

SKRIPSI

FILOGENETIK IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) ASAL DANAU RANAU BERDASARKAN GEN SITOKROM b (*cyt b*)

PHYLOGENETIC of NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) from RANAU LAKE BASED on the CYTOCHROME b (*cyt b*) GENE



**Rasyidi
05051282126029**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SUMMARY

RASYIDI. Phylogenetics of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Ranau Lake Based on Cytochrome b (*cyt b*) Gene (Supervised by **MOCHAMAD SYAIFUDIN**)

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the freshwater fish species in the Cichlidae family with several strains that have been genetically selected and developed, including red tilapia, GIFT, and BEST. The purpose of this study was to determine the percentage of species identity, genetic distance, and phylogenetics of Nile tilapia from Lake Ranau, both from nature and culture, with species in the GenBank data center. This research was conducted in the Plant Physiology Laboratory and the Biotechnology Laboratory, Agronomy Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Sriwijaya, in December 2024-January 2025. The pectoral fins of eight Nile tilapia were used, consisting of, 4 samples of wild, (TRA) and four samples of culture (TRB) from Lake Ranau. The study was conducted in several stages, namely DNA extraction, PCR (Polymerase Chain Reaction) amplification, electrophoresis, DNA visualization, and *cyt b* gene sequencing. The mtDNA *cyt b* gene fragment was amplified at 49.7°C for 30 seconds with 32 cycles. The nucleotide length of the *cyt b* gene is 739 base pairs (bp). BLASTn (Basic Alignment Search Tool Nucleotide) results indicated that TRA2, TRA3, TRA4, and TRB4 had the highest similarity (99.87-100%) to *O. niloticus* from China and Nigeria. Samples TRA1, TRB1, and TRB5 had the highest similarity (100%) with *Oreochromis* sp. from China. The genetic distance of all samples, both natural and culture, had a value of 0.0%. Phylogenetic tree construction showed that all samples were grouped in two main clusters. The first cluster consisted of TRA2, TRB4, TRA3, TRA4, while the second cluster consisted of TRB1, TRB5, and TRA1.

Keywords: *cyt b* gene, genetic distance, nile tilapia, phylogenetics, and Ranau Lake.

RINGKASAN

RASYIDI. Filogenetik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Asal Danau Ranau Berdasarkan Gen Sitokrom b (*cyt b*) (Dibimbing oleh **MOCHAMAD SYAIFUDIN**)

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah salah satu spesies ikan air tawar dalam famili Cichlidae dengan beberapa *strain* yang telah diseleksi secara genetik dan dikembangkan, antara lain nila merah, GIFT, dan BEST. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase identitas spesies, jarak genetik, dan filogenetik ikan nila dari Danau Ranau, baik yang berasal dari alam maupun budidaya, dengan spesies yang ada di pusat data *GenBank*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi, Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, pada bulan Desember 2024-Januari 2025. Sirip dada ikan nila yang digunakan sebanyak 8 ekor, terdiri dari, 4 sampel dari alam (TRA) dan 4 sampel hasil budidaya (TRB) dari Danau Ranau. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu ekstraksi DNA, amplifikasi PCR (*Polymerase Chain Reaction*), elektroforesis, visualisasi DNA, dan sekuensing gen *cyt b*. Fragmen gen *cyt b* mtDNA diamplifikasi pada suhu 49,7°C selama 30 detik dengan 32 siklus. Panjang nukleotida dari gen *cyt b* adalah 739 pasang basa (bp). BLASTn (*Basic Alignment Search Tool Nucleotide*) menunjukkan bahwa TRA2, TRA3, TRA4, dan TRB4 memiliki kemiripan tertinggi (99,87-100%) dengan *O. niloticus* yang berasal dari Cina dan Nigeria. Sampel TRA1, TRB1, dan TRB5 memiliki kemiripan tertinggi (100%) dengan *Oreochromis* sp. asal Cina. Jarak genetik semua sampel, baik alam maupun kultur, memiliki nilai 0,0%. Konstruksi pohon filogenetik menunjukkan bahwa semua sampel dikelompokkan dalam dua *cluster* utama. *Cluster* pertama terdiri dari TRA2, TRB4, TRA3, TRA4, sedangkan *cluster* kedua terdiri dari TRB1, TRB5, dan TRA1.

Kata Kunci: Danau Ranau, filogenetik, gen *cyt b*, ikan nila, dan jarak genetik.

SKRIPSI

FILOGENETIK IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) ASAL DANAU RANAU BERDASARKAN GEN SITOKROM b (*cyt b*)

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Rasyidi
05051282126029

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

FILOGENETIK IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) ASAL DANAU RANAU BERDASARKAN GEN SITOKROM b (*cyt b*)

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh :

Rasyidi
05051282126029

Indralaya, Juni 2025
Pembimbing Penelitian



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



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

Skripsi dengan judul “Filogenetik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Asal Danau Ranau Berdasarkan Gen Sitokrom b (*cyt b*)” oleh Rasyidi telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Mei 2025 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. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si Anggota ()
NIP. 197609102001122003

Indralaya, Juni 2025

Ketua Jurusan Perikanan




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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rasyidi

NIM : 05051282126029

Judul : Filogenetik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Asal Danau Ranau
Berdasarkan Gen Sitokrom b (*cyt b*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil tulisan saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian 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.



Indralaya, Juni 2025


METERA
TEMPEL
35FAMX308291201
(Rasyidi)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 2 Oktober 2002 di Desa Sakatiga Seberang, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak kelima dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Muhammad Umar dan Ibu Almh. Hertati.

Penulis memulai pendidikan dasar di SD Negeri 2 Indralaya pada tahun 2009 dan pindah instansi tahun 2013 di SD Negeri 17 Indralaya dengan menerima ijazah pada tahun 2015. Dan melanjutkan pendidikan pada tahun 2015 di sekolah menengah pertama Madrasah Tsanawiyah Negeri 1 Ogan Ilir dengan menerima ijazah pada tahun 2018. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan menengah atas pada tahun 2018 di sekolah kejuruan SMK Negeri 1 Indralaya Selatan dengan Program Agribisnis Perikanan Air Tawar Jurusan Perikanan dengan menerima ijazah pada tahun 2021. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SBMPTN pada tahun 2021 dengan menerima beasiswa kartu indonesia pintar kuliah (kip-k). Hingga saat ini penulis sedang menjalankan tugas akhir untuk mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan di Universitas Sriwijaya. Penulis juga tergabung dalam beberapa organisasi salah satunya Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA) Universitas Sriwijaya, penulis berperan aktif sebagai anggota dinas kerohanian pada tahun 2022 dan kepala dinas kerohanian pada tahun 2023. Sejak tahun 2022-2025 penulis dipercayai sebagai asisten dosen dalam praktikum mata kuliah Avertebrata Air, Dasar-Dasar Akuakultur, Budidaya Ikan Hias dan Akuaskap.

Bulan Desember 2023-Januari 2024 penulis melaksanakan kegiatan magang di (*Hatchery*) PT. Maju Tambak Sumur Kalianda, Lampung dengan dosen pembimbing bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. Selanjutnya pada bulan Juni-Juli 2024 penulis melaksanakan kegiatan praktek lapangan di Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) Usaha Makmur Tanjung Seteko, Indralaya, Ogan Ilir dengan judul “Aplikasi Pemberian Pakan Cacing Sutra Dengan Frekuensi Yang Berbeda Pada Ikan Lele di Pokdakan Usaha Makmur Indralaya Ogan Ilir dengan dosen pembimbing bapak Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya, karena penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Filogenetik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Asal Danau Ranau Berdasarkan Gen Sitokrom b (*cyt b*)”. Alhamdulillah penelitian ini dapat selesai tepat waktu dengan izin Allah dan bantuan dari semua pihak.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muslim, M.Agr selaku Dekan Fakultas Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si selaku Ketua Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga laporan skripsi ini terselesaikan dengan baik.
4. Ibunda yang telah memberikan dukungan besar, perhatian dan kebaikan nya kepada penulis, gelar ini saya persembahkan untuknya disurganya Allah SWT.
5. Ayahandah beserta keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis.
6. Analis Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya beserta rekan tim DNA *barcoding* yang telah membantu penelitian penulis.
7. Semua pihak yang membantu.

Penulis berharap agar laporan skripsi ini dapat menjadi acuan bagi yang membutuhkannya.

Indralaya, Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Kegunaan.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Ikan Nila.....	4
2.2. Persilangan Ikan Nila	6
2.3. DNA <i>Barcoding</i>	7
2.4. Isolasi DNA dan PCR	8
2.5. Jarak Genetik dan Filogenetik.....	9
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	10
3.1. Tempat dan Waktu.....	10
3.2. Bahan dan Metode.....	10
3.2.1. Alat dan Bahan.	10
3.2.2. Metode	12
3.2.2.1. Pengambilan Sampel.....	12
3.2.2.2. Ekstraksi DNA	12
3.2.3.2. Amplifikasi DNA	12
3.2.3.2. Elektroforesis	12
3.2.3.3. Sekuensing Gen <i>cyt b</i>	13
3.3. Parameter.....	13
3.2.4.1. Persentase Identitas	13
3.2.4.2. Jarak Genetik dan Filogenetik.....	13
3.4. Analisis Data	13

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1.Konsentrasi dan Kemurnian DNA	15
4.2. Amplifikasi Visualisasi DNA.	16
4.3. Persentase Kemiripan Nukleotida Ikan Nila	17
4.4. Jarak Genetik dan Filogenetik.....	20
BAB 5. Kesimpulan	25
5.1. Kesimpulan	25
5.2. Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	4
Gambar 2.2. Ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	5
Gambar 2.3. Ikan nila biru (<i>Oreochromis aureus</i>).....	6
Gambar 2.4. Ikan nila larasati (<i>Oreochromis</i> sp.).....	7
Gambar 4.1. Visualisasi PCR gen target <i>cyt b</i> sampel ikan nila	16
Gambar 4.3. Filogenetik ikan nila	22

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Alat yang digunakan dalam penelitian	10
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian	11
Tabel 4.1. Konsentrasi dan kualitas DNA.....	15
Tabel 4.2. BLASTn ikan nila tangkapan alam Danau Ranau (TRA)	17
Tabel 4.3. BLASTn Ikan nila budidaya Danau Ranau (TRB).....	18
Tabel 4.4 Jarak genetik ikan nila berdasarkan sekuen gen <i>cyt b</i>	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Ekstraksi DNA Dengan Metode <i>GeneAid</i>	36
Lampiran 2. Primer Yang Digunakan Pada Penelitian	37
Lampiran 3. Pensejajaran Gambar Visualisasi Gen Sitokrom b (<i>cyt b</i>).....	38
Lampiran 4. BLASTn Nukleotida Gen Sitokrom b (<i>cyt b</i>) Sampel Ikan Nila	39
Lampiran 5. Sekuen Nukleotida Gen Sitokrom b (<i>cyt b</i>) <i>GenBank</i>	42
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis spesies air tawar yang masuk dalam famili Cichlidae dengan memiliki beberapa *strain* yang telah diseleksi dan dikembangkan di Indonesia meliputi GIFT (*Genetic Improvement of Farmed Tilapia*), nila nirwana, dan nila sultana (Yustiati *et al.*, 2018). Adapun *strain* yang dikembangkan secara genetika diantaranya ikan nila merah, GIFT, dan BEST. Menurut Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2022), produksi budidaya ikan nila pada tahun 2022 mencapai 482.249 juta ton dengan nilai pertumbuhan mencapai 43,71%. Beberapa spesies ikan tilapia yang dibudidayakan antara lain ikan nila (*O. niloticus*), ikan mujair (*O. mossambicus*), dan ikan nila biru (*O. aureus*) (Syarifudin *et al.*, 2019). Penyebaran ikan nila banyak ditemukan di perairan tawar seperti sungai, danau, waduk, dan rawa. Ikan nila dapat bertahan hidup pada salinitas yang luas, dengan kisaran 0-30 mg L⁻¹ (Prayudi *et al.*, 2015).

Persilangan ikan nila (*O. niloticus*, Linnaeus 1758) dan mujair (*Oreochromis mossambicus*, Peters 1852) menghasilkan varietas unggul (Aulia *et al.*, 2023). Ikan nila NIFI (*National Inland Fish Institute*) merupakan hasil dari persilangan ikan *O. mossambicus* dan *O. hornorum* dengan warna tubuh merah keputihan dengan menghasilkan keturunan yang dominan jantan (Yustiati *et al.*, 2018). Persilangan ikan nila GIFT (*Genetic Improvement of Farmed Tilapia*) dengan nila jantan asal Singapura menghasilkan *strain* ikan nila larasati (Djunaedi *et al.*, 2016), GIFT (*Genetic Improvement of Farmed Tilapia*) dengan GET (*Genetically Enchanted Tilapia*) menghasilkan *strain* ikan nila nirwana (Iskandariah *et al.*, 2011), dan ikan nila hitam janti dengan ikan nila putih janti menghasilkan *strain* ikan nila larasati (Muhotimah *et al.*, 2013). Beragamnya spesies dan *strain* yang terjadi pada ikan tilapia, memerlukan proses identifikasi dan karakterisasi secara tepat (Syarifudin *et al.*, 2013).

Identifikasi dan karakterisasi *strain* pada ikan nila baik di alam dan budidaya, sangat penting untuk dilakukan. Metode karakterisasi atau identifikasi spesies bisa dilakukan secara morfologi maupun molekuler. Secara umum, identifikasi spesies

dapat dilakukan dengan pendekatan morfologi. Namun, teknik ini masih bersifat subjektif hingga menimbulkan informasi yang tumpang tindih terhadap karakterisasi dari taksa yang berdekatan (Rasmussen dan Kellis, 2011). DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) *barcoding* dengan menggunakan *cyt b* merupakan salah satu teknik molekuler untuk deteksi dalam menentukan asal usul serta keragaman ikan dalam penyebaran populasi maupun pohon filogenetik pada spesies ikan (Page dan Hughes, 2010).

Gen mitokondria *cyt b* (sitokrom b) merupakan salah satu gen protein yang membentuk kompleks III dengan sistem fosforilasi oksidatif di mitokondria (Farag *et al.*, 2020). Gen ini memiliki urutan DNA yang bervariasi secara keseluruhan, sehingga dapat menentukan keragaman spesies melalui hubungan kekerabatan ikan tilapia (Mackie *et al.*, 1999), (Farias *et al.*, 2001). Gen *cyt b* digunakan karena lebih spesifik dan dapat membedakan kan serta penggunaan spesies yang lebih mudah dalam mengidentifikasi taksonomi (Parson *et al.*, 2000). Menurut Binashikbubkr *et al.* (2024), gen COI menghasilkan keragaman nukleotida yang lebih rendah, namun tingkat keragaman haplotipe tinggi, sebaliknya gen *cyt b* menghasilkan tingkat keragaman nukleotida dan keragaman haplotipe yang signifikan. Metode DNA *barcoding* pada ikan berdasarkan *cyt b* sudah banyak dilakukan pada berbagai spesies meliputi ikan sapu-sapu (Suseno dan Razari, 2024), ikan julung-julung (Achmad *et al.*, 2019), ikan selais bungkus (Elvyra, 2013), dan ikan mohseer *Tor spp.* (Permadi *et al.*, 2023). Berdasarkan DNA mitokondria *fragmen* gen sitokrom oksidase subunit I (COI), ikan nila dan mujair asal Merauke memiliki persentase kemiripan yaitu 100% (Saleky *et al.*, 2018).

DNA *barcoding* ikan tilapia asal Danau Ranau, baik hasil tangkap maupun budidaya sudah dilakukan, namun menggunakan gen COI (Ogara, 2023), dan diperoleh ikan tilapia asal Danau Ranau terdiri dari tiga spesies yaitu ikan nila (*O. niloticus*) memiliki persentase kemiripan 99,42% dengan ikan nila asal Nigeria dan Malaysia (Syarifudin *et al.*, 2025). Ikan mujair (*O. mossambicus*) memiliki persentase kemiripan 99,42-100% dengan ikan nila asal Filipina, dan ikan nila wami (*O. urolepis*) memiliki persentase kemiripan 99,42%-100% dengan ikan nila asal Malaysia dan Israel (Syarifudin *et al.*, 2025). Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui persentase identitas spesies, menganalisis jarak

genetik dan filogenetik pada ikan nila asal Danau Ranau, baik yang tertangkap dari alam dan budidaya dengan menggunakan gen sitokrom b (*cyt b*).

1.2. Perumusan Masalah

Ikan nila yang tersebar di Indonesia banyak mengalami hibridisasi antara lain *O. niloticus*, *O. mossambicus*, *O. aureus*. Berbagai riset telah menghasilkan *strain-strain* baru untuk dikembangkan pada ikan nila, meliputi ikan BEST (*Bogor Enhanced Strain Tilapia*), ikan nila nirwana, ikan GESIT (*Genetically Supermale Indonesian Tilapia*), ikan nila srikandi, ikan nila larasati dan ikan nila salin. Keragaman genetik bisa diamati secara morfologi, meristik, dan morfometrik, namun memiliki kelemahan dengan menimbulkan informasi yang tumpang tindih terhadap karakterisasi dari taksa yang berdekatan. Namun, hibridisasi juga bisa terjadi di alam, yang bisa mengakibatkan penurunan genetik, maka perlu mendeteksi keragaman spesies melalui pendekatan, secara molekuler. Umumnya, dalam menentukan tingkat keragaman pada suatu spesies dilakukan dengan menggunakan COI akan tetapi ukuran DNA lebih pendek dengan panjang nukleotida 700-800 bp. Sedangkan gen *cyt b* memiliki panjang nukleotida mencapai 1.000-1.140 bp. Salah satu penanda molekuler adalah menggunakan DNA mitokondria adalah gen *cyt b*. Identifikasi spesies dengan suatu penanda gen *cyt b* pada ikan nila yang berasal dari alam dan budidaya, diharapkan mampu mendeteksi keragaman spesies pada ikan nila, jarak genetik dan filogenetik dengan berbagai populasi yang terdapat di *GenBank*.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui persentase identitas spesies, menganalisis jarak genetik dan filogenetik pada ikan nila asal Danau Ranau, baik dari alam dan budidaya, dengan spesies yang ada di pusat data *GenBank*. Kegunaan dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai kekerabatan genetik pada ikan nila di Danau Ranau berdasarkan gen mitokondria *cyt b* (sitokrom b).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Sativa, H.A., Nurhayati, T. dan Nurilmala, M., 2019. Pemanfaatan DNA *barcoding* untuk ketertelusuran label berbagai produk olahan ikan berbasis surimi komersial. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), 508-519.
- Achmad, M.J., Djamhur, M., Fabanyo, M.A. dan Akbar, N., 2019. Aplikasi DNA *barcoding* ikan julung-julung (*Hemirhamphus* sp.) di Perairan Laut Maluku Utara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(3), 463-473.
- Adams, C.I., Knapp, M., Gemmell, N.J., Jeunen, G.J., Bunce, M., Lamare, M.D. and Taylor, H.R., 2019. Beyond biodiversity: can environmental DNA (eDNA) cut it as a population genetics tool. *Genes*, 10(3), 1-19.
- Anggereini, E., 2008. *Random amplified polymorphic DNA(RAPD)*, suatu metode analisis DNA dalam menjelaskan berbagai fenomena biologi. *Biospecies*, 1(2), 73-76.
- Arifin, O.Z. dan Kurniasih, T., 2007. Variasi genetik tiga populasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berdasarkan polimorfisme mt-DNA. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2(1), 67-75.
- 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.
- Arifin, J. dan Mulliadi, D., 2010. Pendugaan keseimbangan populasi heterozigositas menggunakan pola protein albumin darah pada populasi domba ekor tipis (*Javanese Thin Tailed*) di daerah Indramayu. *Jurnal Ilmu Ternak*, 10(2), 65-72.
- Astuti, D.S., 2016. Perhitungan tingkat kekerabatan ordo lepidoptera (kupu kupu) di Tahura Bromo Karanganyar menggunakan indeks kesamaan sorensen dan dendrogram. *Proceeding Biology Education Conference*, Surakarta 1 Oktober 2016. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. 598-602.
- Aulia, R., Permana, D., Naryaningsih, A. dan Soleh, M., 2023. Persilangan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dari berbagai varietas serta ikan mujahir (*Oreochromis mossambicus*) untuk mendapatkan benih bersifat unggul. *AGROSAINTIFIKA: Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan*, 6(1), 31-38.
- Aulia, S.L., Suwignyo, R.A. dan Hasmeda, M., 2021. Optimasi suhu *annealing* untuk amplifikasi DNA padi hasil persilangan varietas tahan terendam dengan metode *Polymerase Chain Reaction*. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(1), 44-54.
- Azki, W., 2020. *Ikan nila larasati dan Potensinya* [online]. Surabaya: Universitas Airlangga. Available: <https://news.unair.ac.id/id/2020/04/17/ikan-nila-larasati-dan-potensinya/>. (Accessed 29 Juni 2025).

- Badan Stantardisasi Nasional, 2005. *Bahan Pangan-Metode Analisis Untuk Deteksi Produk Rekayasa Genetik dan Produk Turunannya-Ekstraksi Asam Nukleat*. Jakarta: Rancangan Standar Nasional Indonesia 3.
- Basuki, F. and Rejeki, S., 2015. Analysis on the survival rate and growth of larasati tilapia (*Oreochromis niloticus*) F5 seed in saline medi. *Procedia Environmental Sciences*, 23(1), 142-147.
- Binashikhbubkr, K., Al-Misned, F. and Naim, D.M., 2024. Genetic diversity and population structure of Kawakawa Euthynnus affinis (Cantor, 1849) in Malaysia and its surrounding waters inferred by mitochondrial DNA cytochrome oxidase I and cytochrome b genes. *Journal of King Saud University-Science*, 36(6), 103193.
- Blaxter, M., 2003. Counting angels with DNA. *Nature*, 421(1), 122-123.
- Borah, P., 2011. Primer designing for PCR. *Science Vision: Journal of the Mizo Academy of Science (MAS)*, 11(3), 134-136.
- Brzeski, V.J. and Doyle, R.W., 1988. A Morphometric criterion for sex discrimination in tilapia. *Jurnal International Center Forliving Aquatic Resources Management Conference Proceedings*, 15(6), 439-444.
- Chen, Y.Y., Li, R., Li, C.Q., Li, W.X., Yang, H.F., Xiao, H. and Chen, S.Y., 2018. Testing the validity of two putative sympatric species from Sinocyclocheilus (*Cypriniformes: Cyprinidae*) based on mitochondrial cytochrome b sequences. *Zootaxa*, 4476(1), 130-140.
- Corkiil, G. and Raprey, R., 2008. *The Manipulation of Nucleic Acids*. USA: Humana Press.
- Darmadi, Hidayat, D., Hendra, K.D., Sutandi, L., Risdianto, A., Setyani, L.A., Astuti, Kasmono, Y., Wargiatno, Muktitama, M.A., Rustadi, Kurniasih, T., Hayuningtyas, P.E., Wahidah, Amrullah and Nugroho, E., 2024. Comparative analysis of morphometric characters and genetic diversity of superior Nile tilapia, *Tilapia niloticus*, populations in Indonesia. *AACL Bioflux*, 17(6), 2943-2953.
- Dharmayanti, I.P.I.N., 2011. Filogenetik molekuler: metode taksonomi organisme berdasarkan sejarah evolusi. *Wartozoa*, 21(1), 1-10.
- Diani, S. dan Sunyoto, P., 2005. Perbedaan cara panen benih ikan nila GIFT, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Indonesia*, 6(1), 4-146.
- Djunaedi, A., Hartati, R., Pribadi, R., Redjeki, S., Astuti, R.W. dan Septiarani, B., 2016. Pertumbuhan ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*) di tambak dengan pemberian ransum pakan dan padat penebaran yang berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(2), 131-142.
- Dzikrina, H., Sari, D.P., Faridah, N., Saidah, S.S., Alifah, S.A.N. dan Kusumawaty, D., 2022. Penanda DNA: uji halal pada makanan olahan daging menggunakan primer *multiplex* PCR (*Polymerase Chain Reaction*). *Jurnal Bios Logos*, 12(1), 1-8.

- Elvyra, R., 2023. Barcode DNA *cyt b* pada ikan selais bungkok (*Hemisilurus heterorhynchus*, Bleeker) berasal dari Riau, Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 429-43.
- Elvyra, R., Duryadi, D., Affandi, R., Junior, Z. dan Yus, Y., 2009. Keanekaragaman genetika dan hubungan kekerabatan *Kryptopterus limpok* dan *Kryptopterus apogon* dari Sungai Kampar dan Sungai Indragiri Riau berdasarkan gen sitokrom b. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 16(1), 55-61.
- Esa, B.Y., Japning, R.R.J., Rahim, A.A.K., Siraj, S.S., Daud, K.S., Tan, G.S. and Sungan, S., 2012. Phylogenetic relationships among several freshwater fishes (family: cyprinidae) in Malaysia inferred from partial sequencing of the cytochrome b mitochondrial DNA (mtDNA) gene. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 35(2), 307-318.
- Farag, M.R., Bohi, E.K.M., Khalil, S.R., Alagawany, M., Arain, M.A., Sharun, K. and Dhama, K., 2020. Forensic applications of mitochondrial cytochrome b gene in the identification of domestic and wild animal species. *Journal of Experimental Biology and Agriculture Science*, 8(1), 1-8.
- Farhanah, A., Ashar, J.R. dan Hamzah, P., 2021. Optimalisasi teknik isolasi dan purifikasi DNA menggunakan *buffer* CTAB (*Cetyltrimethyl Ammonium Bromide*) pada tanaman markisa (*Passiflora* sp.) dataran rendah Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Agrisistem*, 17(1), 31-39.
- Farias, I.P., Ortí, G., Sampaio, I., Schneider, H. and Meyer, A., 2001. The cytochrome b gene as a phylogenetic marker: the limits of resolution for analyzing relationships among cichlid fishes. *Journal of Molecular Evolution*, 53(1), 89-103.
- Fuadi, M.C., Lastuti, N.D.R. dan Andriyono, S., 2022. Aplikasi wilayah gen cytochrome b dalam studi populasi ikan gabus (*Channa striata*) secara molekuler. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 89-98.
- Fauziyyah, I. dan Suhadi, 2021. Variasi sekuen dan filogenetik *Leptocoris oratorius* (Fabricius) di Jawa Timur Berdasarkan gen COX2. *Jurnal Ilmu Hayat*, 5(2), 71-79.
- Fidral, J., 2022. Gubernur SumSel bersama pemkab OKU Selatan lepas 10.000 benih ikan mujair di perairan Danau Ranau. *Sinerginkri.com*, 17 November 2022, 1.
- Garg, K.R. and Mishra, V., 2018. Molecular insights into the genetic and haplotype diversity among four populations of *Catla catla* from Madhya Pradesh revealed through mtDNA *cyt b* gene sequences. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(1), 169-174.
- Handayani, S.O. and Putri, D.H., 2021. Comparison of fenol-kloroform method and mini-prep CTAB method for chili (*Capsicum annum* l.) plant DNA isolation. *Jurnal Serambi Biologi*, 6(2), 37-41.

- Handoyo, D. dan Rudiretna, A., 2000. Prinsip umum dan pelaksanaan *polymerase chain reaction* (PCR). *Universitas Surabaya*, 9(1), 17-29.
- Harahap, A.S., 2017. Uji kualitas dan kuantitas DNA beberapa populasi pohon kapur sumatera. *Journal of Animal Science and Agronomy Panca Budi*. 2(2), 1-6.
- Hebert, P.D.N, Cywinska, A, Ball S.L. and Ward J.R., 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proseeding of Royal Society of London*, Guelph 8 Januari 2003. Guelph: The Royal Society. 313-321.
- Hubbs, C.L. and Lagler, K.F., 1958. *Fishes of the Great Lakes Region*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Hulata, G., Karplus, I. and Harpaz, S., 1995. Evaluation of some red tilapia strains for aquaculture: growth and color segregation in hybrid progeny. *Aquaculture Research*, 26(10), 765-771.
- Integrated Taxonomic Information System* (ITIS), 2004. *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) *Integrated Taxonomic Information System* [online]. Bethesda: Publikasi Khusus Masyarakat Perikanan Amerika. Available: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=553308#null (Accessed 14 Desember 2024).
- Iskandariah, I., Kusmini, I.I., Arifin, O.Z. dan Gustiano, R., 2011. Variasi genetik hasil persilangan nila best dengan *red nifi* dan nirwana menggunakan penanda RAPD. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(3), 363-371.
- Kasmin, Nadia, R.A.O.L. dan Halili, 2022. karakteristik morfologi dan kelimpahan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di perairan Danau Tailaronto'oge Kapota Kecamatan Wangi-Wangi Selatan Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 7(4), 177-188.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022. Rilis Data Kelautan dan Perikanan Triwulan IV Tahun 2022. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan RI.
- Khosravi, M., Abdoli, A., Ahmadzadeh, F., Saberi-Pirooz, R., Rylková, K. dan Kiabi, B.H., 2020. Menuju penilaian awal tentang keanekaragaman dan asal ikan *cyprinid* genus *carassius* di Iran. *Jurnal Iktiologi Terapan*, 36(4), 422-430.
- Kimura, M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16(2), 111-120.
- Kottelat, M., Whitten. A.J., Kartikasari. S.N. and Wirjoatmodjo. S., 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Indonesia: Periplus Editions (HK) Ltd.
- Kusuma, A.B., 2022. Optimalisasi ekstraksi DNA dan PCR untuk identifikasi molekuler pada 4 jenis karang lunak berbeda. *Jurnal Enggano*, 7(2), 175-182.
- Kusuma, R.O., Dadiono, M.S., Kusuma, B. dan Syakuri, H., 2021. Keragaman genetik ikan uceng (*Nemacheilus*) di sungai wilayah Banyumas berdasar

- sekuen gen cytochrome oxidase subunit I (COI). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(2), 89-94.
- Kurniawati, M.D., Sumaryam, S. dan Hayati, I.N., 2019. Aplikasi *Polymerase Chain Reaction* (PCR) konvensional dan *real time*-PCR untuk deteksi virus VNN (*Viral Nervous Necrosis*) pada ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Techno-Fish*, 3(1), 19-30.
- Kurniawan, A., Pramonob, D.Y., Indrayatic, A. dan Triswiyanad, I., 2022. Identifikasi *Osteochilus spilurus* (Cyprinidae: Labeoninae) dari Lampung Utara berdasarkan meristik dan gen sitokrom b. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(3), 164-169.
- Li, S.M.A.S., 1996. *Phylogenetic tree construction using markov chain monte carlo*. Dissertation. The Ohio State University.
- Laltanpuui, N., Kumar, S. and Mathai, M.T., 2014. Molecular and phylogenetic analysis of the genus *Orthetrum* (Odonata: anisoptera: Libellulidae) using mitochondrial COI gene. *Science Vision: Journal of the Mizo Academy of Science (MAS)*, 14(3), 152-157.
- Leatemia, S.P., Manumpil, A.W., Saleky, D. dan Dailami, M., 2018. DNA barcode dan molekuler filogeni *Turbo* sp. di Perairan Manokwari Papua Barat. *Prosiding Seminar Nasional Mipa Unipa Ke 3 Tahun 2018*, Manokwari 9 Agustus 2018. Manokwari: Universitas Papua. 103-114.
- Mackie, I.M., Pryde, S.E, Gonzales-Sotelo, C., Medina, I., Pérez-Martín, R., Quinteiro, J. and Rehbein, H., 1999. Challenges in the identification of species of canned fish. *Trends in Food Science and Technology*, 10(1), 9-14.
- Matlock, B., 2015. *Assessment of Nucleic Acid Purity*. USA: Thermo Fisher Scientific.
- McPherson, M.J. and Moller, S.G., 2006. *Polymerase Chain Reaction*. Inggris: Taylor and Francis Group.
- Muhotimah, M., Triyatmo, B., Priyono, S.B. dan Kuswoyo, T., 2013. Analisis morfometrik dan meristik nila (*Oreochromis* sp.) strain larasati F5 dan tetuanya. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 15(1), 42-53.
- Mujalifa, Santoso, H. dan Laili, S., 2018. Kajian morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam habitat air tawar dan air payau. *E-jurnal Ilmiah Biosaintropis*, 3(3), 10-17.
- Mulliadi, D. dan Arifin, J., 2010. Pendugaan keseimbangan populasi dan heterozigositas menggunakan pola protein albumin darah pada populasi domba ekor tipis (*Javanese thin tailed*) di daerah Indramayu. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 10(2), 65-72.
- Montoya-López, A.F, Tarazona-Morales, A.M., Olivera-Angel, M. dan Betancur-López, J.J., 2019. Genetic diversity of four broodstock of tilapia (*Oreochromis* sp.) from Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 32(3), 201-213.

- Nugroho, C., 2022. Pemkab tabur 10.000 benih ikan mujair di Danau Ranau. Disway Harian OKUS. Com National Network, 12 November 2022, 1.
- Octavia, D., Mukaromah, A.S., Martiansyah, I., Mimin, M., Ma'mun, S. dan Rukmanto, H., 2021. Isolasi DNA tumbuhan hasil eksplorasi di Nusakambangan dengan metode kit dilaboratorium treub, Kebun Raya Bogor. In *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change Gowa*, Semarang 8 November 2021. Semarang: UIN Walisongo Semarang. 291-299.
- Ogara, A., 2023. *DNA Barcode Ikan Tilapia Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit 1 (COI)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Pane, E.R, Legasari, L.dan Mardini, I., 2024. Penggunaan primer gen *cytochrome oxidase 1* dalam reaksi *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk identifikasi kandungan babi pada makanan. *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia dan Terapannya*, 6(2), 95-102.
- Page, T.J. dan Hughes, J.M., 2010. Membandingkan kinerja beberapa gen mitokondria dalam analisis ikan air tawar Australia. *Jurnal Biologi Ikan*, 77(9), 2093-2122.
- Parson, W., Steinlechner, M. and Pegoraro, K., 2000. Species identification by means of the cytochrome b gene. *International Journal of Legal Medicine*, 114(2), 23-28.
- Permadi, J., Sukmarani, D. dan Rahayu, Y., 2023. Analisis bioinformatik gen *cyt b* untuk menduga potensi domestikasi ikan mohseer genus *tor* spp. *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*, 16(1), 146-151.
- Pharmawati, M., 2009. Optimalisasi ekstraksi DNA dan PCR-RAPD pada *Grevillea* spp. (*Proteaceae*). *Jurnal Biologi*, 13(1), 12-16.
- Prafiadi, S. dan Maturahmah, E., 2020. Variasi morfometrik ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada ekosistem rawa (*Lentik water*) di wilayah Prafi, Masni Dan Sidey, Kabupaten Manokwari. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 2(2), 58-66.
- Pratama, M.R.N., Syaifudin, M. dan Muslim, M., 2017. Aplikasi DNA barcode pada ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) dan ikan riu (*Pangasius macronema*) berdasarkan gen sitokrom c oksidase subunit I (*COI*) DNA barcode. In *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, Palembang 19-20 Oktober 2017. Palembang: Universitas Sriwijaya. 471-481.
- Pratomo, G.N., Nurcahyo, H. dan Firdaus, N.R., 2020. Profil fermentasi ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan penambahan NaCl. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 13(2), 158-166.
- Prayudi, R.D, Rusliadi, R. dan Syafriadiman, S., 2015. *Pengaruh Salinitas Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Disertasi. Universitas Riau.

- Rahayu, A.D. dan Janna, M., 2019. *DNA Barcode Hewan dan Tumbuhan Indonesia*. Jakarta: Yayasan Inspirasi Ide Berdaya.
- Rahayu, D.A. dan Nugroho, E., 2014. Pendekatan fenetik taksonomi dalam identifikasi kekerabatan dan pengelompokkan ikan genus tor di Indonesia. *Bioedukasi*, 7(1), 60-64.
- Rahman, A.A., 2012. Analisa Pertumbuhan dan efek heterosis benih hibrid nila larasati generasi 5 (f5) hasil pendederan I–III. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1), 1-17.
- Rahmawati, Hasanudin dan Nuralisa, C., 2018. Hubungan kekerabatan fenetik tujuh anggota familia *Apocynaceae*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 51(1), 1-9.
- Randi, E., 1996. A mitochondrial cytochrome b phylogeny of the alectoris partridges. *Journal of molecular Phylogenetics and Evolution*, 6(2), 214-227.
- Rasmussen, M.D. and Kellis, M., 2011. Accurate gene-tree reconstruction by learning gene-and species-specific substitution rates across multiple 59 complete genomes. *Genome Research*, 17(12), 1932-1942.
- Retnaningati, D., 2017. Hubungan filogenetik intraspecies *Cucumis melo* L. berdasarkan DNA barcode gen matK. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 2(2), 62-67.
- Robisalmi, A., Setyawan, P. dan Gunadi, B., 2016. Performa pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis niloticus*), ikan nila merah (*O. niloticus* X *O. mossambicus*), ikan nila srikandi (*O. aureus* X *O. niloticus*), dan ikan nila biru (*O. aureus*) pada pemeliharaan di tambak. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, Surabaya, 25 April 2016. Surabaya: Balai Penelitian Pemuliaan Ikan. 561-569.
- Rossanty, E., 2023. Filogenetik ikan sumatra (*Puntius tetrazona*) alam dan budidaya berdasarkan gen COI. *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(2), 105-116.
- Sambrook, J. and Russell, D. W., 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 2nd Ed. New York: Cold-Spring Harbor Laboratory.
- Setiawan, A.W., Handayani, K. dan Kanedi, M., 2021. Pelatihan analisis DNA secara sederhana untuk praktikum biologi bagi guru IPA SMA di Bandar Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, Yogyakarta, 13 Oktober 2023. Yogyakarta: Universitas Lampung. 481-489.
- Setyawan, P., 2014. Peluang pemanfaatan ikan nila biru (*Oreochromis aureus*) di Indonesia sebagai komoditas prospektif perikanan. *Media Akuakultur*, 9(2), 97-102.
- Shalloof, K. A.S., Alaa, M. and Aly, W., 2020. Feeding habits and trophic levels of Cichlid species in tropical reservoir, lake nasser, EGYPT. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46(2), 159-165.

- Sianturi, R., Dailami, M. dan Saleky, D., 2021. Identifikasi dan analisis filogenetik ikan ekonomis penting *Oreochromis* sp. dengan pendekatan DNA *barcoding*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 465-476.
- Sukanto, S., Random, S. dan Kosasih, E., 2003. Kebiasaan makan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Jatiluhur. *Jurnal Buletin Teknik Rekayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, 1(1), 5-7.
- Suseno, D. dan Razari, I., 2024. Identifikasi DNA ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp.) pada siomai dengan DNA *barcoding*. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 17(2), 440-449.
- Saleky, D., Supriyatin, F.E. dan Dailami, M., 2020. Pola pertumbuhan dan identifikasi genetik *Turbo setosus*, Gmelin 1791 [Turbinidae, Gastropoda]. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 305-315.
- 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.
- Syaifudin, M., Bekaert, M., Taggart, J.B., Bartie, K.L., Wehner, S., Palaiokostas, C. and Penman, D.J., 2019. Species-specific marker discovery in tilapia. *Scientific Reports*, 9(1), 1-11.
- 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., Yonarta, D. and Hastuti, Z., 2019. DNA barcoding of snakeskin gourami *Trichogaster pectoralis* and blue gourami *Trichogaster trichopterus* based on cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 348(1), 1-6.
- Syaifudin, M., Ogara, A., Jubaedah, D., Taqwa F.H., and Yulisman, Y., 2025. DNA *barcoding* of wild and culture tilapia based on cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 24(3), 651-664.
- Syam, Z.Z., Budiarsa, I.M. and Astija, A., 2019. The Characterization of Beta Chain Fibrinogen (FGB) gene from Maleo (*Macrocephalon Maleo* S. Muller 1846) Tuva Village Gumbasa Sub-District Sigi Regency Central Sulawesi. *Jurnal Riset Pendidikan MIPA*, 3(2), 94-100.
- Tamura, K., Stecher, G. and Kumar, S., 2021. *Mega 11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11*. Oxford: Oxford University Press.
- Tibihika, P.D., Curto, M., Alemayehu, E., Waidbacher, H., Masembe, C., Akoll, P., and Meimberg, H., 2020. Molecular genetic diversity and differentiation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L. 1758) in East African natural and stocked populations. *BMC Evolutionary Biology*, 20(1), 1-20.

- Timbuleng, K.A., Kolondam, B. J. dan Katili, D.Y., 2021. Perancangan PCR-RFLP untuk autentikasi spesies ikan kakap merah berdasarkan gen *cyt b*. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(1), 29-40.
- Trewavas, E., 1983. *Tilapinne Fishes of The Genera Sarotherodon, Oreochromis, and Danakilia*. London: British Museum Natural History.
- Triani, N., 2020. Isolasi DNA tanaman jeruk dengan menggunakan metode CTAB (*Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide*). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 3(2), 221-226.
- Triyana, Y.S., Asmara, W. dan Wibawa, T., 2010. Analisis molekuler gen NS1 virus avian influenza H5N1 yang diisolasi dari unggas asal Purworejo Jawa Tengah dan Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. *Biomedika*, 2(2), 81-91.
- Wahyudi, D., Gusmiati, L.H. dan Hapsari, L., 2023. Variasi genetik dan filogeografi pisang raja (*Musa spp.*) di Pulau Jawa berdasarkan sekuen internal transcribed spacer. *Jurnal Biotek*, 11(2), 196-210.
- Widodo, W. dan Hakim, L., 1981. *Pemuliaan Ternak*. Malang: Lembaga Penerbitan Universitas Brawijaya.
- Wibowo, D.S., Ridho, M. dan Al Kharis, M.R., 2024. Variasi sekuens gen cytochrome b untuk DNA *barcoding* ikan wader pari (*Rasbora sp.*). *MAIYAH*, 3(4), 277-286.
- Widayanti, R., 2006. *Kajian penanda Genetik Gen Cytochrome b dan Daerah D-Loop Pada Tarsius sp.* Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Wiguna, I.K.C. dan Pharmawati, M., 2021. Seleksi primer RAPD untuk analisis keragaman genetik tanaman pisang (*Musa spp.*). *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 9(2), 47-53.
- Wilson, K. and Walker, J., 2010. *Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- World Register of Marine Species (WRMS), 1997. *WRMS Taxon Details Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) [online]. Belgium: Flanders Marine Institute. Available at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=218777> [Accessed 14 Desember 2024).
- Yustiati, A., Bangkit, I., Zidni, I. dan Riantoro, S.A., 2018. *Rekayasa Genetik Ikan Nila*. Bandung: Unpad Press.
- Yuwono, T., 2008. *Biologi Molekuler*. Jakarta: Erlangga.