

Biologi Reproduksi dan Faktor Kondisi Ikan *Tiger Barb* (*Puntigrus partipentazona*) di Perairan Danau Toba

Reproductive Biology and Condition Factors of Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) in Lake Toba Waters

Novi Kristina Sinabutar, Agung Setia Batubara*

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan, 20221, Indonesia

*Penulis Koresponden: agungbbb@unimed.ac.id

Abstrak. Danau Toba mengalami peningkatan spesies ikan introduksi sehingga perlu dikaji aspek biologi reproduksi dan faktor kondisi untuk memahami potensi invasifnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aspek biologi reproduksi dan faktor kondisi ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) di perairan Danau Toba. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2026 di tiga stasiun pengamatan di Kecamatan Pangururan menggunakan metode survei dengan teknik *purposive sampling*. Data dikumpulkan melalui penangkapan ikan menggunakan bubu, pengukuran kualitas air, pengamatan morfologi, aspek biologi reproduksi ikan serta faktor kondisi di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *P. partipentazona* memiliki tingkat kematangan gonad (TKG) yang bervariasi (TKG I–IV), nilai Indeks Kematangan Gonad (IKG) betina (0,046 – 0,090%) lebih tinggi dibandingkan jantan (0,006 – 0,020%) diseluruh stasiun pengamatan, ukuran pertama kali matang gonad betina (47,58 – 56,89 mm) lebih besar dibandingkan jantan (42,81 – 46,13 mm), serta nilai fekunditas berkisar antara 194 – 361 butir telur dengan hubungan yang berkorelasi positif dengan panjang dan bobot tubuh. Dimorfisme seksual tampak pada warna tubuh dan bentuk tubuh ikan. Nilai faktor kondisi berkisar 0,97–1,32 yang menunjukkan kondisi fisiologis ikan yang baik dan lingkungan yang mendukung pertumbuhan serta reproduksi. Strategi reproduksi yang efisien ini mengindikasikan potensi adaptasi yang tinggi dari *P. partipentazona* di ekosistem Danau Toba.

Kata Kunci: *biologi_reproduksi; danau_toba; faktor_kondisi; puntigrus_partipentazona*

Abstract. The increasing occurrence of introduced fish species in Lake Toba highlights the need to investigate their reproductive biology and condition factor to understand their invasive potential. This study aimed to analyze the reproductive biology and condition factor of Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) in Lake Toba. The study was conducted from January to March 2026 at three sampling stations in Pangururan District using a survey method with *purposive sampling*. Data were collected through fish trapping using fish traps, water quality measurements, morphological observations, reproductive biology assessments, and laboratory analysis of condition factor. The results showed that *P. partipentazona* exhibited gonadal maturity stages (GMS) I – IV. The female gonadosomatic index (GSI 0,046 – 0,090%) was higher than that of males (0,006 – 0,020%) at all stations. The length at first maturity was greater in females (47,58 – 56,89 mm) than in males (42,81 – 46,13 mm). Fecundity ranged from 194 – 361 eggs and was positively correlated with body length and weight. Sexual dimorphism was observed in body coloration and shape. The condition factor ranged from 0,97 – 1,32, indicating good physiological condition and a favorable environment for growth and reproduction. These findings indicate a high adaptive potential of *P. partipentazona* in the Lake Toba ecosystem.

Keywords: *reproductive_biology; lake_toba; condition_factor; Puntigrus_partipentazona*

1. Pendahuluan

Danau Toba merupakan salah satu danau vulkanik terbesar di dunia yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia dengan tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi. Danau ini memiliki nilai geologis sekaligus berfungsi sebagai habitat bagi berbagai spesies organisme akuatik seperti ikan, plankton, moluska, dan makrozoobentos, serta berperan penting secara sosial-ekonomi melalui sektor perikanan, budidaya, pariwisata, dan penyediaan air (1). Kondisi ekosistemnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kedalaman, oksigen terlarut, kecerahan, dan kandungan nutrisi yang mempengaruhi struktur komunitas di dalamnya. Ikan sebagai salah satu komponen biotik utama berperan penting dalam menjaga keseimbangan rantai makanan. Namun dalam beberapa dekade terakhir, keberadaan ikan asli seperti *Neolissochilus thienemanni* menghadapi ancaman serius akibat kerusakan lingkungan dan introduksi spesies asing.

Introduksi ikan merupakan proses pemasukan spesies ikan baru ke dalam suatu perairan yang sebelumnya tidak menjadi habitat alaminya. Kehadiran spesies introduksi dapat menimbulkan dampak negatif seperti kompetisi dengan ikan asli, penyebaran penyakit, serta perubahan struktur komunitas apabila spesies tersebut berkembang secara invasif (2). Spesies yang mampu berpindah ke habitat baru umumnya memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan, sehingga dapat bertahan hidup dan berkembang biak dengan baik pada lingkungan tersebut (3). Di beberapa ekosistem perairan di Indonesia, introduksi ikan seperti nilam (*Osteochilus hasselti*), nila (*Oreochromis niloticus*), dan mujair (*Oreochromis mossambicus*) telah menyebabkan perubahan komposisi komunitas ikan asli.

Fenomena serupa kini mulai menjadi perhatian di Danau Toba yang mengalami tekanan akibat masuknya spesies ikan

introduksi invasif seperti *Amphilophus labiatus*, *Aplocheilichthys panchax*, *Cyprinus carpio*, *Mystacoleucus marginatus*, *M. padangensis*, *Oreochromis mosambicus*, *O. niloticus*, dan *Parambassis siamensis* dan baru-baru ini tercatat spesies baru yaitu *Puntigrus partipentazona* atau yang lebih dikenal dengan nama Tiger Barb (4). Spesies ini merupakan salah satu jenis ikan hias dari daerah Lembah Mekong, Mae Khlong, dan Chao Phraya di Thailand dan Semenanjung Malaysia diduga masuk melalui aktivitas introduksi, seperti pelepasan ikan hias. Ikan ini bersifat aktif, omnivora, dan cenderung agresif, sehingga berpotensi menjadi kompetitor bagi ikan lokal terutama pada fase larva dan juvenil (5)(6).

Keberhasilan suatu spesies menjadi invasif sangat ditentukan oleh kemampuan reproduksinya seperti fekunditas tinggi, ukuran matang gonad kecil, dan tingkat keberhasilan pemijahan baik, maka populasi ikan ini berpotensi berkembang secara eksponensial dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, kajian biologi reproduksi menjadi penting untuk memahami dinamika populasi *P. partipentazona*. Selain lain itu, faktor kondisi (*condition factor*) juga penting untuk diteliti karena menggambarkan tingkat kesehatan dan ketersediaan energi ikan, serta dapat mencerminkan kondisi lingkungan yang ditempati ikan, dimana nilai yang tinggi menunjukkan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan, sementara nilai yang rendah bisa mengindikasikan adanya tekanan lingkungan atau kompetisi dengan spesies lain.

Hingga saat ini, informasi mengenai biologi reproduksi dan faktor kondisi *P. partipentazona* di Danau Toba, khususnya di wilayah Kecamatan Pangururan masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan karena keberadaan spesies ini di Danau Toba baru dilaporkan oleh Batubara *et al* (4), sehingga kajian mengenai aspek biologi reproduksi

dan faktor kondisi belum banyak dilakukan. Keterbatasan informasi tersebut perlu mendapat perhatian karena dapat mempengaruhi penyusunan strategi pengelolaan sumber daya perikanan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis

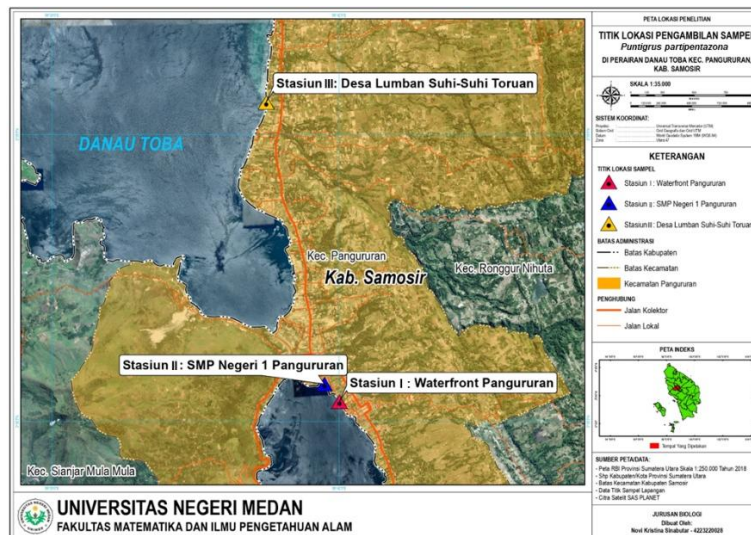
biologi reproduksi dan faktor kondisi *P. partipentazona*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah sebagai dasar kajian ekologi perairan tawar dan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan di Danau Toba.

2. Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini berada pada perairan Danau Toba, Kecamatan Pangururan, Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara. Pengambilan sampel ikan dilakukan pada 3 titik stasiun yang mewakili daerah perairan

tangkap. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Negeri Medan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2026.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian survei dengan pendekatan kuantitatif. Lokasi pengambilan sampel ditentukan secara *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang dilakukan secara selektif berdasarkan terwakilnya kondisi perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan pengambilan sampel ikan menggunakan bubu sebanyak 100 ekor yang terdiri dari 50 ekor jantan dan 50 ekor betina, serta pengukuran kualitas air (suhu, pH, DO dan kekeruhan) di setiap stasiun penelitian.

Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 08.00-12.00 WIB secara serentak di ketiga stasiun dengan menyesuaikan kondisi perairan Danau Toba. Sampel kemudian diawetkan dengan formalin 10% dan dianalisis di laboratorium melalui identifikasi jenis kelamin, pengukuran morfometrik, pembedahan serta penimbangan gonad, analisis aspek biologi reproduksi dan perhitungan faktor kondisi. Seluruh data yang diperoleh selanjutnya dianalisis, disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian diinterpretasikan untuk menyusun kesimpulan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan penangkapan ikan menggunakan bubu di tiga stasiun penelitian di perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan, yang dilanjutkan dengan pengukuran kualitas air. Sampel ikan kemudian

dianalisis di laboratorium untuk memperoleh data morfometrik, jenis kelamin, aspek biologi reproduksi yang meliputi TKG, IKG, ukuran pertama kali matang gonad, fekunditas, dimorfisme seksual, serta faktor kondisi ikan.

Analisis Data

a. Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Penentuan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) pada *P. partipentazona*

ditentukan secara morfologis yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Secara Visual (7)

TKG	Betina	Jantan
I	<u>Ikan Muda</u> Ovarium menyerupai sepasang benang yang memanjang hingga bagian depan rongga perut, berwarna bening dan permukaan licin, serta belum terlihat adanya telur.	Testis tampak seperti sepasang benang namun lebih pendek dibandingkan ovarium pada ikan betina pada stadium yang sama dan berwarna jernih, belum ada sperma.
II	<u>Masa Perkembangan</u> Ovarium mengalami perubahan warna menjadi putih pucat hingga kuning pucat, mengisi $\pm 1/4$ rongga perut dan butiran telur sangat halus.	Testis berwarna putih pucat dan terlihat lebih besar dibandingkan gonad tingkat I.
III	<u>Dewasa</u> Ovarium mengisi hampir setengah rongga perut, telur-telur mulai tampak dengan mata telanjang berupa butiran halus, gonad berwarna kuning.	Testis mengisi hampir setengah rongga perut dan berwarna putih susu.
IV	<u>Matang</u> Ovarium berwarna kuning tua/orange dan mengisi sebagian besar rongga perut serta butir telur semakin besar, seragam dan jelas terlihat.	Testis semakin besar dan pejal berwarna putih susu pekat dan mengisi sebagian besar rongga perut.
V	<u>Mijah</u> Ovarium masih seperti pada tingkat IV, sebagian gonad kempes karena telah mengalami oviposisi (mijah).	Testis bagian anal telah kosong dan lebih lembut.

b. Indeks Kematangan Gonad (IKG)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai IKG yaitu (8):

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

Keterangan:

IKG = Indeks kematangan gonad

Bg = Bobot gonad (gram)

Bt = Bobot tubuh ikan total (gram)

c. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad

Metode yang digunakan untuk menduga ukuran rata-rata *P.*

partipentazona pertama kali mencapai kematangan gonad (M) adalah metode Spearman-Kärber dengan rumus yaitu (9):

$$m = \left[xk + \left(\frac{x}{2} \right) \right] - \left(x \sum P_i \right)$$

Sehingga, $Lm = \text{antilog } m$

$$\text{antilog } m = m$$

$$\pm 1,96 \sqrt{x^2 \sum \frac{p_i x_{qi}}{n_i - 1}}$$

Keterangan:

m = log panjang ikan pada kematangan gonad pertama

x_k = log nilai tengah kelas panjang yang terakhir ikan telah matang gonad
 x = log pertambahan panjang pada nilai tengah
 p_i = proporsi ikan matang gonad pada kelas panjang ke- i dengan jumlah ikan pada selang panjang ke- i
 n_i = jumlah ikan pada kelas panjang ke- i

d. Fekunditas

Fekunditas dapat diamati pada individu ikan yang berada pada TKG III dan IV. Perhitungan fekunditas dilakukan menggunakan rumus yaitu (10):

$$F = \frac{G}{Gn} \times N$$

Keterangan:

F = Fekunditas
 G = Bobot gonad total
 Gn = Bobot sub gonad
 N = jumlah telur dalam sub gonad
 Selanjutnya, fekunditas dianalisis hubungannya dengan panjang dan berat tubuh ikan menggunakan analisis regresi yaitu:

- Hubungan antara fekunditas dengan panjang tubuh dinyatakan dengan persamaan $F = aL^b$
- Hubungan antara fekunditas dengan berat tubuh dinyatakan dengan persamaan $F = aW^b$

Keterangan:

F = Fekunditas
 L = Panjang tubuh
 W = Berat tubuh (g)
 a dan b = konstanta regresi

e. Dimorfisme Seksual

Pengukuran dimorfisme seksual pada *P. partipentazona* dilakukan menggunakan metode morfometrik dan berdasarkan perbedaan warna tubuh ikan (11). Parameter yang digunakan dalam analisis morfometrik meliputi: Panjang total (PT), Panjang standar (PS), Panjang sirip dorsal (PSD), Panjang sirip anal (PSA), Panjang sirip pektoral (PSP), Tinggi badan (TB) dan Diameter mata (DM). Data morfometrik yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji normalitas.

Data yang berdistribusi normal kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas sebagai syarat analisis parametrik. Apabila data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, maka dilakukan uji t (*Independent Sample t-test*). Namun, apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka analisis dilakukan menggunakan uji nonparametrik yaitu uji *Mann-Whitney U*.

f. Faktor Kondisi

Perhitungan faktor kondisi diawali dengan analisis hubungan antara panjang dan berat tubuh ikan menggunakan persamaan (12):

$$W = aL^b$$

Keterangan:

W = berat tubuh ikan (gram)
 L = panjang total ikan (mm)
 a dan b = nilai konstanta yang diperoleh dari hasil regresi.
 Nilai konstanta a dan b ditentukan melalui transformasi persamaan ke dalam bentuk linier, yaitu:

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

Berdasarkan persamaan hubungan panjang-berat tersebut, selanjutnya dilakukan analisis faktor kondisi untuk menggambarkan tingkat kegemukan *P. partipentazona*. Apabila nilai $b \neq 3$, yang menunjukkan pola pertumbuhan alometrik, maka faktor kondisi dihitung menggunakan rumus:

$$K = \frac{W}{aL^b}$$

Sedangkan apabila nilai $b = 3$ yang menunjukkan pola pertumbuhan isometrik, maka faktor kondisi dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

K : faktor kondisi
 W : berat tubuh ikan (gram)
 L : panjang total ikan (mm)
 Nilai faktor kondisi (K) digunakan untuk menilai kondisi tubuh ikan, dimana jika nilai $K > 1$ menunjukkan kondisi tubuh ikan yang baik, sedangkan nilai $K < 1$ menunjukkan kondisi tubuh ikan yang kurang baik.

3. Hasil dan Pembahasan

Komposisi Tangkap Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

Ikan *P. partipentazona* yang ditangkap selama penelitian berjumlah 100

ekor, yang terdiri dari 50 ekor jantan dan 50 ekor betina yang dikaji aspek biologi reproduksinya. Komposisi tangkap *P. partipentazona* tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Tangkap Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

No	Stasiun	Jumlah		Kisaran				Total Tangkap
		Jantan	Betina	Panjang (mm)		Berat (gr)		
				Jantan	Betina	Jantan	Betina	
1	Stasiun I	15	16	28,76-41,69	39,99-59,19	0,43-1,15	1,2-3,27	31
2	Stasiun II	16	17	30,8-47,53	48,3-59,61	0,51-1,67	1,87-3,46	33
3	Stasiun III	19	17	31,16-48,66	46,51-60,94	0,55-1,76	1,65-3,48	36

Jumlah tangkapan cenderung meningkat dari stasiun I hingga stasiun III, yang mengindikasikan adanya perbedaan tingkat kelimpahan populasi atau kondisi habitat antar lokasi. Perbedaan jumlah antara jantan dan betina pada setiap stasiun tidak terlalu besar, sehingga kondisi ini menunjukkan bahwa komposisi jantan dan betina pada setiap stasiun relatif

seimbang sehingga dapat mendukung keberlangsungan reproduksi populasi.

Biologi Reproduksi Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

a. Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Hasil pengamatan morfologi Tingkat Kematangan Gonad (TKG) *P. partipentazona* jantan dan betina secara morfologi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

Stasiun	Jenis kelamin	TKG	Jumlah sampel (n)
Stasiun I	Jantan	I	9
		II	6
	Betina	II	3
		III	9
		IV	4
Stasiun II	Jantan	I	7
		II	8
		III	1
	Betina	II	2
		III	9
Stasiun III	Jantan	IV	6
		I	7
		II	11
	Betina	III	1
		II	3
		III	7
		IV	7



TKG II



TKG III

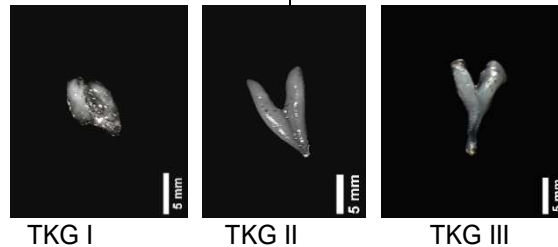


TKG IV

Gambar 2. Morfologi Gonad Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Betina

Gambar 2 memperlihatkan bahwa *P. partipentazona* betina pada TKG II yang ditandai dengan gonad mulai membesar, berwarna kuning pucat, mengisi $\pm 1/4$ rongga perut dan butiran telur terlihat sangat halus. Pada TKG III ditandai dengan gonad yang membesar dibandingkan pada

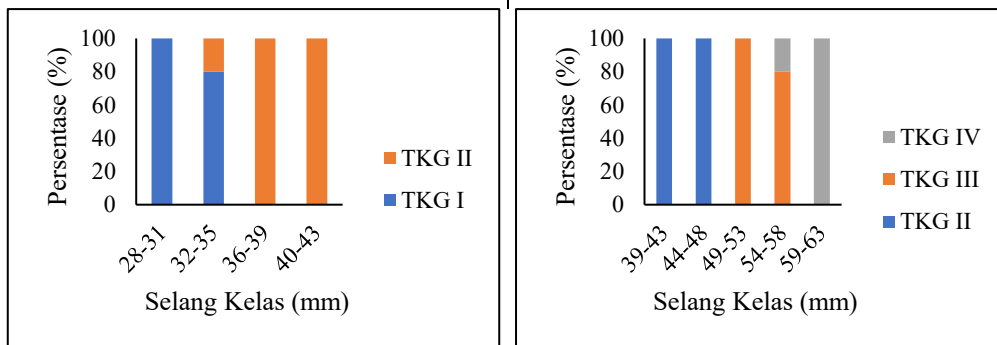
TKG II, berwarna kuning, mengisi $\pm 1/2$ rongga perut dan telur mulai tampak jelas dengan mata telanjang. Pada TKG IV ditandai dengan gonad besar dan padat, berwarna kuning tua, mengisi $\pm 3/4$ rongga perut dan telur terlihat besar dan seragam (7).



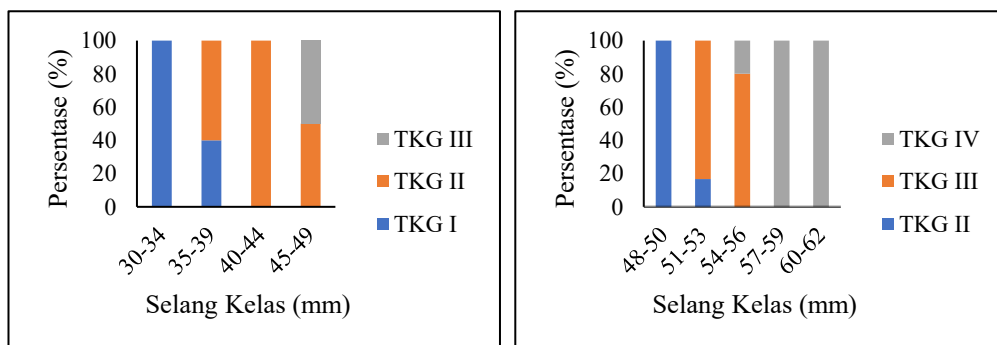
Gambar 3. Morfologi Gonad Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan

Gambar 3 memperlihatkan bahwa *P. partipentazona* jantan pada TKG I yang ditandai dengan gonad sangat kecil dan tipis, transparan, dan belum ada sperma. Pada TKG II ditandai dengan gonad sedikit membesar dibandingkan pada TKG I,

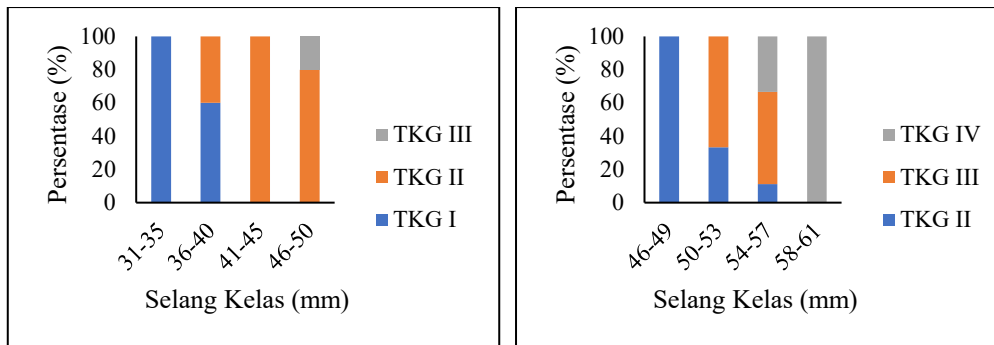
berwarna putih pucat, dan mulai menebal. Pada TKG III ditandai dengan gonad membesar, berwarna putih susu, mengisi $\pm 1/2$ rongga perut dan sperma belum keluar spontan (7)



Gambar 4. Distribusi Tingkat Kematangan Gonad Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan) pada Stasiun I



Gambar 5. Distribusi Tingkat Kematangan Gonad Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan) pada Stasiun II



Gambar 6. Distribusi Tingkat Kematangan Gonad Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan) pada Stasiun III

Distribusi TKG pada ketiga stasiun juga menunjukkan bahwa peningkatan ukuran tubuh ikan diikuti dengan peningkatan TKG (Gambar 4-6), menandakan fase reproduktif aktif, sejalan dengan penelitian Mujtahidah *et al* (13) pada *Puntius binotatus* yang menunjukkan variasi TKG serta peningkatan aktivitas reproduksi pada musim tertentu. Ikan jantan pada penelitian ini didominasi oleh TKG I-II, sedangkan betina mencapai TKG III-IV pada ukuran lebih besar, menunjukkan perkembangan gonad betina lebih cepat. Variasi TKG yang tidak serentak mengindikasikan tipe ovarium yang asinkron dan pola *serial spawner*, sesuai dengan penelitian Arman & Üçüncü (14) pada ikan *Puntius tetrazona*. Perbedaan distribusi TKG antar stasiun menunjukkan stasiun I-II didominasi ikan betina matang gonad, sedangkan stasiun III

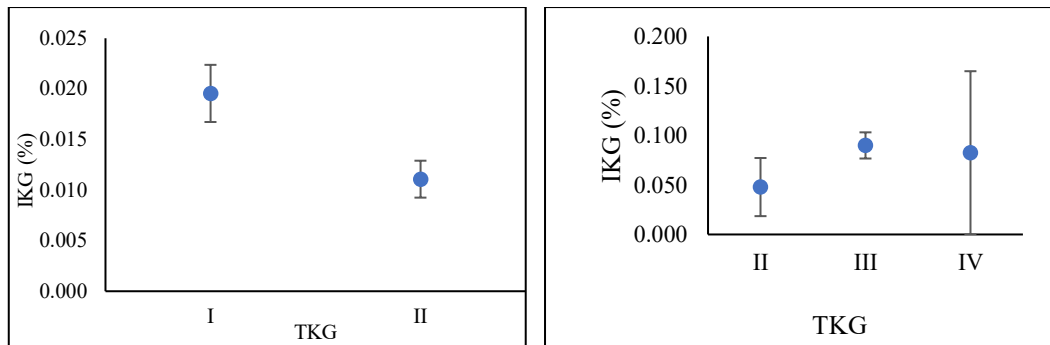
didominasi ikan jantan, yang mengindikasikan potensi reproduksi populasi cukup tinggi, karena keberadaan betina matang gonad dalam jumlah besar akan meningkatkan peluang terjadinya pemijahan. Fenomena ini juga didukung oleh penelitian Satheesh & Kulkarni (15) yang menyatakan bahwa dominasi ikan betina dalam suatu populasi dapat meningkatkan kapasitas reproduksi dan keberlanjutan populasi ikan di suatu perairan.

b. Indeks Kematangan Gonad (IKG)

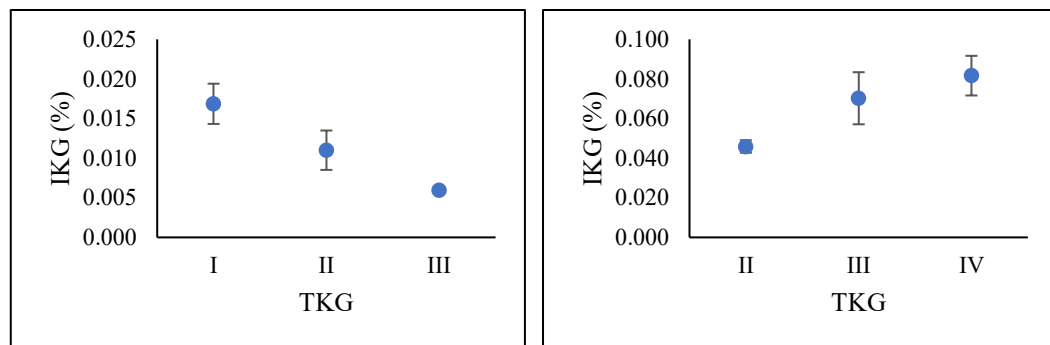
Nilai rata-rata IKG ikan *P. partipentazona* betina lebih tinggi dibandingkan ikan jantan diseluruh stasiun pengamatan. Hasil analisis nilai IKG pada *P. partipentazona* disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Indeks Kematangan Gonad (IKG) Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

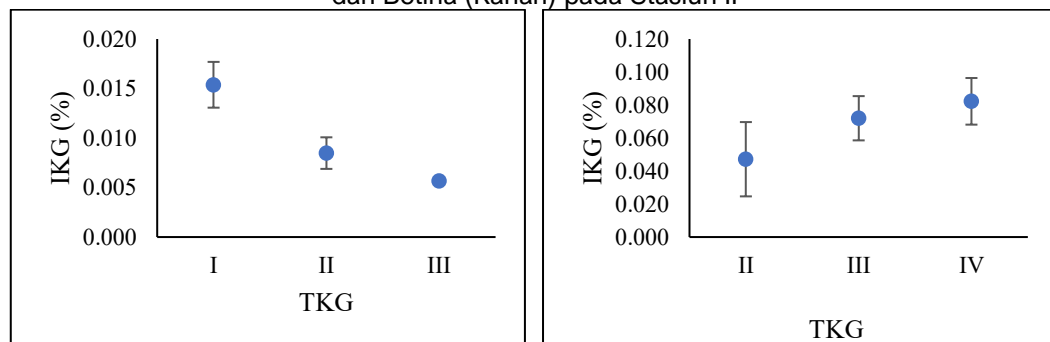
Stasiun	Jenis Kelamin	TKG	Rata-Rata IKG (%)	Jumlah (ekor)
Stasiun I	Jantan	I	0,020	9
		II	0,011	6
	Betina	II	0,048	3
		III	0,090	9
		IV	0,082	4
Stasiun II	Jantan	I	0,017	7
		II	0,011	8
		III	0,006	1
	Betina	II	0,046	2
		III	0,070	9
		IV	0,082	6
		IV	0,082	7
Stasiun III	Jantan	I	0,015	7
		II	0,008	11
		III	0,006	1
	Betina	II	0,047	3
		III	0,072	7
		IV	0,082	7
		IV	0,082	7



Gambar 7. Boxplot Hubungan TKG dan IKG Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Jantan) pada Stasiun I



Gambar 8. Boxplot Hubungan TKG dan IKG Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan) pada Stasiun II



Gambar 9. Boxplot Hubungan IKG dan TKG Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Jantan) pada Stasiun III

Nilai indeks kematangan gonad (IKG) menunjukkan pola yang berbeda antara jantan dan betina, dimana pada betina, nilai IKG meningkat seiring dengan kenaikan TKG dan tertinggi pada TKG III dan IV (Gambar 7-9). Hal ini sejalan dengan penelitian Mujtahidah *et al* (13), pada ikan *Puntius binotatus* menunjukkan nilai IKG yang meningkat seiring perkembangan gonad dan menjadi indikator utama musim pemijahan. Hal yang sama ditemukan pada penelitian oleh Ezung & Pankaj (16) pada ikan Cyprinidae lain seperti *Garra langlungensis* dimana nilai IKG tertinggi menunjukkan puncak musim pemijahan. Peningkatan nilai IKG pada betina

disebabkan oleh proses vitelogenesis, yaitu akumulasi kuning telur dalam ovarium yang menyebabkan peningkatan bobot gonad secara signifikan (17). Sebaliknya, pada ikan jantan nilai IKG relatif rendah dan cenderung menurun seiring peningkatan TKG, karena perkembangan testis tidak memberikan kontribusi massa sebesar ovarium. Secara umum, IKG mencerminkan alokasi energi untuk reproduksi, dimana nilai yang tinggi menunjukkan aktivitas reproduksi yang intensif.

c. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad

Ukuran pertama kali matang gonad merupakan ukuran tubuh ikan ketika ikan

pertama kali mencapai kematangan seksual. Ukuran pertama kali matang

gonad ikan *P. partipentazona* disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

Stasiun	Jenis Kelamin	Ukuran Lm (mm)	Kisaran (mm)
Stasiun I	Jantan	42,81	42,81
	Betina	47,58	47,58
Stasiun II	Jantan	45,12	45,12
	Betina	52,23	50,39 - 54,13
Stasiun III	Jantan	46,13	46,13
	Betina	54,26	51,74 - 56,89

Berdasarkan hasil analisis ukuran pertama kali matang gonad (Lm) ikan *P. partipentazona* di perairan Danau Toba, khususnya Kecamatan Pangururan, diperoleh nilai Lm yang berbeda antar stasiun. Ukuran pertama kali matang gonad (Lm) menunjukkan ikan betina mencapai kematangan gonad pada ukuran yang lebih besar dibandingkan ikan jantan. Hal ini disebabkan karena ikan betina membutuhkan ukuran tubuh yang lebih besar untuk mendukung produksi telur. Menurut Kasmi dkk (18), ukuran pertama kali matang gonad dipengaruhi oleh faktor lingkungan, umur, ukuran, kondisi fisiologis ikan dan strategi reproduksi spesies, dimana kondisi lingkungan yang optimal akan mempercepat pencapaian kematangan gonad. Ukuran pertama kali matang gonad (Lm) ikan *P. partipentazona* pada penelitian ini berada pada kisaran 42 – 56 mm dan relatif seragam antar stasiun yang mengindikasikan tekanan lingkungan yang serupa sehingga memicu

kematangan gonad pada ukuran yang hampir sama. Berdasarkan penelitian oleh Hossain *et al* (19) pada ikan *Puntius sophore*, nilai Lm relatif kecil yaitu berkisar 5 cm panjang total. Hal ini menunjukkan bahwa ikan ini memiliki kematangan seksual yang cepat. Selain itu, pada spesies lain seperti *Puntius denisonii*, ukuran pertama kali matang gonad lebih besar yaitu sekitar 60 – 80 mm. Perbedaan ini menunjukkan bahwa ukuran pertama kali matang gonad sangat dipengaruhi oleh ukuran maksimum spesies, strategi hidup dan kondisi lingkungan (20).

d. Fekunditas

Nilai fekunditas ikan *P. partipentazona* didapat dari 47 ekor ikan betina yang telah memasuki fase matang gonad TKG III dan IV dari 50 ekor keseluruhan ikan betina yang tertangkap. Rata-rata nilai fekunditas selama pengamatan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Nilai Fekunditas Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

Stasiun	TKG	Jumlah Sampel (n)	Rentang Panjang (mm)	Rentang Berat (gr)	Rentang Fekunditas (butir)	Rataan Fekunditas ± SD
Stasiun I	III	9	50,56–55,11	2,16–2,97	187-304	252 ± 33,73
	IV	4	56,14–59,19	2,91–3,27	246-422	321 ± 75,21
Stasiun II	III	9	50,41–55,12	1,96–2,76	117-256	194 ± 49,54
	IV	6	55,76–59,61	2,69–3,46	286-386	327 ± 41,83
Stasiun III	III	7	49,82–55,8	1,85–3,05	147-262	215 ± 34,81
	IV	7	56,1–60,94	2,96–3,48	258-581	361 ± 101,98

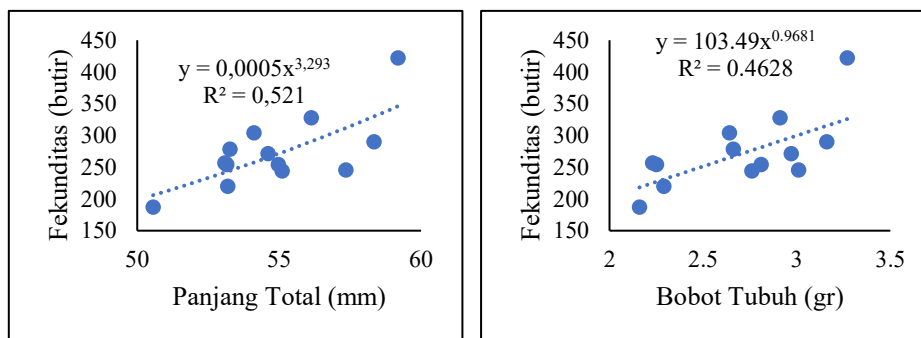
Rata-rata nilai fekunditas ikan *P. partipentazona* pada penelitian ini berkisar antara 194 hingga 361 butir, dengan nilai

rata-rata yang meningkat dari TKG III hingga TKG IV. Peningkatan ini menunjukkan bahwa jumlah telur yang

dihasilkan sangat dipengaruhi oleh TKG. Nilai fekunditas antar stasiun bervariasi, dimana rata-rata fekunditas tertinggi ditemukan pada stasiun 3 yang juga merupakan lokasi dengan rata-rata ukuran tubuh ikan terbesar. Selain itu, fekunditas juga meningkat seiring bertambahnya ukuran panjang dan berat tubuh ikan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Warni *et al* (21) pada spesies *Puntius tetrazona*, dengan jumlah telur yang dihasilkan berada dalam kisaran 448 butir per induk yang dilakukan melalui induksi hormon ovaprim yang menunjukkan bahwa ikan memiliki kapasitas reproduksi yang cukup tinggi. Selain itu, keberhasilan reproduksi ikan tidak hanya ditentukan oleh jumlah telur, tetapi juga oleh kondisi tubuh ikan. Pada penelitian oleh Suryaningsih *et al* (22) pada ikan *Puntius orphoides*, yang menunjukkan

bahwa fekunditas berkaitan erat dengan ukuran tubuh, bobot gonad dan diameter telur. Selain itu, pada famili Cyprinidae seperti *Garra langlungensis*, fekunditas meningkat signifikan dengan ukuran tubuh dan berat ovarium (16). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muslim *et al* (23), nilai faktor kondisi (K) ikan *Puntigrus tetrazona* sebesar 1,00 yang sejalan dengan hasil penelitian ini yaitu nilai faktor kondisi yang mendekati 1,00, yang menunjukkan ikan berada dalam kondisi fisiologis yang baik. Kondisi tubuh yang baik berperan penting dalam mendukung proses pematangan gonad dan produksi telur.

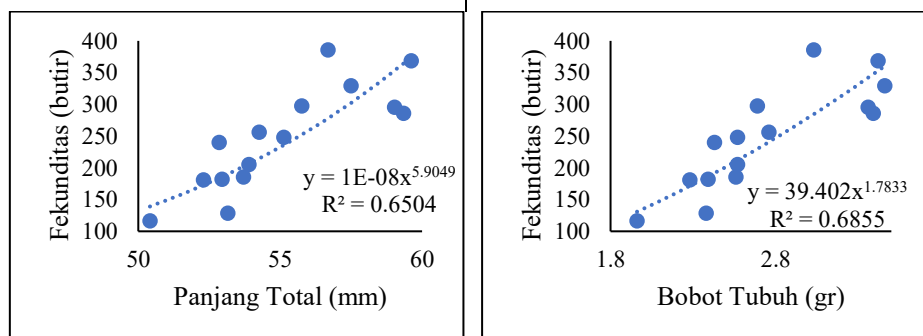
Berdasarkan hasil analisis nilai fekunditas, kemudian dilakukan analisis hubungan fekunditas dengan panjang dan berat tubuh ikan yang disajikan dalam Gambar 10 hingga Gambar 12.



Gambar 10. Hubungan Fekunditas dengan Panjang (Kiri) dan Bobot Tubuh (Kanan) Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) pada Stasiun I

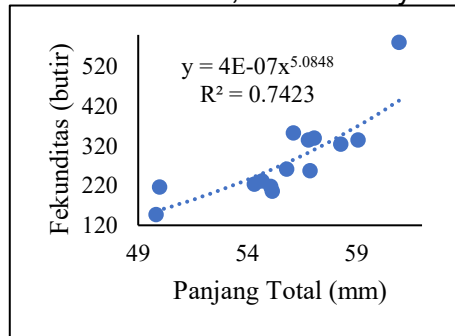
Berdasarkan Gambar 10 fekunditas *P. partipentazona* di stasiun I menunjukkan bahwa hubungan fekunditas dengan panjang total memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,521 yang berarti 52,1%

variasi fekunditas dipengaruhi oleh panjang. Sementara hubungannya dengan bobot tubuh ikan menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,4628 yang berarti 46,28% variasi fekunditas dipengaruhi oleh bobot tubuh.

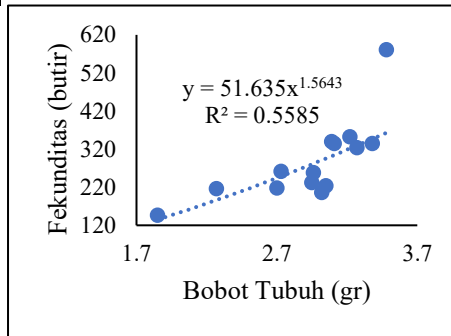


Gambar 11. Hubungan Fekunditas dengan Panjang (Kiri) dan Bobot Tubuh (Kanan) Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) pada Stasiun II

Berdasarkan Gambar 11 fekunditas *P. partipentazona* di stasiun II menunjukkan bahwa hubungan fekunditas dengan panjang total memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,6504 yang berarti 65,04% variasi fekunditas dipengaruhi oleh panjang, sementara 34,96% lainnya



dipengaruhi oleh faktor lain. Sementara hubungannya dengan bobot tubuh ikan menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,6855 yang berarti 68,55% variasi fekunditas dipengaruhi oleh bobot tubuh sementara 31,45% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.



Gambar 12. Hubungan Fekunditas dengan Panjang (Kiri) dan Bobot Tubuh (Kanan) Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) pada Stasiun III

Berdasarkan Gambar 12 fekunditas *P. partipentazona* di stasiun III menunjukkan bahwa hubungan fekunditas dengan panjang total memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,7423 yang berarti 74,23% variasi fekunditas dipengaruhi oleh panjang, sementara 25,77% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain. Sementara hubungannya dengan bobot tubuh ikan menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,5585 yang berarti 55,85% variasi fekunditas dipengaruhi oleh bobot tubuh sementara 44,15% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

Hubungan antara fekunditas dengan panjang dan berat tubuh menunjukkan korelasi positif, yang berarti kapasitas reproduksi individu sangat bergantung pada pertumbuhan somatiknya, semakin besar ruang abdominal ikan, semakin tinggi jumlah telur yang mampu diproduksi. Hubungan antara fekunditas dan bobot tubuh juga menunjukkan pola yang sama, dimana ikan dengan bobot yang lebih besar cenderung menghasilkan telur lebih banyak. Hal ini disebabkan oleh kapasitas tubuh yang lebih besar dalam menyimpan cadangan energi untuk reproduksi. Hasil ini diperkuat oleh penelitian Ugrin *et al* (24) yang menyatakan bahwa fekunditas berkorelasi positif dengan ukuran tubuh, baik panjang

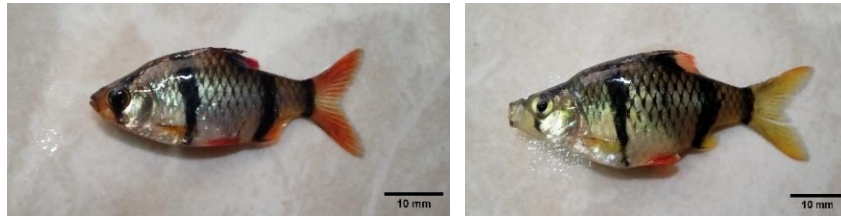
maupun berat, meskipun tingkat fekunditas dapat berbeda antar spesies. Pengukuran fekunditas sangat penting dalam biologi perikanan karena digunakan untuk menilai dinamika reproduksi populasi dan memahami keberhasilan perkembangbiakan ikan di suatu perairan (25).

e. Dimorfisme Seksual

Dimorfisme seksual merupakan salah satu ciri seksual sekunder ikan yang dipakai untuk membedakan ikan jantan dan ikan betina (26). Pada ikan *P. partipentazona* jantan memiliki warna tubuh yang lebih cerah, tajam dan kontras yang menampilkan warna-warna dominan seperti kemerahan yang lebih pekat dibagian sirip, serta pola garis yang lebih tegas sebagai daya tarik visual untuk memikat lawan jenis. Sementara itu, ikan betina memiliki warna tubuh yang lebih kusam, pucat serta warna sirip yang berwarna kuning pucat yang berfungsi sebagai mekanisme kamuflase (penyamaran) untuk melindungi diri dari predator saat sedang membawa telur (Gambar 13). Bentuk perut ikan jantan cenderung ramping dan pipih, sedangkan ikan betina memiliki perut yang buncit, bulat dan melebar. Perbedaan ini berkaitan dengan fungsi reproduksi, dimana betina memerlukan ruang yang lebih besar untuk

perkembangan gonad dan bentuk tubuh jantan mendukung kelincihan saat proses pemijahan (17). Ukuran tubuh betina yang

lebih besar merupakan bentuk dimorfisme seksual yang berkaitan langsung dengan kapasitas reproduksi (27).



Gambar 13. Morfologi Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan)

Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk*, diperoleh nilai signifikansi ($p < 0,05$) yang menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis perbedaan morfometrik antara ikan jantan betina dilakukan menggunakan uji *Mann-Whitney U* dengan nilai $p < 0,01$ yang

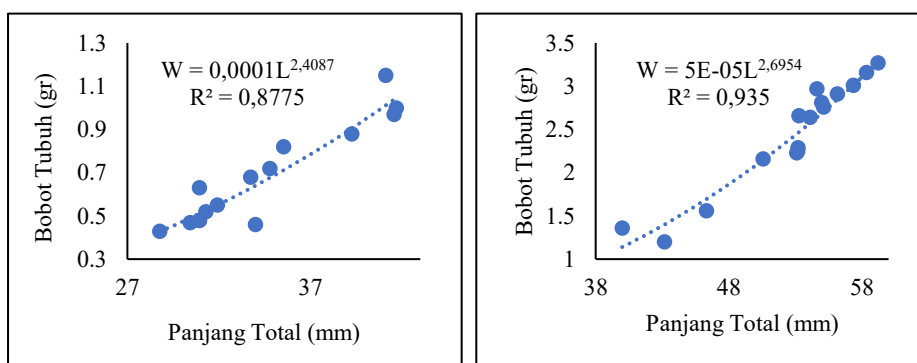
menunjukkan perbedaan signifikan, dimana ikan betina memiliki pengukuran morfometrik yang lebih tinggi dibandingkan ikan jantan yang disajikan dalam Tabel 7. Dimorfisme seksual pada ikan umumnya berkaitan dengan perbedaan fungsi reproduksi dan strategi pemijahan.

Tabel 7. Hasil Uji *Mann Whitney-U* Pengukuran Morfometrik Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

No	Parameter	Mean Jantan	Mean Betina	Mann Whitney-U	p-value	Keterangan
1	Panjang total	37,46	53,97	285.000	$p < 0,001$	Berbeda signifikan
2	Panjang standar	28,60	41,52	336.000	$p < 0,001$	Berbeda signifikan
3	Panjang sirip dorsal	7,14	9,3 0	517.000	$p < 0,001$	Berbeda signifikan
4	Panjang sirip anal	4,15	5,64	456.000	$p < 0,001$	Berbeda signifikan
5	Panjang sirip pektoral	5,72	7,89	309.000	$p < 0,001$	Berbeda signifikan
6	Tinggi badan	12,63	19,50	369.500	$p < 0,001$	Berbeda signifikan
7	Diameter mata	2,92	4,14	193.000	$p < 0,001$	Berbeda signifikan

Faktor Kondisi

a. Hubungan Panjang dan Bobot



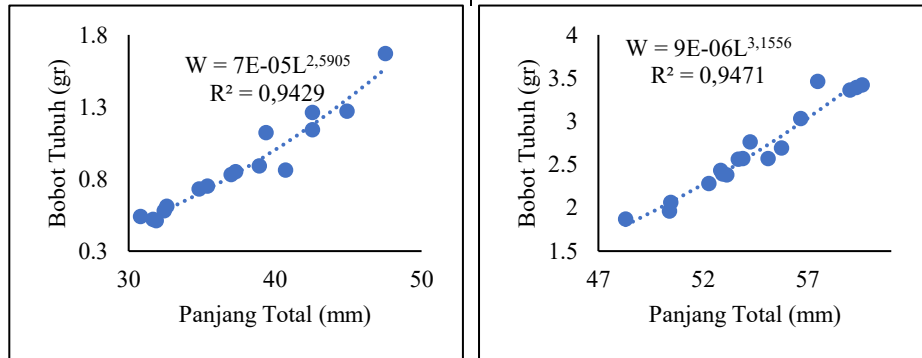
Gambar 14. Hubungan Panjang dan Bobot Tubuh Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan) di Stasiun I

Hubungan panjang dan berat ikan *P. partipentazona* di stasiun I menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) untuk jantan yaitu 0,8775 dan betina 0,935. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara panjang dan

berat sebesar 87,75% untuk ikan jantan dan 93,5% untuk ikan betina (Gambar 14). Selanjutnya dari analisa pola pertumbuhan yang diperoleh bahwa *P. partipentazona*, baik jantan maupun betina menunjukkan pola pertumbuhan alometrik negatif. Hasil

tersebut didapatkan setelah diketahui nilai $b < 3$ yaitu untuk ikan jantan $W = 0,0001L^{2,4087}$ dan ikan betina yaitu $W =$

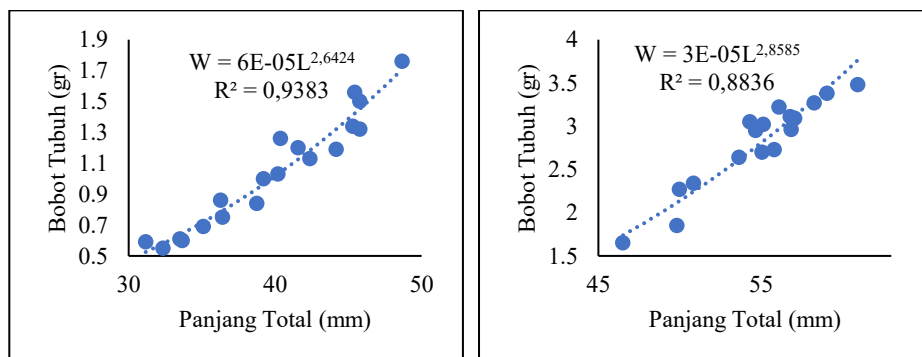
$0,00005L^{2,6954}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan lebih cepat memanjang dibandingkan beratnya.



Gambar 15. Hubungan Panjang dan Berat Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan) di Stasiun II

Hubungan panjang dan berat ikan *P. partipentazona* di stasiun II menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) untuk jantan yaitu 0,9429 dan betina 0,9471. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara panjang dan berat sebesar 94,29% untuk ikan jantan dan 94,71% untuk ikan betina (Gambar 15). Selanjutnya dari analisa pola pertumbuhan

yang diperoleh bahwa *P. partipentazona* jantan menunjukkan pola pertumbuhan alometrik negatif, sedangkan ikan betina menunjukkan pola pertumbuhan alometrik positif. Hasil tersebut didapatkan setelah diketahui nilai $b < 3$ yaitu untuk ikan jantan $W = 0,00007L^{2,5905}$ dan ikan betina yaitu $W = 0,000009L^{3,1556}$ dengan nilai $b > 3$.



Gambar 16. Hubungan Panjang dan Berat Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*) Jantan (Kiri) dan Betina (Kanan) di Stasiun III

Hubungan panjang dan berat ikan *P. partipentazona* di stasiun III menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) untuk jantan yaitu 0,9383 dan betina 0,8836. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara panjang dan berat sebesar 93,83% untuk ikan jantan dan 88,36% untuk ikan betina (Gambar 16). Selanjutnya dari analisa pola pertumbuhan yang diperoleh bahwa *P. partipentazona* jantan dan betina menunjukkan pola pertumbuhan alometrik

negatif. Hasil tersebut didapatkan setelah diketahui nilai $b < 3$ yaitu untuk ikan jantan $W = 0,00006L^{2,6424}$ dan ikan betina yaitu $W = 0,00003L^{2,8585}$ dengan nilai $b < 3$.

b. Faktor Kondisi

Faktor kondisi menggambarkan tingkat kegemukan, kesehatan, dan kecukupan energi ikan dalam hubungannya dengan lingkungan. Nilai Faktor kondisi ikan *P. partipentazona* dari stasiun I hingga stasiun III disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Faktor Kondisi (K) Ikan Tiger Barb (*Puntigrus partipentazona*)

Stasiun	Jenis Kelamin	n	Pola Pertumbuhan	K Min	K Max	K Rata-rata ± SD
Stasiun I	Jantan	15	Alometrik negatif	0,94	1,61	1,32 ± 0,15
	Betina	16	Alometrik negatif	0,93	1,30	1,09 ± 0,09
Stasiun II	Jantan	16	Alometrik negatif	0,83	1,17	1,01 ± 0,07
	Betina	17	Alometrik positif	0,91	1,07	0,97 ± 0,04
Stasiun III	Jantan	19	Alometrik negatif	0,89	1,19	0,99 ± 0,08
	Betina	17	Alometrik negatif	0,86	1,11	0,99 ± 0,06

Nilai faktor kondisi (K) yang lebih tinggi pada ikan jantan di seluruh stasiun menunjukkan bahwa ikan jantan memiliki kondisi tubuh yang relatif lebih gemuk atau lebih baik dibandingkan ikan betina pada lokasi penelitian. Perbedaan nilai faktor kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah perbedaan alokasi energi antara ikan jantan dan betina. Ikan betina umumnya menggunakan sebagian besar energinya untuk proses reproduksi, khususnya dalam perkembangan gonad dan pembentukan telur. Proses vitellogenesis (pembentukan kuning telur) membutuhkan energi yang cukup besar, sehingga energi yang tersisa untuk pertumbuhan somatik menjadi lebih sedikit (17). Akibatnya, nilai faktor kondisi ikan betina cenderung lebih rendah dibandingkan ikan jantan. Sebaliknya, ikan jantan tidak mengalami proses pembentukan telur yang kompleks seperti betina, sehingga energi yang diperoleh dari makanan lebih banyak dialokasikan untuk pertumbuhan tubuh. Hal ini menyebabkan tubuh ikan jantan relatif lebih padat atau berisi, yang tercermin dari nilai faktor kondisi yang lebih tinggi. Faktor lingkungan juga dapat berperan dalam perbedaan ini. Kondisi perairan seperti ketersediaan pakan, suhu, dan kualitas air yang relatif seragam di seluruh stasiun memungkinkan ikan jantan memanfaatkan sumber daya secara lebih efisien untuk pertumbuhan. Hal ini mendukung tingginya nilai faktor kondisi ikan jantan secara konsisten di semua stasiun pengamatan. Menurut

Batubara *et al* (28), faktor kondisi juga dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin dan musim. Penurunan nilai faktor kondisi ikan jantan dari stasiun I menuju stasiun III diduga berkaitan dengan kepadatan populasi dan kompetisi sumber daya. Sementara itu, nilai K ikan betina yang relatif stabil menunjukkan bahwa betina masih mampu mempertahankan kondisi tubuhnya dengan baik pada ketiga lokasi pengamatan. Perbedaan nilai faktor kondisi antar stasiun menunjukkan adanya variasi kondisi biologi ikan yang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal seperti kondisi habitat dan ketersediaan makanan. Meskipun terdapat tekanan antropogenik di perairan Danau Toba, populasi *P. partipentazona* menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik. Didukung oleh fekunditas tinggi dan kondisi perairan yang masih toleran, spesies ini berpotensi mengalami peningkatan populasi dan mempengaruhi struktur komunitas ikan jika tidak dikelola dengan tepat. Hal ini sejalan dengan Muslim *et al* (23) yang menyatakan bahwa nilai K mendekati 1 menunjukkan kondisi ikan dan lingkungan yang baik.

Kualitas Air

Pengamatan kualitas air dilakukan untuk mengetahui fluktuasi kualitas air di perairan umum. Pengukuran kualitas air meliputi suhu, pH, DO, dan kekeruhan. Hasil pengukuran kualitas air dari ketiga stasiun di perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Satuan	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Baku Mutu
Suhu	°C	26,4	26,2	24,7	24-30
pH	-	8,14	7,98	7,90	6-9
DO	mg/L	6,1	6,2	6,7	>6
Kekeruhan	NTU	2,89	4,47	2,47	<5

Kondisi kualitas air di perairan Pangururan memainkan peran yang penting dalam mendukung aktivitas reproduksi *P. partipentazona*. Menurut Muslim *et al* (23) habitat optimal bagi *P. tetrazona* adalah perairan dengan suhu 20°C–26°C dan pH 6,0–8, namun ikan ini memiliki toleransi yang luas hingga suhu 32°C. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nawi *et al* (6), menunjukkan nilai DO 4,12 – 4,48 mg/L yang menunjukkan kondisi perairan mendukung kehidupan ikan. Selain itu, tingkat kekeruhan pada penelitian ini lebih rendah yaitu 2,47 – 4,47 NTU dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu 12,1 – 26,94 NTU, yang mengindikasikan kondisi perairan yang lebih jernih dan stabil. Kelimpahan ikan betina yang lebih tinggi dan ukuran tubuh yang lebih besar di stasiun III menunjukkan bahwa kualitas lingkungan di stasiun tersebut, seperti ketersediaan pakan dan stabilitas parameter fisika-kimia, sangat mendukung pertumbuhan dan pematangan gonad. Kualitas air yang berada dalam kisaran optimal seperti suhu, oksigen terlarut, pH, dan parameter kimia perairan lainnya berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aspek biologi reproduksi *P. partipentazona* di perairan Danau Toba di Kecamatan Pangururan menunjukkan pola reproduksi aktif yang ditandai oleh variasi TKG (I-IV), peningkatan IKG pada betina, dengan betina matang gonad pada ukuran yang lebih besar. Selain itu, nilai fekunditas 194-361 butir yang meningkat seiring ukuran tubuh, dan adanya hubungan positif antara ukuran tubuh dengan fekunditas. Nilai faktor kondisi (0,97-1,32) menunjukkan kondisi tubuh yang baik, yang menegaskan

di suatu ekosistem perairan (29). Keberadaan vegetasi padat di zona litoral Kecamatan Pangururan memberikan substrat penempelan telur yang ideal bagi ikan ini, yang bersifat ovipar dengan telur berperekat (*adhesive*).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan *P. partipentazona* memiliki potensi reproduksi yang cukup tinggi di perairan Danau Toba, yang ditunjukkan oleh dominasi ikan betina matang gonad, nilai fekunditas yang meningkat seiring ukuran tubuh, serta hubungan yang kuat antara fekunditas dengan panjang dan berat tubuh. Kondisi ini mengindikasikan bahwa spesies ini berpotensi berkembang dengan cepat dan apabila tidak dilakukan pengendalian, dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya ledakan populasi. Peningkatan jumlah individu secara signifikan dapat memicu kompetisi yang semakin ketat, baik dalam pemanfaatan ruang maupun ketersediaan sumber pakan, sehingga berpotensi mengganggu keseimbangan komunitas ikan. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang tepat untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan Danau Toba.

spesies ini mampu beradaptasi dengan baik di perairan Danau Toba. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah sebagai dasar informasi yang dapat dimanfaatkan dalam kajian ekologi perairan tawar serta mendukung pengelolaan dan pelestarian sumber daya perikanan secara berkelanjutan di Danau Toba. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji aspek reproduksi lainnya, seperti pola musim pemijahan.

Daftar Pustaka

1. Kartamihardja ES, Fahmi Z, Umar C. Zonasi Eksosistem Perairan Danau Toba Untuk Pemanfaatan Perikanan Berkelanjutan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*. 2015;7(1):1–8.
2. Syafei LS, Sudinno D. Ikan Asing Invasif, Tantangan Keberlanjutan Biodiversitas Perairan. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*. 2018;12(3):145–61.
3. Umar C, Kartamihardja ES, Aisyah. Dampak Invasif Ikan Red Devil (*Amphilophus citrinellus*) Terhadap Keanekaragaman Ikan Di Perairan Umum Daratan Di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*. 2015;7(1):55–61.
4. Batubara AS, Muliari M, Manurung B, Sipahutar H, Akmal Y, Irfannur I, et al. New Record of Sumatran Barb (*Puntigrus tetrazona*) As An Introduced Species In Lake Toba, Indonesia: Invasiveness Risk. *Biosystems Diversity*. 2025;33(1):e2504.
5. Ng CKC, Ooi PAC, Wong WL, Khoo G. Ichthyofauna checklist (Chordata: Actinopterygii) for Indicating Water Quality In Kampar River Catchment, Malaysia. *Biodiversitas*. 2018;19(6):2252–74.
6. Nawi L, Omar AY, Nadhirah N, Badiazaman AAM, Isa M, Jan SLM, et al. The Diversity of Freshwater Fish at Three Selected Lakes in Jengka, Pahang. *Malaysian Journal of Applied Sciences*. 2025;10(1):29–40.
7. Rini SGP. *Analisis Hormon 17 β -Estradiol Gonad Ikan Tawes (Puntius javanicus) Dengan Prosedur Elisa Di Sungai Surabaya Dan Sungai Kalimas Kota Surabaya* Skripsi. Universitas Brawijaya; 2017.
8. Burhanis, Edwarsyah, Alaudin, Zulfadhli, Fadhilah R, Munandar RA. *Biologi Perikanan*. Cetakan Pertama. Malang: Samudra Solusi Profesional; 2025.
9. Kudsiah H, Suwarni, Parawansa BS, Rahim SW, Rifa'i MA, Hidayani AA, et al. Gonadal Maturity Level and Index of Goby Tank Fish (*Glossogobius giuris*) in the Waters of Lake Sidenreng , South Sulawesi. *Environment and Ecology Research*. 2024;12(6):591–600.
10. Jafar N, Suwarni, Umar MT. Reproductive Potential Short Mackerel Fish Landed is in Place of Fish Auction, (TPI) Sumpang Binangae, District Barru. *Seminar Nasional FPIK UMI*. 2019;1(1):175–87.
11. Putra PR, Munasik, Spj NT. Dimorfisme Seksual dan Hubungan Panjang-Berat Ikan Sidat (*Anguilla* spp .) di Perairan Nusawungu, Kabupaten Cilacap. *Journal of Marine Research* [Internet]. 2023;12(2):283–92. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/view/35725>
12. Astuti R, Rahul. Analisis Hubungan Panjang-Berat Dan Faktor Kondisi Ikan Sidat (*Anguilla marmorata*) Di Danau Laut Tawar, Simeulue Barat, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh. *Journal Perikanan*. 2023;13(1):98–105.
13. Mujtahidah T, Marsoedi, Widodo MS. The Reproductive Cycle of *Puntius binotatus* on The Middle Of The Raining Season. *IJOTA (Indonesian Journal of Tropical Aquatic)*. 2019;2(1):9–15.
14. Arman S, Üçüncü Sİ. Gonadal Histology of The Tiger Barb *Puntius tetrazona* (Cyprinidae). *Journal of Fisheries*. 2020;8(2):817–22.
15. Satheesh D, Kulkarni RS. Study Of Sex Ratio And Fecundity Of Fresh Water Mouth Brooding Fish *Oreochromis mossambicus* (Peters). *The Bioscan*. 2024;19(2):108–11.
16. Ezung S, Pankaj PP. Assessment Of Reproductive Biology of *Garra langlungensis* (Teleostei: Cyprinidae) from The Langlung River, Nagaland, India. *Journal of Fisheries*. 2025;13(2):1–7.
17. Pham HQ, Le HM, Phan U Van, Nguyen M Van, Dinh K V. Seasonal Dynamics Of Plasma Estradiol 17 β Level, Gonadosomatic Index, And Ovarian Development In Female Golden Trevally (*Gnathanodon speciosus*). *Scientific Reports*. 2026;16(1):1–9.
18. Kasmi M, Hadi S, Kantun W. Biologi Reproduksi Ikan Kembung Lelaki, *Rastreliger kanagurta* (Cuvier, 1816) di Perairan Pesisir Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 2018;17(3):259.

19. Hossain MY, Rahman MM, Miranda R, Leunda PM, Oscoz J, Jewel MAS, et al. Size At First Sexual Maturity, Fecundity, Length-Weight And Length-Length Relationships Of *Puntius sophore* (Cyprinidae) in Bangladeshi Waters. *Journal of Applied Ichthyology*. 2012;28(5):818–22.
20. Mercy TVA, Malika V, Sajan S. Reproductive Biology of *Chela fasciata* Silas - An Endemic Ornamental Barb Of The Of Western Ghats Of India. *Indian Journal of Fisheries*. 2013;60(2):73–8.
21. Warni RE, Imlani A, Ismi S, Masithah ED, Budi DS. Mass Induction of Tiger Barb (*Puntius tetrazona*) Spawning Via Hormone Immersion Technique. *Egyptian Journal of Aquatic Research* [Internet]. 2024;50(2):267–71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2024.05.004>
22. Suryaningsih S, Sagi M, Nitimulyo KH, Hadisusanto S. Beberapa Aspek Pemijahan Ikan Brek *Puntius orphoides* (Valenciennes, 1842) di Sungai Klawing Purbalingga, Jawa Tengah. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*. 2012;12(1):35–48.
23. Muslim M, Rizky M, Putra A, Yanti VR, Pitriani E, Simanjuntak WJ. Length-Weight Relationship , Condition Factor, And Environmental Parameters of *Puntigrus tetrazona* from Kelekar River, Ogan Ilir, South Sumatra, Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*. 2025;10(1):12–5.
24. Ugrin N, Paladin A, Šifner SK. Fecundity, Length at First Sexual Maturity and Gonadal Development of *Lepidorhombus boscii* in The Eastern Adriatic Sea. *Biology*. 2023;12(131):1–15.
25. Biswas P, Jena AK, Singh SK. Conservation Aquaculture of *Ompok bimaculatus* (Butter catfish), a Near Threatened Catfish In India. *Aquaculture and Fisheries* [Internet]. 2023;8(1):1–17. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.04.007>
26. Yuniar I. *Biologi Reproduksi Ikan*. Surabaya: Hang Tuah University Press; 2017.
27. Hasan T, Hossain MF, Mamun M, Alam MJ, Salam MA, Rafiquzzaman SM. Reproductive Biology of *Puntius sophore* in Bangladesh. *Fishes*. 2018;3(22`):1–11.
28. Batubara AS, Muchlisin ZA, Efizon D, Elvyra R, Irham M. Length-Weight Relationships And Condition Factors Of The Naleh Fish, *Barbonymus gonionotus* (Pisces, Cyprinidae) Harvested From Nagan Raya waters, Indonesia. *Vestnik Zoologii*. 2019;53(1):75–82.
29. Indriani Y, Ulaan M, Saselah JT, Manganang YAP, Mose NI. Bioekologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) dengan Padat Tebar yang Berbeda di Tambak Polikultur Petta Barat Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*. 2025;6(1):49–58.