

Pertumbuhan dan Mortalitas Ikan Endemik Opudi (*Telmatherina prognatha* Kottelat, 1991) di Danau Matano, Sulawesi Selatan

(Growth and Mortality of Opudi Endemic Fish (*Telmatherina prognatha* Kottelat, 1991) in Lake Matano, South Sulawesi)

Andi Chadijah^{1*}, Sulistiono²

(Diterima September 2020/Disetujui Desember 2020)

ABSTRAK

Danau Matano merupakan danau purba yang memiliki endemisitas yang tinggi. Ikan opudi (*Telmatherina prognatha*) adalah ikan endemik yang rawan punah dan perlu dilestarikan. Ancaman spesies invasif dan degradasi habitat dapat menyebabkan penurunan populasi ikan opudi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji parameter pertumbuhan terkait dengan koefisien pertumbuhan dan mortalitas ikan opudi di Danau Matano sehingga populasi ikan tersebut dapat lestari dan berkelanjutan. Penelitian dilakukan di Danau Matano dari bulan Maret 2018–Februari 2019. Sampel ikan ditangkap dengan menggunakan jaring kantong berukuran panjang 30 m, lebar 2 m dengan ukuran mata jaring 0,5 *inchi*. Analisis pertumbuhan ikan dilakukan berdasarkan data frekuensi panjang total. Data ini dianalisis dengan menggunakan software FISAT II. Ukuran ikan opudi jantan dan betina yang diperoleh berkisar antara 30-70 mm. Pola pertumbuhan von Bertalanffy ikan betina pada ikan jantan ialah jantan $L_t=76,50[1-e^{-0,46(t+0,47)}]$ dan ikan betina $L_t=74,05[1-e^{-0,51(t+0,52)}]$. Nilai mortalitas total ikan jantan lebih tinggi ($Z=1,65$) dibandingkan dengan ikan betina ($Z=1,50$), dan nilai mortalitas alami ikan opudi jantan lebih rendah ($M=0,84$) dibandingkan dengan ikan betina ($M=0,91$).

Kata kunci: ikan endemik, mortalitas, pertumbuhan, *Telmatherina prognatha*

ABSTRACT

Lake Matano is an ancient lake that has a high endemism. Opudi fish (*Telmatherina prognatha*) is an endemic fish that is vulnerable to extinction and needs to be preserved. The threat of invasive species and habitat degradation can cause a decrease in opudi fish populations. This study aimed to examine the growth parameters associated with growth coefficients and mortality in Lake Matano so that population can be sustainable. The study was conducted at Lake Matano from March 2018 to February 2019. Samples of fish were caught using a net bag measuring 30 m long, 2 m wide with a mesh size of 0.5 inches. Analysis of fish growth was based on total length-frequency data. These data were analyzed using the FISAT II software. The sizes of male and female opudi fish obtained ranged from 30-70 mm. Growth patterns of von Bertalanffy butina in male fish are male $L_t = 76.50 [1 - e^{-0.46(t + 0.47)}]$ and female fish $L_t = 74.05 [1 - e^{-0.51(t + 0.52)}]$. The total mortality value of male fish was higher ($Z = 1.65$) compared to female fish ($Z = 1.50$), the natural mortality value of male opudi fish was lower ($M = 0.84$) compared to that of female fish ($M = 0.91$).

Keywords: endemic fish, growth, mortality, *Telmatherina prognatha*

PENDAHULUAN

Danau Matano merupakan danau purba yang memiliki keanekaragaman hayati dan endemisitas yang tinggi (Nontji 2017). Danau ini termasuk dalam Kawasan Taman Wisata Alam berdasarkan SK. Menhut No. 6590/MENHUT-VII/KUH/2014. Selain itu, Danau Matano juga adalah salah satu dari 15 danau prioritas nasional yang tertuang dalam rencana

pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) tahun 2015–2019 (KLHK 2017).

Telmatherina merupakan salah satu genus ikan endemik yang hidup di Danau Matano. Ikan ini dikenal dengan nama lokal ikan opudi yang terdiri atas sembilan jenis dan tersebar di kompleks Danau Malili (Hadiaty *et al.* 2002; Hadiaty 2018). Pada saat ini ikan opudi (*Telmatherina prognatha*) masuk ke dalam kategori rawan punah menurut IUCN 2008. Kondisi ini semakin mengkhawatirkan dengan adanya ancaman spesies invasif (Sentosa dan Hediarto 2017) serta alih fungsi lahan di sekitar pinggiran Danau Matano (Ridwansyah 2017).

Keberadaan spesies invasif menjadi salah satu permasalahan di Danau Matano. Spesies ini dapat menekan spesies endemik yang hidup di danau tersebut. Ikan invasif ini menyebar di zona litoral yang merupakan habitat bagi berbagai spesies ikan endemik

¹ Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Jl. Sultan Alauddin No.259, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90221

² Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi:

E-mail: andi.chadijah@unismuh.ac.id

di Danau Matano (Hedianto *et al.* 2018; Sentosa & Hedianto 2019).

Beberapa penelitian terkait dengan pertumbuhan ikan endemik telah banyak dilakukan, di antaranya distribusi spasial dan temporal ikan endemik rainbow celebensis (*Telmatherina celebensis* Boulenger) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan (Nasution *et al.* 2004); pertumbuhan dan laju eksploitasi ikan endemik *Rasbora tawarensis* (Weber & De Beaufort 1916) di Danau Laut Tawar, Aceh Tengah (Hasri *et al.* 2011); pertumbuhan dan mortalitas ikan endemik butini (*Glossogobius matanensis* Weber, 1913) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan (Mamangkey & Nasution 2014), untuk penelitian terkait ikan opudi, khususnya jenis *Telmatherina prognatha* masih tergolong sedikit. Penelitian tersebut terkait studi distribusi ukuran, pola pertumbuhan, dan faktor kondisi (Chadijah *et al.* 2019) dan kebiasaan makan ikan opudi (*T. prognatha*) di Danau Matano (Chadijah *et al.* 2020).

Langkah awal yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian ikan opudi (*T. prognatha*) ialah dengan menyediakan informasi dasar mengenai parameter pertumbuhan dan mortalitas ikan opudi (*T. prognatha*) di Danau Matano. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji parameter pertumbuhan terkait dengan koefisien pertumbuhan dan mortalitas ikan opudi (*T. prognatha*) di Danau Matano. Informasi ini nantinya dapat digunakan sebagai dasar informasi dalam upaya pengelolaan ikan opudi (*T. prognatha*) sehingga dapat lestari dan berkelanjutan.

Timur, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian dibagi atas enam stasiun penelitian, yaitu Stasiun 1 (Sungai Petea), Stasiun 2 (Wotu pali), Stasiun 3 (Pantai Salonsa), Stasiun 4 (Utuno), Stasiun 5 (Sungai Petea), dan Stasiun 6 (Tanah merah) (Gambar 1).

Penentuan stasiun penelitian ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan, di antaranya adalah stasiun penelitian dapat mewakili keragaman habitat ikan opudi (*T. prognatha*) dan berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hadiaty & Wirjoatmodjo (2002) dan Herder *et al.* (2006) mengenai sebaran ikan *Telmatherina*. Berdasarkan hal tersebut, maka ditentukan beberapa stasiun penelitian.

Pengambilan sampel ikan dilakukan sekali sebulan yang dilakukan pada pagi hari mulai pukul 07:00–12:00 siang dengan menggunakan jaring kantong berukuran panjang 30 m, lebar 2 m dengan ukuran mata jaring 0,5 *inci*. Semua ikan yang tertangkap dijadikan ikan contoh kemudian diidentifikasi dengan merujuk ke Kottelat (1991) dan Kottelat *et al.* (1993). Ikan yang sudah ditangkap dan diidentifikasi kemudian diukur panjang total dan bobotnya dengan menggunakan jangka sorong dengan skala terkecil 0,01 mm dan ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik skala terkecil 0,001 g.

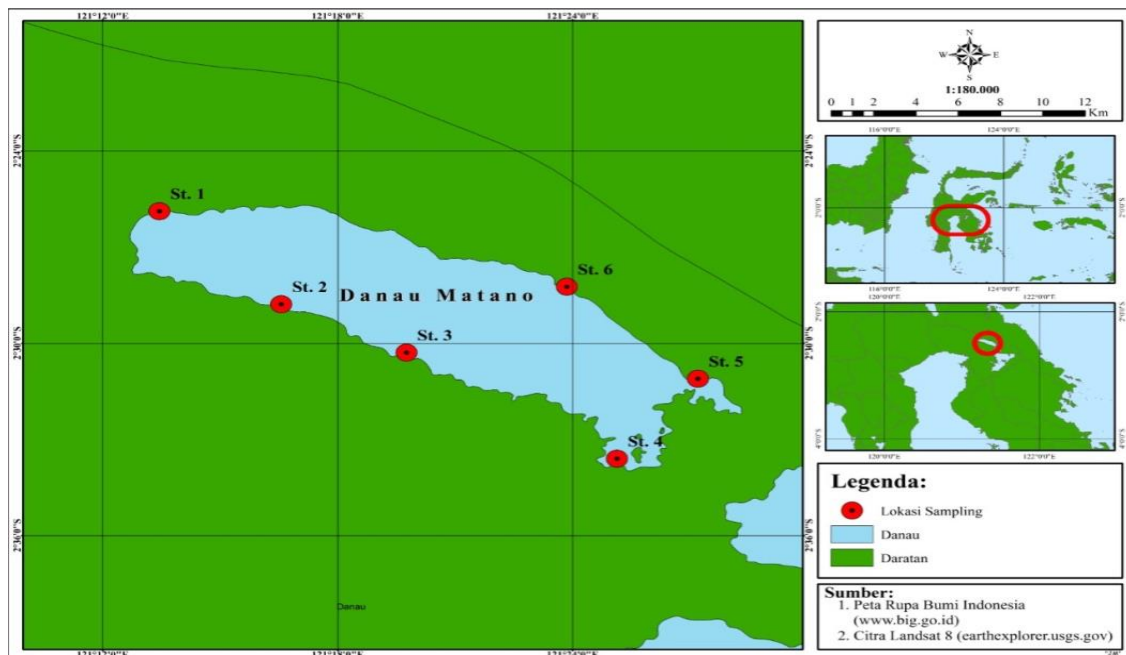
Pertumbuhan dan mortalitas dihitung berdasarkan data kelompok ukuran panjang ikan opudi. Model pertumbuhan yang digunakan adalah model yang dikemukakan oleh Von Bertalanffy (Sparre & Venema 1999) dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Penentuan panjang asimtot ikan (L_∞) dan koefisien laju pertumbuhan (K) menggunakan metode Ford dan Walford *in* Sparre & Venema (1999), yaitu dengan memplotkan $L(t + \Delta t)$ dan $L(t)$ dengan persamaan :

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari bulan Maret 2018–Februari 2019 di Danau Matano, Kabupaten Luwu



Gambar 1 Peta stasiun penelitian di Danau Matano

+ Δt) = $a + b L(t)$, setelah mendapatkan persamaan regresi dari kedua hubungan.

Nilai L_{∞} dan K didapatkan dari hasil perhitungan dengan metode ELEFAN I (*Electronic Length Frequency Analysis*) yang terdapat dalam program FISAT II. Selanjutnya, pendugaan umur teoretis pada saat panjang ikan sama dengan nol (t_0) digunakan rumus empiris Pauly (1983) in Sparre & Venema (1999) sebagai berikut:

$$\log (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log L_{\infty} - 1,308 \log K$$

Keterangan:

- L_{∞} = Panjang asimptot ikan (mm)
- K = Koefisien pertumbuhan (per tahun)
- t_0 = Umur teoretis ikan pada saat panjangnya sama dengan nol (tahun)

Mortalitas alami (M) ikan opudi dihitung dengan menggunakan persamaan rumus empiris Pauly:

$$\log M = -0.0066 - 0.279 \log L_{\infty} + 0.6543 \log K + 0.4634 \log T$$

Keterangan:

- M = mortalitas alami/tahun
- L_{∞} = Panjang asimptot ikan (mm)
- K = Koefisien pertumbuhan (per tahun)
- T = suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}C$)

Mortalitas total (Z) diduga dengan menggunakan metode kurva *Length Converted Catch Curve* yang

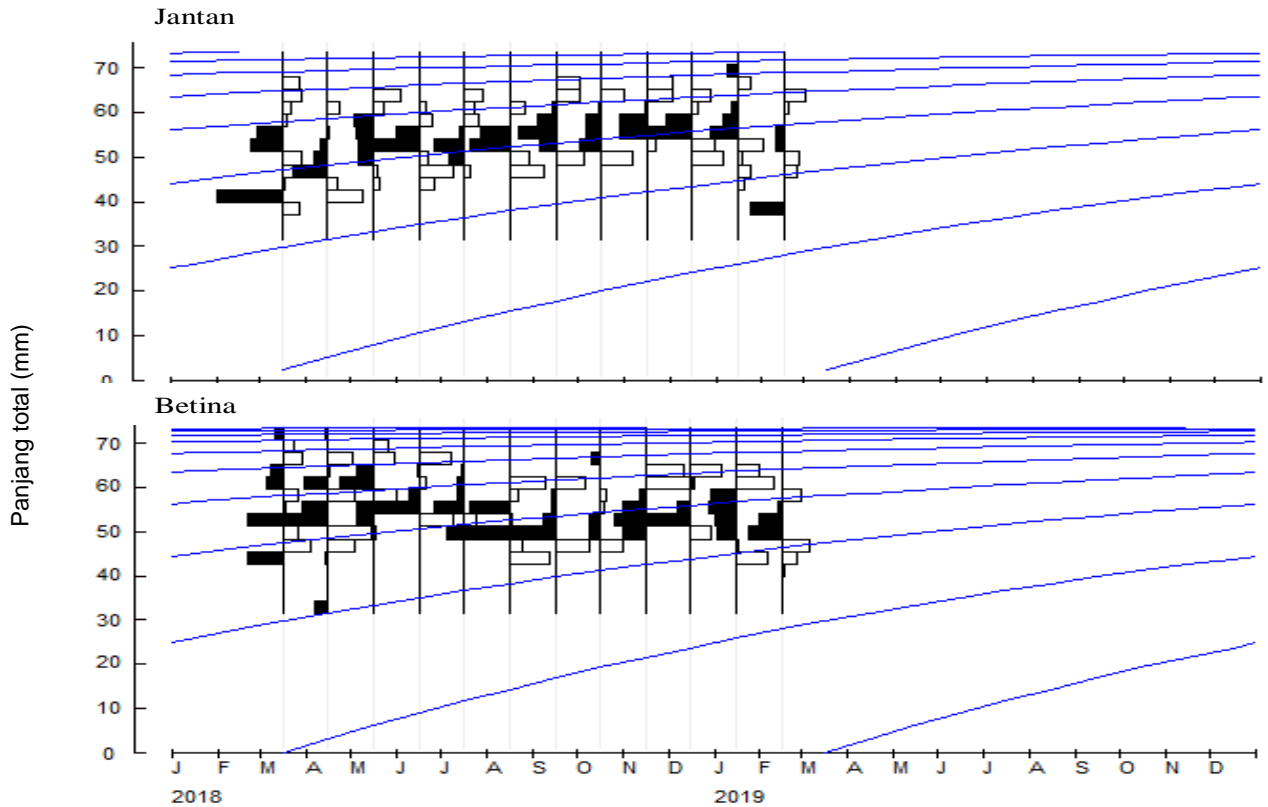
dikemukakan oleh Pauly (1874) dan Jones (1984), yang terdapat dalam software FISAT II. Mortalitas tangkapan merupakan hasil dari mortalitas total dikurang mortalitas alami yang berdasarkan hasil tangkapan selama penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Ukuran Ikan Opudi (*Telmatherina prognatha*)

Jumlah ikan opudi (*T. prognatha*) yang tertangkap di D. Matano adalah sebanyak 1 809 ekor yang terdiri atas 1 059 ekor jantan dan 750 ekor betina. Sebaran jumlah tangkapan dari Stasiun 1–6 adalah Stasiun 1 (S. Lawa) terdiri atas 175 ekor jantan dan 102 ekor betina, Stasiun 2 (Wotu Pali) terdiri atas 100 ekor jantan dan 63 ekor betina, Stasiun 3 (Pantai Salonsa) terdiri atas 241 ekor jantan dan 157 ekor betina, Stasiun 4 (Utuno) terdiri atas 214 ekor jantan dan 180 ekor betina, Stasiun 5 (S. Petea) terdiri atas 109 ekor jantan dan 108 ekor betina, serta Stasiun 6 (Tanah Merah) terdiri atas 220 ekor jantan dan 140 ekor betina.

Ukuran ikan opudi (*T. prognatha*) yang tertangkap di D. Matano selama periode pengambilan sampel bervariasi. Sebaran ukuran ikan opudi (*T. prognatha*) selama setahun pengamatan terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa ukuran panjang total ikan berkisar 30–70 mm, baik pada ikan jantan maupun pada ikan betina.



Gambar 2 Sebaran ukuran panjang ikan opudi (*Telmatherina prognatha*) jantan dan betina berdasarkan data frekuensi panjang dengan menggunakan plot von Bertalanffy.

Hasil analisis parameter pertumbuhan menggunakan ELEFAN I pada program FISAT I disajikan pada Gambar 2. Hasil tersebut memperlihatkan pergerakan modus frekuensi panjang ikan opudi (*T. prognatha*). Kurva pertumbuhan bergerak dari bulan Maret.

Kurva pertumbuhan ikan opudi (*T. prognatha*) bergerak dari bulan Maret yang diperkirakan merupakan waktu perekrutan populasi ikan opudi (*T. prognatha*) dan bertepatan dengan waktu tingkat curah hujan yang tinggi. Di sekitar D. Matano, kisaran curah hujan sepanjang periode Maret 2018–Februari 2019 berkisar 3,50–11,71 mm. Angka curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Maret dan terendah pada bulan September (BMKG 2019). Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan kuantitas pakan yang melimpah sehingga tingkat kematian larva relatif rendah (Djumanto *et al.* 2014). Berdasarkan penelitian Tantu (2012), ikan *T. antoniae* melakukan strategi reproduksi dengan memijah di akhir musim kemarau sehingga telur-telur ikan akan menetas menjelang awal musim hujan.

Koefisien pertumbuhan ikan jantan lebih besar jika dibandingkan dengan ikan betina. Hal ini menunjukkan bahwa ikan jantan akan mencapai panjang maksimal lebih cepat jika dibandingkan dengan ikan betina. Beberapa ikan endemik menunjukkan hal yang sama. Hal ini terlihat dari hasil penelitian Mamangkey & Nasution (2014) bahwa ikan butini (*Glossogobius matanensis*) memiliki koefisien pertumbuhan yang berbeda antara jantan dan betina di mana pertumbuhan ikan jantan lebih cepat jika dibandingkan dengan pertumbuhan ikan betina. Hal yang serupa juga dikemukakan oleh Kamangar *et al.* (2015) bahwa nilai K pada ikan *Capoeta damascina* jantan lebih besar jika dibandingkan dengan ikan betina. Turkamen *et al.* (2002) menambahkan bahwa perbedaan ini diduga karena adanya ciri seksual *dimorphisme* pada ikan yang menyebabkan terjadinya perbedaan nilai koefisien pertumbuhan.

Hasil tangkapan ikan opudi (*T. prognatha*) selama penelitian menunjukkan ukuran panjang total ikan berkisar 30–70 mm, baik pada ikan jantan maupun

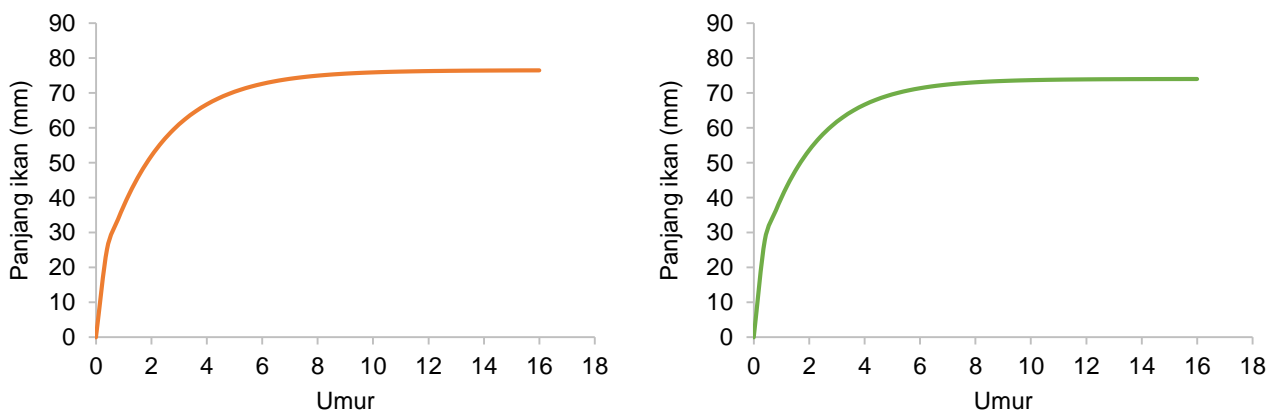
pada ikan betina. Gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa tidak terdapat ukuran ikan opudi (*T. prognatha*) yang tertangkap di bawah ukuran 30 mm. Kelompok umur yang ditemukan pada saat pengambilan sampel ikan hanya terdiri atas satu kelompok umur, baik pada jantan maupun pada ikan betina.

Pendugaan Parameter Pertumbuhan

Analisis pertumbuhan ikan dan umur ikan opudi (*T. prognatha*) didasarkan pada kelompok ukuran panjang total ikan. Berdasarkan data panjang ikan setiap bulannya diperoleh satu kelompok umur ikan. Hasil analisis parameter pertumbuhan menurut jenis kelamin diperoleh perkiraan ikan opudi (*T. prognatha*) jantan mencapai panjang *infinity* (L_{∞}) 76,50 mm pada tahun ketujuh. Masa pertumbuhan yang signifikan terjadi pada tahun pertama hingga tahun ketiga. Nilai koefisien pertumbuhan (K) ditemukan sebesar 0,46 per tahun dan $t_0 = -0,47$. Pada ikan betina ditemukan panjang *infinity* (L_{∞}) mencapai 74,05 mm pada tahun keenam dengan nilai koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,51 per tahun dan $t_0 = -0,52$.

Nilai koefisien pertumbuhan ikan betina lebih besar dibandingkan dengan ikan jantan. Berdasarkan parameter pertumbuhan dapat diperoleh persamaan pertumbuhan menurut jenis kelamin ikan opudi (*T. prognatha*), yaitu untuk ikan jantan $L_t = 76,50[1 - e^{-0,46(t+0,47)}]$ dan ikan betina $L_t = 74,05[1 - e^{-0,51(t+0,52)}]$ (Gambar 3).

Nilai tersebut masih berada di bawah nilai panjang *infinity*. Panjang ikan opudi (*T. prognatha*) pada umur t, yaitu untuk ikan jantan $L_t = 76,50[1 - e^{-0,46(t+0,47)}]$ dan ikan betina $L_t = 74,05[1 - e^{-0,51(t+0,52)}]$. Penelitian Nasution (2007) menemukan bahwa ikan rainbow selebensis dari D. Towuti mempunyai panjang *infinity* (L_{∞}) 11,90 mm, sementara panjang maksimal ikan jantan dan betina yang ditemukan masing-masing adalah 10,32 mm dan 9,46 mm. Nasution *et al.* (2008) juga menemukan ikan bonti-bonti (*Paratherina striata* Aurich) jantan memiliki panjang *infinity* (L_{∞}) 20,05 cm, sementara panjang maksimum yang ditemukan adalah 19,78 cm. Ikan betina bonti-bonti *infinity* (L_{∞}) 20,45 cm, sementara panjang maksimum 18,33 cm. Kedua jenis



Gambar 3 Kurva pertumbuhan ikan opudi (*Telmatherina prognatha*) berdasarkan panjang total ikan jantan dan betina.

ikan tersebut juga mempunyai ikan betina yang relatif lebih kecil dari ikan jantan.

Mortalitas total pada ikan opudi (*T. prognatha*) jantan lebih besar dibandingkan dengan ikan opudi betina. Mortalitas alami ikan betina lebih tinggi dibandingkan dengan ikan jantan. Sebaliknya pada mortalitas tangkapan ikan jantan lebih besar dibandingkan dengan ikan betina (Tabel 1).

Laju mortalitas total ikan opudi (*T. prognatha*) jantan dan betina masing-masing adalah 1,65 dan 1,50 per tahun. Laju mortalitas alami ikan opudi jantan ialah 0,84 dan ikan betina ialah 0,91 per tahun. Laju mortalitas tangkapan ikan opudi jantan lebih tinggi dibandingkan dengan ikan betina, yaitu masing-masing 0,81 dan 0,59 per tahun. Perlu dipahami bahwa mortalitas tangkapan yang dimaksud di sini merupakan nilai mortalitas tangkapan pada saat pengambilan sampel. Hal ini mengindikasikan bahwa ikan opudi di Danau Matano mudah untuk ditangkap. Berbeda dari ikan endemik yang berada di Danau Towuti, di mana mortalitas tangkapan yang tinggi akibat dari aktivitas penangkapan nelayan. Berdasarkan hasil penelitian Mamangkey & Nasution (2014) juga mengemukakan bahwa ikan butini (*Glossogobius matanensis*) di Danau Towuti mempunyai laju mortalitas tangkapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mortalitas alami. Hal ini terjadi karena adanya tekanan penangkapan dan penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan. Hal yang sama terjadi pada ikan bonti-bonti (*Paratherina striata*) yang mempunyai laju mortalitas tangkapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mortalitas alami (Nasution *et al.* 2008).

KESIMPULAN

Laju pertumbuhan ikan opudi (*T. prognatha*) betina lebih cepat dibandingkan dengan ikan opudi jantan. Persamaan pertumbuhan untuk ikan jantan ialah $L_t = 76.50[1 - e^{-0.46(t+0.47)}]$ dan untuk ikan betina ialah $L_t = 74.05[1 - e^{-0.51(t+0.52)}]$. Nilai mortalitas total ikan jantan lebih tinggi ($Z=1.65$) dibandingkan dengan ikan betina ($Z= 1.50$), nilai mortalitas alami ikan opudi jantan lebih rendah ($M= 0.84$) dibandingkan dengan ikan betina ($M=0.91$). Untuk tetap menjaga kelestarian ikan opudi diperlukan aturan terkait aktivitas di sekitar Danau Matano yang dapat memengaruhi habitat ikan opudi (*T. prognatha*).

Tabel 1 Nilai mortalitas total (Z), alami (M), dan tangkapan (F) pada ikan opudi (*Telmatherina prognatha*) jantan dan betina di Danau Matano

Jenis Kelamin	Mortalitas Total (Z)	Mortalitas Alami (M)	Mortalitas Tangkapan (F)
Jantan	1,65	0,84	0,81
Betina	1,50	0,91	0,59

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) dalam hal ini Beasiswa Unggulan Dalam Negeri (BUDI-DN) atas bantuan dana yang diberikan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [BMKG]. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. 2019. <https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmkg?Kota=Malili&ArealD=501496&Prov=28>.
- Chadijah A, Sulistiono, Haryani GS, Affandi R, Mashar A. 2019. Distribusi ukuran, pola pertumbuhan, dan faktor kondisi ikan endemik opudi (*Telmatherina prognatha*) di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 24(4): 295–303. <https://doi.org/10.18343/jipi.24.4.295>
- Djumanto, Devi MIP, Yusuf IF, Setyobudi E. 2014. Kajian dinamika populasi ikan kepek, *Mystacoleucus obtusirostris* (Valenciennes, in Curvier & Valenciennes 1982) di Sungai Opak Yogyakarta. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 14(2): 145–156.
- Hadiaty RK, Wirjoatmodjo S. 2002. Studi pendahuluan biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 2(2): 23–29.
- Hadiaty RK. 2018. Status taksonomi iktiofauna endemik perairan tawar Sulawesi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 18(2): 175–190. <https://doi.org/10.32491/jii.v18i2.428>
- Hedianto DA, Sentosa AA, Satria H. 2018. Aspek reproduksi ikan louhan hybrid sebagai ikan asing invasive di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *BAWAL*. 10(2): 85–98. <https://doi.org/10.15578/bawal.10.2.2018.69-82>
- Herder F, Julia S, Pfaender J, Hadiaty RK, Schliewen UK. 2006. Preliminary checklist of sailfin silversides (Teleostei: Telmatherinidae) in the Malili Lakes of Sulawesi (Indonesia), with a synopsis of systematics and threats. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ichthyologie Band*. 5: 139–163.
- [IUCN] International Union Conservation of Nature. 2008. Redlist of threatened species. Available at: www.redlist.org. Accessed: September 16, 2016.
- Kamangar B, Ghaderi E, Hoseinpour H. 2015. Growth and reproductive biology of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) from a tributary of Tigris. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 14(4) 956–969.

- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2017. KLHL pulihkan 15 danau prioritas nasional.
- Kottelat, M. 1991. Sailfin Silversides (Pisces: Telmatherinadae) of Lake Matano, Sulawesi, Indonesia. with Descriptions of Six New Species. *Ichthyol Explor. Freshwater*. 1(4).
- Kottelat, M, Whitten AJ, Kartikasari SR, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition (HK) Ltd. 221 p.
- Mamangkey JJ, Nasution SH. 2014. Pertumbuhan dan mortalitas ikan endemic butini (*Glossogobius matanensis* Weber, 1913) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Berita Biologi*. 13(1): 31–38.
- Nasution SH, Sulistiono, Sjafei DS, Haryani GS. 2007. Distribusi spasial dan temporal ikan endemic rainbow selebensis (*Telmatherina celebensis* Boulenger) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 12(2). <https://doi.org/10.19027/jai.3.5-11>
- Nasution SH, Muschin I, Sulistiono, Soedharma D, Wirjoatmodjo S. 2008. Pertumbuhan, umur dan mortalitas ikan endemic bonti-bonti (*Paratherina striata*) dari Danau Towuti. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 14(2): 205–214. <https://doi.org/10.15578/jppi.14.2.2008.205-214>
- Nontji A. 2017. *Danau-danau Alami Nusantara*. Ali F, Tanjung LR, Widiyanto T, Henny C, Ridwansyah I, Sulastri, Hidayat, Subehi L, Wibowo H, M.Sc, Maghfiroh M, editor. Indonesia (ID): Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Ridwansyah I. 2017. Analisis perubahan penggunaan lahan di DAS Danau Matano, Sulawesi Selatan. Di dalam: *Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Limnologi Indonesia*; 31 Okt 2017; Bogor. Bogor (ID): [Masyarakat Limnologi Indonesia]. hlm 87. No. 25. <https://doi.org/10.14203/oldi.2016.v1i2.19>
- Sentosa AA, Hedianto DA. 2017. Kajian resiko keberadaan ikan asing di Danau Matano. Di dalam: *Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Limnologi Indonesia*; 31 Okt 2017; Bogor. Bogor (ID): [Masyarakat Limnologi Indonesia]. hlm 55. No. 3.
- Sentosa AA, Hedianto DA. 2019. Sebaran ikan louhan yang menjadi invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *LIMNOTEK: Perairan Darat Tropis di Indonesia*. 26(1): 1–9.
- Sparre P, Venema SC. 1998. Introduksi pengkajian stok ikan tropis. Badan Penelitian dan pengembangan Perikanan. Terjemahan dari Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. *Fisheries Technical Paper*. 306(1): 376 p.
- Tantu FY. 2012. Ekobiologi reproduksi ikan opudi *Telmatherina antoniae* (Kottelat, 1991) sebagai dasar konservasi ikan endemic di Danau Matano, Sulawesi Selatan. [diseriasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Turkmen M, Erdogan O, Yildirim A, Akyurt I. 2002. Reproduction tactics, age and growth of *Capoeta capoeta umbra* (Heckl, 1843) from the Askale region of the Karasu River. *Fisheries Research*. 54: 317–328. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00266-1](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00266-1)