

## TEMUAN INVASIVE SPESIES BERDASARKAN IDENTIFIKASI MORFOLOGI DAN MOLEKULER DARI DANAU DAMPELAS SULAWESI TENGAH

### *FINDINGS OF INVASIVE SPECIES BASED ON MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR IDENTIFICATION FROM LAKE DAMPELAS, CENTRAL SULAWESI*

**Sri Herlina<sup>1</sup>, Sapto Andriyono<sup>2,3\*</sup>, Woro Hastuti Satyantini<sup>4</sup>**

- <sup>1</sup>Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C Surabaya Jawa Timur - 60115, Indonesia  
<sup>2</sup>Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C Surabaya Jawa Timur - 60115, Indonesia  
<sup>3</sup>Kelompok Keahlian Riset Lingkungan dan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C Surabaya, Jawa Timur - 60115, Indonesia  
<sup>4</sup>Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C Surabaya, Jawa Timur - 60115, Indonesia

\*email penulis korespondensi: [sapto.andriyono@fpk.unair.ac.id](mailto:sapto.andriyono@fpk.unair.ac.id)

#### Abstrak

Spesies asing invasive adalah salah satu isu strategis di Indonesia karena keberadaannya menjadi ancaman terhadap kelestarian keanekaragaman hayati dan keberlanjutan konservasi ekosistem. Termasuk spesies ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Danau Dampelas, komoditas ini bukan asli Sulawesi sehingga dikhawatirkan mempengaruhi populasi spesies asli, komposisi struktur dan proses ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi spesies invasive di Danau Dampelas secara morfologi dan molekuler. Identifikasi molekuler dilakukan dengan menggunakan DNA mitokondria berdasarkan daerah Cytochrome Oxidase Sub Unit I (COI). Sampel ikan nila dikumpulkan dari tujuh stasiun pengamatan di danau Dampelas. Hasil identifikasi dengan metode morfologi dan molekuler menunjukkan hasil yang sama, yaitu *Oreochromis niloticus*. Berdasarkan identifikasi morfologi *Oreochromis niloticus* memiliki bentuk pipih dan oval, kepala sedikit runcing, warna tubuh kehitaman atau keabuan. Sirip ekor memiliki garis vertical, letak mulut terminal, sirip dorsal memanjang dengan mengeras dan bentuk ekor truncate. Hasil penelitian molekuler menunjukkan bahwa semua sekuen ikan berhasil diamplifikasi dengan gen COI (654 bp). Hasil BLAST menunjukkan persentase identitas 100%.

*Kata Kunci: Oreochromis niloticus, Danau Dampelas, Morfologi, Molekuler.*

#### Abstract

*Invasive alien species are a strategic issue in Indonesia because they threaten biodiversity and the sustainability of ecosystem conservation. Including tilapia (*Oreochromis niloticus*) species in Lake Dampelas, this commodity is not native to Sulawesi so it is feared to affect the population of native species, the composition of ecosystem structures and processes. This study aims to identify invasive species in Lake Dampelas morphologically and molecularly. Molecular identification was conducted using mitochondrial DNA based on the Cytochrome Oxidase Sub Unit I (COI) region. Tilapia samples were collected from seven observation stations in Lake Dampelas. The identification based on morphological and molecular methods showed the sample is *Oreochromis niloticus*. Based on morphological identification *O. niloticus* has a flat and oval shape, slightly pointed head, blackish or greyish body colour. The caudal fin has a vertical line, terminal mouth location, elongated dorsal fin with hardened and truncate tail shape. The molecular study showed that all fish sequences were successfully amplified with the COI gene (654 bp). BLASNT results showed a 100% identity percentage.*

*Keywords: Oreochromis niloticus, Dampelas Lake, Morphological, Molecular*

## PENDUHLULUAN

Subsektor perikanan merupakan salah satu sektor pembangunan yang berbasis kepada sumberdaya alam yang dapat dioptimalkan menjadi salah satu pilar pembangunan ekonomi nasional. Hal ini mempertimbangkan bahwa potensi sumberdaya ikan yang besar dalam jumlah maupun keragamannya. Selain itu, sumberdaya ikan merupakan sumberdaya alam yang selalu dapat diperbaharui (*renewbale resources*) sehingga dapat bertahan dalam jangka panjang apabila diikuti dengan pengelolaan yang baik.

Danau Dampelas yang berada di bagian barat Kabupaten Donggala, atau biasa disebut juga Danau Talaga, memiliki luas wilayah 542,6 ha, kedalaman 20 m dan merupakan salah satu badan air tawar di Sulawesi Tengah yang berpotensi sebagai sumberdaya perikanan (Herjayanto *et al.*, 2019; Ndobe 2023). Untuk mengelola sumber daya perikanan Danau Dampelas, penting untuk mempelajari dan memantau stok ikan yang dapat berdampak terhadap keanekaragaman hayati perairan. Keanekaragaman dalam suatu komunitas menunjukkan kekayaan spesies dengan melihat jumlah spesies pada suatu perairan (Nita *et al.*, 2023)

Danau-danau di Indonesia pada umumnya dan khususnya di Sulawesi, secara umum rentan terhadap berbagai ancaman dan cenderung dikelola dengan buruk (Sunardi *et al.*, 2016). Terlihat dari meningkatnya jumlah ikan non-asli pada perairan tawar khususnya danau dan merupakan masalah di seluruh dunia (Dudgeon, 2020). Dan salah satu ancaman utama terhadap keanekaragaman hayati perairan tawar Sulawesi dan perikanan berbasis spesies asli (Herjayanto *et al.*, 2019; Serdiati *et al.*, 2020; Ndobe *et al.*, 2020). Danau Dampelas merupakan contoh paradigma tersebut, karena beberapa referensi yang tersedia menyoroti keberadaan spesies yang diperkenalkan (Herjayanto *et al.*, 2019; Muryanto & Sumarno, 2018; Putri *et al.*, 2015). Spesies asing atau invasive yang diperkenalkan merujuk pada spesies yang dipindahkan oleh aktivitas manusia di luar batas jangkauan geografis aslinya, atau yang dihasilkan dari pembiakan atau hibridisasi atau dilepaskan ke wilayah yang tidak sesuai secara alamiah dihuninya dan mencakup propagule dari spesies tersebut yang mungkin bertahan hidup dan kemudian bereproduksi (Pagad *et al.*, 2018).

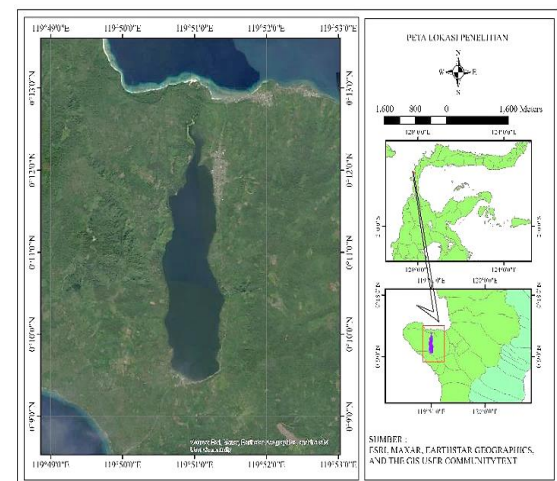
Ikan nila merupakan ikan cichlid yang habitat aslinya terbatas di Afrika (terutama jenis *Oreochromis niloticus*) dianggap spesies asing yang paling tersebar luas di perairan tawar Sulawesi (Herjayanto *et al.*, 2019). Sehingga menimbulkan kekhawatiran mengenai

keseimbangan ekologis ekosistem danau, termasuk spesies asli yang ada di danau Dampelas.

Oleh karena itu, untuk mengelola sumber daya perikanan Danau Dampelas penting untuk mempelajari dan memantau stok ikan, termasuk aspek biologi spesies asing. Serta memastikan identitas spesies yang ada dan mengevaluasi status populasi ikan air tawar tersebut saat ini. Identifikasi spesies dapat dilakukan dengan metode morfologi dan molekuler. Salah satu teknik yang digunakan untuk mengetahui morfologi adalah morfometrik (Ahmadi, 2019). Karena variasi morfometrik suatu populasi berbeda pada kondisi lingkungan. Identifikasi molekuler identik dengan metode yang mengacu pada susunan basa nukleotida yang dimiliki oleh suatu spesies menggunakan basa DNA mitokondria pada Cytochrome Oxidase Sub Unit I (COI) (Kusuma *et al.*, 2024). Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari karakteristik utama spesies asing ikan nila (*O. niloticus*) di Danau Dampelas khususnya morfologi dan molekuler serta mengevaluasi implikasi untuk pengelolaan populasi *O. niloticus* di Danau Dampelas.

## MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama 10 bulan mulai dari bulan Juli 2023 hingga April 2024 di delapan titik stasiun. Titik stasiun berlokasi di Danau Dampelas, Desa Talaga, Kecamatan Dampelas, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah (Gambar 1). Posisi lokasi pengambilan sampel ditetapkan berdasarkan pertimbangan: (1) kondisi stasiun penelitian memungkinkan untuk operasional pelaksanaan sampling, (2) stasiun penelitian dapat mewakili keragaman habitat ikan yang ada di danau Dampelas. Tabel 1 menunjukkan posisi lokasi pengambilan sampel.



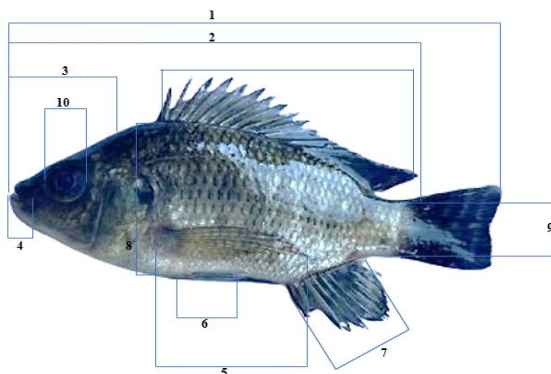
Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel ikan

**Tabel 1.** Lokasi dan titik pengambilan sampel

No	Stasiun Pengamatan	Koordinat Lokasi
1.	Stasiun 1 (St. 1)	00°11'57,7"S 119°51'12,8"E
2.	Stasiun 2 (St. 2)	00°10'46,9"S 119°51'13,3"E
3.	Stasiun 3 (St. 3)	00°09'29,1"S 119°50'52,5"E
4.	Stasiun 4 (St. 4)	00°10'35,5"S 119°50'38,5"E
5.	Stasiun 5 (St. 5)	00°10'36,2"S 119°50'58,9"E
6.	Stasiun 6 (St. 6)	00°11'08,5"S 119°50'38,8"E
7.	Stasiun 7 (St. 7)	00°13'04,3"S 119°50'58,5"E

### Identifikasi morfologi

Identifikasi morfologi *O. niloticus* dilakukan secara visual terhadap ciri-ciri eksternal yang meliputi bentuk tubuh, warna, bentuk mulut, dan bentuk sirip. Analisis data morfologi mengacu pada kunci identifikasi berdasarkan Mwanja *et al.* (2016) dan berbagai referensi pendukung dari penelitian lain. Pengamatan dan pengukuran dalam identifikasi morfologi juga menggunakan metode morfometrik. Pengukuran sampel menggunakan penggaris sebagai alat ukur. Hasil pengukuran karakter morfometrik yang diukur meliputi beberapa karakter yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan deskripsi karakter dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Pengukuran karakter Morfometrik *Oreochromis niloticus*

### Identifikasi Molekuler

Identifikasi molekuler dilakukan dalam beberapa tahapan meliputi, ekstraksi DNA, PCR, visualisasi pita DNA dengan elektroforesis dan sekuensing DNA. Sampel ikan yang akan dianalisis DNA terlebih dahulu ditimbang bobot dan mengukur panjangnya, kemudian didokumentasikan dengan foto beserta skala ukurannya. Setelah itu dilakukan proses euthanasia untuk mengurangi rasa sakit ikan saat pengambilan jaringan sirip ekor dari *O. niloticus* sebanyak kurang lebih 10 mg. Selanjutnya dilakukan

pengawetan dengan alkohol 90% dan disimpan di dalam freezer untuk analisis lebih lanjut. Proses selanjutnya yaitu PCR untuk memperbanyak DNA target menggunakan primer FishF1 (5' TCA ACC AAC CAC AAA GAC ATT OGC AC 3') and FishR1 (5'TAG ACT TCT GGG TGG CCA AAG AAT CA 3') (Tamura *et al.*, 2021).

Tahap pertama dalam proses PCR yaitu denaturasi awal 94°C selama 3 menit, kemudian tahap Denaturasi: 94°C selama 30 detik, *Annealing* 50°C selama 30 detik, dan tahap *Extension* 72°C selama 60 detik, Tahap Denaturasi sampai *Extension* dilakukan sebanyak 38 siklus, tahap terakhir yaitu *final extension*: 72°C selama 2 menit Ince *et al.*, (2023). Hasil PCR divisualisasikan pada gell agarose 1,2% dengan menggunakan elektroforesis, dan di foto dengan transilluminator UV. Produk PCR kemudian dikirim ke PT Genetik Science Indonesia untuk Proses sekuensing.

**Table 2.** Pengukuran karakter morfometrik ikan nila (*O. niloticus*)

No	Karakter Morfometrik	Keterangan
1.	Panjang total (TL)	Jarak antara ujung kepala (anterior) ke posterior sirip ekor
2.	Panjang standard (SL)	Jarak anterior mulut ke bagian dasar ekor
3.	Panjang kepala (HL)	Jarak bagian depan mulut ke bagian belakang kepala
4.	Panjang moncong (SnL)	Jarak awal mulut ke ujung mulut
5.	Panjang sirip dada (PFL)	Jarak dari pangkal sirip ke ujung terpanjang sirip dada
6.	Panjang sirip ventral (PVFL)	Jarak dari pangkal sirip ke ujung terpanjang sirip ventral
7.	Panjang sirip anal (AFL)	Jarak dari pangkal sirip ke ujung sirip anal terpanjang
8.	Kedalaman tubuh (BD)	Diukur dari batang tangkai ekor di tempat terendah
9.	Kedalaman penducle Caudal (CPD)	Diukur tangkai ekor di tempat terendah
10.	Diameter mata (ED)	Panjang diameter rongga mata diukur dari sisi anterior ke sisi posterior bola mata

### Analisis Data

Analisis morfologi mengacu pada Mwanja *et al.* (2016). Analisis molekuler dilakukan dalam dua tahap pertama hasil sekuensing disajikan dalam bentuk kromatogram yang disejajarkan menggunakan *software Chromas 2.6* selanjutnya hasil sekuen yang telah diedit disimpan dalam bentuk file fasta untuk analisis BLAST pada GenBank database di NCBI (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>) (Retno *et al.*, 2018). Selain melakukan identifikasi morfologi dan molekuler juga dilakukan pendataan

terhadap jumlah hasil tangkapan ikan nila di Danau Dampelas..

### HASIL

Berdasarkan hasil pengamatan identifikasi morfologi pada sampel ikan teridentifikasi sebagai ikan nila (*O. niloticus*). Ciri ciri morfologi *O. niloticus* mempunyai bentuk tubuh yang pipih dan oval dengan kepala sedikit runcing, warna tubuh kehitaman atau keabuan, sirip ekor memiliki garis-garis vertical, letak mulut terminal (di ujung kepala) dengan ukuran yang tidak terlalu besar dan tidak melebar, sirip dorsal memanjang dengan jari-jari keras di bagian depan dan jari-jari lunak di bagian belakang, sirip ekor berbentuk persegi atau truncate, sirip dada dan sirip perut berukuran sedang dengan jari-jari lunak. Jumlah karakteristik morfometrik yang dihitung adalah 10 parameter Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik morfometrik ikan nila

No	Characteristics morphometric	Danau Dampelas	Ternate (Darsun et al, 2024)	Sungai Jeneberang Makassar (Marsuki, 2022)
1	TL	14,5	17,0	12
2	SL	7	15,0	9,5
3	HL	3,8	2,4	3
4	ED	0,5	1,1	0,7
5	SnL	1	1,5	0,8
6	PFL	3,6	3,5	3,7
7	PVFL	3	2,5	2,8
8	AFL	1,7	2	0,8
9	BD	4,28	8,8	7
10	CPD	2,3	1,7	1,8

### Identifikasi Molekuler

Berdasarkan Hasil penelitian molekuler menunjukkan bahwa sekuen ikan nila (*O. niloticus*) berhasil diidentifikasi dengan gen COI sebesar 653 bp. Panjang rata-rata DNA tersebut merupakan hasil trimming dari hasil sekuen yang

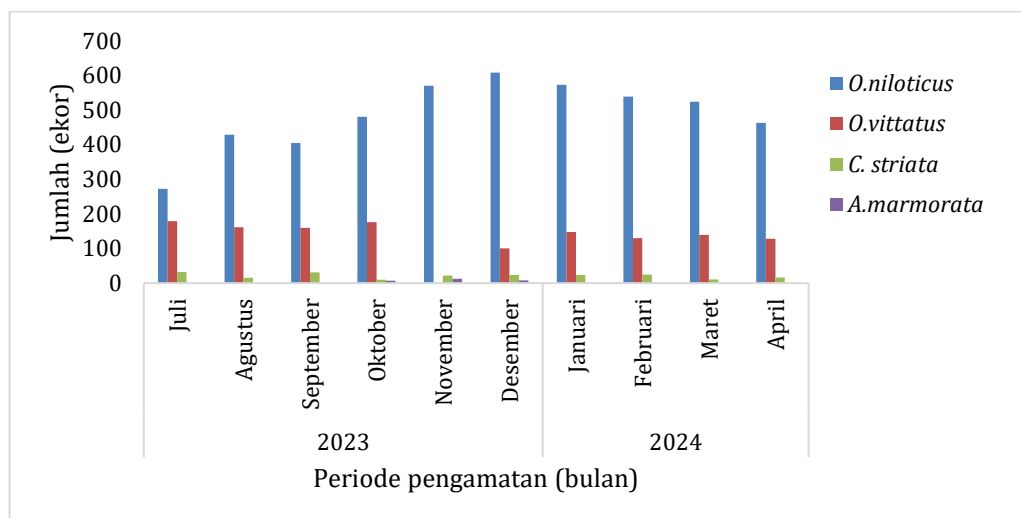
telah dipotong pada ujung kanan dan kiri kromatogram dengan menggunakan software Chromas 2.6. berdasarkan hasil BLAST sampel yang telah dibandingkan dengan database GenBank menunjukkan bahwa sampel teridentifikasi *Oreochromis niloticus*, dengan persen identity 100% (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil BLAST ikan nila (*O. niloticus*) dari Danau Dampelas

No	Asal Sampel	bp	E Value	Percentage Identity	GenBank Accession No
1	<i>O. niloticus</i> (Dampelas)	653	0.0	100%	d1BCH
2	<i>O. niloticus</i> (Thailand)	635	0.0	100%	M448187
3	<i>O. niloticus</i> (India)	645	0.0	100%	MW191736
4	<i>O. niloticus</i> (Papua)	654	0.0	100%	MW205901
5	<i>O. niloticus</i> (Filipina)	630	0.0	100%	GU477626

### Hasil Tangkapan Ikan Nila (*O. Niloticus*)

Salah satu parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu komposisi hasil tangkapan nelayan yang meliputi spesies ikan dan jumlah ekor. Terdapat 4 spesies ikan yang teridentifikasi diantaranya Ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan nilam (*Osteochilus vittatus*), ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan sidat (*Anguilla marmorata*). Total hasil tangkapan nelayan yang terdata berjumlah 6.422 ekor di perairan danau Dampelas, data hasil tangkapan tersaji pada Tabel 6. Berdasarkan hasil yang didapatkan ikan nila (*O. niloticus*) memiliki jumlah tertinggi sebanyak 4.863 ekor atau 76% dari total ikan yang terdata, kemudian ikan nilam (*O. vittatus*) sebanyak 1.321 ekor atau 21%, ikan gabus (*C. striata*) 210 ekor atau 3 % dan terendah ikan sidat (*A. marmorata*) sebanyak 14 ekor (Tabel 5).



Gambar 3. Jumlah rata-rata tangkapan ikan ekonomis di Danau Dampelas, Sulawesi Tengah

## PEMBAHASAN

Identifikasi morfologi dilakukan sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi spesies ikan. Hasil analisis identifikasi morfologi telah mengidentifikasi *O. niloticus* yang memiliki ciri-ciri antara lain mempunyai bentuk tubuh yang pipih dan oval dengan kepala sedikit runcing, warna tubuh kehitaman atau keabuan, sirip ekor memiliki garis-garis vertical, letak mulut terminal (di ujung kepala) dengan ukuran yang tidak terlalu besar dan tidak melebar, sirip dorsal memanjang dengan jari-jari keras di bagian depan dan jari-jari lunak di bagian belakang, sirip ekor berbentuk persegi atau truncate, sirip dada dan sirip perut berukuran sedang dengan jari-jari lunak. Karakteristik morfologi ikan *O. niloticus* sejalan dengan hasil yang ditunjukkan oleh peneliti sebelumnya (Mwanja *et al.*, 2016).

Hasil pengukuran beberapa morfometrik ikan nila pada studi ini menunjukkan perbedaan dengan pengukuran pada studi lain, hasil karakter BD menunjukkan rata-rata ikan yang berasal dari danau Dampelas sebesar 4,28 cm, ternate 8,8 cm, makassar 7,0 cm. perbedaan ukuran panjang badan (BD) ini berkaitan dengan adaptasi lingkungan, ikan di sungai Jenebereng Makassar lebih ramping dengan bergerak aktif karena hidup di arus yang deras. Perbedaan morfologi dan morfometrik disebabkan oleh beberapa faktor seperti perbedaan kondisi lingkungan, topografi dan habitat (Juliani, 2023).

Hasil identifikasi molekuler menunjukkan bahwa sampel ikan teridentifikasi sebagai *O. niloticus* dengan persen identity 100%, nilai E 0,0 Tabel 4. Parameter *identities* digunakan untuk menentukan tingkat kemiripan antara sekuens dengan organisme tertentu pada *Genbank* (Gonzales-Pech *et al.*, 2018). Persentase kemiripan  $\geq 99\%$  menunjukkan bahwa sekuens yang dibandingkan dengan *database* merupakan sekuens yang sama dan memiliki kemiripan pada tingkat spesies (Stover dan Cavalcanti, 2017). *E-value* yang semakin rendah (mendekati 0) memperlihatkan tingkat kepercayaan yang semakin tinggi bahwa sekuens memiliki tingkat homologi tinggi dengan *database GenBank*. Apabila nilai *e-value* 0 (nol) hal ini menunjukkan bahwa kedua sekuens tersebut identik (Shofa *et al.*, 2019). sehingga semua sampel yang ditemukan di danau Dampelas merupakan spesies yang sesuai dengan yang dibandingkan dengan *Genbank*. DNA barcoding memberikan identifikasi yang cepat dan akurat karena sifat DNA yang konstan. Gen COI telah banyak digunakan untuk identifikasi karena relatif stabil dan tidak mudah berubah. Gen COI dapat digunakan untuk mencari spesies dan

mempelajari keanekaragaman serta hubungan kekerabatan antara spesies dan interspesies (Syahrul, 2023).

Ikan nila (*O. niloticus*) termasuk dalam kategori ikan cichlid yang memiliki daerah sebaran alami di Afrika. Spesies ini dianggap sebagai spesies yang paling banyak ditemukan di perairan tawar Sulawesi (Herjayanto *et al.*, 2019). Ikan ini pertama kali didatangkan ke Indonesia pada tahun 1969, 1990 dan 1994 yang masing-masing berasal dari Taiwan, Thailand dan Filipina (Sucipto dan Prihartono, 2007). Informasi lain menyebutkan bahwa pengenalan pertama dan pembentukan ikan nila di Indonesia terjadi di Jawa akibat pelepasan ikan nila Mozambik (Courtenay & William, 1992). Perkembangan pasar dan kemajuan pengolahan menyebabkan ekspansi pesat budidaya ikan nila dengan menyerukan Revolusi Biru sehingga ikan asing ini tersebar ke di perairan Indonesia. Berdasarkan hasil pemeriksaan tahun 2016 melaporkan setidaknya terdapat 22 spesies asing yang diperkenalkan di perairan tawar Sulawesi terutama untuk produksi pangan atau melalui budidaya. Pada tahun 2019 Sekretaris Daerah Provinsi Sulawesi Tengah melakukan pelepasan 69.000 benih ikan nila sehingga ikan ini masuk ke perairan danau Dampelas dan hingga sekarang menjadi spesies yang dominan dikawasan danau ini.

Kegiatan introduksi ini secara tidak langsung memberikan dampak negatif terhadap populasi ikan asli di Danau Dampelas terlihat dari hasil tangkapan yang didominasi oleh ikan nila (*O. niloticus*) dan rendahnya hasil tangkapan Ikan sidat (*A. marmorata*) dan ikan gabus (*C. striata*). Hal ini dapat terjadi karena populasinya yang tidak terkontrol, toleransi lingkungan yang luas, adaptasi trofik dan tingkat reproduksi yang cepat mempengaruhi keberhasilan ikan nila di Sulawesi sebagai spesies non-native. Ikan nila termasuk dalam daftar 10 hewan invasif di dunia, termasuk negara seperti Brazil, Australia dan Amerika Serikat (Dailami *et al.*, 2021). Hal ini sangat memprihatkan karena berdasarkan penuturan warga di Desa Talaga bahwa dahulu ikan sidat mudah dijumpai. Ikan ini dijual segar secara tradisional (dijajakan di depan rumah), namun saat ini jenis ikan yang dijual berganti dengan ikan nila.

Hal yang sama terjadi juga pada salah satu danau purba terbesar di Indonesia yaitu Danau Poso. Keberadaan spesies invasive ikan nila (*O. niloticus*) memang memberikan dampak baik sebagai sumber pangan dan ekonomi masyarakat setempat, namun keberadaan ikan introduksi untuk meningkatkan produksi perikanan tersebut mengancam ikan endemik (Serdiati *et al.*, 2020). Catatan terkini menunjukkan beberapa

spesies memiliki status yang sangat terancam sebagai contoh spesies *A. kruyti* dan *A. poptae* tidak pernah teramati lagi sejak 1983 di Danau Poso sehingga tidak diketahui apakah mereka masih tetap ada di danau ini (Herjayanto *et al.*, 2019).

Pengetahuan masyarakat terutama pemerintah, terkait spesies introduksi sangat diperlukan untuk mencegah masuknya spesies ikan yang bersifat atau berpotensi invasive. Solusi lainnya yang dapat dipertimbangkan yaitu melakukan konservasi *ex situ* melalui kegiatan akuakultur. Ikan endemik dikembangkan dalam wadah terkontrol, kemudian benih hasil penangkaran tersebut ditebar kembali di habitat aslinya (*restocking*).

#### KESIMPULAN

Identifikasi morfologi dan molekuler menunjukkan bahwa sampel ikan yang di diperoleh dari Danau Dampelas adalah ikan nila (*O. niloticus*). Kedua metode ini sesuai untuk identifikasi ikan, namun identifikasi molekuler mendukung informasi genetik untuk penelitian kedepannya. Strategi yang dapat dilakukan untuk memulihkan populasi ikan sidat (endemik) di Danau Dampelas yaitu konservasi *ex situ* dan *restocking* benih ikan sidat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada dosen pembimbing yang telah mencurahkan banyak ilmu, waktu, kesabaran, semangat dan bimbingannya. Penulis juga berterima kasih kepada para editor dan reviewer atas saran-saran yang diberikan untuk menyempurnakan naskah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [BPS SULTENG] Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tengah. 2018. Provinsi Sulawesi Tengah dalam angka
- [DKP SULTENG] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Tengah. 2016. Tempuh 400 km demi restocking di Danau Tiu. Dikases dari <http://dkp.sultengprov.go.id/2-profil/81-tempuh-400-km-demi-restocking-di-danau-tiu.html>.
- Ahmadi. 2019. Morphometric Characteristic and Growth Patterns of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) from Sungai Batang River, Indonesia. *International Hydrology Research, Journal* 3(4), of 270-77. DOI:10.15406/ijh.2019.03.00189.
- Courtenay Jr, W. R., & Williams, J. D. 2004. *Snakeheads (Pisces, Channidae): a biological synopsis and risk assessment* (No. 1251). US Geological Survey.
- Dailami, M., Rahmawati, A., Saleky, D., & Toha, A. H. A. 2021. *Ikan Nila*. Penerbit Brainy Bee.
- Darsun, L.O., Suryaningsih R., Izhar., Samadan, G.M., Findra, M.N., 2024. Morfometrik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) di Kota Ternate. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan & Perikanan*. 1(02) 76-81. DOI: 10.31957/jimkp.163
- Dudgeon, D. 2020. *Freshwater Biodiversity: Status, Threats* Cambridge and University Conservation. Press. DOI:10.1017/9781139032759
- González-Pech, R. A., Stephens, T. G., Chen, Y., Mohamed, A. R., Cheng, Y., Shah, S., & Chan, C. X. 2021. Comparison of 15 dinoflagellate genomes reveals extensive sequence and structural divergence in family Symbiodiniaceae and genus Symbiodinium. *BMC biology*, 19, 1-22. DOI: 10.1186/s12915-021-00994-6
- Herder, F., Möhring, J., Flury, J. M., Utama, V., Wantania, L., Wowor, D., Boneka, F. B., Stelbrink, B., Hilgers, L., Schwarzer, J., & Pfaende, J. 2022. More non-native fish species than natives, and an invasion of Malawi cichlids, in ancient Lake Poso, Sulawesi, Indonesia. *Aquatic Invasions*, 17(1),72-91. DOI: 10.3391/ai.2022.17.1.05
- Herjayanto, M., Gani, A., Adel, Y. S., & Suhendra, N. 2019. Freshwater Fish Of Lakes And It's Inlet Rivers In Sulawesi Tengah Province, Indonesia. *Journal Of Aquatropica Asia*, 4(1), 1-9. DOI: 10.33019/Aquatropica.V4i1.1679
- Ince, G., Yükksekaya, M., & Haberal E. 2023. Micro-polymerase chain reaction for point-of-care detection and beyond: a review microfluidics and nanofluidics. *Microfluidics and Nanofluidics*. 27. DOI:10.1007/s10404-023-02677-w.
- Juliani, S. 2023. Karakteristik Morfometrik dan Meristik Ikan Nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo dan Danau Sidenreng, Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Kusuma, W. E., Widyawati, Y., Dailami, M., Kholil, K. N. A., Paricahya, A. F., Sufaichusan, I., & Wiadnya, D. G. R. 2024. Posisi Filogenetik Ikan Kotes (*Channa Gachua* (Hamilton, 1822) Dan Ikan Kutuk (*Channa Striata* (Bloch, 1793) Dari Jawa Timur Berdasarkan Urutan DNA Mitokondria Cytochrome C Oxidase Subunit I. *Berita Biologi*, 23(2), 269-283. DOI: 10.55981/beritabiologi.2024.2733
- Muryanto, T., & Sumarno, D. 2018. Pengamatan Kebiasaan Makan Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*) Hasil Tangkapan Jaring Insang di Danau Talaga Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya Dan Penangkapan*, 11(1), 51-54. DOI: 10.15578/btl.12.1.2014.51 54
- Mwanja, M., Ondhoro, C., Sserwada, M., Achieng,

- P., Ddungu, R., & Mwanja, W. 2016. Morphological variation of Nile tilapia populations from major water bodies of Uganda. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, 17(1), 21-32. DOI:10.4314/ujas.v17i1.3
- Ndobe, S., Gani, A., Bakri, A. A., Adriyani, D. T., Wuniarto, E., Khartiono, L. D., Herjayanto, M., Hasan, V., & Moore, A. M. 2022. First and recurrent records of *Stiphodon surrufus* Watson & Kottelat, 1995 (Gobiiformes, Gobiidae, Sicydiinae), a naturally rare amphidromous goby, in Sulawesi, Indonesia. *Check List*, 18(2), 253–260. DOI: 10.15560/18.2.253
- Pagad, S., Genovesi, P., Carnevali, L., Schigel, D., & McGeoch, M. A. 2018. Introducing the Global Register of Introduced and Invasive Species. *Scientific Data*, 5(1), 170202. DOI:10.1038/sdata.2017.202
- Putri, M. R. A., Sugianti, Y., & Krismono. 2015. Some Biological Aspects of Bonylip Barb, (*Osteochillus vittatus*) in Lake Talaga, Central Sulawesi. *Bawal*, 7(2), 111–120. DOI:10.15578/bawal.7.2.2015.11 1-120
- Retno, G. A., Adawiyah, R., Ayu, M. L., Rahmayadi, D., & Syaiful Pradana, M. 2018. *Analisis Pensejajaran Sequence* (Issue 112). Pustaka Ilalanc.
- Serdiati, N., Arfiati, D., Sri Widodo, M., Lelono, T. D., Ndobe, S., Mansyur, K., & Moore, A. M. 2020. Perspectives on sustainable management of the Poso Lake (Indonesia) endemic ricefish, *Oryzias nigrimas* (Actinopterygii: Adrianichthyidae). *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 139–152. DOI: 10.15517/rbt.v69i1.42404
- Shofa, A. F., Hariyanti, H., & Wahyudi, P. 2019. Penggunaan DNA Mitokondria Sebagai Penanda Sumber Gelatin Sediaan Gummy dengan Teknik Polymerase Chain Reaction dan Sekuensing DNA. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(1), 25-31. DOI: 10.25077/jsfk.6.1.25-31.2019
- Stover, N. A., & Cavalcanti, A. R. 2017. Using NCBI BLAST. *Current Protocols Essential Laboratory Techniques*, 14(1), 11-1.
- Sucipto, A., & Prihartono, R. E. 2007. *Pembesaran Ikan Nila*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syahrlul, F. 2023. *Identifikasi Filogenetik Striped snakehead Menggunakan Gen Cytochrome Oxidase I (COI) Sungai Tamuku Kabupaten Luwu Utara* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipksi, A., & Kumar, S. 2013. Mega6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology And Evolution*, 30(12), 2725–2729. DOI: 10.1093/molbev/mst197.