

SKRIPSI

**DNA *BARCODE* IKAN PUTAK (*Notopterus notopterus*,
Pallas 1769) BERDASARKAN GEN *CYTOCHROME C*
*OKSIDASE SUBUNIT I (COI)***

***DNA BARCODE OF BRONZE FEATHERBACK*
(Notopterus notopterus, Pallas 1769) BASED ON
*CYTOCHROME C OXIDASE SUBUNIT I (COI) GENE***



**Heni Agustina
05051282025021**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

HENI AGUSTINA. DNA Barcode of Bronze Featherback (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) Based on Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI) Gene. (Supervised by **MOCHAMAD SYAIFUDIN**).

Bronze Featherback (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) is a species of freshwater fish, found in Java, Sumatra, and Kalimantan, Indonesia. The objective of this research is to identify the COI sequence of mitochondrial DNA gene and analyze the similarity percentage in bronze featherback from the Medak River, Musi district Banyuasin and Kelekar River, Ogan Ilir district, analyze genetic distances and phylogenetic trees between species of bronze featherback with the GenBank data center, as well as analyze chemical physics of the waters of bronze featherback habitat. The research was conducted from October-December 2023. The methods used in barcoding species of bronze featherback were DNA isolation, DNA amplification using polymerase chain reaction (PCR), electrophoresis and sequencing of COI gene areas on mtDNA. The fragment of the COI mtDNA gene from was obtained from PCR at an annealing temperature of 52.3°C for 30 seconds with 32 cycles. The nucleotide length of the COI gene from Kelekar River 640 bp and the Medak River 701 bp. Analysis of BLASTn samples of bronze featherback from the Kelekar River have a similarity rate of 97.65-100% with bronze featherback from Malaysia, Thailand, East Java, South Sumatra (Ogan River), Java and Bali. While the bronze featherback samples from the Medak River have similarity rates of 97.53-100% against bronze featherback originating in Malaysia, Myanmar, Thailand, Eastern Java, Southeast Sumatra, Java, and Bali that are on the Genbank data. The phylogenetics of bronze featherback originating in the Kelekar River and the Medak River form in the same, but different subclusters with bronze featherback from Thailand, East Java, South Sumatra (Ogan River), Java and Bali. The results of the measurement of water quality from the Kelekar River and Medak River were a temperature of 29.6-32°C, dissolved oxygen 2.72-10.9 mg L⁻¹, TDS (*Total Dissolved Solid*) 0.02-6.44 mg L⁻¹, pH 4-6.2, transparency 40-90 cm and amonia 0.036-0.2 mg L⁻¹.

Keywords : DNA Barcodes, Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI), Bronze Featherback, Kelekar River, Medak River

RINGKASAN

HENI AGUSTINA. DNA Barcode Ikan Putak (*Notopterus Notopterus*, Pallas 1769) Berdasarkan Gen *Cytochrome C Oksidase Subunit I (COI)*. (Dibimbing oleh MOCHAMAD SYAIFUDIN).

Ikan putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) merupakan jenis ikan air tawar yang dapat ditemukan di Jawa, Sumatera dan Kalimantan, Indonesia. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sekuen gen *COI* DNA mitokondria dan menganalisis persentase kemiripan pada ikan putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) dari Sungai Medak, Kabupaten Musi Banyuasin dan Sungai Kelekar, Kabupaten Ogan Ilir, menganalisis jarak genetik dan pohon filogenetik antar spesies ikan putak dengan pusat data *GenBank*, serta menganalisis fisika kimia perairan habitat ikan putak. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2023. Metode yang digunakan dalam *barcoding* spesies ikan putak yaitu isolasi DNA, amplifikasi DNA menggunakan *polymerase chain reaction* (PCR), elektroforesis dan sekuensing daerah gen *COI* pada mtDNA. Fragmen gen *COI* mtDNA diperoleh dari hasil PCR dengan suhu *annealing* 52,3°C selama 30 detik dengan 32 siklus. Panjang nukleotida gen *COI* yang dihasilkan pada ikan putak asal Sungai Kelekar berukuran 640 bp dan asal Sungai Medak berukuran 701 bp. Analisis BLASTn sampel ikan putak asal Sungai Kelekar memiliki persentase kemiripan sebesar 97,65-100% terhadap ikan putak asal Malaysia, Thailand, Jawa Timur, Sumatera Selatan (Sungai Ogan), Jawa dan Bali. Sedangkan sampel ikan putak asal Sungai Medak memiliki persentase kemiripan sebesar 97,53-100% terhadap ikan putak asal Malaysia, Myanmar, Thailand, Jawa Timur, Sumatera Selatan (Sungai Ogan), Jawa dan Bali yang ada pada data *Genbank*. Filogenetik ikan putak asal Sungai Kelekar dan Sungai Medak membentuk dalam satu *cluster* yang sama, namun berbeda *subcluster* dengan ikan putak asal Thailand, Jawa Timur, Sumatera Selatan (Sungai Ogan), Jawa dan Bali. Hasil pengukuran kualitas air dari Sungai Kelekar dan Sungai Medak yaitu suhu 29,6-32°C, oksigen terlarut 2,72-10,9 mg L⁻¹, TDS (*Total Dissolved Solid*) 0,02-6,44 mg L⁻¹, pH 4-6,2, kecerahan 40-90 cm dan amonia 0,036-0,2 mg L⁻¹.

Kata Kunci : DNA Barcode, Gen *Cytochrome C Oksidase Subunit I (COI)*, Ikan Putak, Sungai Kelekar, Sungai Medak.

SKRIPSI

**DNA *BARCODE* IKAN PUTAK (*Notopterus notopterus*, Pallas
1769) BERDASARKAN GEN *CYTOCHROME C* OKSIDASE
*SUBUNIT I (COI)***

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



**Heni Agustina
05051282025021**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

DNA *BARCODE* IKAN PUTAK (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) BERDASARKAN GEN *CYTOCHROME C* OKSIDASE SUBUNIT I (COI)

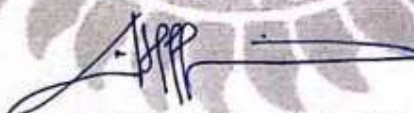
SKRIPSI

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

Oleh:

Heni Agustina
05051282025021

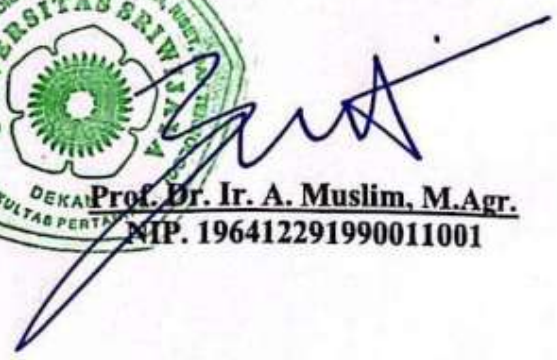
Indralaya, 20 Juni 2024
Dosen Pembimbing


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

ILMU ALAT PENGABDIAN

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan Judul "DNA Barcode Ikan Putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) Berdasarkan Gen *Cytochrome C Oksidase Subunit 1 (COI)*" oleh Heni Agustina telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Mei 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

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

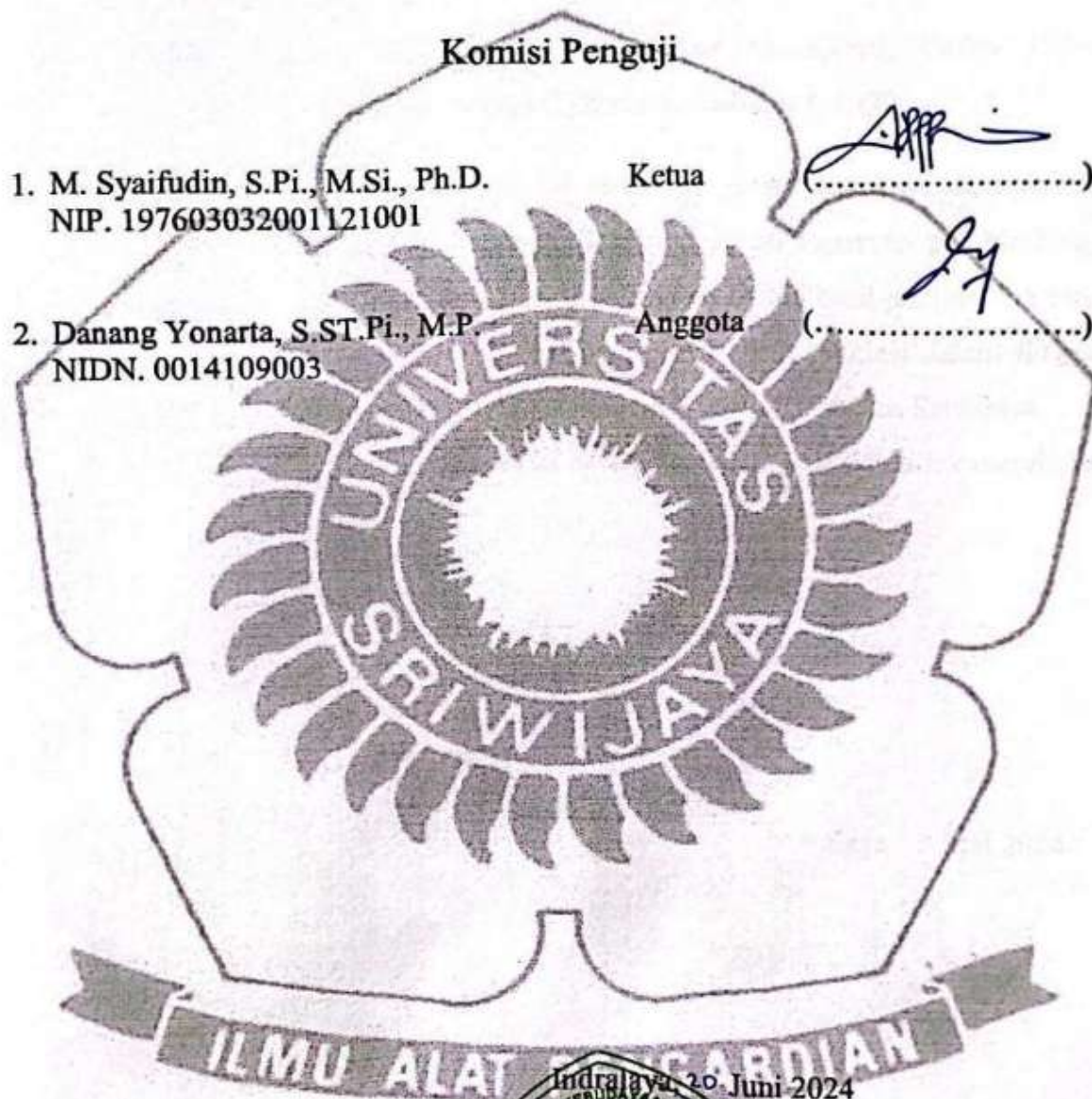
Ketua

(.....)

2. Danang Yonarta, S.ST.Pi., M.P.
NIDN. 0014109003

Anggota

(.....)



Indralaya, 20 Juni 2024

Ketua Jurusan Perikanan



Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si.
NIP. 197602082001121003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Heni Agustina

Nim : 05051282025021

Judul : DNA Barcode Ikan Putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769)
Berdasarkan Gen *Cytochrome C Oksidase Subunit I (COI)*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat didalam skripsi ini merupakan hasil tulisan tangan saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

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



Indralaya, 20 Juni 2024



Heni Agustina
(Heni Agustina)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 21 Agustus 2002 di Kecamatan Sungai Lilin, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Orang tua bernama Mulyono dan Sari Pamina. Saat ini penulis berdomisili di Indralaya, Ogan Ilir.

Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Srigunung, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Sungai Lilin dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Sungai Lilin. Sejak Agustus 2020 penulis tercatat sebagai mahasiswa (S-1) Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Melalui jalur SBMPTN.

Pada tahun 2020-2022 penulis aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus dan menjadi penanggung jawab di beberapa kegiatan kemahasiswaan, baik tingkat Program Studi, Fakultas maupun kedaerahan seperti Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA) yang menjabat sebagai kepala dinas kewirausahaan di badan pengurus harian pada tahun 2022-2023, anggota Badan Otonom Komunitas Riset Mahasiswa (BO KURMA) dan Keluarga Mahasiswa Musi Banyuasin (KM MUBA). Penulis melaksanakan kegiatan magang pada tahun 2022 di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Sungai Gelam di Muaro Jambi, Provinsi Jambi dengan judul "Teknik Pembenihan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) secara Semi Alami di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Sungai Gelam, Muaro Jambi, Jambi".

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya, karena Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “DNA Barcode Ikan Putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) Berdasarkan Gen *Cytochrome C Oksidase Subunit I (COI)*”. Alhamdulillah skripsi ini dapat selesai tepat waktu dengan izin Allah dan bantuan dari semua pihak. Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan sekaligus Koordinator Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Skripsi yang dengan tulus memberikan nasehat, bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan dan penulisan skripsi, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Danang Yonarta, S.ST.Pi., M.P. selaku Penguji pada ujian komprehensif yang telah memberikan saran kepada penulis demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Kedua orang tua yang hebat dan selalu menjadi penyemangat penulis, sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang penuh cinta dan selalu memberikan motivasi, terima kasih untuk semua perjuangan, doa dan dukungan bapak dan mamak sehingga penulis berada di titik ini. Hiduplah lebih lama lagi, bapak dan mamak harus selalu ada di setiap perjalanan dan pencapaian hidup penulis.
5. Kedua saudara saya yang selalu ada menemani dan memberikan dukungan di momen-momen tersulit bagi penulis. Terima kasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh pendidikan selama ini, terima kasih atas semangat, doa dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis.
6. Kak Anita Ogara, S.Pi. Terima kasih telah sabar membantu penulis dari awal hingga akhir penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik, terima kasih telah memberikan saran ketika penulis kesulitan dalam penyusunan skripsi.

7. Rizki Ardian, lelaki yang saat ini selalu bersama penulis. Terima kasih atas semua dukungan, semangat, tempat berkeluh kesah, serta selalu ada dalam suka maupun duka selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi rumah yang tidak hanya berupa tanah dan bangunan. Terima kasih atas waktu, doa dan seluruh hal baik yang diberikan selama ini.
8. Teman – temanku, Adelta, Anjani, Citra, Dea, Fitria, Mesly, Syifa dan Widya terima kasih atas segala dukungan, pengalaman, waktu dan ilmu yang dijalani bersama selama perkuliahan.
9. Minatul Maulia, sosok teman yang selalu membantu penulis selama penelitian baik dalam keadaan senang dan sedih. Terima kasih untuk tangan yang selalu diulurkan, telinga yang siap mendengar dan ucapan yang menenangkan. Terima kasih selalu ada walaupun tidak sedarah, terima kasih telah hadir dalam setiap proses penulis selama perkuliahan hingga tugas akhir.
10. Terakhir, diri saya sendiri Heni Agustina atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir skripsi ini. Terima kasih kepada diri saya sendiri yang telah kuat melewati lika liku kehidupan hingga sekarang. Terima kasih kepada hati yang masih tetap tegar dan ikhlas menjalani semuanya. Terima kasih kepada raga dan jiwa yang masih tetap kuat dan waras hingga sekarang. Saya bangga kepada diri saya sendiri, kedepannya untuk raga yang tetap kuat, hati yang selalu tegar. Mari bekerjasama untuk lebih berkembang lagi menjadi pribadi yang lebih baik dari hari ke hari.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta menjadi acuan bagi yang membutuhkannya.

Indralaya, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Putak	4
2.2. Habitat dan Kebiasaan Makan	5
2.3. DNA <i>Barcoding</i>	5
2.4. Isolasi DNA dan PCR	5
2.5. Jarak Genetik dan Filogenetik.....	6
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	7
3.1. Tempat dan Waktu	7
3.2. Alat dan Bahan.....	7
3.3. Metoda Penelitian.....	8
3.4. Analisis Data	11
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
4.1. Morfometrik dan Meristik.....	12
4.2. Amplifikasi dan Visualisasi DNA	14
4.3. Persentase Kemiripan Ikan Putak	15
4.4. Jarak Genetik dan Filogenetik	19
4.5. Kualitas Air	24
BAB 5 KESIMPULAN.....	27
5.1. Kesimpulan	27

5.2. Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan putak (<i>Notopterus notopterus</i>)	4
Gambar 3.1. Peta lokasi pengambilan sampel ikan putak dan sampel air	9
Gambar 4.1. Visualisasi produk PCR dari gen <i>COI</i> ikan putak asal Sungai Kelekar dan Sungai Medak	14
Gambar 4.2. Jarak genetik ikan putak asal Sungai Kelekar dan Sungai Medak.....	20
Gambar 4.3. Pohon filogenetik	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	7
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian	8
Tabel 4.1. Morfometrik dan meristik ikan putak (<i>Notopterus notopterus</i> , Pallas 1769) asal Sungai Kelekar	12
Tabel 4.2. Morfometrik dan meristik ikan putak (<i>Notopterus notopterus</i> , Pallas 1769) asal Sungai Medak	13
Tabel 4.3. Hasil BLASTn sampel ikan putak asal Sungai Kelekar (PB).....	15
Tabel 4.4. Hasil BLASTn sampel ikan putak asal Sungai Medak (PM).....	16
Tabel 4.5. Hasil pengukuran kualitas air.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur ekstraksi DNA dengan metode <i>GeneAid</i>	36
Lampiran 2. Sekuens nukleotida gen <i>COI</i> sampel ikan putak asal Sungai Kelekar dan asal Sungai Medak	37
Lampiran 3. Hasil pensejajaran gambar visualisasi PCR gen <i>COI</i>	46
Lampiran 4. Kuantitas DNA	48
Lampiran 5. Dokumentasi penelitian	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) merupakan jenis ikan air tawar (Sukendi *et al.*, 2020). Di Indonesia, spesies ini dapat ditemukan di Jawa, Sumatera dan Kalimantan (Fishbase, 2023). Penangkapan ikan yang berlebihan tanpa mempertimbangkan kelestariannya, perubahan kondisi lingkungan perairan yang dapat merusak habitat ikan putak, sehingga mengakibatkan penurunan stok atau kepunahan sumber daya ikan putak di alam (Purba *et al.*, 2017). Untuk mencegah kepunahan ikan putak, Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan menetapkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 1 Tahun 2021 tentang ikan yang dilindungi, salah satunya adalah *Notopterus notopterus* (Kepmen KKP, 2021).

Pengembangan budidaya ikan putak menjadi salah satu alternatif sebagai upaya perbaikan atau konservasi agar populasi ikan putak di alam menjadi lebih terjaga. Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap proses domestikasi atau budidaya ikan diantaranya tentang biologi reproduksi (Gustomi *et al.*, 2016), aspek keragaman genetik (Wibowo *et al.*, 2017), morfometrik-meristik dan pola pertumbuhan (Purba *et al.*, 2017; Rianti *et al.*, 2021), pakan dan kebiasaan makan (Burnawi dan Pamungkas, 2016; Sinaga *et al.*, 2021) dan ektoparasit (Yusanti *et al.*, 2022). Identifikasi dan karakterisasi sangat penting dilakukan karena berkaitan dengan upaya konservasi untuk kegiatan domestikasi dan budidaya sehingga, diperlukan metode identifikasi yang relatif mudah dan lebih akurat (Syarifudin *et al.*, 2023) salah satunya melalui DNA *barcoding* untuk mengetahui karakteristik dan otentikasi genetik spesies ikan putak.

Penggunaan gen mitokondria yang paling umum digunakan adalah gen *Cytochrome Oxidase Subunit I (COI)*, yang merupakan salah satu penanda molekuler yang berasal dari DNA mitokondria (Hebert *et al.*, 2003). Penggunaan gen *COI* sebagai DNA *barcoding*, mampu mengidentifikasi ikan pada berbagai stadia, maupun status spesies ikan yang samar (Ward *et al.*, 2005). Gen *COI* juga digunakan secara luas pada spesies ikan untuk merekonstruksi pohon filogeni, asal

usul spesies dan sebaran populasi (Page dan Hughes, 2010). DNA *barcoding* diperlukan untuk menentukan hubungan kekerabatan atau garis keturunan pada tingkat molekuler suatu spesies ikan, yang pada akhirnya penanda molekuler tersebut dapat digunakan untuk mendukung kepentingan konservasi dan akuakultur (Ghouri *et al.*, 2020).

Gen *COI* telah banyak digunakan untuk DNA *barcoding* ikan *Chitala* sp. (Wibowo, 2014; Anjarsari *et al.*, 2021), *Pangasius hypophthalmus*, *Pangasius macronema* (Pratama *et al.*, 2017), *Oreochromis* spp. (Saleky *et al.*, 2021), *Channa striata*, *Channa pleurophthalma* (Syaifudin *et al.*, 2020) dan *Lates calcarifer* (Saleky dan Dailami, 2021). DNA *barcoding* ikan putak telah diidentifikasi di Thailand yang menunjukkan tingkat kekerabatan 99% dengan *Notopterus notopterus*, Pallas 1769 di Sumatera (Sodsuk dan sodsuk, 2000), sedangkan di Indonesia DNA *barcoding* ikan putak telah diidentifikasi di Sungai Brantas, Jawa Timur menunjukkan hubungan kekerabatannya 100% dengan data pada *Genbank* NCBI (Khansa *et al.*, 2022). Identifikasi dan analisis molekuler ikan putak di perairan Sumatera Selatan yakni di Sungai Medak dan Sungai Kelekar perlu dilakukan untuk mengetahui persentase kemiripan sekuen gen *COI* DNA mitokondria, merekonstruksi jarak genetik dan pohon filogenetik serta menganalisis fisika kimia perairan habitat ikan putak dari Sungai Medak dan Sungai Kelekar, Sumatera Selatan.

1.2. Rumusan Masalah

Keberadaan ikan putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) di alam terus mengalami penurunan jumlah yang mengakibatkan ikan ini terancam punah sehingga diperlukan upaya konservasi genetik yang bertujuan untuk menjaga keanekaragaman hayati dan spesies dari kepunahan, baik melalui domestikasi maupun budidaya untuk melindungi ikan putak dari kepunahan. Salah satu upaya yang perlu dilakukan yaitu identifikasi ikan putak secara cepat dan akurat terutama pada populasi yang berasal dari Sungai Medak dan Sungai Kelekar secara molekuler dengan menggunakan DNA *barcoding* berdasarkan gen *COI*. DNA *barcoding* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk analisis variasi genetik ikan (Zein dan Prawiradilaga, 2013), sehingga dapat membantu dalam upaya konservasi genetik.

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui sekuen gen *COI* DNA mitokondria dan menganalisis persentase kemiripan pada ikan putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) dari Sungai Medak, Kabupaten Musi Banyuasin dan Sungai Kelekar, Kabupaten Ogan Ilir.
2. Menganalisis jarak genetik dan pohon filogenetik antar spesies ikan putak dengan data *GenBank*.
3. Menganalisis kualitas air habitat ikan putak.

1.4. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai sekuen gen *COI* DNA mitokondria dari ikan putak yang berasal dari Sungai Medak, Kabupaten Musi Banyuasin dan Sungai Kelekar, Kabupaten Ogan Ilir sehingga dapat dijadikan sebagai dasar dalam melakukan pemuliaan ikan putak.

DAFTAR PUSTAKA

- Achakzai, W.M., Saddozai, S., Baloch, W.A., Soomro, A.N. and Memon, N., 2015. Length-weight relationship and condition factor of *Notopterus notopterus* (Pallas, 1769) from Manchar Lake Sindh, Pakistan. *Sindh University Research Journal (Science Series)*, 47(3), 515–518.
- Anjarsari, Y., Syaifudin, M., Jubaedah, D., Taqwa, F.H. and Yonarta, D.2021. Phylogenetic of featherback *Chitala* asp from South Sumatra based on *Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI)* gene. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1(810), Palembang 21 Oktober 2021.
- Arifin, O.Z., Nugroho, E. dan Gustiano, R., 2007. Keragaman genetik populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam program seleksi berdasarkan RAPD. *Berita Biologi*, 8(6), 465-471.
- Binashikhbubkr, K., Malik, A.A., Al-Misned, F., Mahboob, S. and Naim, D.M., 2022. Geometric morphometric discrimination between seven populations of kawakawa *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) from Peninsular Malaysia. *Journal of King Saud University Science*, 34(3), 1-8.
- Burnawi, B. dan Pamungkas, Y. P., 2016. Kandungan isi usus ikan putak (*Notopterus notopterus*) hasil tangkapan nelayan di perairan lubuk lampam Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, 14(1), 19-21.
- Elvyra, R., 2021. Analysis of mitochondrial control region sequence of tapah fish (*Wallago leerii*) from Riau Province, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation*, 14(6), 3799-3805.
- Fahmi, M.R., Kusriani, E., Hayuningtiyas, E.P., Sinansari, S. and Gustiano, R., 2020. DNA barcoding using *COI* gene sequences of wild betta fighting fish from Indonesia: phylogeny, status and diversity. *Indonesian fisheries research journal*, 26(2), 97-105.
- Falah, I.N., Adharini, R.I. and Ratnawati, S.E., 2023. Molecular identification of elvers (*Anguilla* spp.) from River Estuaries in Central Java, Indonesia using DNA barcoding based on mtDNA *COI* sequences. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 15(1), 121-130.
- Fatmarischa, N., Sutopo, dan Johari, S. 2014. Jarak genetik dan faktor peubah pembeda entok jantan dan betina melalui pendekatan analisis morfometrik. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 16(1), 33-39.
- Fishbase, 2023. *Notopterus notopterus* [online]. Tersedia di: <https://www.fishbase.se/summary/Notopterus-notopterus.html>. [Diakses 7 Agustus 2023].

- Fitrian, T. dan Madduppa, H., 2020. Penentuan jenis ikan layang (*Decapterus* spp) dengan menggunakan metode analisis morfologi dan DNA *barcoding*. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 12(3), 127-135.
- Gaffar, S. dan Sumarlin, 2020. Analisis sekuen mtDNA *COI* pari totol biru yang didaratkan di tempat pendaratan ikan Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 13(2), 80-89.
- Ghourri, M.Z., Ismail, M., Javed, M.A., Khan, S.H., Munawar, N., Umar, A.B., Nisa, M.U., Aftab, S.O., Amin, S., Khan, Z. and Ahmad, A., 2020. Identification of edible fish species of Pakistan through DNA *barcoding*. *Frontiers in Marine Science*, 7(5), 54-183.
- Gustomi, A., Sulistiono, dan Yonvitner. 2016. Biologi reproduksi ikan belida (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) di Kolong-Bendungan Simpung, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(1), 56-62.
- Handayani, Solihin, D.D. dan Alikodra, H.S., 2011. Analisis dna mitokondria badak sumatera dalam konservasi genetik. *Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi*, 439-444.
- Handoyo, D. dan Rudiretna, A., 2000. Prinsip umum dan pelaksanaan *Polymerase Chain Reaction (PCR)*. *Unitas*. 9(1), 17-29.
- Handoyo, D. dan Rudiretna, A., 2000. *Prinsip umum dan pelaksanaan Polymerase Chain Reaction (PCR): General Principles and Implementation of Polymerase Chain Reaction*. Pusat Studi Bioteknologi: Universitas Surabaya.
- Harish, A.H., Annisa, N., Abdi, C. dan Prasetia, H., 2020. Sebaran kualitas air dalam aliran sungai Kuin kota Banjarmasin. *JERNIH: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 3(2), 47-54.
- Hasibuan, R.S., 2017. Kajian kualitas air sungai Ciliwung. *Jurnal Nusa Sylva*, 17(2), 91-100.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L. and Waard, D.J.R., 2003. *Biological identifications through DNA barcodes*. *Proceedings of the Royal Society of London Series B. Biological Sciences*, 270, 313-321.
- Hidayat, T. dan Adi P., 2008. Kajian filogenetika molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik angrek. *Jurnal Agro Biogen*, 4(1), 35-40.
- Iriana, I., Kusmini., dan 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.

- Iskandar, A.U., Ethica, S.N., Sukeksi, A., Mukaromah, A.H., Sulistyaningtyas, A.R. and Darmawati, S., 2021. Molecular systematic and phylogenetic analysis of indigenous bacterial isolates with potential as bioremediation agent based on 16S rRNA gene analysis. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 743, 1-9.
- Junaidi, M.A., 2012. Cages based on environmental and water quality factors in east coast bangka tengah district. *Depik*, 1(1),78-85.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2021. *Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 1/KEPMEN-KP/ 2021 Tentang Jenis Ikan yang Dilindungi*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Khansa, A.F., Farizky, H.S., Santanumurti, M.B., Jamal, M.T., Sani, L.M.I., Madduppa, H. and Wulansari, P.D., 2022. First identification DNA barcoding of bronze featherback fish, *Notopterus notopterus* (Pallas, 1769)(*Osteoglossiformes: Notopteridae*), in Brantas River, East Java, Indonesia. *Genetics of Aquatic Organisms*, 6(1), 1-7.
- Kimura, M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal Molecular Evolution*, 16, 111–120.
- Koniyo, Y., 2020. Analisis kualitas air pada lokasi budidaya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *JTech*, 8(1), 52-58.
- Kottelat, M., Whitten, A.J., Kartikasari, S.N. and Wirjoatmodjo S., 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Hong Kong: Periplus Editions. 57.
- Kress, W.J., Prince, L.M. and Williams, K.J., 2002. The phylogeny and a new classification of the gingers (*Zingiberaceae*): evidence from molecular data. *American Journal of Botany*, 89(10), 1682-1696.
- Kristanto, A.H. dan Kusriani, E., 2007. Peranan faktor lingkungan dalam pemuliaan ikan. *Media Akuakultur*, 2(1), 183-188.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. and Tamura, K., 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Journal Molecular biology and evolution*, 35(6), 1-3.
- Kulla, O.L.S., Yuliana, E. and Supriyono, E., 2020. Analisis kualitas air dan kualitas lingkungan untuk budidaya ikan di Danau Laimadat, Nusa Tenggara Timur. *Pelagicus*, 1(3), 135-144.
- Linh, N.Q. and Huyen, K.T., 2018. Phylogenetic analysis of *Anguilla marmorata* population in Thua Thien Hue, Vietnam based on the *Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI)* gene fragments. *Research Square*. 2-8.

- Lubis, K., 2014. Cara pembuatan pohon filogeni. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 20(75), 1-4.
- Mainassy, M.C., 2017. Pengaruh parameter fisika dan kimia terhadap kehadiran ikan lompat (*Thryssa baelama Forsskal*) di perairan pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Perikanan Universitas Gajah Mada*, 19(2), 61-66.
- Maranan, J.B.D., Basiao, Z.U. and Quilang, J.P., 2016. DNA barcoding of feral tilapias in Philippine Lakes. *Journal of DNA Mapping, Sequencing and Analysis*, 27(6), 4302-4313.
- Monalisa, E., Mantiri, F.R. dan Lengkong, H.J., 2019. Kajian variasi sekuens interspesies dan filogeni kelelawar *Pteropus* sp. menggunakan gen COI. *Jurnal Mipa Unsrat*, 8(2), 71-77.
- Mulyani, I. and Budijono. 2020. Morphometric and meristic analysis of Asian knifefish (*Notopterus notopterus*) in Sail River, Pekanbaru Riau Province. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 7(2), 59-64.
- Nascimento, M.H.S., Almeida, M.S., Veira, M.N.S., Filho, D.L., Barros, M.C., Lima, R.C. and Fraga, E., 2016. DNA barcoding reveals high levels of genetic diversity in the fishes of the Itapecuru Basin in Maranhao, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 15(3), 1-11.
- Page, T.J. and Hughes, J.M., 2010. Comparing the performance of multiple mitochondrial genes in the analysis of Australian freshwater fishes. *Journal of Fish Biology*, 77(9), 1-31.
- Pangestika, Y., Budiharjo, A., Pancasakti, H. dan Kusumaningrum. 2015. Analisis filogenetik curcuma zedoaria (temu putih) berdasarkan gen internal transcribed spacer (ITS). *Jurnal Akademika Biologi*, 4(4), 8-13.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2021. *Peraturan Pemerintah No.22 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Pramono, T.B., Arfiati, D.A., Widodo, M.S. dan Yanuhar, U.Y., 2017. Identifikasi ikan genus *Mystus* dengan pendekatan genetik. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(2), 123-132.
- Pratama, M.R.N., Syaifudin, M. and Muslim, M., 2017. DNA barcode application of striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*) and Asian catfish (*Pangasius macronema*) based on Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI). *Proceeding of National Seminar in Suboptimal Area*, Universitas Sriwijaya, 19-20 Oktober 2017. Palembang. 481, 1-11.

- Purba, E.A., Efizon, D. dan Putra, R.M., 2017. Studi morfometrik, meristik, dan pola pertumbuhan ikan belida (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) di Sungai Sail Kota Pekanbaru Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 4(2), 1-9.
- Rahmadhan, D., Sari, R. dan Apridamayanti, P., 2019. Pengaruh suhu *annealing* terhadap amplifikasi gen *tem* menggunakan primer dengan % gc rendah. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 4(1), 1-7.
- Rianti, U., Susiana, S. dan Kurniawan, D., 2021. Karakteristik morfometrik dan meristik ikan putak (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769) di Waduk Sei Gesek Kabupaten Bintan. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 13(3), 123-132.
- Saanin, H., 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Jakarta: Bina Cipta.
- Saleky, D. dan Dailami, M., 2021. Konservasi genetik ikan kakap putih (*Lates calcarifer*, Bloch, 1790) melalui pendekatan DNA barcoding dan analisis filogenetik di sungai Kumbe Merauke Papua. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2), 141-150.
- Saleky, D., Sianturi, R., Dailami, M. dan Kusuma, A.B., 2021. Kajian molekuler ikan *Oreochromis* spp. dari perairan daratan Merauke-Papua, berdasarkan DNA Mitokondria Fragmen Gen Sitokrom Oksidase Subunit I. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 37-43.
- Sinaga, A.L., Batubara, J.P. dan Rumondang, R., 2021. Pengaruh pemberian pakan terhadap tingkat kematangan gonad ikan putak (*Notopterus notopterus*). *TOR: Jurnal Budidaya Perairan*, 1(1), 1-16.
- Sodsuk, P.K. and Sodsuk, S., 2000. Genetic diversity of featherback fish in Thailand. *Agriculture and Natural resources*, 34(2), 227-239.
- Sohpal, K.V., 2013. Computational analysis of distance and character based phylogenetic tree for capsid proteins of human *Herpes Virus*. *Journal of Data Mining in Genomics and Proteomics*, 4(2).
- Stecher, G., Tamura, K. and Kumar, S., 2020. Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) for macOS. *Journal Molecular and evolution*, 37(4), 1237-1239.
- Sudarto, S., 2011. Ikan pipih yang potensial untuk ikan hias. *Jurnal Media Akuakultur*, 6(1), 59 – 62.
- Sugianti, Y. dan Lismining P.A., 2018. Respon oksigen terlarut terhadap pencemaran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sumber daya ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19 (2), 203-212.

- Sukendi, S., Thamrin, T., Putra, R.M. and Yulindra, A., 2020. The addition of the hormone *Thyroxine* (T4) to the feed to accelerate the growth of bronze featherback (*Notopterus notopterus*, Pallas 1769). *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 7(11), 65-70.
- Sundari, S. and Priadi, B., 2020. Teknik isolasi dan elektroforesis DNA ikan tapah. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 17(2), 87-90.
- Surmalin, Moq, C.Y., Gaffar, S. dan Haryono, M.G., 2020. Amplifikasi gene mtDNA COI *Muraenesocidae* dari perairan Kota Tarakan dengan teknik PCR. *Jurnal Harpodon Borneo*, 13(2), 54-60.
- Syaifudin, M., Agustini, I., Jubaedah, D., Muslim, M. dan Tanbiyaskur, 2021. Barkode DNA dan kekerabatan ikan lais timah (*Kryptopterus apogon*) berdasarkan gen Sitokrom C Oxidase Subunit I (SOI). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 9(2), 149-162.
- Syaifudin, M., Gultom, E.T. and Wijayanti, M., 2023. DNA authentication of Indonesian leaffish *Pristolepis grooti* from Kelekar River and Ogan River in South Sumatra based on *Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI)* gene. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 8(2), 1-11.
- Syaifudin, M., Jubaedah, D., Muslim, M. and 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., Wijayanti, M., Dwinanti, S.H., Muslim, M., Mahendra, M. and Marlina, S., 2020. DNA barcodes and phylogenetic of striped snakehead and ocellated snakehead fish from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(3), 1227-1235.
- Tallei, T.E., Irawan P.D., and Kolondam B.J., 2016. DNA barcoding analysis of matK gene of some *Syzygium* species. Bioinformatics Workshop 2016: *Developing knowledge and skill in bioinformatics for Young Indonesian Scientists in improving research quality in life science and sustainable exploration of biodiversity in Indonesia*. Al Azhar University Jakarta, 13 – 15 September 2016.
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O. and Rompas, R., 2013. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *E-Journal Budidaya Perairan*, 1(2), 8-19.
- Triandiza, T. dan Madduppa, H., 2018. Aplikasi analisa morfologi dan dna barcoding pada penentuan jenis kepiting porcelan (*Pisidia* Sp.) yang berasal dari Pulau Tunda, Banten. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2(2), 81-90.

- Vinod, B., Haq, M.B., Vaitheeswari, S. and Sureandiran, B., 2020. DNA barcode profiling and intra species variation analysis within the barcode region of an ornamental red lion fish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758). *Journal Interdisciplinary Cycle Research*, 12(8), 339-357.
- Ward, R.D., Zemlak, T.S., Innes, B.H., Last, P.R. and Hebert, P.D.N., 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, 360, 1847-1857.
- Wibowo, A., 2014. Barcoding of featherback (*Chitala lopis*) based on *Cytochrome Oxidase Subunit I (COI)* gene of mitochondrial DNA. In *Yogyakarta: National Seminar XI*, Gadjah Mada University, 36-227.
- Wibowo, A., Sunarno, M.T.D., Subagdja, S. dan Hidayah, T., 2017. Karakterisasi populasi ikan putak (*Notopterus notopterus*) menggunakan analisis keragaman fenotipik dan daerah 16 SRNA DNA mitokondria. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 15(1), 1-12.
- Wong, K.H.E. and Hanner, H.R., 2008. DNA barcoding detects market substitution in North American seafood. *Food Research International*, 41(8), 828-837.
- Yusanti, I.A., Sofian, S. dan Mulyani, R., 2022. Deteksi ektoparasit pada ikan putak (*Notopterus notopterus*) di Provinsi Sumatera Selatan. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(2), 199-207.
- Yuwono, T., 2008. *Bioteknologi Pertanian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Zein, M.S.A. dan Prawiradilaga, D.M., 2013. *DNA Barcode Fauna Indonesia Edisi Pertama*. Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.