

BAB I. PENDAHULUAN

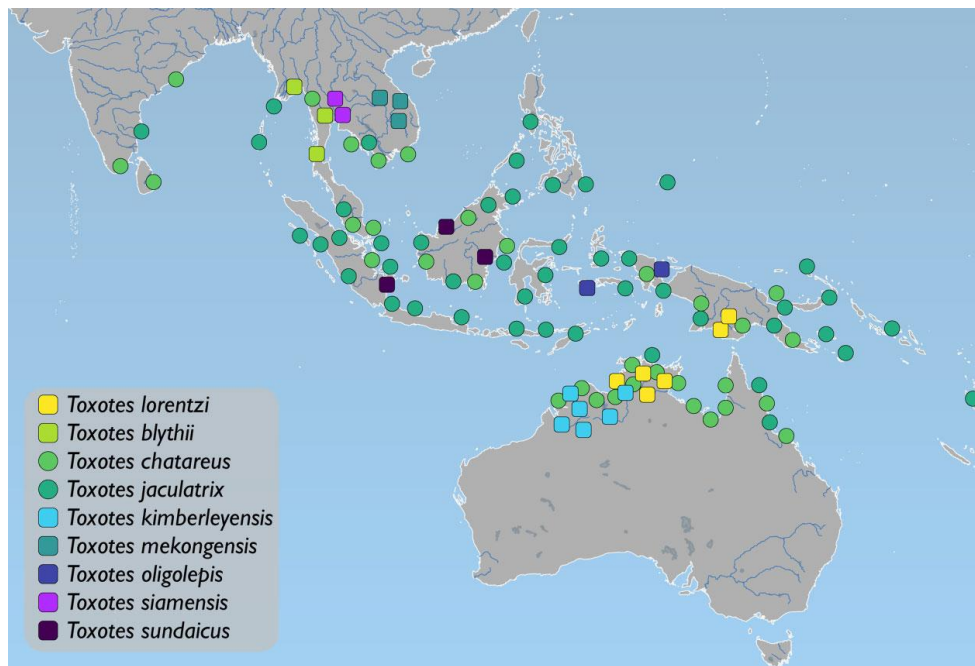
1.1 Latar Belakang

Ikan sumpit atau *archerfish* adalah salah satu jenis ikan yang bernilai ekonomis tinggi, memiliki bentuk dan warna tubuh yang indah sehingga sangat diminati sebagai ikan hias, baik di pasar lokal maupun internasional. Harga ikan sumpit hias berukuran 10 cm dapat mencapai Rp150.000 (Suryati et al., 2014). Ketertarikan orang terhadap ikan sumpit tidak hanya karena keindahan bentuk dan warna tubuhnya namun juga keunikan pola hidupnya. Sesuai dengan namanya, ikan sumpit memiliki kemampuan menyumpit serangga atau mangsa yang hinggap di dedaunan atau ranting di atas permukaan air dengan menggunakan air. Serangga yang berhasil disumpit akan jatuh ke permukaan air dan akhirnya menjadi mangsa ikan sumpit (Temple, 2007). Ikan sumpit cukup sulit didapatkan di habitatnya karena mampu berenang cepat dan memiliki penglihatan mata yang tajam (Blaber, 2000). Penglihatan yang tajam ini pun telah banyak dikaji oleh ilmuwan terkait keakuratan ikan sumpit menyumpit serangga (Timmermans & Souren, 2004).

Ikan sumpit merupakan jenis ikan yang bersifat eurihalin karena mampu hidup di perairan tawar, payau, bahkan hingga ke perairan terumbu karang (Simon & Mazlan, 2010; Simon et al., 2010b). Menurut Nelson et al. (2016), ikan sumpit termasuk dalam phylum Chordata, subphylum Craniata, infraphylum Vertebrata, superclass Gnatostomata, grade Teleostomi, subclass Actinopterygii, infraclass Holostei, division Teleostei, supercohort Teleostei, cohort Euteleostei, superorder Acanthopterygii, series Percomorpha, subseries Ovalentaria, order Perciformes, family Toxotidae, genus *Toxotes*. Beberapa pustaka meletakkan ikan sumpit ke dalam ordo Perciformes, di antaranya Kottelat (2013), Nelson et al. (2016), Froese & Pauly (2025a), dan Simon (2024), namun Van der Laan et al. (2025) menempatkan ikan sumpit ke dalam ordo Carangiformes.

Jumlah spesies ikan sumpit berbeda-beda antar penulis. Nelson et al. (2016) menyebutkan bahwa Toxotidae merupakan famili ikan yang hanya memiliki satu genus (*monotypic family*) yaitu *Toxotes* yang terdiri atas tujuh spesies. Froese & Pauly (2025b) juga menyatakan bahwa terdapat tujuh spesies ikan sumpit dari famili *Toxotidae*. Girard et al. (2022) memublikasikan bahwa *Toxotidae* memiliki sembilan spesies yang seluruhnya berasal dari genus *Toxotes*, sedangkan Fricke et al. (2025) menyatakan bahwa terdapat sembilan jenis ikan sumpit yang berasal dari dua genera, yaitu *Protoxotes* (1 spesies) dan *Toxotes* (8 spesies).

Kebanyakan ikan sumpit ditemukan hidup di perairan tawar, kolam dan lahan basah, tetapi ada beberapa spesies yang bersifat eurihalin, menghuni habitat air tawar dan payau seperti muara sungai dan ekosistem bakau. Wilayah persebaran ikan sumpit meliputi India, Bangladesh dan Sri Lanka, melalui Asia Tenggara (termasuk Indonesia dan Filipina), hingga New Guinea, Australia Utara dan Oceania (Arthington & McKenzie, 1997; Allen, 2004; Temple, 2007; Kottelat & Tan, 2018; Froese & Pauly, 2025b). Daerah distribusi ikan sumpit secara lebih jelas tercantum pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Wilayah persebaran ikan sumpit (*famili Toxotidae*). Simbol bulat menunjukkan taksa penghuni air tawar dan air payau. Simbol persegi menunjukkan taksa penghuni air tawar (Girard et al., 2022)

Toxotes jaculatrix (Pallas, 1767) atau “the banded archerfish” merupakan salah satu ikan sumpit yang terdapat di Indonesia (Fricke et al., 2025), selain *Protoxotes lorentzi* (Weber, 1910); *Toxotes chatareus* (Hamilton, 1822); *Toxotes microlepis* Günther, 1860; *Toxotes oligolepis* Bleeker, 1876; dan *Toxotes sundaicus* Kottelat & Tan, 2018. Ikan ini memiliki sinonim sebagai berikut (Fricke et al., 2025; Froese & Pauly, 2025a): *Sciaena jaculatrix* Pallas, 1767 dan *Scarus schlosseri* Gmelin, 1789.

Ikan *T. jaculatrix* memiliki 4 jari-jari keras dan 11 hingga 13 jari-jari lemah pada sirip punggung, 3 jari-jari keras dan 15 hingga 17 jari-jari lemah pada sirip dubur (Froese & Pauly, 2025b). Tubuh *T. jaculatrix* berbentuk lonjong, pipih, dan bagian posterior agak lebih besar dibandingkan bagian anterior, umumnya berwarna putih keperakan, jumlah sisik pada gurat sisi (*linea lateralis*) berjumlah 26 hingga 30 (Simon, 2024). Pada bagian punggung terdapat empat hingga enam garis hitam lebar (*black bar*). Garis pertama terdapat pada bagian anterior operculum dan tulang-tulang penutup insang, yang kedua pada bagian belakang operculum, yang ketiga di bawah jari-jari sirip punggung pertama, yang keempat di bawah jari-jari lemah sirip punggung, dan yang kelima (jika ada) terdapat di antara sirip dubur dan sirip ekor (*caudal peduncle*). Garis-garis ini menjadi lebih pendek seiring dengan bertambahnya umur ikan (Gambar 1.2). Panjang maksimum *T. jaculatrix* dapat mencapai 30 cm, namun umumnya panjang rata-rata ikan ini sekitar 20 cm (Allen, 2001; McGrouther, 2020; Froese & Pauly, 2025a). Sirip punggung dan sirip dubur spesies ini berwarna kehitaman; sirip dada, sirip perut, dan sirip ekor biasanya pucat (Simon, 2024).



Gambar 1.2 Ikan sumpit, *Toxotes jaculatrix*, Pallas (1767), (Sumber : Liam Thompson, 2023)

Ikan sumpit *T. jaculatrix* umumnya ditemukan di pantai yang ditumbuhi oleh mangrove dan daerah muara sungai yang payau, selalu pada kedalaman yang dangkal, berkelompok atau soliter (Allen, 2001). Mereka tersebar mulai dari India, Indonesia, Filipina, hingga bagian utara Australia, New Guinea, Kepulauan Solomon, dan Vanuatu (Allen, 2001; Froese & Pauly, 2025a). Berdasarkan data IUCN *Red List*, ikan *T. jaculatrix* masuk dalam kategori *least concern* (Hoese, 2012) atau berisiko rendah.

Penelitian tentang ikan sumpit di Indonesia masih sangat kurang. Hal ini terlihat dari jumlah artikel yang terpublikasi di beberapa jurnal. Fahmi & Permana (2014) melaporkan hasil penelitian tentang kematangan gonad *T. jaculatrix* pada salinitas yang berbeda, sedangkan Kadarini (2015) meneliti tentang pakan *T. jaculatrix* pada media pemeliharaan salinitas 8‰. Aspek biologi *T. jaculatrix* di Sungai Bilah telah diteliti Hidayah et al. (2023) sedangkan Suryati et al. (2014) mengkaji biologi reproduksi *T. microlepis* di Sungai Musi. Berbagai kajian telah dilakukan pada ikan sumpit *T. jaculatrix* di Malaysia. Beberapa aspek biologi yang telah dikaji antara lain umur (Simon et al., 2008), hubungan panjang-bobot (Simon & Mazlan, 2008), pertumbuhan populasi (Simon et al., 2009), makanan (Simon & Mazlan, 2010), distribusi ukuran (Simon et al., 2010a), morfometrik dan meristik (Simon et al., 2010b) dan faktor kondisi (Simon et al., 2013). Selain itu, juga telah diteliti akurasi “*shooting*” terhadap mangsa (Simon et al., 2011) dan biologi reproduksi (Simon et al., 2012).

Sampai saat ini penelitian tentang biologi reproduksi ikan sumpit *T. jaculatrix* di Indonesia belum pernah dilakukan. Aspek reproduksi adalah aspek yang mendasar dari biologi ikan yang sangat penting untuk keperluan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya perikanan (Wootton, 1990). Informasi biologi reproduksi merupakan aspek yang menjadi prioritas utama untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan perikanan dan kawasan konservasi. Data yang berkaitan dengan biologi reproduksi spesies ikan secara terperinci sangat dibutuhkan dalam pengelolaan perikanan spesies ikan tersebut secara efektif (Simon, 2024). Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikaji biologi reproduksi *T. jaculatrix*. Penelitian ini akan menjadi referensi pertama dan diharapkan akan menjadi langkah awal untuk mengumpulkan data dan informasi tentang ikan-ikan sumpit lainnya (Toxotidae) di Indonesia dalam rangka pengelolaan ikan tersebut secara berkelanjutan dimasa akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

Salah satu sumber daya perikanan di Sungai Limbangan, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep), yang belum dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar adalah ikan sumpit, *T. jaculatrix*. Ikan ini perlu diperkenalkan kepada masyarakat karena memiliki nilai ekonomis, yang berukuran kecil dapat dijual sebagai ikan hias dan yang besar dapat dijual sebagai ikan konsumsi. Data dan informasi tentang aspek biologi reproduksi spesies tersebut sampai saat ini belum ada. Aspek biologi reproduksi

merupakan aspek yang penting untuk dikaji karena dapat memberikan informasi tentang tipe pertumbuhan, kondisi, keseimbangan populasi jantan dan betina, ukuran pertama kali saat matang gonad, tipe pemijahan, musim pemijahan, dan frekuensi pemijahan. Seluruh informasi tersebut dapat digunakan dalam perumusan kebijakan pengelolaan agar spesies tersebut tetap lestari di S. Limbangan. Oleh karena itu, penelitian biologi reproduksi ikan sumpit *T. jaculatrix* sangat penting untuk dilakukan di S. Limbangan. Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana aspek biologi ikan sumpit (*T. jaculatrix*) di S. Limbangan, Kabupaten Pangkep, yang meliputi distribusi ukuran, hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi?
2. Bagaimana aspek reproduksi ikan sumpit (*T. jaculatrix*) di S. Limbangan, Kabupaten Pangkep, yang meliputi nisbah kelamin, tingkat kemangatan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG), ukuran pertama kali matang gonad, fekunditas, dan diameter telur?
3. Bagaimana parameter kualitas perairan di S. Limbangan, Kabupaten Pangkep, yang meliputi suhu, pH, salinitas, kedalaman dan kecerahan?

1.3 Tujuan Penelitian

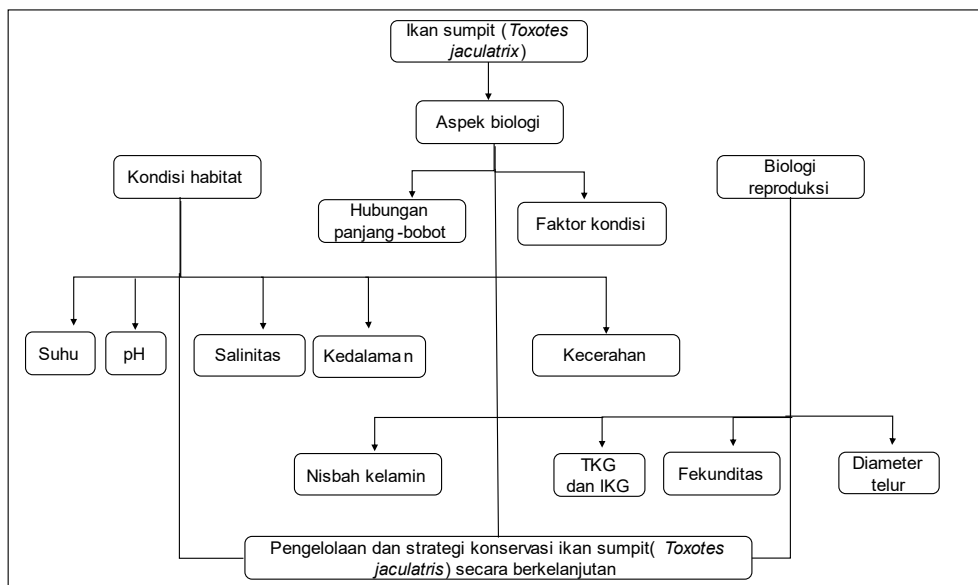
Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis aspek biologi ikan sumpit (*T. jaculatrix*) di S. Limbangan, Kabupaten Pangkep, yang meliputi distribusi ukuran, hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi.
2. Menganalisis aspek reproduksi ikan sumpit (*T. jaculatrix*) di S. Limbangan, Kabupaten Pangkep, yang meliputi nisbah kelamin, tingkat kemangatan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG), ukuran pertama kali matang gonad, fekunditas, dan diameter telur.
3. Menganalisis parameter kualitas perairan di S. Limbangan, Kabupaten Pangkep, yang meliputi suhu, pH, salinitas, kedalaman dan kecerahan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi dasar mengenai biologi reproduksi dan kondisi habitat ikan sumpit, *T. jaculatrix*, di S. Limbangan, Kab. Pangkep, sehingga menjadi data awal untuk bahan acuan dalam pengelolaan ikan sumpit.

1.4 Kerangka Pikir

Ikan sumpit *T. jaculatrix* adalah salah satu sumber daya ikan yang bernilai ekonomis tinggi. Kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.3.

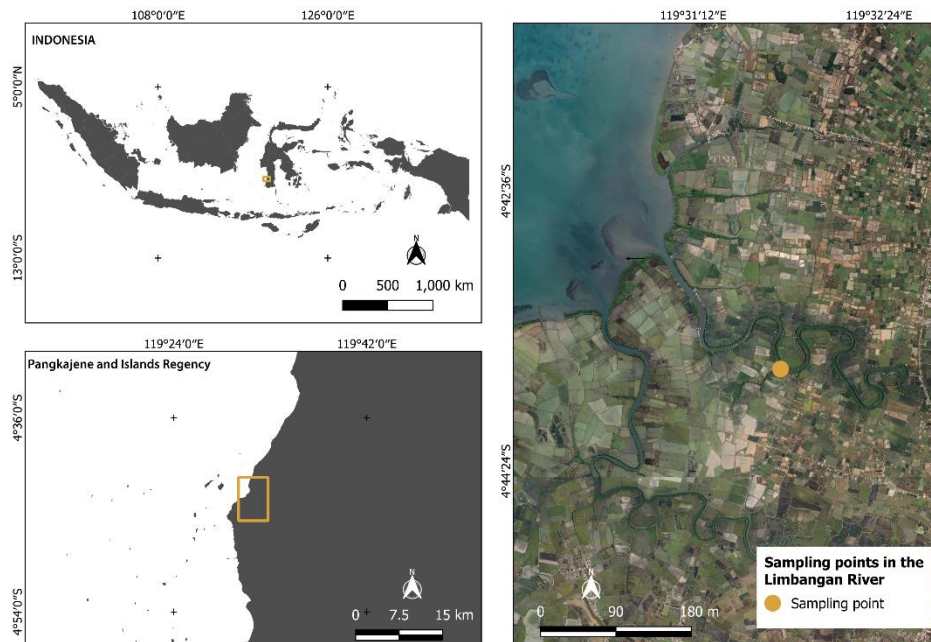


Gambar 1.3 Kerangka pikir penelitian

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 sampai bulan Maret 2025 di Sungai Limbangan, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, pada setiap bulan (Gambar 2.1). Analisis sampel ikan sumpit *T. jaculatrix* dilakukan di Laboratorium Biologi Perikanan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 2.1 Peta lokasi pengambilan sampel ikan sumpit *Toxotes jaculatrix* di Sungai Limbangan, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian yaitu alat tangkap pancing dengan ukuran mata pancing No.2 *Charm made in Korea*. *Global positioning system* (GPS) digunakan untuk membantu dalam penentuan titik lokasi pengambilan sampel. Timbangan digital berketelitian 0,01 g digunakan untuk menimbang bobot tubuh dan bobot gonad, kaliper digital dengan ketelitian 0,01 mm digunakan untuk mengukur panjang total, *coolbox* digunakan untuk menyimpan sampel yang telah ditangkap, dan gunting, alat bedah (*dissecting set*) digunakan untuk membedah ikan, papan preparat digunakan untuk meletakkan ikan sebelum dibedah, kamera digunakan untuk mendokumentasikan seluruh kegiatan penelitian, lembar data digunakan untuk mencatat hasil penelitian dan komputer berbasis *Windows* yang dilengkapi perangkat *Microsoft Office* untuk mengolah dan menganalisis data hasil penelitian.

Untuk analisis kondisi habitat, alat yang digunakan adalah *Refractometer* 0-100 % meter *with ATC* untuk mengukur salinitas, DO-meter (*Lutron DO-5509*) untuk mengukur kadar oksigen terlarut di perairan, pH-meter untuk mengukur pH perairan, *water level* untuk mengukur kedalaman dan kecerahan (pemberat menggunakan timah 1 kg, tali tambang nilon 5x10 mm), dan meteran.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel ikan sumpit *T. jaculatrix* sebagai ikan contoh, es batu untuk menjaga agar ikan tetap segar selama penyimpanan di dalam *coolbox*, akuades untuk membersihkan alat, botol sampel untuk penyimpanan gonad ikan, kertas label untuk penandaan, larutan gilson untuk memisahkan telur ikan dari selaput-selaput yang terdapat pada gonad ikan, dan aluminium foil untuk meletakkan gonad ikan pada saat penimbangan.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pengambilan ikan sampel di lapangan

Ikan sumpit diperoleh dari hasil tangkapan nelayan di Sungai Limbangan (Gambar 2.2), sekali sebulan selama enam bulan. Ikan yang tertangkap pada setiap titik diambil seluruhnya pada setiap waktu pengambilan sampel, kemudian digabungkan. Sampel ikan kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox* yang telah diberi es curah agar kondisi ikan tetap dalam keadaan segar, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 2.2 Ikan sumpit, *Toxotes jaculatrix* (Pallas, 1767), dari Sungai Limbangan, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

2.3.2 Prosedur di laboratorium

Di laboratorium, ikan dicuci bersih, diukur panjang total dan ditimbang bobotnya, kemudian dibedah. Pengukuran panjang total ikan dilakukan dengan cara mengukur jarak antara ujung kepala terdepan sampai dengan ujung sirip ekor yang paling belakang. Pengukuran tersebut menggunakan kaliper berketelitian 0,01 mm. Timbangan elektrik berketelitian 0,01 g digunakan untuk menimbang bobot ikan. Pembedahan dilakukan dengan menggunakan gunting bedah, dimulai dari anus menuju bagian atas perut hingga di bagian belakang operculum, kemudian ke arah ventral hingga ke dasar perut, dan diteruskan hingga ke anus. Lapisan otot ini dibuka sehingga organ-organ dalam terlihat secara jelas. Gonad diamati secara morfologi untuk penentuan jenis kelamin dan tingkat kematangannya. Klasifikasi tingkat kematangan gonad berdasarkan pengamatan selama penelitian dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Tingkat kematangan gonad ikan sumpit *Toxotes jaculatrix* berdasarkan pengamatan selama penelitian

Tingkat kematangan gonad	Ikan jantan	Ikan betina
I (<i>Immature</i>)	Testis masih kecil, ramping, berwarna pucat atau bening,	Ovarium sangat kecil, seperti benang dan berwarna bening hampir tidak terlihat
II (<i>Early-maturing</i>)	Testis mulai membesar dari tingkat I, tampak lebih panjang berwarna merah mudah	Ovarium sedikit lebih besar dari tingkat I dan tembus cahaya
III (<i>Developing</i>)	Testis semakin membesar dan lebih berat, berwarna putih susu dan mulai tampak pembuluh darah halus	Ovarium membesar, berwarna kuning muda, dan mulai terlihat butiran telur kecil dengan pembuluh darah sedikit di permukaannya

IV (<i>Developed</i> <i>I</i> Pre-spawning)	Testis semakin membesar dan warna putih susu. dan pembuluh darah tampak lebih jelas dipermukaan	Ovarium semakin besar, menempati hampir seluruh rongga tubuh, berwarna kekuningan, telur terlihat jelas dan tersusun rapi bentuk ovarium menyerupai segitiga
V (<i>Spawning</i>)	Testis semakin membesar, bertekstur lembek dan tipis, terlihat kosong, serta berwarna putih kusam	Ovarium tipis hampir transparan. Telur matang sangat jelas terlihat sebagian mulaikeluar melalui saluran telur, bentuknya masih menyerupai segitiga
VI (<i>Spent</i>)	Testis tidak ditemukan	Ovarium tampak kantung kosong sebagian, volumenya mengecil berisi sisa telur matang yang belum dibuahi dan berwarna gelap serta terdapat banyak telur kecil baru yang mulai membentuk

Selanjutnya, gonad dikeluarkan dari dalam perut ikan, kemudian ditimbang. Gonad ikan betina yang berada pada TKG IV, V, dan VI, diambil sebagian kecil yaitu pada bagian tengah dan kedua bagian ujung (subsampel gonad), ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dan direndam dengan larutan Gilson. Penimbangan gonad dan subsampel gonad menggunakan timbangan elektrik berketelitian 0,01 g. Setelah terendam selama tiga pekan di dalam larutan Gilson, subsampel gonad tersebut dikeluarkan untuk dihitung fekunditasnya dengan bantuan *hand tally counter*, jarum pentul, dan lup. Selanjutnya, dari setiap subsampel tersebut diambil 300 butir telur untuk diukur diameternya. Telur-telur tersebut diletakkan di atas *desk glass* untuk diamati di bawah mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer okuler yang telah ditera sebelumnya (Omar, 2013).

2.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Aspek biologi

a. Hubungan panjang-bobot

Data panjang dan bobot dianalisis berdasarkan jenis kelamin dan waktu pengambilan sampel. Hubungan panjang-bobot tubuh ikan dianalisis dan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Ningsih et al., 2023; Haslina et al., 2024; Huzaimah et al., 2024; Tikawati et al., 2024):

$$W = a L^b$$

Keterangan: W = bobot tubuh (g), L = panjang total (mm), a = *intercept*, dan b = *slope* (koefisien regresi).

Persamaan tersebut di atas ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma sehingga diperoleh persamaan linear (Omar et al., 2020; Ningsih et al., 2023):

$$\log W = \log a + b \log L$$

Nilai a (*intercept*), b (koefisien regresi), dan r (koefisien korelasi), diperoleh melalui *least square method*. Pola pertumbuhan pada ikan terdiri atas dua tipe yaitu pertumbuhan isometrik (b = 3) apabila pertambahan panjang dan bobot ikan seimbang dan alometrik (b ≠ 3) apabila pertambahan panjang dan bobot ikan tidak seimbang. Jika b > 3, maka pertumbuhan ikan bersifat alometrik positif atau hiperalometrik yaitu pertambahan bobot lebih besar daripada pertambahan panjangnya, sedangkan jika b < 3, maka pertumbuhan ikan bersifat alometrik negatif atau hipoalometrik yaitu pertambahan panjang lebih dominan daripada pertambahan bobotnya (Omar et al., 2020).

Untuk mengetahui apakah pola hubungan panjang-bobot bersifat isometrik atau alometrik dilakukan pengujian terhadap nilai b menggunakan uji-t dengan rumus sebagai berikut (Omar, 2013):

$$t_{\text{hitung}} = \left[\frac{3-b}{sb} \right]$$

Keterangan: S_b = kesalahan baku nilai b .

Jika nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka b berbeda dengan 3. Sebaliknya, jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka b sama dengan 3.

Untuk melakukan perbandingan koefisien pertumbuhan antara ikan jantan dan ikan betina maka dilakukan pengujian menurut Fowler et al. (1998), dengan rumus sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \left[\frac{(b_1 - b_2)}{SE_{(b_1 - b_2)}} \right]$$
$$SE_{(b_1 - b_2)} = \sqrt{(S_{b1})^2 + (S_{b2})^2}$$

Keterangan: b_1 = koefisien regresi ikan betina, b_2 = koefisien regresi ikan jantan, SE_{b1} = simpangan kesalahan koefisien regresi ikan betina, SE_{b2} = simpangan kesalahan koefisien regresi ikan jantan.

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka kesimpulannya adalah hubungan bobot-panjang ikan betina dan ikan jantan tidak berbeda nyata, sehingga data ikan betina dan jantan dapat digabung. Sebaliknya, jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka kesimpulannya adalah hubungan bobot-panjang ikan betina dan ikan jantan berbeda nyata. Seluruh data panjang total dan bobot tubuh yang diperoleh dianalisis menggunakan *Microsoft excel*.

b. Faktor kondisi

Faktor kondisi ikan sumpit dihitung mengacu kepada hubungan panjang-bobot ikan tersebut, baik berdasarkan jenis kelamin maupun waktu pengambilan sampel. Jika pertumbuhan ikan yang diperoleh bersifat isometrik maka rumus yang digunakan untuk menghitung faktor kondisi adalah sebagai berikut (Omar et al., 2020):

$$PI = \frac{W}{L^3} \times 10^5$$

Keterangan: PI = faktor kondisi (*Ponderal Index*), W = bobot ikan (g), L = panjang ikan (mm).

Jika pertumbuhan ikan mengikuti pola hipoalometrik atau hiperalometrik, maka rumus faktor kondisi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Omar et al., 2020):

$$PI_n = \frac{Wb}{aL^b} \text{ atau } PI_n = \frac{Wb}{W^*}$$

fa: Kn = faktor kondisi relatif, W = bobot ikan hasil observasi (g), $aL^b = W^*$ = bobot ikan hasil estimasi (g).

Aspek reproduksi

a. Nisbah kelamin

Nisbah kelamin (*sex ratio*) dihitung berdasarkan jumlah sampel ikan jantan dan betina dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Maulidanti et al., 2024; Wardhani et al., 2024):

$$NK = \frac{\sum J}{\sum B}$$

Keterangan: NK = nisbah kelamin, $\sum J$ = jumlah ikan jantan (ekor), $\sum B$ = jumlah ikan betina (ekor).

Keseragaman sebaran nisbah kelamin dianalisis dengan uji *chi-square* (χ^2) dalam bentuk tabel kontingensi (Tikawati et al., 2024):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{O_i - E_i}{E_i}$$

Keterangan: O_i = nilai yang nampak sebagai hasil pengamatan ikan jantan dan ikan betina, E_i = nilai yang diharapkan terjadi pada jantan dan betina.

$$E_{ij} = \frac{(n_{i0} - n_{0j})}{n}$$

Keterangan: E_{ij} = frekuensi teoritik atau gejala yang diharapkan terjadi, N_{i0} = jumlah baris ke- i , N_{0j} = jumlah kolom ke- j , n = jumlah frekuensi dari nilai pengamatan.

Pengambilan keputusan dalam uji *chi-square* didasarkan pada asumsi:

H_0 : 1 = 1 (seimbang atau nisbah kelamin ikan jantan dan betina (1:1))

H_1 : 1 $\neq$ 1 (tidak seimbang atau nisbah kelamin ikan jantan dan betina tidak (1:1)).

Untuk mengetahui nisbah kelamin ikan sumpit jantan dan betina pada setiap waktu pengambilan sampel dan tingkat kematangan gonad apakah 1,00:1,00 atau berbeda, maka digunakan uji *chi-square* koreksi kontinuitas Yates (Zar, 2010) dengan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum \frac{(|x^j - x'| - 0,5)^2}{x'}$$

Keterangan: x_i = Frekuensi yang diamati dalam kategori i , x' = Frekuensi yang diharapkan pada kategori i jika H_0 benar.

b. Tingkat kematangan gonad

Tingkat kematangan gonad (TKG) ditentukan secara morfologi dengan mengacu kepada warna dan ukuran gonad. Klasifikasi TKG ikan sumpit berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian seperti tercantum pada Tabel 2.1. Ikan sumpit yang berada pada TKG I, II, dan III menunjukkan belum matang gonad, sedangkan yang berada pada TKG IV, V, dan VI telah matang gonad.

c. Ukuran pertama kali matang gonad

Ukuran pertama kali matang gonad (M) diduga dengan metode Spearman-Kärber dengan rumus sebagai berikut (Maulidanti et al., 2024):

$$m = x_k + \frac{X}{2} - \left[X \cdot \sum p_i \right]$$

Kisaran ukuran panjang diduga pada kisaran 95% dengan persamaan:

$$M = \text{Antilog} \left[m \pm 1,96 \sqrt{X^2 \sum \left(\frac{p_i - q_i}{n_i - 1} \right)} \right]$$

Keterangan: m = logaritma panjang ikan pada saat pertama kali matang gonad, x_k = logaritma nilai tengah pada saat pertama kali matang gonad 100%, X = selisih logaritma nilai tengah, X_i = logaritma nilai tengah, $p_i = r_i/n_i$, r_i = jumlah ikan matang gonad pada kelas ke- i , n_i = jumlah ikan yang matang gonad pada kelas ke- i , $q_i = 1 - p_i$.

d. Indeks kematangan gonad

Indeks kematangan gonad (IKG) dihitung dengan rumus berdasarkan (Omar, 2013):

$$IKG = \frac{Bg}{Bi} \times 100\%$$

Keterangan: IKG = indeks kematangan gonad (%), B_g = bobot gonad (g), B_i = bobot ikan (g).

e. Fekunditas

Pengamatan fekunditas dan diameter telur ditentukan dari sampel ikan dengan TKG IV, V, dan VI. Fekunditas total dihitung berdasarkan metoda gravimetrik (Omar, 2013) dengan bentuk rumus:

$$F = \frac{G \times f}{g}$$

Keterangan: F = jumlah total telur dalam gonad (fekunditas, butir), G = bobot gonad (g), g = bobot sebagian gonad (subsampel, g), f = jumlah telur dari subsampel gonad (butir).

Selanjutnya, hubungan fekunditas dengan panjang total ikan dihitung dengan rumus (Omar, 2013) sebagai berikut:

$$F = aL^b$$

Keterangan: F = fekunditas (butir), L = panjang total ikan (mm), a dan b = konstanta.

Hubungan antara fekunditas dan bobot tubuh ikan dihitung dengan rumus (Omar, 2013) sebagai berikut:

$$F = a + bW$$

Keterangan: F = fekunditas (butir), W = bobot tubuh ikan (g), a dan b = konstanta.

Hubungan antara fekunditas dan bobot gonad ikan dihitung dengan rumus (Omar, 2013) sebagai berikut:

$$F = a + bG$$

Keterangan: F = fekunditas (butir), G = bobot gonad (g), a dan b = konstanta.

f. Diameter telur

Pengukuran diameter telur dilakukan dengan menggunakan mikroskop okuler yang telah dilengkapi dengan mikrometer okuler. Diameter telur diukur dengan menggunakan rumus (Omar, 2010):

$$Ds = \sqrt{Dh \times Dv}$$

Keterangan: Ds = diameter telur yang sebenarnya (mm); Dh = diameter telur secara horizontal (mm); Dv = diameter telur secara vertikal (mm)

Analisis kualitas air

Analisis parameter lingkungan tempat ikan sumpit *T. jaculatrix* hidup dianalisis secara deskriptif.