

SKRIPSI

**DNA BARCODE *Barbonymus* sp. DARI SUNGAI OGAN DAN
SUNGAI GERONG BERDASARKAN GEN SITOKROM C
OKSIDASE SUBUNIT I (COI)**

**DNA BARCODING OF *Barbonymus* sp. FROM OGAN AND
GERONG RIVER BASED ON CYTOCHROME C OXIDASE
SUBUNIT I (COI) GENE**



**M. Rizky Khatami
05051381924043**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SUMMARY

M. RIZKY KHATAMI. DNA Barcoding of *Barbonymus* sp. From Ogan and Gerong River Based on Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI) Gene (Supervised by **MOCHAMAD SYAIFUDIN** and **YULISMAN**).

Barbonymus sp. is distributed in water bodies at a watershed on the island of Sumatra, Kalimantan and Java. The study aimed to identify the fish species *Barbonymus* originating from Ogan River and Gerong River, knowing COI sequences and genetic and phylogenetic distances by using COI gene barcoding DNA techniques. This research was conducted in December 2022-January 2023. Ten samples were obtained from the Ogan River and Gerong River in South Sumatra. The stages of DNA barcoding consist of DNA extraction, DNA amplification using the Polymerase Chain Reaction, electrophoresis and COI gene sequencing. The COI mtDNA gene fragment was amplified at 50°C for 45 seconds. The nucleotide length of the sample COI gene was 649 base pairs (bp). The BLASTn of BSO1 and BSO5 (*Barbonymus* Ogan River), and the BSG1, BSG2, BSG3 and BSG4 (*Barbonymus* Gerong River) showed high similarity (98.82-99.26%) with tinfoil barb (*Barbonymus schwanenfeldii*) from Vietnam and had a genetic distance of 0.00 (0%). The BSO2 and BSO3 from the Ogan River showed high similarity (93.59-93.66%) with the species of red tailed tinfoil (*Barbonymus altus*) from Cambodia and had a genetic distance of 0.03 (3%). Meanwhile, BSG5 sample from the Gerong River shows high similarity (99.56-99.85%) with silver barb (*Barbonymus gonionotus*) from India and Indonesia and had a genetic distance of 0.00 (0%). The phylogenetic tree construction of tinfoil barb sample taken from both rivers made three separate sub-clusters but still in the same cluster with a bootstrap value of 75%. The water quality parameter measurements include temperature ranged from 28.8-30.0°C, water transparency 44-150 cm, salinity 0 g kg⁻¹, dissolved oxygen 3.60-5.70 mg L⁻¹, pH 5.6-7.8, TDS 0.02-0.04 mg L⁻¹, ammonia 0.01-0.06 mg L⁻¹, alkalinity 40-50 mg L⁻¹ and current velocity 0.09-0.14 cm s⁻¹.

Keywords: *Barbonymus* sp., COI gene, Gerong River, Ogan River, phylogenetic.

RINGKASAN

M. RIZKY KHATAMI. DNA Barcode *Barbonymus* sp. dari Sungai Ogan dan Sungai Gerong Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI) (Dibimbing oleh **MOCHAMAD SYAIFUDIN** dan **YULISMAN**).

Ikan *Barbonymus* sp. adalah ikan perairan umum yang penyebarannya di bagian badan air dalam suatu daerah aliran sungai di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Jawa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi spesies ikan *Barbonymus* sp. yang berasal dari Sungai Ogan dan Sungai Gerong, mengetahui sekuen COI dan jarak genetik serta filogenetik dengan menggunakan teknik DNA barcode gen COI. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022-Januari 2023. Sepuluh sampel diperoleh dari Sungai Ogan dan Sungai Gerong di Sumatera Selatan. Tahapan DNA *barcoding* terdiri dari ekstraksi DNA, amplifikasi DNA menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction*, elektroforesis, sekuensing gen COI. Fragmen gen COI mtDNA diamplifikasi pada suhu 50°C selama 45 detik, panjang nukleotida gen COI sampel adalah 649 pasang basa (bp). Sampel hasil BLASTn BSO1 dan BSO5 (*Barbonymus* Sungai Ogan), dan sampel BSG1, BSG2, BSG3 dan BSG4 (*Barbonymus* Sungai Gerong) menunjukkan kemiripan yang tinggi (98,82-99,26%) dengan ikan lampam (*Barbonymus schwanefeldii*) asal Vietnam dan memiliki jarak genetik 0,00 (0%). Sampel BSO2 dan BSO3 asal Sungai Ogan menunjukkan kemiripan yang tinggi (93,59-93,66%) dengan spesies ikan lampam sirip merah (*Barbonymus altus*) asal Kamboja dan memiliki jarak genetik 0,03 (3%). Sedangkan sampel LSG5 asal Sungai Gerong menunjukkan kemiripan yang tinggi (99,56-99,85%) dengan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) asal India dan Indonesia dan memiliki jarak genetik 0,00(0%). Konstruksi pohon filogenetik sampel ikan *Barbonymus* sp. yang diambil dari kedua sungai membentuk tiga *sub-cluster* yang terpisah namun masih dalam satu *cluster* *Barbonymus* yang sama dengan nilai bootstrap 75%. Hasil pengukuran parameter kualitas air meliputi suhu berkisar 28,8-30,0°C, kecerahan 44-150 cm, salinitas 0 g kg⁻¹, oksigen terlarut 3,60-5,70 mg L⁻¹, pH 5,6-7,8, TDS 0,02-0,04 mg L⁻¹, amonia 0,01-0,06 mg L⁻¹, alkalinitas 40-50 mg L⁻¹ dan kecepatan arus 0,09-0,14 cm s⁻¹.

Kata kunci: *Barbonymus* sp., Filogenetik, Gen COI, Sungai Gerong, Sungai Ogan.

SKRIPSI

**DNA BARCODE *Barbonymus* sp. DARI SUNGAI OGAN DAN
SUNGAI GERONG BERDASARKAN GEN SITOKROM C
OKSIDASE SUBUNIT I (COI)**

**DNA BARCODING OF *Barbonymus* sp. FROM OGAN AND
GERONG RIVER BASED ON CYTOCHROME C OXIDASE
SUBUNIT I (COI) GENE**

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



M. Rizky Khatami
05051381924043

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**DNA BARCODE *Barbonymus* sp. DARI SUNGAI OGAN DAN
SUNGAI GERONG BERDASARKAN GEN SITOKROM C
OKSIDASE SUBUNIT I (COI)**

SKRIPSI

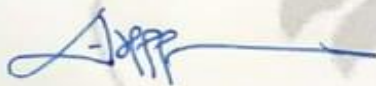
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Perikanan pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

M. Rizky Khatami
05051381924043

Indralaya, September 2023
Pembimbing II

Pembimbing I



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



Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP 197607032008011013

Mengetahui,
Dean Fakultas Pertanian



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

Skripsi dengan judul "DNA Barcode *Barbonymus* sp. dari Sungai Ogan dan Sungai Gerong Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase I (COI) oleh M. Rizky Khatami telah dipertahankan dihadapan komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Agustus 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji

Komisi Penguji

1. Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. Ketua (.....)

2. Yulisman, S.Pi., M.Si. Sekretaris (.....)

3. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. Anggota (.....)

Indralaya, September 2023
Ketua Jurusan Perikanan



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

PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Rizky Khatami

NIM : 05051381924043

Judul : DNA Barcode *Barbonymus* sp. dari Sungai Ogan dan Sungai Gerong
Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarasi 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.



Indralaya, September 2023



M. Rizky Khatami

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 20 Oktober 2001 di Kayuagung, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara dari pasangan bapak Umar dan ibu Suryati.

Penulis memulai pendidikan dasar di SDN 11 Indralaya pada tahun 2007 dan menerima ijazah kelulusan pada tahun 2013. Penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Indralaya, menyelesaikan pendidikan pada tahun 2016. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan kejenjang atas di MAN 1 Ogan Ilir pada tahun 2016 yang selesai pada tahun 2019. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur USMB pada tahun 2019.

Pada tahun 2020-2021 penulis menjadi anggota aktif Dinas PPSDM Himpunan Mahasiswa Akuakultur Universitas Sriwijaya. Penulis melaksanakan kegiatan magang di Balai Benih Ikan (BBI) Pagar Alam, Sumatera Selatan. Penulis juga melaksanakan praktek lapangan pada bulan Juni – Agustus 2022 di Unit Usaha Mandiri Perikanan (UUMP) Rumah Cupang Ajis Sarjana, Indralaya, Ogan Ilir.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan Rahmat, Ridho, dan Hidayah-Nya kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi umat.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis.
2. Bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D., selaku pembimbing I, Kepada Bapak Yulisman, S.Pi., M.Si., selaku pembimbing II dan Ibu Mirna Fitriani, S.Pi., M.Si., Ph.D., selaku penasehat akademik telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si., selaku Koordinator Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
5. Anita Ogara sebagai pasangan beserta teman-teman yang telah membantu selama penelitian.
6. Analis Laboratorium Dasar Perikanan, Laboratorium Mikrobiologi Teknologi Hasil Perikanan dan Laboratorium Bioteknologi Fakultas Kedokteran yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian

Mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Kegunaan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sistematika dan Morfologi Ikan <i>Barbonymus</i> sp.	4
2.2. Habitat dan Kebiasaan Makan	5
2.3. DNA <i>Barcoding</i>	5
2.4. Isolasi DNA dan PCR	6
2.5. Filogenetik dan Jarak Genetik.....	7
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	8
3.1. Tempat dan Waktu	8
3.2. Bahan dan Metoda.....	8
3.3. Analisis Data	13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1. Hasil	14
4.2. Pembahasan.....	14
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1. Kesimpulan	27
5.2. Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan <i>Barbonymus</i> sp.	4
Gambar 3.1. Peta lokasi pengambilan sampel ikan <i>Barbonymus</i> sp.....	11
Gambar 4.1. Visualisasi DNA gen COI ikan <i>Barbonymus</i> sp. menggunakan PCR.....	12
Gambar 4.2. Jarak genetik ikan <i>Barbonymus</i> sp.	14
Gambar 4.3. Pohon filogenetik ikan <i>Barbonymus</i> sp.....	16

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Alat yang digunakan pada penelitian	8
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan pada penelitian.....	9
Tabel 4.1. Morfometrik dan meristik ikan <i>Barbonymus</i> sp. asal Sungai Ogan.....	14
Tabel 4.2. Morfometrik dan meristik ikan <i>Barbonymus</i> sp. asal Sungai Gerong	14
Tabel 4.3. BLASTn ikan <i>Barbonymus</i> sp. asal Sungai Ogan (BSO).....	17
Tabel 4.4. BLASTn ikan <i>Barbonymus</i> sp. asal Sungai Gerong (BSG)	17
Tabel 4.5. Hasil pengukuran kualitas air.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur ekstraksi DNA dengan metode <i>GeneAid</i>	36
Lampiran 2. Pensejajaran gambar visualisasi PCR gen COI.....	37
Lampiran 3. Primer yang digunakan dalam penelitian	39
Lampiran 4. Sekuens nukleotida gen COI sampel ikan <i>Barbonymus</i> sp. asal Sungai Ogan dan Sungai Gerong	40
Lampiran 5. Sekuens nukleotida gen COI ikan lampam di <i>Genbank</i>	44
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan *Barbonymus* sp. adalah ikan perairan umum yang penyebarannya di bagian badan air dalam suatu daerah aliran sungai (DAS). Ikan *Barbonymus* sp. hidup di sungai besar, anak sungai, dan danau. Saat musim hujan penyebarannya sampai ke rawa-rawa dan lebak dan tersebar luas di Pulau Sumatera, Jawa, dan Kalimantan serta juga ditemukan di Malaysia (Nurdawati, 2000). Budidaya ikan genus *Barbonymus* ini belum banyak berkembang seperti ikan lampam (*Barbonymus schwanenfldii*), sehingga dikhawatirkan populasinya akan semakin berkurang dan akan mengalami kepunahan (Kusmini *et al.*, 2022). Budidaya ikan *Barbonymus* sp. diperlukan untuk menjaga populasinya agar tetap terjaga (Rayhanu *et al.*, 2004). Dalam upaya budidaya harus diketahui asal-usul dan kualitas calon indukan untuk meningkatkan kualitas benih (Mustika *et al.*, 2020).

Budidaya ikan lampam telah dilakukan di Balai Budidaya Ikan Sentral (BBIS) Anjongan Pontianak (Kusmini *et al.*, 2018), dan oleh nelayan Provinsi Riau (Rayhanu *et al.*, 2004). Upaya budidaya ikan *Barbonymus* sp. asal perairan Sumatera Selatan belum pernah dilakukan, misalnya dari Sungai Ogan dan Sungai Gerong. Sungai Ogan adalah sungai yang terletak di Kabupaten Ogan Ilir sedangkan Sungai Gerong adalah anak Sungai Musi yang terletak di Kabupaten Banyuasin. Oleh sebab itu perlu dilakukan identifikasi spesies ikan *Barbonymus* sp. yang berasal dari Sungai Ogan dan Sungai Gerong, mengetahui sekuen COI dan jarak genetik serta filogenetik dengan menggunakan teknik DNA barcode gen COI.

DNA *barcoding* adalah suatu teknik identifikasi spesies dengan menggunakan urutan DNA dari fragmen genom dengan tujuan berkontribusi pada berbagai studi ekologi dan konservasi (Lahaye *et al.*, 2008). Teknik DNA *barcoding* menggunakan mtDNA gen COI sebagai salah satu dasar data untuk upaya pengembangan budidaya dan domestikasi ikan *Barbonymus* sp. yang tertangkap di alam. Teknik DNA *barcoding* menggunakan fragmen gen COI telah diterapkan dalam identifikasi dan analisis filogenetik pada beberapa jenis ikan misalnya pada ikan sepat siam dan sepat biru (Syaifudin *et al.*, 2019), ikan wader (Valen *et al.*,

2019), ikan lampam (Jaffar *et al.*, 2019), ikan clown rasbora (Chung *et al.*, 2020), ikan lais (Syarifudin *et al.*, 2021) dan pada ikan batak serta ikan semah daun (Larashati *et al.*, 2021).

Identifikasi dan analisis filogenetik ikan *Barbonymus* sp. pernah dilakukan pada spesies ikan lampam (*Barbonymus schwanenfeldii*) di perairan Aceh Timur dan Aceh Tengah yang menunjukkan tingkat kekerabatan 100% dengan data yang berada di *GenBank* (Batubara *et al.*, 2020), dan juga pernah dilakukan pada ikan lampam asal Shah Alam, Selangor Semenanjung Malaysia. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Jaffar *et al.* (2019) ikan lampam yang didapatkan dari lima pedagang ikan hias asal Shah Alam, Selangor di Pantai Barat Semenanjung Malaysia diperoleh empat sampel yang sangat mirip dengan ikan lampam lokal Shah Alam dengan tingkat kesamaan genetik sebesar 99% dengan data di *GenBank* dengan kode sampel HM156340, HM156340 dan FJ464385. Namun, identifikasi dan analisis molekuler ikan *Barbonymus* sp. di perairan Sumatera Selatan yakni di Sungai Gerong dan Sungai Ogan belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu perlu dilakukan DNA *barcoding* ikan *Barbonymus* sp. sebagai dasar untuk pengembangan budidaya dan domestikasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan karakteristik sungai yang berbeda antara Sungai Ogan dan Sungai Gerong, memungkinkan ikan *Barbonymus* sp. mengalami perubahan karakteristik genetik. Oleh sebab itu, perlu dilakukan DNA *barcoding* ikan *Barbonymus* sp. asal Sungai Ogan dan Sungai Gerong dengan ikan *Barbonymus* sp. yang terdapat di pusat data *GenBank* untuk mengetahui persentase sekuens nukleotida gen COI, jarak dan kekerabatan genetik ikan *Barbonymus* sp. sebagai bagian dari data dasar dalam upaya pengembangan budidaya dan domestikasi ikan *Barbonymus* sp. untuk menghindari terjadinya penurunan keragaman genetik ikan *Barbonymus* sp. di Sumatera Selatan.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi ikan *Barbonymus* sp. yang berasal dari Sungai Ogan dan Sungai

Gerong, mengetahui sekuen COI dan jarak genetik serta filogenetik ikan *Barbonymus* sp. pada data *GenBank* dengan menggunakan teknik DNA barcode gen COI.

2. Mengetahui parameter fisika dan kimia habitat ikan *Barbonymus* sp.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai karakteristik sekuens dan kekerabatan genetik ikan *Barbonymus* sp. berdasarkan gen sitokrom C oksidase subunit I asal Sungai Ogan Kabupaten Ogan Ilir dengan ikan *Barbonymus* sp. asal Sungai Gerong Kabupaten Banyuasin serta dapat digunakan untuk upaya pengembangan budidaya ikan *Barbonymus* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., 2014. *Aspek biologi reproduksi ikan lemeduk (Barbodes schwanenfeldii) di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Aisyah, S., 2021. Identifikasi molekuler dan status konservasi ikan pari hiu (*Rhinidae*) yang didaratkan di Pulau Bangka. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(1), 61-69.
- Aisyah, S., Bakti, D. dan Desrita, 2017. Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan lemeduk (*Barbodes schwanenfeldii*) di Sungai Belumai Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Aquatica Sciences Journal*, 4(1), 8-12.
- Arifin, O.Z. dan Kurniasih, T., 2007. Variasi genetik tiga populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berdasarkan polimerasi mtDNA. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2(1), 67-75.
- Batubara, A.S., Muchlisin, Z.A., Efizon, D., Elvra, R., Fadli, N., Rizal, S., Azizah, M.N.S. and Wilkes, M., 2020. DNA barcoding (COI genetic marker) revealed hidden diversity of cyprinid fish (*Barbonymus* spp.) from Aceh waters, Indonesia. *Biharean Biologist*, 15(1), 1-10.
- Butet, N.A., Dewi, I.A.B.P., Zairon, dan Hakim, A.A., 2019. Validasi spesies undur-undur laut berdasarkan penanda molekuler 16s rRNA dari perairan Bantul dan Purworejo. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*,
- Chen, C., Ding, Y., Jiang, Z., Jiang, H., Lu, C., Zhang, L., Chen, Z. and Zhu, C., 2021. DNA barcoding of yellow croakers (*Larimichthys* sp.) and morphologically similar fish species for authentication. *Food Control*, 127(1), 1-7.
- Chung, H.H., Lim, K.W.L., Liao, Y., Lam, T.T. and Chong, L.Y., 2020. Sequencing and characterisation of complete mitochondrial DNA genome for *Trigonopoma pauciperforatum* (Cypriniformes: Cyprinidae: Danioninae) with phylogenetic consideration. *Tropical Life Sciences Research*, 31(1), 1-16.
- Collins, R.A., Armstrong, K.F., Meier, R., Yi, Y., Brown, S.D.J., Cruickshank, R.H., Keeling, S. and Johnston, C., 2012. Barcoding and border biosecurity: identifying cyprinid fishes in the aquarium trade. *PLoS One*, 7(1), 1-13.
- Dahrudin, H., Sholihah, A., Sukmono, T., Sauri, S., Nurhaman, U., Wowor, D., Steinke, D. and Hubert, N., 2021. Revisiting the diversity of *Barbonymus* (Cypriniformes, Cyprinidae) in Sundaland using DNA-based species delimitation methods. *Diversity*, 13(1), 1-12.

- Darmawan, A., Yoviandianto, I., A. dan Mahmudi, M., 2019. Pemetaan distribusi kualitas air untuk mendukung budidaya perikanan menggunakan sistem informasi geografis, kasus di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(3), 373-381.
- Dewantoro, E., 2015. Keragaan gonad ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) setelah diinjeksi hormon HCG secara berkala. *Jurnal Akuatik*, 6(1), 1-10.
- Dewantoro, E., Alfian, R., Rachimi. dan Septian, R.P., 2022. Pengaruh penambahan bakteri nitrifikasi ke dalam media budidaya terhadap kualitas air dan performa hematologi benih ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*). *Jurnal Ruaya*, 10(1), 1-7.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: PT. Kansius.
- Emilia, Harnelly, E. dan Anhar, A., 2021. Optimalisasi metode ekstraksi DNA daun, kulit kayu dan kayu Pinus. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(4) 766-778.
- Fahmi, M.R., Anjang, B.P. dan Ruby, V.K., 2016. Barcoding DNA ikan hias lahan gambut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(2), 137-145.
- Fahmi, M.R., Kusumah, R.V., Ardil, I., Sinansari, S. dan Kusri, E., 2017. DNA barcoding ikan hias introduksi. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(1), 1-12.
- 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.
- Handoyo, D. dan Rudiretna, A., 2001. Prinsip umum dan pelaksanaan *Polymerase Chain Reaction (PCR)*. *Unitas*, 9(1), 17-29.
- Harahap dan Syahfitri, A., 2017. Uji kualitas dan kuantitas DNA beberapa populasi pohon kapur Sumatera. *Journal of Animal Science and Agronomy Panca Budi*, 2(2), 1-6.
- Hariyadi, S., Narulita, E. dan Rais, M.A., 2018. Perbandingan metode lisis jaringan hewan dalam proses isolasi DNA genom pada organ liver tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Biology Education Conference*, 15(1), 689-692.
- Harmilia, D.E. dan Dharyati, E., 2017. Kajian pendahuluan kualitas perairan fisika kimia Sungai Ogan Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. *Fiseries*, 6(1), 7-11.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L. and Waard, D.J.R., 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *The Royal Society*, 270, 313-321.

- Hebert, P.D.N. and Gregory, T.R., 2005. The promise of DNA barcoding for taxonomy. *Systematic Biology*, 54(5), 1-8.
- Hidayat, T. dan Pancoro, A., 2006. Sistematika dan filogenetika molekuler. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(1), 1-9.
- Hidayat, T. dan Pancoro, A., 2008. Kajian filogenetika molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik anggrek. *AgroBiogen*, 4(1), 35-40.
- Iskandar, A.U., Ethica, S.N., Sukeksi, A., Mukaromah, A.H., Sulistyningtyas, A.R. and Darmawati, S., 2021. Moleculer systematic and phylogenetic analysis of indigenou bacterial isolates with potential as bioremediation agent based on 16S rRNA gene analysis. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 743(1), 1-10.
- Interim Register of Marine and Nonmarine Genera (IRMNG)*, 2021. *Barbonymus* sp. (Kottelat, 1999) [online]. Belgium: Lifewatch Available at: <https://www.irmng.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1105121> [Accessed 03 Juli 2023]
- Jaffar, M., Yunus, N.M. and Nelson, R.B., 2019. Regional tinfoil barb imports can alter its native species genetic makeup. *Journal of Sustainability Science and Management*, 14(6), 51-65.
- Kamal, M.M., Hakim, A.A, Butet., N.A., Fitriyaningsih, Y. dan Astuti, A., 2019. Autentikasi spesies ikan kerapu berdasarkan marka gen MT-COI dari perairan Peukan Bada Aceh. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 116-123.
- Khayra, A., Muchlisin, Z.A. dan Sarong, M.A., 2016. Morfometrik lima spesies ikan yang dominan tertangkap di Danau Aneuk Laot Kota Sabang. *Jurnal Ilmu Perairan Pesisir dan Perikanan*, 5(2), 57-66.
- Komalasari, K., 2009. *Pengaruh perbandingan volume darah dan lisis buffer serta kecepatan sentrifugasi terhadap kualitas produk DNA pada sapi Fresian Holstein (FH)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Koniyo, Y., 2022. 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*. Indonesia: C.V. Java books.
- Kress, W.J., Carlos, G.R., Maria, U. and David, L.E., 2015. DNA barcodes for ecology, evolution and conservation, trends in ecology and evolution, and concervation. *Trends Ecol Evol*, 30(1), 25-35.

- Kultz, D., 2005. Molecular and evolutionary basis of the cellular stress response. *Annual Review of Physiology*, 67, 225-257.
- Kusmini, I.I., Mumpuni, S.F. dan Dayani, M.P., 2022. Performa reproduksi induk dan kelangsungan hidup larva hasil pemijahan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dan ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*). *Jurnal Mina Sains*, 8(1), 45-52.
- Kusmini, I.I., Radona, D. dan Putri, P.F., 2018. Pola pertumbuhan dan faktor kondisi tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) pada wadah pemeliharaan yang berbeda. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 25(1), 1-9.
- Lahaye, R., Bank, M.V.D., Bogarin, D., Warner, J., Pupulin, F., Gigot, G., Maurin, O., Duthoit, S., Barraclough, T. G. and Savolainen, V., 2008. DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots. *PNAS*, 105(8), 2923-2928.
- Larashati, S., Mayasari, N., Fitriana, S.Y., Dewantoro, W.G., Widoretno, R.M. and Widiyanto, T., 2021. DNA barcoding of *Neolissochilus sumatranus* and *torourenensis* to support in situ conservation of Indonesian mahseers. *Journal of Biosciences*, 29(3), 370-377.
- Lubis, K., 2014. Cara pembuatan pohon filogeni. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 20(75), 1-4.
- Mahrudin, Irianti, R., Zalfa, S.Z., Rahma, A.N., Puteri, N.A. dan Fajeriati, A.N., 2021. Keanekaragaman jenis ikan familia Cyprinidae di Sungai Nagara Kecamatan Daha Utara Kabupaten Hulu Sungai Selatan. In: Soendjoto, A.M., Dharmono., Riefani, K.M., Utami, H.N., Irwandi., Anwar, R.M., Susanto, W. dan Hairani, S., eds. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat (LPPM ULM). Jalan Brigjen Hasan Basry Banjarmasin, Indonesia, 2 April 2021.
- Mauliani, R.D., Yulianda, F. dan Butet, A.N., 2020. Karakteristik gen *cytochrome oxidase subunit I* (COI) tiram daging dari genus *Crassostrea* sebagai identitas jenis Delta Cimanuk Jawa Barat. *Jurnal Moluska Indonesia*, 4(1), 8-16.
- 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.
- Mustika, R., Sofia, A.L., Agusliani, E. dan Muhammad, 2020. Kinerja dan prospek usaha pembenihan ikan papuyu (*Anabas testudineus*) di Kalimantan Selatan. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 15(1), 1-13.
- Nugroho, E., Soewardi, K. dan Kurniawirawan, A., 2007. Analisis keragaman genetik beberapa populasi ikan batak (*Tor soro*) dengan metode *Random*

- Amplified Polymorphisma DNA (RAPD). Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 14(2), 53-57.
- Nugroha, R., Dewi, S.P. dan Nurilmala, M., 2022. Evaluasi primer gen coi sebagai biomarker ketertelusuran ikan menggunakan bionformatika. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(1), 67-79.
- Nurdawati, S., 2000. Potensi dan prospek plasma nutfah ikan lampam (*Barbodes schwanenfeldi*). *Buletin Plasma Nutfah*, 6(2), 1-8.
- Paramudita, B.J., Hertati, R. dan Syafrialdi, 2020. Studi biodiversitas ikan di perairan Sungai Batanghari Desa Bedaro Rampak Kecamatan Tebo Tengah Kabupaten Tebo Provinsi Jambi. *Journal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 4(2), 103-114.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2021. Peraturan Pemerintah No. 22 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Pranawaty, R.N., Buwono, I.D. dan Liviawaty, E., 2012. Aplikasi polymerase chain reaction (PCR) konvensional dan real time PCR deteksi white spot syndrome virus kepiting. *Jurnal perikanan dan kelautan*, 3(4), 61-74.
- Putri, J.S.D., Abulias, N.M. dan Bhagawati, D., 2014. Studi kekerabatan ikan familia *Cyprinidae* yang tertangkap di Sungai Serayu Kabupaten Banyumas. *Scripta Biologica*, 1(2), 129-135.
- Radona, D., Kusmini, I.I. dan Ath-thar, M.H.F., 2017. Karakterisasi meristik dan morfometrik tiga generasi ikan tengadak *Barbonymus schwanenfeldii* asal Kalimantan Barat, Indonesia. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(1), 1-8.
- Rahman, A., Mulya B.M. dan Desrita, 2015. Studi morfometrik dan meristik ikan lemeduk (*Barbodes schwanenfeldii*) di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Aquacoastmarine*, 3(1), 1-6.
- Rahmadhan, D., Sari, R. dan Apridamayanti, P., 2019. Pengaruh *annealing* terhadap amplifikasi gen *tem* menggunakan primer dengan %GC rendah. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 4(1), 1-7
- Rasmussen, R.S., Morrissey, M.T. and Hebert, P.D.N., 2009. DNA barcoding of commercially important salmon and trout species (*Oncorhynchus and Salmo*) from North America. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18), 8379-8385.

- Rayhanu, A., Junaidi, E. dan Husnah, 2004. Kebiasaan makan ikan lampam (*Barbodes schwanefeldii*) di Sungai Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 2(1), 47-60.
- Saanin, H., 1984. *Taksonomi dan Identifikasi Ikan*. Jakarta: Bina Cipta.
- Safrida. 2021. *Zoologi Vertebrata Menurut Riset Terkini*. Aceh: Syiah Kuala Universty press.
- Sari, D.M., Putra, R.M. and Windarti, 2022. Comparison of meristic characteristics of *Barbodes schwanefeldii* living around the floating net cage area and in the area with no floating net cage in the Koto Panjang Dam Provinsi Riau. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 5(1), 105-113.
- Sambrook, J. dan Russell, D. W., 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 3rd Ed. New York: Cold-Spring Harbor Laboratory.
- Sanutra, S., Syazall, M. dan Erfan, M., 2022. Identifikasi jenis-jenis ikan yang terdapat di Sungai Ampenan, Mataram Nusa Tenggara Barat. *Journal of Science Education*, 2(2), 47-52.
- Sasmito, D.E.K., Kurniawan, R. dan Muhimmah, I., 2014. Karakteristik primer pada polymerase chain reaction (PCR) untuk sekuensing DNA, mini review. Lorem, Daniele, dan Jawana, eds. *Seminar Nasional Informatika Medis (SNIMed)*. Sleman, Yogyakarta 6 Desember 2014.
- Sianturi, R., Dailami, M. dan Saleky, D., 2021. Identifikasi dan analisis filogenetik ikan ekonomis penting *Oreochromis* sp. dengan pendekatan DNA barcoding. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 465-476.
- Siegers, W.H., Prayitno, Y. dan Sari, A., 2019. Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis* sp.) pada tambak payau. *The Journal of Fisheries Development*, 3(2), 95-104.
- Syaifudin, M., Agustini, I., Jubaedah, D., Muslim, M. dan Tanbiyaskur, 2021. Barkod DNA dan kekerabatan ikan lais timah (*Kryptopterus apogon*) berdasarkan gen sitokrom c oxidase subunit I (COI). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 9(2), 149-162.
- Syaifudin, M., Jubaedah, D., Yonarta, D. and Hastuti, Z., 2019. DNA barcoding of snakeskin gourami *Trichogaster pectoralis* and blue gourami *Trichogaster*

- trichopterus* based on cythochrome c oxidase subunit I (COI) gene. *Earth and Environmental Science*, 348(1), 1-6.
- 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.
- Valen, F.S., Widodo, M.S., Kilawati, Y. and Islamy, R.A., 2019. Phylogenetic relationships of *Mystacoleucus marginatus* based on *cytochrome oxidase C Subunit I* (COI) gene. *Research Journal of Life Science*, 6(1), 19-28.
- Widyawati, Y., 2017. *Variasi Genetik Ikan Kakap Merah (Lutjanus erythropterus) Sebagai Potensi Induk*, Tesis. Universitas Brawijaya.
- Wilujeng, L., Mahasri, G. dan Mufasirin, 2014. Keragaman gen cytochrome B pada sidat (*Anguila bicolor*) berdasarkan restriction fragment length polymorphism (RELP). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(2), 1-7.
- Wong, K.H.E. and Hanner, H.R., 2008. DNA barcoding detects market substitution in Nort American seafood. *Food Research International*, 41(8), 828-837.
- Yuenleni 2019. Langkah-langkah optimasi PCR. *Indonesia Journal of Laboratory*, 1(3), 51-56.
- Zubaidah, S., 2021. Integrasi pendekatan morfologi dan molekuler DNA (*Deoxyribonucleic acid*) dalam taksonomi. In: Choiron, F.N., Susanto, H., Indria, S., Putra, P.A., Susilowati, E.N., Sari, F.E.M., Firmansyah, R., Pradana, A.R.Y., Kurniawan, R., Insani, N., Hakim, U.R.G., Sulisty, J.A., Arifin, S., Asri, W.N. dan Anggiantoro, D. eds. *Kumpulan Pidato Guru Besar*, Makasar: Universitas Negeri Malang, 44-74.