

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

SINTASAN, PERTUMBUHAN DAN PROKSIMAT TUBUH IKAN OPUDI, *Telmatherina bonti* (Weber and De Beaufort, 1922) SELAMA DOMESTIKASI

Nursyahrani¹⁾, Heriansah²⁾, Jayadi³⁾, Ilmiah⁴⁾, dan Andi Yusuf⁵⁾

¹⁾Institut Teknologi dan Bisnis Maritim, Balikpapan, Makassar, Jl.Urip Sumoharjo KM 11, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

²⁾Jurusan Budiaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia. Jl.Urip Sumoharjo KM 05, Makassar, Sulawesi Selatan

³⁾Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. Jl.Poros Makassar-Pare-Pare KM 83 Mandalle, Pangkep, Sulawesi Selatan

(Naskah diterima: 26 November 2023, Resivi final: 18 April 2024, Disetujui publikasi: 21 April 2024)

ABSTRAK

Ikan opudi, *Telmatherina bonti*, termasuk ikan endemik di Danau Towuti. Ikan opudi sudah menurun populasinya, sehingga perlu dilestarikan dengan domestikasi. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi pengaruh pemberian pakan alami yang berbeda terhadap kelangsungan hidup, pertumbuhan dan kandungan proksimat tubuh ikan opudi dengan masa pemeliharaan selama 60 hari. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan, yaitu pemberian *Daphnia* sp., *Artemia salina* dan *Chironomus* sp dengan 3 kali ulangan. Sintasan dan pertumbuhan mutlak dan kandungan protein tubuh ikan yang tertinggi diperoleh pada pemberian *Chironomus* sp. Sintasan, pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, dan kandungan protein tubuh ikan yang diperoleh berturut-turut adalah $83,33 \pm 6,67\%$, $3,53 \pm 0,36$ g, $4,98 \pm 0,50$ cm, dan $64,85\%$. Kualitas air selama pemeliharaan adalah sebagai berikut suhu $27,2 - 28,6^{\circ}\text{C}$, pH $7,4 - 8,3$, oksigen terlarut $6,0 - 8,7$ mg/l dan amoniak $0,044 - 0,074$ mg/l. Ikan opudi sudah dapat dipelihara secara *ex-situ*.

KATA KUNCI: *Telmatherina bonti*; endemik; domestikasi; Danau Towuti

ABSTRACT: SURVIVAL, GROWTH AND BODY PROXIMATE OF OPUDI ENDEMIC FISH (*Telmatherina bonti* weber and de beaufort 1922) DURING EX-SITU DOMESTICATION WITH NATURAL FOOD

Opudi fish, *Telmatherina bonti* is an endemic fish in Lake Towuti. Opudi fish population has decreased, so it needs to be preserved through domestication. The aim of the study was to analyze the effect of different natural feeds on survival, growth and proximate body content of opudi fish during 60 days of rearing. The study was used a completely randomized design with the treatment of *Daphnia* sp, *Artemia salina* and *Chironomus* sp with 3 replications. The highest natural food for survival and absolute growth as well as protein content of fish body was *Chironomus* sp. The survival, absolute weight growth, absolute length growth, and body protein content of fish obtained were $83.33 \pm 6.67\%$, 3.53 ± 0.36 g, 4.98 ± 0.50 cm, and 64.85% , respectively. Water quality during maintenance was as follows: temperature $27.2 - 28.6^{\circ}\text{C}$, pH $7.4 - 8.3$, dissolved oxygen $6.0 - 8.7$ mg/l and ammonia $0.044 - 0.074$ mg/l. Opudi fish was reared *ex-situ*.

KEYWORDS: *Telmatherina bonti*; endemic; domestication; Lake Towuti

Korespondensi: Jayadi.

Jurusan Budiaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Muslim Indonesia. Jl.Urip Sumoharjo KM 05,
Makassar, Sulawesi Selatan
E-mail: jayadi.jayadi@umi.ac.id

PENDAHULUAN

Ikan opudi, *Telmatherina bonti* (Weber and De Beaufort, 1922) merupakan salah satu jenis ikan endemik di Danau Towuti (Hadiaty, 2018; Jayadi *et al.*, 2021). Ikan opudii tidak ditemukan di tempat lain di dunia. Ikan opudi merupakan ikan konsumsi oleh masyarakat di sekitar Danau Towuti dengan nama lokal disebut pangkilang (Kartamihardja, 2014). Kandungan proksimat tubuh ikan opudi yaitu kadar protein 56,93%, kadar lemak 6,75% dan kadar abu 26,81% (Jayadi *et al.*, 2018). Populasi *T.bonti* di Danau Towuti telah menurun dan sudah termasuk dalam kategori *Red List of Treated Species Vulnerable* (Lumbantobing, 2019).

Populasi ikan endemik di Danau Towuti, termasuk ikan opudi, semakin terancam kelestariannya. Kondisi tersebut disebabkan beberapa faktor antara lain faktor ekplotasi yang cenderung kelebihan tangkap dan intensif (Samuel *et al.*, 2009), adanya pencemaran air oleh PT INCO, degradasi lingkungan danau oleh penebangan pohon di sekitar danau sehingga menyebabkan erosi lumpur (Nasution *et al.*, 2015), pembuangan limbah pengergajian kayu dan limbah domestik dari pemukiman masyarakat ke danau (Nasution, 2014) serta ikan introduksi atau invasi (Syafei & Sudiro, 2018). Kualitas air danau atau sungai dapat ditentukan oleh aktivitas manusia dan beberapa faktor alam yang berdampak pada pemanfaatannya secara luas, yang pada gilirannya mempengaruhi biota yang ada di dalamnya (Anani *et al.*, 2020).

Penelitian yang telah dilakukan terkait ikan opudi telah ada, meliputi: distribusi, ekologi, biokimia tubuh dan biologi reproduksi (Jayadi *et al.* 2018), genetik (Jayadi, 2019), fekunditas dan diameter telur (Nursyahrhan *et al.*, 2021), serta profil asam amino tubuh ikan (Jayadi *et al.*, 2022), namun informasi mengenai domestikasi ikan opudi belum pernah dilakukan baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*. Domestikasi perlu dilakukan untuk memudahkan proses pengembangannya yang diawali dengan mempertahankan ikan tetap hidup, makan dan tumbuh pada media terkontrol (Wahyu & Prasetyono, 2021). Selanjutnya keberhasilan proses awal dalam domestikasi yaitu dilakukan pengadaptasian dengan pemberian pakan yang didasarkan pada kebiasaan makan ikan di alam (Jayadi *et al.*, 2016).

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemberian pakan alami yang berbeda (*Daphnia* sp., *Artemia salina* dan *Chironomus* sp.) terhadap sintasan, pertumbuhan mutlak dan kandungan proksimat tubuh ikan opudi selama pemeliharaan 60 hari.

BAHAN DAN METODE

Sumber Ikan dan Metode Pemeliharaan

Ikan opudi (*T. bonti*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Danau Towuti. Jumlah ikan yang digunakan sebanyak 90 ekor dengan ukuran panjang 3-4 cm dan berat 1,0-1,5 g. Wadah yang digunakan adalah bak fiber ukuran panjang 100 cm, lebar 80 cm dan tinggi 60 cm yang dilengkapi instalasi aerasi. Jenis pakan yang diujicobakan dalam penelitian ini yaitu *Daphnia* sp, *Artemia salina* dan *Chironomus* sp. Frekuensi pemberian pakan dilakukan 3 kali sehari dengan dosis 5% dari berat tubuh ikan. Kepadatan ikan setiap wadah 1 ekor/liter air (10 ekor setiap wadah). Pergantian air dilakukan setiap minggu sebanyak 30-50%. Lama pemeliharaan selama 60 hari.

Metode Penelitian dan Parameter Uji

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan pakan yang diujicobakan dalam penelitian ini yaitu *Daphnia* sp, *Artemia salina* dan *Chironomus* sp. Parameter yang diamati berdasarkan Effendie (2002) sebagai berikut : sintasan dihitung menggunakan rumus : $N_t / N_0 \times 100 \%$, dengan N_t : jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor), N_0 : jumlah ikan yang ditebar pada awal penelitian (ekor); pertumbuhan berat mutlak dihitung menggunakan rumus $W = W_t - W_0$, dengan W_t : berat total ikan pada akhir penelitian(g) dan W_0 : berat awal ikan pada awal penelitian (g); dan pertumbuhan panjang mutlak dihitung menggunakan rumus $L_m = TL_1 - TL_0$, dengan TL_1 : panjang total pada akhir penelitian (cm) dan TL_0 : panjang total ikan awal penelitian (cm). Pengukuran parameter suhu pH dan oksigen dilakukan setiap hari pada pagi (jam 7.00-8.00) dan sore (jam 17.00-18.00). Pengukuran amoniak dilakukan setiap 7 hari. Kandungan proksimat tubuh ikan dan pakan alami dianalisis dengan metode AOAC (2005).

Analisa Data

Parameter kualitas air, prosikmat tubuh ikan opudi dan prosikmat pakan alami dianalisis secara deskriptif. Data pengukuran parameter kelangsungan hidup dan pertumbuhan mutlak dianalisis menggunakan uji statistik One-Way ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey. Pengujian statistik menggunakan program SPSS versi 16 dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil analisis kandungan protein, lemak dan karbohidrat dalam pakan alami: *Daphnia* sp., *A. salina* dan *Chironomus* sp. dan tubuh ikan opudi disajikan pada Tabel 1. Parameter sintasan, pertumbuhan panjang mutlak dan pertumbuhan bobot mutlak dapat dilihat pada Tabel 2, dan parameter kualitas air selama pemeliharaan

Tabel 1. Komposisi proksimat jenis pakan *Chironomus sp*, *Daphnia sp* dan *Artemia salina* serta tubuh ikan opudiTable 1. Proximate composition of natural feed *Chironomus sp*, *Daphnia sp* and *Artemia salina* and opudi fish bodies

Parameter <i>Parameters</i>	Protein <i>Protein</i> (%)	Lemak <i>Fat (%)</i>	Karbohidrat <i>Carbohydrate (%)</i>
<i>Daphnia sp.</i>	53,13	9,13	13,59
<i>Artemia salina</i>	54,08	8,18	15,40
<i>Chironomus sp.</i>	64,22	7,19	14,31
Proksimat awal tubuh ikan dari Danau Towuti <i>Initial proximate body of fish from Lake Towuti</i>	56,93	6,75	26,36
Proksimat tubuh ikan setelah diberi <i>Daphnia sp.</i> selama 60 hari <i>Fish proximate after feeding on Daphnia sp. for 60 days</i>	58,28	7,69	26,41
Proksimat tubuh ikan setelah diberi <i>A. salina</i> selama 60 hari <i>Fish proximate after feeding on A. salina for 60 days</i>	61,43	9,70	26,44
Proksimat tubuh ikan setelah diberi <i>Chironomus sp.</i> selama 60 hari <i>Fish proximate after feeding on Chironomus sp. for 60 days</i>	64,85	7,10	26,45

60 hari disajikan pada Tabel 3. Uji coba pemeliharaan ikan di luar habitat asli di alam melalui domestikasi secara ex-situ biasanya berdasarkan kebiasaan makan ikan di alam. Kebiasaan makan ikan opudi di Danau Towuti adalah omnivora cenderung karnivora, terdiri dari kelompok insekta, potongan krustase, diatom, desmid dan serasah, zooplankton (*Closterium*, *Synedra*, *Nitzschia*), Bascillariophyceae (diatom), Chorophyceae (alga hijau) dan yang utama dimakan adalah insekta *Ochtera humilis* (Jayadi *et al.*, 2018). Jenis pakan *Chironomus sp.*, *Daphnia sp.* dan *A. salina* dalam penelitian ini juga telah diujikan untuk domestikasi *Telamtherina ladiges* (Jayadi & Husmah, 2015).

Tabel 1 menunjukkan bahwa ikan yang berasal dari Danau Towuti memiliki komposisi proksimat tubuh yaitu protein 56,93%, lemak 6,75% dan karbohidrat 26,36%, sedangkan komposisi pakan alami yang diberikan (Tabel 1) memiliki kandungan gizi yang dapat mendukung pertumbuhan ikan opudi. Makro nutrien seperti protein, lemak dan karbohidrat dapat menyediakan energi untuk sistem metabolisme ikan (Adewuni, 2018). Apabila ikan sudah terpenuhi energi dalam metabolisme dasarnya (pemeliharaan) dalam melakukan aktivitas normalnya, maka ikan menggunakan energinya untuk pertumbuhan (Gatlin, 2002; Hancz & Varga, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan opudi selama domestikasi dengan pemberian pakan alami yang berbeda (Tabel 1), mampu hidup dan tumbuh dalam wadah terkontrol secara ex-situ dengan menunjukkan adanya perbedaan antara semua

perlakuan ($P < 0,05$) (Tabel 2). Perbedaan pertumbuhan bobot dan panjang mutlak pada ikan opudi disebabkan karena jenis pakan alami yang diberikan pada penelitian ini mengandung protein yang berbeda dalam menunjang pertumbuhan ikan opudi. Sintasan, pertumbuhan panjang dan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi diperoleh pada perlakuan *Chironomus sp* dengan hasil berturut-turut $83,33\% \pm 6,67$, $4,98 \pm 0,50$ cm dan $3,53 \pm 0,36$ g. Pemberian *Chironomus sp* pada *Oryzias profundicola* juga memberikan sintasan ($98,33\% \pm 1,67$), pertumbuhan panjang mutlak ($3,66 \text{ cm} \pm 0,02$), dan pertumbuhan berat mutlak ($3,16 \pm 0,05$ g) (Nursyahrani *et al.*, 2023). Kemampuan hidup dan tumbuh ikan selama pemeliharaan 60 hari menunjukkan bahwa kualitas air media pemeliharaan sesuai dan mampu untuk mendukungnya (Tabel 3).

Pakan dan kualitas air sesuai dengan kebutuhan ikan opudi sehingga ikan dapat beradaptasi secara ekologi, fisiologis dan biologi selama domestikasi 60 hari (Jayadi *et al.*, 2016). Nilai kelulusan hidup dan pertumbuhan dipengaruhi oleh lingkungan, pakan dan jenis ikan (Handajani & Widodo, 2010). Pakan yang dicerna digunakan dalam membentuk jaringan baru, namun sebagian disimpan menjadi protein, glikogen dan lemak (Hixson, 2014). Selanjutnya Huet & Timmermans (1986) menambahkan bahwa pertumbuhan ikan terjadi apabila jumlah pakan yang dicerna melebihi jumlah pakan yang digunakan untuk pemeliharaan hidup. Terlihat pada Tabel 1 bahwa kandungan protein tubuh ikan meningkat dan peningkatan tertinggi protein dalam tubuh ikan opudi

Tabel 2. Sintasan dan pertumbuhan mutlak ikan opudi dengan pemberian pakan alami berbeda selama pemeliharaan 60 hari

Table 2. Survival rate and absolute growth of opudi fish with different natural feeds during 60 days of maintenance

Parameter <i>Parameters</i>	Perlakuan (<i>Treatments</i>)		
	<i>Daphnia</i> sp	<i>Artemia salina</i>	<i>Chironomus</i> sp
Kepadatan awal (ekor) <i>Initial density (fish)</i>	30	30	30
Kelangsungan hidup (%) <i>Survival rate (%)</i>	53,33 ± 3,33 ^a	66,67 ± 3,33 ^b	83,33 ± 6,67 ^c
Panjang total awal (cm) <i>Initial total length (cm)</i>	3,0 ± 0,05	3,1 ± 0,05	3,0 ± 0,05
Bobot awal (g) <i>Initial weight (g)</i>	1,2 ± 0,03	1,3 ± 0,03	1,2 ± 0,03
Pertumbuhan panjang mutlak (cm) <i>Absolute length growth (cm)</i>	2,2 ± 0,35 ^a	3,43 ± 0,35 ^b	4,98 ± 0,50 ^c
Pertumbuhan bobot mutlak (g) <i>Absolute weight growth (g)</i>	1,65 ± 0,15 ^a	2,48 ± 0,37 ^b	3,53 ± 0,36 ^c

Keterangan: Superscript berbeda pada baris yang sama menunjukkan perlakuan berbeda signifikan

Note: Different superscript at the same row means treatments were significantly different

yaitu pada perlakuan pemberian *Chironomus* sp (64,85 %), diikuti oleh pemberian *A. salina* (61,43 %) dan *Daphnia* sp (58,28 %).

Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh jumlah protein pakan yang dicerna dan diserap. Protein berperan sebagai sumber energi, pengatur sistem metabolisme dan unsur pembangunan untuk jaringan tubuh (Halver & Hardy, 2002; Samad *et al.*, 2014; Munthe *et al.*, 2016; Nugroho *et al.*, 2020). Menurut Widyati (2009), kadar protein menjadi salah faktor pertumbuhan pada ikan. Sedangkan persentase protein dipengaruhi oleh kandungan non protein dalam pakan seperti karbohidrat dan lemak. Jumlah kebutuhan protein setiap ikan bervariasi, tergantung jenis, ukuran dan usia ikan. Jumlah protein yang dibutuhkan oleh ikan berkisar antara 25-55% (Gore, 2006).

Kualitas air selama domestikasi ikan opudi dapat dilihat pada Tabel 3, dimana dari Tabel 3 menunjukkan bahwa kondisi kualitas air tersebut relatif sama dengan kualitas air di Danau Towuti, yaitu suhu 28,4 - 30,1°C, pH 6,3- 8,9, oksigen terlarut 6,2 - 8,9 mg/l dan amoniak 0,043- 0,066 mg/l. Kualitas air sangat mempengaruhi pertumbuhan dan sintasan organisme air (Boyd, 1990).

Suhu termasuk salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan (Brett, 1979). Suhu mempengaruhi hampir semua aktivitas biokimia dan fisiologis ikan (Chatterjee *et al.*, 2004). Suhu juga mempengaruhi metabolisme dari energi yang dikonsumsi antara pertambahan jaringan dan penyerapan energi seperti kehilangan panas, ekskresi nitrogen, dan feses (Bermudes *et al.* 2010). Apabila suhu naik maka kandungan glukosa dan nitrogen dalam hati juga meningkat (Costa *et al.*, 2016). Berdasarkan standar baku mutu air dalam PP. No. 82 Tahun 2001, ikan air tawar mampu hidup optimal pada suhu 25-32°C.

pH memainkan peran penting bagi kelangsungan hidup, dan pertumbuhan. pH tidak hanya secara langsung mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas pencernaan, tetapi juga metabolisme (Sahul & Datta, 2018). Ikan air tawar umumnya membutuhkan kisaran pH air yang optimal antara 6,5 - 8,5 (Parra & Baldisserotto, 2007). Selanjutnya Roberts & Palmeiro (2008) menjelaskan bahwa pH atau fluktuasi pH sub-optimal dapat mengakibatkan kelesuan, stres, iritasi kulit, perubahan perilaku (seperti ikan mencoba melompat keluar akuarium), timbul edema kornea,

Tabel 3. Kualitas air pemeliharaan ikan opudi selama 60 hari

Table 3. Water quality during opudi fish maintenance for 60 days

Pakan alami <i>Natural feed</i>	Suhu <i>Temperature (°C)</i>	pH	Oksigen terlarut <i>Dissolved oxygen (mg/l)</i>	Amoniak <i>Ammonia (mg/l)</i>
<i>Daphnia</i> sp	27,3- 28,7	7,4 - 8,2	6,0 - 8,6	0,052 - 0,082
<i>Artemia salina</i>	27,4 - 29,0	7,5 - 8,2	6,0 - 8,7	0,056 - 0,091
<i>Chironomus</i> sp	27,2 - 28,6	7,4 - 8,3	6,0 - 8,7	0,044 - 0,074

perubahan warna kulit, iritasi insang, peningkatan produksi lendir, dan bernafas cepat. Apabila pH naik, maka amoniak dalam air akan naik pula (Alabaster & Lloyd, 2013). Dampak meningkatnya amoniak dalam air akan berpengaruh terhadap proses fisiologi ikan seperti osmoregulasi terganggu, ginjal dan *branchial epithelium* rusak serta pertumbuhan terhambat (Shokr, 2018). Secara umum, ambang batas maksimal kadar amonia untuk budidaya ikan air tawar mencapai 0,50 mg/l (Fajriyani & Bayu, 2021). Menurut Boyd (1990), kadar oksigen terlarut >5 mg/l sangat baik untuk kelangsungan kegiatan budidaya ikan.

KESIMPULAN

Ikan opudi dapat hidup dan tumbuh diluar habitat aslinya pada wadah bak fiber selama 60 hari dengan pemberian pakan alami. Sintasan dan pertumbuhan mutlak dan kandungan protein tubuh ikan yang tertinggi diperoleh pada pemberian *Chironomus* sp. Kualitas air selama pemeliharaan 60 hari yaitu suhu 27,2 - 28,6°C, pH 7,4-8,3, oksigen terlarut 6,0-8,7 mg/l dan amoniak 0,044-0,074 mg/l. Ikan opudi sudah dapat dipelihara secara *ex-situ*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Institut Teknologi dan Bisnis Maritim, Balikpapan dan Lembaga Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Manusia (LP2S) Universitas Muslim Indonesia yang telah menyetujui pelaksanaan penelitian ini serta Laboratorium Pembenihan Ikan air Tawar yang telah memberi persetujuan sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR ACUAN

- Adewumi, A.A. (2018). The impact of nutrition on fish development, growth and health. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 8(6), 147-153.
- Alabaster, J.S. & Lloyd, R.S. (2013). *Water quality criteria for freshwater fish* (p.361). Elsevier, Amsterdam.
- Anani, O.A., Olomukoro, J.O., & Ezenwa, I.M. (2020). Limnological evaluation in terms of water quality of Ossiomo River, Southern Nigeria. *International Journal of Conservation Science*, 11(2), 571-388.
- AOAC [Association of official analytical chemist]. (2005). Official methods of analysis (18 Ed). *Association of Official Analytical Chemist Inc.* USA, Maryland.
- Bermudes, M., Glencross, B., Austen, K., & Hawkins, W. (2010). The effects of temperature and size on the growth, energy budget and waste outputs of barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, 306 (1-4), 160-166.
- Boyd, C.E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture* (p. 454). New York: Chapman and Hall.
- Brett, J.R. (1979). Environmental factors and growth. In Hoar, W.S. (Ed.), *Fish Physiology*. (pp. 599-675). Academic Press, London and New York.
- Chatterjee, A.K.N., Manush, S.M., Das, T., & Mukherjee, S.C. (2004). Thermal tolerance and oxygen consumption of *Labeo rohita* and *Cyprinus carpio* early fingerlings acclimated to three different temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 29, 265-270.
- Costa, D.P., Leme, F., Takata, R., Costa, D.C., Silva, W.S., Filho, R.M., Alves, G.M., & Luz, R.K. (2016). Effects of temperature on growth survival and physiological parameters in juveniles of *Lophosilurus alexandri* a carnivorous neotropical catfish. *Aquaculture* 47, 1706-1715.
- Effendie, M.I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yayasan pustaka nusatama.
- Fajriyani & Bayu. (2021). Analisis kadar amonia pada media pemijahan ikan tiger (*Datnioides microlepis*). *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur* 19(1), 39-42.
- Gatlin, D. (2002). Nutrition and fish health. In Halver, J.E & Hardy, R.W (Ed.), *Fish Nutrition*. (pp.671-702), 3rd edition. Academic Press, London.
- Gore, S.R. (2006). Nutritional support of fish. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 15(4), 264-268.
- Halver, J.E., & Hardy R.W. (2002). *Fish nutrition*. (pp.182-246). California (US): Academic Press, .
- Hadiaty, R.K. (2018). Status taksomomi ikhtiofauna endemic perairan tawar Sulawesi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2), 175-190.
- Handajani, H., & Widodo, W. (2010). *Nutrisi ikan*. UMM press, Malang, 270 hlm.
- Hancz, Cs., & Varga, D. (2017). Measuring fish metabolism-science and practice of development in fish feeding: A review. *Acta Agraria Kaposváriensis* 21(1), 1-14.
- Huet, M., & Timmermans, J.A. (1986). *Textbook of fish culture: breeding and cultivation of fish*. Fishing News Books Ltd; Subsequent edition, 418 pp.
- Hixson, S.M. (2014). Fish nutrition and current issues in aquaculture: the balance in providing safe and Nutritious Seafood, in an environmentally sustainable manner. *Journal Aquatic Research & Development* 5, 234, 1-10.
- Jayadi., & Husmah, A. (2015). Pemeliharaan induk ikan endemik beseng-beseng (*Marosatherina ladigesii*) dengan pemberian pakan alami yang berbeda. In Remmang (Ed.). *Prosiding seminar nasional dan diseminasi hasil penelitian* (pp. 40-50). Makassar, Indonesia, Universitas Bosowa.

- Jayadi., Husmah, A., Nursyahrhan., Ardiansyah., & Sriwahidah. (2016). Domestication of celebes rainbow fish (*Marosatherina Ladigesii*). *AAFL Bioflux*, 9 (5), 1067–1077.
- Jayadi., Hadijah, S., & Ilmiah. (2018) Kajian profil filogenetik, biologi reproduksi, biokimia tubuh dan lingkungan ikan endemik famili *Telmatherinidae* di Danau Towuti Sulawesi Selatan. *Laporan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Muslim Indonesia*. Makassar, Indonesia, 45 hlm.
- Jayadi, J., Ilmiah, I., Hadijah, S., Kasnir, M., & Roslim, D.I. (2019). DNA barcoding of *Telmatherinidae* family in Lake Towuti, South Sulawesi, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 12 (4), 1208-1215.
- Jayadi., Nessa, N.M., Tamsil, A., Harlina., Ernarningsih., Nursyahrhan., & Muqtadir, A. (2021). Ichthyofauna of endemic fish in Towuti Lake, Luwu Timur Regency, South Sulawesi. *Indonesia. Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 12(3), 20-30.
- Jayadi., Ilmiah., Rustam., Asni, A., & Nursyahrhan. (2022). The amino acid profiles of *Telmatherina bonti* from Lake Towuti, South Sulawesi, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 15(6), 2992-2998.
- Kartamihardja E.S. (2014). Prospek pemanfaatan sumber daya ikan endemik perairan umum daratan di Zona Wallacea dalam mendukung pembangunan ekonomi masyarakat. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 6(1), 43 -53.
- Lumbantobing, D. (2019). *Telmatherina bonti*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019:e.T21572A90980062. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T21572A90980062.en>. Accessed on 09 February 2023.
- Munthe, I., Isa M., Winaruddin, W., Sulasmi, S., Herrialifan, H., & Rusli, S. (2016). Analysis of protein content of depik fish (*Rasbora Tawarensis*) di Danau Laut Tawar Lake, Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Medika Veterinaria*, 10 (1), 67-69.
- Nasution, S.H., Lukman, Sulastri., Koeshendrajana., Ridwansyah, I., Sugiarti., & Nafsyah, E. (2014). *Arahan dan konsentrasi sumbu daya ikan di Danau Towuti, Sulawesi Selatan*. Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI. (pp. 615-631). Peran Penelitian Geoteknologi untuk Menunjang Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. Bogor.
- Nasution, S.H., Sulastri, S., & Muchlisin, Z.A. (2015). Habitat characteristics of Lake Towuti, South Sulawesi, Indonesia-the home of endemic fishes. *AAFL Bioflux*, 8(2), 213- 223.
- Nugroho, E., Dewi, S.R.R.S.P., Aisyah, A., & Priono, B. (2020). Status perikanan belida (*Chitala lopis*) di Propinsi Riau dan strategi pengelolaannya secara berkelanjutan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 12(2), 87-99.
- Nursyahrhan., Kariyanti., Ilmiah., Jayadi., & Yusuf, A. (2021). Fecundity and egg diameter of endemic fish (*Telmatherina bonti* Weber and De Beaufort, 1922) from Towuti Lake, South Sulawesi. *Indonesia. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 9(3), 378-382.
- Nursyahrhan., Jayadi., Tamsil, A., Harlina. (2023) Domestication of yellow-finned medaka fish (*Oryzias profundicola*). *AAFL Bioflux*, 16(1), 524-533.
- Parra, J.E.G., & Baldisserotto, B. (2007). Effect of water pH and hardness on survival and growth of freshwater teleosts. *Fish osmoregulation*. (pp. 135-150). Science Publishers, New Hampshire.
- Roberts, H., & Palmeiro, B.S. (2008). Toxicology of aquarium fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 11(2), 359-374.
- Sahul, S., & Datta, S. (2018). Effect of water pH on growth and survival of *Trichogaster lalius* (Hamilton, 1822) under captivity. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Special Issue 7, 3655-3666.
- Samad, A.P.A., Santoso, U., Lee, M.C., & Nan, F.H. (2014). Effects of dietary katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr.) on growth, non-specific immune and diseases resistance against *Vibrio alginolyticus* infection in grouper *Epinephelus coioides*. *Fish and Shellfish Immunology*, 36(2), 582–589.
- Samuel, Husnah & Makmur, S. (2009). Perikanan tangkap di Danau Matano, Mahalona dan Towuti, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 15(1), 123-131.
- Shokr, E.A.M. (2019). Effect of ammonia stress on growth, hematological, biochemical, and reproductive hormones parameters of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Abbassa International Journal for Aquaculture* 12(1), 111-130
- Syafei, L.S & Sudiro, S. (2018). Ikan asing invasive, tantangan keberlanjutan biodiversitas perairan. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 12(3), 145-161.
- Wahyu., & Prasetyono, E. (2021). Kemampuan hidup dan tumbuh ikan kemuring, *Striuntius lineatus* (Duncker, 1904) asal Pulau Bangka pada thab awal domestikasi. *Media Akuakulture*, 16(1),13-19.
- Widyati, W. (2009). Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi berbagai dosis enzim cairan rumen pada pakan berbasis daun lamtorogung *Leucaena leucophala*. Skripsi. Program Studi Teknologi dan Manajemen Perikanan Budidaya. Institut Pertanian Bogor, 68 hlm.