	28
LAMPIRAN.....	35

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Bahan yang digunakan dalam penelitian .....	12
Tabel 3.2. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	12
Tabel 4.1. Morfometrik ikan lais.....	19
Tabel 4.2. Meristik ikan lais.....	19
Tabel 4.3. Persentase kemiripan nukleotida CM4 dengan data <i>Genbank</i> .....	22
Tabel 4.4. Persentase kemiripan nukleotida CK1 dan CK2 dengan data <i>Genbank</i> .....	22
Tabel 4.4. Hasil pengukuran kualitas air Sungai Lematang dan Sungai Kelekar .....	26

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan lais .....	5
Gambar 3.1.Peta lokasi pengambilan sampel .....	14
Gambar 4.1.Visualisasi produk PCR dari gen COI ikan lais .....	20
Gambar 4.2.Jarak genetik ikan lais asal Sungai Lematang dan Sungai Kelekar .....	23
Gambar 4.3. Filogenetikikan lais asal Sungai Lematang dan Sungai Kelekar .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur ekstraksi DNA dengan metode <i>GeneAid</i> .....	36
Lampiran 2. Primer fish F2 yang digunakan dalam penelitian .....	37
Lampiran 3. Primer fish R2 yang digunakan dalam penelitian.....	37
Lampiran 4. Sekuen DNA gen COI sampel ikan lais .....	37
Lampiran 5. Sekuen DNA gen COI ikan lais di <i>Genbank</i> .....	38
Lampiran 6. Regresi pensejajaran pita marker DNA .....	39
Lampiran 7. Dokumentasi selama penelitian .....	40

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ikan lais merupakan nama umum yang dikenal oleh masyarakat di Indonesia yang ditujukan untuk kelompok ikan bersungut air tawar anggota famili Siluridae. Di Indonesia, ikan lais umumnya dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi dan diperdagangkan terutama di wilayah Sumatera dan Kalimantan, bahkan hingga di negara Thailand dan India. Selain sebagai ikan konsumsi, ikan lais dari spesies *Cryptopterus bicirrhis* (*glass catfish*) dimanfaatkan sebagai ikan hias dan diekspor ke kawasan Asia Tenggara (Jusmaldiet *et al.*, 2014). Ikan lais sangat penting untuk dilestarikan jika melihat lokasi persebarannya yang hanya terdapat di beberapa daerah paparan banjir dan memiliki kelimpahan tinggi (Novitasari *et al.*, 2014).

Daerah penyebaran ikan lais di Indonesia adalah di Sumatera, Kalimantan dan Jawa. Jenis ikan yang dikatakan ikan lais oleh masyarakat adalah jenis-jenis ikan dari famili Siluridae yang terdiri dari beberapa genus. Genus yang mempunyai spesies paling banyak adalah *Cryptopterus* yaitu terdiri dari *C. bicirrhis*, *C. schilbeides*, *C. cryptopterus*, *C. hexapterus*, *C. limpok*, *C. macrocephalus*, *C. apogon*, *C. micronema*, *C. lais* dan *C. mononema* (Elvyra *et al.*, 2004). Namun, spesies *Cryptopterus* yang setelah direvisi ternyata *Kryptopterus*, hal ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Sukmono *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa spesies ikan lais terdiri dari *Kryptopterus limpok*, *Kryptopterus cryptopterus*, *Kryptopterus schilbeides*, *Kryptopterus hexapterus*, *Hemisilurus moolenburghi*, dan *Kryptopterus bicirrhis*. *Phalacronotus*, *Kryptopterus* dan *Ompok* adalah ikan air tawar yang termasuk dalam famili Siluridae dan ordo Siluriformes. Anggota genus *Phalacronotus* dan *Kryptopterus* adalah ikan berukuran kecil hingga sedang, sedangkan pada *Ompok* berukuran sedang (Elvyra *et al.*, 2020). Dengan demikian diperlukan suatu kajian mengetahui kekerabatan genetik (filogenetik) ikan lais. Pada identifikasi spesies dapat terjadi pada kesamaan nama pada dua spesies yang berbeda atau terdapat perbedaan nama pada satu spesies yang memiliki tingkat spesies yang sulit untuk diidentifikasi secara morfologi serta sangat dipengaruhi oleh objektivitas dari

peneliti (Octrianie, 2018). Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan pendekatan teknik salah satunya menggunakan DNA barcode.

DNA *barcoding* merupakan teknik karakterisasi dan identifikasi spesies menggunakan sekuen DNA. DNA *barcode* selain memiliki peranan penting untuk mengungkap genetik suatu spesies juga dapat mengetahui status genetik untuk proses pemuliaan pada ikan untuk budidaya. Gen *Cytochrome C Oxidase Subunit I* (COI) adalah protein *coding* pada DNA mitokondria telah banyak digunakan sebagai alat identifikasi spesies hewan. Untuk kelompok hewan, *barcode* standar adalah fragmen berukuran 658 pasang basa (*basepair/bp*) dari gen *Cytochrome C Oxidase Subunit I*. Teknik DNA *barcoding* memiliki kelebihan dalam melakukan identifikasi suatu spesies pada berbagai taksa yang mungkin sulit dibedakan secara morfologi maupun metode identifikasi secara morfometrik (Ward, 2009). Selain itu DNA *barcode* juga dapat digunakan untuk mengetahui kekerabatan genetik (Laudien *et al.*, 2003). Filogenetika merupakan suatu metode yang paling sering digunakan dalam sistematika untuk memahami keanekaragaman makhluk hidup melalui rekonstruksi hubungan kekerabatan (*phylogenetic relationship*) (Twindiko *et al.*, 2013).

Gen COI merupakan salah satu marka molekuler yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu spesies (Ward *et al.*, 2005) memiliki urutan basa nukleotida yang bersifat konservatif dan hanya sedikit mengalami variasi, delesi, dan insersi (Hebert *et al.*, 2003), Sekuen ini banyak digunakan sebagai *Barcode of Life* untuk identifikasi kekerabatan spesies hewan (Hebert *et al.*, 2003) diantaranya yaitu pada kelompok *catfish* (Wong *et al.*, 2011), ikan hiu (Peloia *et al.*, 2015), ikan baung (Syarifudin *et al.*, 2017), kelompok tilapia (Syarifudin *et al.*, 2019), ikan gabus dan serandang (Syarifudin *et al.*, 2020). Hal tersebut membuktikan bahwa teknik DNA *barcoding* memainkan peranan penting sebagai alat bantu taksonomi untuk mengungkap secara genetik spesies yang berbeda dan terpisah secara cepat dan akurat.

Penelitian DNA *barcode* sudah dilakukan Elvyra dan Solihin (2015) untuk mengetahui runutan gen *Cytochrome C Oxidase Subunit I* ikan lais janggut (*Ompok hypophthalmus*) yang berada sungai kampar dan sungai indragiri, Provinsi Riau dapat teramplifikasi sepanjang 655 bp, dengan empat substitusi



transisi dan lima substitusi transversasi nukleotida. Ikan lais janggut dari Sungai Kampar dan Sungai Indragiri membentuk kelompok hubungan kekerabatan dengan nilai bootstrap 100 % namun belum ada *barcode* DNA untuk ikan lais di Provinsi Sumatera Selatan. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sekuens nukleotida gen COI dari ikan lais yang berasal dari Sungai Lematang, Muara Enim dan Sungai Kelekar, Ogan Ilir, perbandingannya dengan spesies lain yang sudah terdata di pusat data *Genbank* serta menentukan pohon filogenetik.

## 1.2.Rumusan Masalah

Ikan lais sangat penting untuk dilestarikan jika melihat lokasi persebarannya yang hanya terdapat di beberapa daerah paparan banjir dan memiliki kelimpahan yang tidak luas (Elvyra, 2009). Daerah penyebaran ikan lais di Indonesia adalah di Sumatera, Kalimantan dan Jawa (Elvyra *et al.*, 2004). Ikan lais memiliki spesies *C. bicirrhis*, *C. limpok*, *C. macrocephalus*, dan *C. apogon* adapun spesies yang berpotensi untuk budidaya yaitu *C. limpok* Namun, spesies *Cryptopterus* yang setelah direvisi ternyata *Kryptopterus* sehingga diperlukan identifikasi spesies melalui DNA barcoding berdasarkan gen COI (*Cytochrome C Oxidase* Subunit I) pada DNA mitokondria (mtDNA). Gen COI ikan lais janggut dari Sungai Kampar dan Indragiri Provinsi Riau dapat teramplifikasi sepanjang 655 bp, dengan empat substitusi transisi dan lima substitusi transversasi nukleotida (Elvyra *et al.*, 2004). Ikan lais janggut dari Sungai Kampar dan Sungai Indragiri membentuk kelompok hubungan kekerabatan dengan nilai *bootstrap* 100 % (Elvyra dan Solihin, 2015).

DNA barcoding mampu mengidentifikasi sebuah spesimen dengan akurasi yang tinggi dan cepat ditinjau dari sifat fisik ikan baik morfologi serta asal usul keturunan ikan tersebut dengan maksud agar dapat diketahui tingkat kekerabatan spesies di sepanjang Sungai Kelekar dan Sungai Lematang yang merupakan tempat penangkapan ikan dan pembudidayaan ikan dengan sistem karamba. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sekuens nukleotida gen COI jarak genetik dan filogenetik dari ikan lais tersebut.

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sekuen gen *Cytochrome C Oxidase Subunit I* DNA Mitokondria pada ikan lais Sungai Lematang, Muara Enim dan Sungai Kelekar, Ogan Ilir.
2. Mengetahui persentase kemiripan nukleotida jarak genetik antar spesies ikan lais (Famili Siluridae).
3. Mengkonstruksi pohon filogenetik (kekerabatan genetik) spesies ikan lais.
4. Mengetahui parameter fisika kimia perairan habitat ikan lais.

### **1.4. Kegunaan**

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai sekuens gen *Cythochrome C Oxydase Subunit I* (COI) mtDNA pada ikan lais (Famili Siluridae) serta mengetahui kekerabatan genetik antar spesies ikan lais.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afryani, F., Amin, M. dan Rahayu, S.E., 2012. Analisis filogenetik kura-kura (*Cuora amboinensis*) di daerah Sulawesi berdasarkan DNA mitokondria.
- Agusnimar, Rosyadi, dan Anggi, R.V., 2014. Pengaruh padat tebar yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan selais (*Kryptopterus lais*) dalam keramba jaring apung di Tasik Betung Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 29 (2), 183-190.
- Agusnimar dan Rosyadi., 2015. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan selais *Kryptopterus lais* yang diberi hormon tiroksin. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 14(1), 38-41.
- Anggara, S.A., Tang, U.M. dan Mulyadi. 2015. Kelulushidupan dan pertumbuhan ikan tapah (*Wallago leerii*) dengan frekuensi pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*.3 (1).
- Ariyantini, Y., 2012. *Aplikasi DNA Barcode Pada Penentuan Spesies Ikan Danau Laut Tawar, Nangroe Aceh Darussalam*. Skripsi :Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Asphama, A.I., 2014. Analisis Keragaman Genetik Spesies Kompleks *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) di Perairan Barru Berdasarkan Karakter Morfologi dan DNA. *Tesis*. Program PascaSarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar:
- Aqzayunarsih., Andriani, I., Agus, R. dan Marwayana, O.N., 2015. Optimasi PCR : konsentrasi primer dan volume templat DNA pada amplifikasi mtDNA ikan medaka *Oryzias* spp. di daerah aliran sungai (DAS) Maros. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Brown, T.A., 2002. *Genomes 2<sup>nd</sup>*. Magdalen Road, Oxford, UK: BIOS Scientific Publisher Ltd.
- Cavalli-Sforza, L.L., 1997. Genes, Peoples and Languages. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 94 (15), 7719-7724.
- Daryani, A., 2017. *DNA Barcode Pada Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Sub Unit I (COI)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Diogo, R., 2005. Morphological evolution, aptations, homoplasies, constraints, and evolutionary trends : catfishes as a case study on general phylogeny and macroevolution. *Science Publishers*, United States of America. 491 p.

- Elvyra, R. Tarumingkeng, C.R. Zahrial, C. dan Hardjanto., 2004. Aspek, Habitat, Makanan dan Reproduksi Ikan Lais. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Elvyra, R. dan Solihin, D.D., 2015. Runutan gen cytochrome c oxdase I ikan lais janggut, *Kryptopterus limpok* (Bleeker, 1852) dari Sungai Kampar dan Sungai Indragiri, Provinsi Riau. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 15(3), 235-243.
- Elvyra, R., Solihin, D.D., Affandi, R., Junior, Z.M., dan Suhendra, M., 2020. Short communication: molecular characteristic and phylogenetic relationship of silurid catfishes (*Kryptopterus*, *Ompok* and *Phalacrotonotus*) from the Kampar River, Indonesia, based on the cytochrome b gene. *Jurnal Biodiversitas*. 21(8), 3539-3546.
- Faatih, M., 2009. Isolasi dan digesti DNA kromosom. *Jurnal Penelitian Sain dan Teknologi*. 10(1), 61-67.
- Fahmi, M.R., Hayuningtyas, E.P., Zamroni, M., Nur, B. dan Sinansari, S., 2018. Keragaman genetik ikan tiger fish (*Datnioides* sp.) asal Kalimantan dan Sumatera. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13 (3), 191-199.
- Febriana, A., 2011. *Filogeni Berdasarkan Sekuens DNA Mitokondria Gen Cytochrome Oxidase I (Gen COI) pada Beberapa Bangsa Sapi Lokal Indonesia*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Fishbase., 2020. *Kryptopterus* [Online]. <https://www.fishbase.se/summary/Kryptopterus.html> [20 Desember 2020].
- Gunawan, H., Tang, M.U., dan Mulyadi., 2019. Pengaruh suhu berbeda terhadap laju pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan selais (*Kryptopterus lais*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 24(2), 101-105.
- Handoyo, D. dan Rudiretna, A., 2000. Prinsip umum dan pelaksanaan polymerase chain reaction (PCR). *Jurnal Unitas*, 9 (1), 17-29.
- Hayuningtyas, E.P., Listiyowati, N., dan Aritanto, D., 2010. Variasi genetik persilangan 3 strain ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan ikan mujair (*O. mossambicus*) dengan metode randomly amplified polymorphic DNA (RAPD). *Proseding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Subang.
- Hastuti, Z., 2018. *DNA Barcode Ikan Sepat Siam (Trichogaster pectoralis) dan Ikan Sepat Biru (Trichogaster trichopterus) Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Sub Unit I (COI)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.

- Hebert, P.D.N., Ratnasingham, S., and Ward J.R., 2003. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proc R Soc* 270, 96–99.
- Hutabarat, M.K.M., 2016. *Pendugaan Keragaman Genetik Ikan Baronang (Siganus canaliculatus) Dilihat Dari Perbedaan Lingkungan Dari Teluk Jakarta Ke Kepulauan Seribu*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Indrawan, M., Primack, R.B., dan Supriatna, J., 2007. *Biologi Konservasi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Iriana, I., Kusmini., Gustiano, R., dan Mulyasari., 2011. Karakterisasi genetik ikan kelabau (*Osteochilus kelabau*) dari berbagai lokasi di Kalimantan Barat menggunakan metode RAPD (*Random Amplified Polymorphism DNA*). *Berita Biologi*. 10 (4). 449-454.
- Jusmaldi, Duryadi, D., Affandi, R., Rahardjo, M.F., dan Gustiano, R., 2014. Kode batang DNA ikan Lais genus *Kryptopterus* asal Sungai Mahakam Kalimantan Timur. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 14(3), 191-199.
- Kusuma, A.B., Bengen, D.G., Maddupa, H., Subhan, B., dan Arafat, D., 2016. Keanekaragaman genetik karang lunak (*Sarcophyton trocheliophorum*) pada populasi Laut Jawa, Nusa Tenggara dan Sulawesi. *Jurnal Enggano*, 1(1), 89-96.
- Kottelat, M., 2013. The fishes of the inland waters of Southeast Asia : A catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin Of Zoology*. Supplement No. 27 : 1-663.
- Laudien, J. Flint, N.S. Van, D.B.F.H. and Brey T., 2003. Genetik and morphological variation in four population of the surf clam *Donax serra* (Roding) from Southern African Sandy Beach. *Biochemical Systematics and Ecology*. 31, 751-772.
- Li, S. Pearl, D.K. and Doss, H., 1999. *Phylogenetic tree construction using markov chain Monte Carlo*. Amerika: Fred Hutchinson Cancer Research Center Washington.
- Lukito, A. dan Prayugo, S., 2007. *Panduan Lengkap Lobster Air Tawar*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Mahendra, M., 2018. *DNA Barcode dan Analisis Filogenetik Ikan Gabus (Channa striata) dan Ikan Serandang (Channa pleurophthalmia) asal Sungai Kelekar Berdasarkan Gen COI*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Malakar, A.K., Lakra, W.S., Goswami, M., Singh, M., dan Mishra, M., 2012. Molecular identification of three *Ompok* species using mitochondria COI gene. *Mitochondria DNA*. 23(!), 20-34.

- Marliana, S., 2019. *DNA Pada Ikan Gabus (Channa striata) dan Ikan Serandang (Channapleurophthalma) Asal Sungai Danau Burung Besar Berdasarkan Gen COI*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Maulid, Y.D., Nurilmala, M., Nurjanah., dan Madduppa, H., 2016. Karakteristik molekuler cytochrome B untuk DNA barcoding ikan tenggiri. *Karakteristik Marka Molekuler Cytochrome B*. 19(1), 9-16.
- Muharam, E.G., Buwono, I.B. dan Mulyani, Y., 2012. Analisis kekerabatan ikan Mas Koi (*Cyprinus carpio koi*) dan ikan Mas Majalaya (*Cyprinus carpio*) menggunakan metode RAPD. *J. Perikanan dan Kel.*, 3 (3), 15-23.
- Muladno., 2010. *Teknologi Rekayasa Genetika*. Bogor. IPB Press.
- Nakano, T., and Ozawa, T., 2004. Phylogeny and historical biogeography of limpets of the order Patellogastropoda based on mitochondrial DNA sequences. *Journal Mollusca Study*, 70, 31–41.
- Nei, M., 1987. *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University. Press. New York. 512 hal.
- Ng, P.K.L., dan Tan, H.H., 1997. Freshwater Fishes Of Southeast Asia: Potential For The Aquarium Fish Trade and Conservation Issue. *Aquarium Sciences and Conservation*. 1(2), 79 – 90.
- Novitasari, A.D., Elvyra, R., dan Roslim, I.D., 2014. Teknik isolasi dan elektroforesis DNA total pada *Kryptopterus apogon* (Bleeker 1851) dari sungai Kampar Kiri dan Tapung Hilir Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *JOM FMIPA*, 1(2), 258-26.
- Nugroho, E., Subagja, J., Asih, S. dan Kurniasih, T., 2006. Evaluasi keragaman genetik ikan kancra dengan menggunakan marker Mt. DNA D- Loop dan RAPD. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 7 (1), 211-217.
- Nugroho, E.D. dan Rahayu, D.A., 2015. Status taksonomi ikan nomei dari perairan tarakan, Kalimantan Utara berdasarkan gen 16s rRNA sebagai upaya konservasi ikan laut lokal indonesia. *Jurnal Harpodon Borneo*, 8 (2).
- Nurmadinah., 2016. *Studi Ciri Morfometrik dan Meristik Ikan Penja Asal Polewali Mandar dan Ikan Nike (Awaous melanocephalus) Asal Gorontalo*. Skripsi. Uin Alauddin Makassar.
- Octrianie, N., 2018. *DNA Ikan Beringit (Mystus singaringan) Asal Sungai Batanghari Berdasarkan Gen Sitokrom COksidase Subunit 1 (COI)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.

- Peloa, Agustian, Stenly, W., and Chatrien, A.N., 2015. Amplifikasi gen cytochrome oxidase subunit I (COI) dari sampel sirip ikan hiu menggunakan beberapa pasangan primer. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1, 37-42.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Permana, G.N., Hutapea., J.H., Haryanti. dan Sembiring, S.B.M., 2007. Variasi genetik ikan tuna sirip kuning, *Thunnus albacares* dengan analisis elektroforesis allozyme dan mt-DNA. *J. Ris. Akuakultur*, 2 (1), 41-50
- Pertiwi, N.P.D., Mahardika, I.G.N.K. dan Watiniasih, N.L., 2015. Optimasi amplifikasi DNA menggunakan metode PCR (*Polymerase ChainReaction*) pada ikan karang anggota famili Pseudochromidae (*Dottyback*) untuk identifikasi spesies secara molekular. *Jurnal Biologi*, 19 (2), 1-5.
- Pescod, M.B., 1973. *Investigation of Rational Effluen and Stream Standard for Tropical Countries*. London: AIT.
- Pinem, U., Hamdan., dan Hanafi, N.D., 2015. Estimasi jarak genetik dan faktor peubah pembeda rumpun kelinci melalui analisis morfometrik. *Jurnal Peternakan Integratif*. 2(3), 264-284.
- Pratama, N.R.M., 2017. *Aplikasi Barcode DNA Pada Ikan Patin Siam (Pangasius hypophthalmus) dan Ikan Patin Juara (Pangasius maconema) Berdasarkan Gen Sitokrom Subunit I (COI)*. Skripsi: Fakultas Pertanian, Program Studi Budidaya Perairan Universitas Sriwijaya.
- Putri, A.R., Elvya, R., dan Yusfiati., 2015. Karakteristik morfometrik dan meristik ikan lais danau (*Ompok hypophthalmus* Bleeker, 1846) di Sungai Tapung dan Sungai Siak. *JOM FMIPA*, 2(1), 57-66.
- Saanin, H., 1968. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Jilid 1*. Jakarta: Binacipta.
- Sahabuddin., 2014. Studi Morfometrik, Meristik dan Variasi Genetik Ikan Baronang (*Siganus Canaliculatus* Park, 1797) di Perairan Teluk Bone dan Selat Makassar. *Tesis*. Program PascaSarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar.
- Simanjuntak, H.P.C., Rahardjo, F.M., dan Sukimin, S., 2008. Musim pemijahan dan fekunditas ikan selais (*Ompok hypophthalmus*) di rawa banjiran Sungai Kampar Kiri, Riau. *Jurnal Perikanan*, 10(2), 251-260.

- Simatupang, N.F., 2012. *Karakterisasi Ragam Genetik Ikan Sepat (Trichogaster pectoralis) Berdasarkan Analisis RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) dan Morfometrik*. Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Sukmono, T., Karmita, S., Subagyo, A., 2010. Keanekaragaman ikan lais *Kryptopterus* spp. berdasarkan karakter Morfologi di Danau Teluk Kota Jambi. *Biospecies* 2. 28 -23.
- Sulistiyarto, B., Soedharma, D., Rahardjo, F.M., dan Sumardjo., 2007. Strategi Konservasi habitat untuk mempertahankan keanekaragaman ikan di rawa lebak Sungai Rungan, Palangkaraya, Kalimantan Tengah. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 7(1), 30 – 38.
- Suryanto, D., 2003. *Melihat Keanekaragaman Organisme Melalui Beberapa Teknik Genetika Molekuler*. USU digital library.
- Suryana, E., Elvyra, R., dan Yusfiati., 2015. Karakteristik morfometrik dan meristik ikan lais (*Kryptopterus limpok*, Bleeker 1852) di Sungai Tapung dan Sungai Kampar Kiri Provinsi Riau. *JOM FMIPA*. 2(1), 67-77.
- Syafaryah, P., 2019. *DNA Ikan Tapah (Wallago leerii) Berdasarkan Gen Cythochrome C Oxydase Subunit I (COI)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Syaifudin, M., Jubaedah, D., Muslim, M. dan Daryani, A., 2017. DNA authentication of Asian redbtail catfish *Hemibagrus nemurus* from Musi and Penukal River, South Sumatra Indonesia. *Genetics of Aquatic Organisms*, 1, 43-48.
- Syaifudin, M., Jubaedah, D., Yonarta, D. dan Hastuti, Z., 2019. DNA barcoding of Ssnakekin *Gourami Trichogaster pectoralis* and blue *Gourami Trichogaster trichopterus* based on cythochrome coxidase subunit I (COI) gene. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 348 (01203).
- Syaifudin, M., Bekaert, M., Taggart, B.J., Bartie, L.K., Wehner, S., Palaiokostas, C., Khan, Q.G.M., Selly, C.L.S., Hulata, G., D’Cotta, H., Baroiller, F.J., McAndrew, J.B., and Penman J.D., 2019. Species-specific marker discovery in tilapia. *Scientific Reports*. 9, 1-11.
- Syaifudin, M., Wijayanti, M., Dwinanti, H.S., Muslim., Mahendra, M., dan Marliana, S., 2020. Short communication: DNA barcodes and phylogenetic of striped snakehead and ocellated snakehead fish from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(3), 1227-1235.
- Twindiko, S., Wijayanti, D.P., dan Ambariyanto., 2013. Studi filogenetik ikan karang genus *Pseudochromis* dan *Pictichromis* di perairan Indo-Pasifik. *Buletin Oseanografi Marina*, 2, 28-36.



- Usman, Y.M., 2016. *Analisis Variasi Genetik Ikan Peja Indigenous Perairan Polewali Mandar Sulawesi Barat dan Ikan Nike ( Awous sp.) Indigenous Perairan Gorontalo*. Skripsi. Uin Alauddin Makassar.
- Ward R.D., Zemlak TS, Innes BH, Last P.R., and Hebert PDN. 2005. *DNA barcoding Australia's fish species*. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 360(1462),1847-1857.
- Ward, R.D., 2009. *DNA Barcode Divergence Among Species and Genera of Birds and Fishes*. *Molecular Ecology Resource*, 9, 1077-1085.
- Warman, I., 2015. Uji kualitas muara Sungai lais untuk perikanan di Bengkulu Utara. *Jurnal Agroqua*, 13(2), 24-33.
- Wong L.L, Peatman E, Lu J, Kucuktas H, He S, Zhou C, Na-nakorn U, and Liu Z.. 2011. DNA Barcoding of Catfish: Species Authentication And Phylogenetic Assessment. *Plos One*, 6(3), 1-7.
- Yusuf, K. Zuhriana., 2010. *Polymerase Chain Reaction*. Sulawesi: Universitas Negeri Gorontalo.