

Morfometrik tulang belakang empat jenis Genus *Tor* (*Tor tambroides*, *Tor douronensis*, *Tor tambra*, *Tor soro*) di Indonesia

[Vertebral morphometrics of four *tor* species (*Tor tambroides*, *Tor douronensis*, *Tor tambra*, and *Tor soro*) in Indonesia]

Zulfikri Zulfikri¹, Yusrizal Akmal^{2*}(iD)

¹ Mahasiswa Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matangglumpangdua, Bireuen- Aceh

² Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matangglumpangdua, Bireuen- Aceh

ABSTRACT | Fish of the genus *Tor* are endemic to Indonesia which are threatened with extinction. The purpose of this research is to describe spinal morphometric studies of four types of Genus *Tor* in Indonesia. All data from the spine measurements of the four fish of the *Tor* genus were processed using the Microsoft Excel program. Data are presented in the form of mean $\pm$ standard deviation, and the smallest and largest values. Based on the results of the study, it can be concluded that *T. douronensis*, *T. tambroides*, *T. soro*, *T. tambra* showed significant differences in the number of centrums. *T. tambroides* and *T. douronensis* had 40 centrums, while *T. soro* had 39 and *T. tambra* had 41 centrums. The more the number of centrum fish eat, the longer the morphology of the fish's body. In the ratio of length to width, length and height, it can be seen that *tor tambroides* has a higher ratio value than the other three.

Key words | Genus *Tor*, spine, morphometrics

ABSTRAK | Ikan genus *Tor* merupakan ikan endemik Indonesia yang terancam punah. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mendeskripsikan kajian morfometrik tulang belakang empat jenis Genus *Tor* yang ada di Indonesia. Seluruh data hasil pengukuran tulang belakang keempat ikan genus *Tor* diolah menggunakan program Microsoft Excel. Data disajikan dalam bentuk rata-rata $\pm$ standar deviasi, dan nilai terkecil dan terbesar. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa *T. douronensis*, *T. tambroides*, *T. soro*, *T. tambra* terlihat perbedaan yang signifikan pada jumlah centrum. *T. tambroides* dan *T. douronensis* memiliki 40 centrum sedangkan pada *T. soro* 39 dan *T. tambra* memiliki 41 centrum. Semakin banyak jumlah centrum ikan makan semakin panjang morfologi tubuh ikan. Pada panjang rasio lebar, panjang dan tinggi terlihat bahwa *tor tambroides* memiliki nilai rasio yang lebih besar dibandingkan ke tiga lainnya.

Kata kunci | Genus *Tor*, tulang belakang, morfometrik

Received | 24 April 2025, Accepted | 19 Mei 2025, Published | 30 Mei 2025

***Corresponding author** Yusrizal Akmal, Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matangglumpangdua, Bireuen-Aceh. **Alamat Email:** yusrizalakmal@umuslim.ac.id

Citation Zulfikri, Z., Akmal, Y. (2025). Vertebral morphometrics of four *tor* species (*Tor tambroides*, *Tor douronensis*, *Tor tambra*, and *Tor soro*) in Indonesia. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 7(1), 98-104.

p-ISSN (Media Cetak): 2657-0254

e-ISSN (Media Online): 2797-3530



© 2025 Oleh authors. Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Perairan umum daratan Indonesia memiliki keanekaragaman jenis ikan yang tinggi, sehingga tercatat sebagai salah satu perairan dengan mega biodiversity di Indonesia. Komisi Plasma Nutfah Indonesia melaporkan bahwa kekayaan plasma nutfah ikan di perairan umum daratan Indonesia mencapai 25% dari jumlah jenis ikan yang ada di dunia (Episar et al., 2018). Salah satu upaya dalam pengelolaan sumberdaya perikanan secara lestari sebagaimana diamanatkan dalam UU No 31 Tahun 2009 tentang Perikanan, maka diperlukan data dan informasi tentang kondisi stok ikan di suatu perairan. Survey akustik menggunakan echosounder kuantitatif telah umum digunakan untuk menduga kelimpahan dan biomass ikan untuk menyediakan data dan informasi bagi pengelolaan sumberdaya perikanan (Ayub et al., 2022).

Kajian morfologi tulang rangka ikan bertujuan untuk memahami hubungan taksonomik dan filogenetik antar spesies ikan (Zulfahmi et al., 2019). Disamping itu, kajian ini juga dibutuhkan sebagai langkah pencegahan dalam menganalisis keabnormalan sistem tulang rangka (Zulfahmi et al., 2018). Keabnormalan tulang rangka ikan merupakan dampak dari kelainan genetik, patologis, dan fisiologis yang berhubungan dengan faktor lingkungan. Kekurangan mineral (terutama fosfor) di perairan merupakan salah satu penyebab terjadinya keabnormalan tulang rangka. Keabnormalan tulang rangka umumnya muncul pada tahap perkembangan awal ikan (Zulfahmi et al., 2018), dan semakin memburuk pada tahap pertumbuhan menuju dewasa (Yu et al., 2016).

Morfometrik tulang belakang suatu jenis ikan dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan perairan (Fatiqin et al., 2022). Sebagai contoh, ikan famili Cyprinidae dan Cobitidae cenderung memiliki tulang weber (weberian apparatus) yang lebih berkembang

dibandingkan dengan ikan famili *Balitoridae*, *Gyrinocheilidae*, dan *Catostomidae* (Zulfahmi *et al.*, 2018). Hal ini diduga berkaitan erat dengan dukungan terhadap peran gelembung renang dan pendengaran bagian dalam. Evans *et al.*, (2019) menyampaikan bahwa kondisi ekosistem suatu perairan berperan penting memengaruhi bentuk morfologi dan tingkah laku ikan.

Parameter morfometrik penting untuk menganalisis karakter biologis ikan secara kuantitatif. Pendekatan ini telah digunakan untuk mengevaluasi perubahan organ dan respons biologis ikan, seperti melalui indeks hepatosomatik dan histopatologi (Zulfahmi *et al.*, 2017) serta parameter reproduksi (Muliari *et al.*, 2020). Pada genus *Tor*, pendekatan anatomi juga mampu menunjukkan perbedaan karakter struktural antarspesies, termasuk melalui kajian insang *Tor tambroides* (Ernita *et al.*, 2020). Selain itu, struktur osteokranium dan data biometrik terbukti dapat mendukung autentikasi spesies *Tor* di Indonesia (Akmal & Batubara, 2022; Akmal *et al.*, 2022). Temuan tersebut menunjukkan bahwa karakter rangka memiliki potensi diagnostik dan membuka peluang pengembangan kajian pada bagian rangka lain, khususnya tulang belakang atau columna vertebralis.

Kajian terkait morfologi tulang rangka ikan genus *Tor* di Indonesia masih jarang diteliti. Hasil penelitian terkait morfologi rangka ikan genus *Tor* hanya ditemukan pada *Tor tambroides* saja, sedangkan pada tiga jenis ikan *Tor* lainnya masih belum diungkap (Zulfahmi *et al.*, 2020).

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Oktober – Desember pada tahun 2023. Dilaksanakan di Laboratorium MIPA Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim.

Koleksi Spesimen

Specimen empat genus *Tor* (*Tor tambroides*, *Tor tambra*, *Tor soro*, dan *Tor douronensis*) di dapatkan dari hasil tangkapan nelayan disekitar habitat keempat ikan tersebut. Jumlah spesimen ikan yang digunakan untuk pembuatan preparat masing – masing ikan sebanyak 3 ekor dengan kisaran bobot 2 – 4 kg, sampel ikan diawetkan menggunakan es batu dan diangkut ke labotarium menggunakan transportasi darat.

Preparasi, Penyuntingan Gambar, dan Identifikasi Terminologi Tulang Belakang

Tahapan preparasi tulang belakang *T.tambroides*, *T.douronensis*, *T.tambra*, dan *T.soro* mengacu pada penelitian sebelumnya oleh (Zulfahmi *et al.*, 2018). Secara ringkas, tahapan preparasi tulang belakang terdiri dari lima tahapan yaitu pemisahan otot dan sisik, perendaman dalam larutan formalin, penjemuran tahap pertama, perendaman dalam larutan etanol analitik 98%, penjemuran tahap kedua, pelapisan dengan cat spray pilox clear transparan dan perangkaian tulang rangka. Tulang belakang dipilah menjadi empat bagian utama yaitu bagian depan (*ossa axial vertebrae*), bagian abdominal (*ossa abdominalis vertebrae*), bagian kaudal (*ossa caudal vertebrae*), dan *urostylus*.

Penamaan /Terminologi

Tulang yang telah bersih dirangkai menjadi satu kesatuan untuk dianalisis setiap bagiannya. Penamaan setiap tulang dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak dari setiap bagian tulang ikan yang telah diteliti sebelumnya baik dari family yang sama (Jalili *et al.*, 2015) maupun dari family yang berbeda (Diogo *et al.*, 2006).

Pengukuran Parameter morfometrik Tulang

Morfometrik tulang belakang yang diukur meliputi parameter lebar coste, tinggi coste dan panjang coste dengan keseluruhan karakter pengukuran karakteristik. Pengukuran dilakukan menggunakan kaliper berketelitian 0,1 mm dengan cara melihat sudut tertinggi dari seetiap tulang yang diukur. Nilai rasio morfometrik diperoleh dengan cara membandingkan setiap parameter pengukuran dengan panjang dorsal tulang belakang. Pengukuran morfometrik setiap wilayah dilakukan berdasarkan skema yang ditunjukkan pada (Zulfahmi *et al.*, 2020).

Analisis Data

Seluruh data hasil pengukuran tulang belakang keempat ikan genus *Tor* diolah menggunakan program Microsoft Excel. Data disajikan dalam bentuk rata-rata $\pm$ standar deviasi, dan nilai terkecil dan terbesar.

HASIL

Morfometrik Tulang Belakang

Hasil uji ANOVA satu arah dari rasio panjang centrum menunjukkan dari 41 karakter morfometrik, terdapat 15 karakter yang berbeda signifikan. Dari hasil uji lanjut, ikan yang memiliki perbedaan signifikan paling sedikit yaitu ikan *T. tambroides* dengan *T. tambra* dan *T. tambroides* dan *T. douronensis* dengan beda signifikan berjumlah 1 karakter. Sementara itu, ikan dengan beda signifikan terbanyak yaitu 10 karakter adalah pada *T. tambroides* dengan *T. soro* dan *T. tambra* dengan *T. soro*.

Secara berturut-turut, ikan-ikan genus *Tor* dengan beda signifikan terbanyak ke yang paling sedikit adalah *T. tambroides* vs *T. soro* (10 karakter), *T. tambra* vs *T. soro* (10 karakter), *T. douronensis* vs *T. soro* (8 karakter), *T. tambra* vs *T. douronensis* (4 karakter), *T. tambroides* vs *T. tambra* (1 karakter), dan *T. tambroides* vs *T. douronensis* (1 karakter)

Hasil uji ANOVA satu arah dari rasio lebar centrum menunjukkan dari 41 karakter morfometrik, terdapat 34 karakter yang berbeda signifikan. Dari hasil uji lanjut, ikan yang memiliki perbedaan signifikan paling sedikit yaitu ikan *T. douronensis* dengan *T. soro* dengan beda signifikan berjumlah 4 karakter. Sementara itu, ikan dengan beda signifikan terbanyak yaitu 32 karakter adalah pada *T. tambroides* dengan *T. soro*. Secara berturut-turut, ikan-ikan genus *Tor* dengan beda signifikan pada rasio lebar centrum terbanyak ke yang paling sedikit adalah *T. tambroides* vs *T. soro* (32 karakter), *T. tambroides* vs *T. douronensis* (28 karakter), *T. tambra* vs *T. soro* (22 karakter), *T. tambra* vs *T. douronensis* (19 karakter), *T. tambroides* vs *T. tambra* (7 karakter), dan *T. soro* vs *T. douronensis* (4 karakter).

Tabel 1. Komparasi rasio panjang tulang belakang dari Genus *Tor*

Karakteristik Morfometrik Centrum	Rasio Panjang			
	Tor tambroides	Tor tambra	Tor douronensis	Tor soro
	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD
1	0.35 ± 0.03 ^b	0.39 ± 0.02 ^b	0.40 ± 0.13 ^b	0.06 ± 0.05 ^a
2	0.59 ± 0.28 ^{ab}	0.47 ± 0.04 ^a	0.91 ± 0.24 ^b	0.41 ± 0.02 ^b
3	2.55 ± 0.16 ^a	2.36 ± 0.03 ^a	2.63 ± 0.13 ^a	2.41 ± 0.58 ^a
4	2.72 ± 0.38 ^b	2.24 ± 0.22 ^a	2.44 ± 0.10 ^{ab}	2.00 ± 0.22 ^a
5	1.85 ± 0.25 ^a	1.49 ± 0.18 ^a	1.80 ± 0.25 ^a	1.66 ± 0.51 ^a
6	2.20 ± 0.11 ^a	2.02 ± 0.12 ^a	2.35 ± 0.22 ^{ab}	2.61 ± 0.23 ^b
7	2.30 ± 0.15 ^a	2.02 ± 0.12 ^a	2.26 ± 0.03 ^a	2.03 ± 0.33 ^a
8	2.29 ± 0.01 ^b	2.09 ± 0.18 ^{ab}	2.41 ± 0.05 ^b	1.84 ± 0.43 ^a
9	2.23 ± 0.06 ^{bc}	2.18 ± 0.06 ^b	2.33 ± 0.09 ^c	1.64 ± 0.09 ^a
10	2.32 ± 0.07 ^a	2.16 ± 0.08 ^a	2.26 ± 0.14 ^a	2.61 ± 0.23 ^b
11	2.31 ± 0.06 ^{ab}	2.14 ± 0.10 ^a	2.40 ± 0.16 ^b	2.14 ± 0.10 ^a
12	2.28 ± 0.08 ^a	2.14 ± 0.10 ^a	2.20 ± 0.09 ^a	2.01 ± 0.29 ^a
13	2.27 ± 0.14 ^b	2.11 ± 0.04 ^b	2.25 ± 0.04 ^b	1.90 ± 0.10 ^a
14	2.40 ± 0.15 ^a	2.33 ± 0.03 ^a	2.25 ± 0.07 ^a	2.27 ± 0.12 ^a
15	2.39 ± 0.14 ^a	2.29 ± 0.03 ^a	2.33 ± 0.03 ^a	2.27 ± 0.12 ^a
16	2.40 ± 0.13 ^a	2.27 ± 0.10 ^a	2.39 ± 0.04 ^a	2.27 ± 0.12 ^a
17	2.41 ± 0.09 ^a	2.29 ± 0.08 ^a	2.29 ± 0.11 ^a	2.37 ± 0.03 ^a
18	2.39 ± 0.07 ^a	2.27 ± 0.10 ^a	2.38 ± 0.05 ^a	2.63 ± 0.19 ^b
19	2.26 ± 0.41 ^a	2.16 ± 0.32 ^a	2.45 ± 0.01 ^a	2.63 ± 0.19 ^a
20	2.21 ± 0.42 ^a	2.12 ± 0.34 ^a	2.47 ± 0.10 ^a	2.27 ± 0.12 ^a
21	2.10 ± 0.64 ^a	1.95 ± 0.51 ^a	2.47 ± 0.04 ^a	2.25 ± 0.08 ^a
22	2.00 ± 0.65 ^a	1.92 ± 0.57 ^a	2.46 ± 0.10 ^a	2.37 ± 0.03 ^a
23	2.11 ± 0.42 ^{ab}	1.93 ± 0.20 ^a	2.39 ± 0.11 ^{ab}	2.46 ± 0.13 ^b
24	2.45 ± 0.28 ^a	2.35 ± 0.29 ^a	2.45 ± 0.16 ^a	2.25 ± 0.08 ^a
25	2.43 ± 0.26 ^a	2.33 ± 0.26 ^a	2.30 ± 0.06 ^a	2.61 ± 0.23 ^a
26	2.36 ± 0.21 ^a	2.23 ± 0.20 ^a	2.27 ± 0.03 ^a	2.54 ± 0.17 ^a
27	2.38 ± 0.23 ^a	2.27 ± 0.22 ^a	2.38 ± 0.24 ^a	2.05 ± 0.26 ^a
28	2.30 ± 0.21 ^a	2.24 ± 0.16 ^a	2.22 ± 0.04 ^a	2.12 ± 0.15 ^a
29	2.29 ± 0.10 ^a	2.18 ± 0.18 ^a	2.21 ± 0.03 ^a	2.26 ± 0.21 ^a
30	2.27 ± 0.11 ^a	2.18 ± 0.18 ^a	2.16 ± 0.10 ^A	2.26 ± 0.21 ^a
31	2.06 ± 0.12 ^a	2.00 ± 0.03 ^a	2.00 ± 0.16 ^a	2.37 ± 0.03 ^b
32	1.93 ± 0.32 ^a	1.80 ± 0.21 ^a	1.98 ± 0.16 ^a	2.14 ± 0.10 ^a
33	1.86 ± 0.35 ^{ab}	1.76 ± 0.26 ^a	1.94 ± 0.16 ^{ab}	2.30 ± 0.14 ^b
34	2.07 ± 0.09 ^b	2.02 ± 0.12 ^{ab}	1.95 ± 0.21 ^{ab}	1.81 ± 0.06 ^a
35	2.10 ± 0.05 ^a	2.00 ± 0.14 ^a	1.83 ± 0.13 ^a	2.01 ± 0.29 ^a
36	2.01 ± 0.09 ^a	1.96 ± 0.08 ^a	2.00 ± 0.24 ^a	2.01 ± 0.29 ^a
37	1.98 ± 0.09 ^a	1.90 ± 0.14 ^a	2.03 ± 0.20 ^a	2.01 ± 0.29 ^a
38	1.95 ± 0.10 ^a	1.90 ± 0.14 ^a	2.02 ± 0.36 ^a	1.81 ± 0.06 ^a
39	1.95 ± 0.12 ^a	1.84 ± 0.22 ^a	1.94 ± 0.36 ^a	1.64 ± 0.09 ^a
40	3.37 ± 0.28 ^b	3.17 ± 0.28 ^b	1.90 ± 0.30 ^a	
41		2.89 ± 0.14		

Tabel 2. Komparasi rasio lebar tulang belakang dari Genus *Tor*

Karakteristik Morfometrik Centrum	Rasio Lebar			
	Tor tambroides	Tor tambra	Tor douronensis	Tor soro
	Rata-rata $\pm$ SD	Rata-rata $\pm$ SD	Rata-rata $\pm$ SD	Rata-rata $\pm$ SD
1	3.43 $\pm$ 0.53 ^b	2.43 $\pm$ 0.37 ^a	2.61 $\pm$ 0.08 ^a	2.30 $\pm$ 0.04 ^a
2	3.92 $\pm$ 0.49 ^b	2.77 $\pm$ 0.51 ^a	2.88 $\pm$ 0.45 ^a	2.47 $\pm$ 0.04 ^a
3	3.74 $\pm$ 0.30 ^b	2.86 $\pm$ 0.72 ^{ab}	2.24 $\pm$ 0.52 ^a	2.10 $\pm$ 0.31 ^a
4	3.79 $\pm$ 0.37 ^b	2.91 $\pm$ 0.41 ^a	3.00 $\pm$ 0.37 ^a	2.43 $\pm$ 0.35 ^a
5	3.62 $\pm$ 0.22 ^b	2.87 $\pm$ 0.45 ^a	2.97 $\pm$ 0.36 ^a	2.63 $\pm$ 0.01 ^a
6	3.53 $\pm$ 0.23 ^b	3.19 $\pm$ 0.09 ^{ab}	3.12 $\pm$ 0.60 ^{ab}	2.56 $\pm$ 0.13 ^a
7	3.43 $\pm$ 0.24 ^b	3.14 $\pm$ 0.01 ^{ab}	2.90 $\pm$ 0.84 ^{ab}	2.50 $\pm$ 0.42 ^a
8	3.27 $\pm$ 0.08 ^a	3.17 $\pm$ 0.05 ^a	3.04 $\pm$ 0.96 ^a	2.50 $\pm$ 0.42 ^a
9	3.20 $\pm$ 0.07 ^a	3.02 $\pm$ 0.09 ^a	2.87 $\pm$ 0.66 ^a	2.50 $\pm$ 0.42 ^a
10	3.31 $\pm$ 0.05 ^a	3.02 $\pm$ 0.20 ^a	2.87 $\pm$ 0.79 ^a	2.50 $\pm$ 0.42 ^a
11	3.31 $\pm$ 0.26 ^a	3.19 $\pm$ 0.14 ^a	2.80 $\pm$ 0.72 ^a	2.63 $\pm$ 0.19 ^a
12	3.11 $\pm$ 0.12 ^a	3.00 $\pm$ 0.01 ^a	2.67 $\pm$ 0.67 ^a	2.43 $\pm$ 0.35 ^a
13	3.20 $\pm$ 0.04 ^a	3.09 $\pm$ 0.14 ^a	2.60 $\pm$ 0.64 ^a	2.63 $\pm$ 0.19 ^a
14	3.12 $\pm$ 0.09 ^b	2.97 $\pm$ 0.05 ^{ab}	2.56 $\pm$ 0.61 ^{ab}	2.39 $\pm$ 0.02 ^a
15	3.14 $\pm$ 0.06 ^b	3.21 $\pm$ 0.11 ^b	2.77 $\pm$ 0.49 ^b	1.73 $\pm$ 0.25 ^a
16	3.22 $\pm$ 0.04 ^c	3.09 $\pm$ 0.14 ^c	2.52 $\pm$ 0.30 ^b	1.86 $\pm$ 0.48 ^a
17	3.15 $\pm$ 0.20 ^b	2.87 $\pm$ 0.05 ^b	2.58 $\pm$ 0.65 ^b	1.73 $\pm$ 0.25 ^a
18	3.10 $\pm$ 0.14 ^b	2.87 $\pm$ 0.16 ^b	2.06 $\pm$ 0.05 ^a	2.00 $\pm$ 0.22 ^a
19	3.04 $\pm$ 0.10 ^b	2.78 $\pm$ 0.18 ^b	1.94 $\pm$ 0.10 ^a	1.68 $\pm$ 0.29 ^a
20	2.99 $\pm$ 0.24 ^b	2.69 $\pm$ 0.03 ^b	1.94 $\pm$ 0.13 ^a	1.68 $\pm$ 0.29 ^a
21	3.05 $\pm$ 0.13 ^b	2.72 $\pm$ 0.20 ^b	1.93 $\pm$ 0.06 ^a	1.87 $\pm$ 0.45 ^a
22	3.07 $\pm$ 0.20 ^b	2.72 $\pm$ 0.14 ^b	2.07 $\pm$ 0.09 ^a	1.87 $\pm$ 0.45 ^a
23	3.02 $\pm$ 0.12 ^c	2.78 $\pm$ 0.12 ^c	2.07 $\pm$ 0.13 ^b	1.68 $\pm$ 0.29 ^a
24	3.04 $\pm$ 0.12 ^c	2.72 $\pm$ 0.20 ^b	1.99 $\pm$ 0.09 ^a	1.81 $\pm$ 0.06 ^a
25	3.05 $\pm$ 0.14 ^b	2.72 $\pm$ 0.26 ^b	1.96 $\pm$ 0.08 ^a	2.00 $\pm$ 0.22 ^a
26	3.02 $\pm$ 0.16 ^b	2.67 $\pm$ 0.22 ^b	1.94 $\pm$ 0.09 ^a	1.91 $\pm$ 0.38 ^a
27	2.92 $\pm$ 0.16 ^b	2.61 $\pm$ 0.12 ^b	1.93 $\pm$ 0.14 ^a	2.00 $\pm$ 0.22 ^a
28	2.89 $\pm$ 0.16 ^c	2.58 $\pm$ 0.12 ^b	1.87 $\pm$ 0.15 ^a	1.64 $\pm$ 0.09 ^a
29	2.85 $\pm$ 0.14 ^c	2.56 $\pm$ 0.14 ^b	1.86 $\pm$ 0.16 ^a	1.76 $\pm$ 0.01 ^a
30	2.84 $\pm$ 0.10 ^b	2.55 $\pm$ 0.18 ^b	1.84 $\pm$ 0.16 ^a	1.87 $\pm$ 0.45 ^a
31	2.76 $\pm$ 0.12 ^b	2.50 $\pm$ 0.16 ^b	1.82 $\pm$ 0.17 ^a	2.00 $\pm$ 0.22 ^a
32	2.77 $\pm$ 0.11 ^c	2.49 $\pm$ 0.20 ^{bc}	1.76 $\pm$ 0.20 ^{ab}	1.71 $\pm$ 0.73 ^a
33	2.76 $\pm$ 0.11 ^c	2.52 $\pm$ 0.24 ^{bc}	1.77 $\pm$ 0.19 ^{ab}	1.71 $\pm$ 0.73 ^a
34	2.63 $\pm$ 0.09 ^b	2.39 $\pm$ 0.14 ^{ab}	1.76 $\pm$ 0.18 ^a	1.71 $\pm$ 0.73 ^a
35	2.62 $\pm$ 0.08 ^b	2.39 $\pm$ 0.14 ^b	1.77 $\pm$ 0.17 ^a	1.67 $\pm$ 0.17 ^a
36	2.60 $\pm$ 0.11 ^b	2.37 $\pm$ 0.10 ^b	1.73 $\pm$ 0.26 ^a	1.68 $\pm$ 0.29 ^a
37	2.50 $\pm$ 0.14 ^b	2.31 $\pm$ 0.04 ^b	1.73 $\pm$ 0.29 ^a	1.87 $\pm$ 0.45 ^a
38	2.47 $\pm$ 0.07 ^c	2.29 $\pm$ 0.08 ^{bc}	1.71 $\pm$ 0.28 ^a	1.91 $\pm$ 0.38 ^{ab}
39	2.38 $\pm$ 0.06 ^a	2.23 $\pm$ 0.08 ^a	1.98 $\pm$ 0.09 ^a	1.71 $\pm$ 0.73 ^a
40	2.45 $\pm$ 0.13 ^b	2.12 $\pm$ 0.18 ^{ab}	1.97 $\pm$ 0.10 ^a	
41		2.12 $\pm$ 0.24		

Tabel 3. Komparasi rasio tinggi tulang belakang dari Genus *Tor*

Karakteristik Morfometrik Centrum	Rasio Tinggi			
	Tor tambroides	Tor tambra	Tor douronensis	Tor soro
	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD
1	2.97 ± 0.26 ^b	2.44 ± 0.27 ^a	2.28 ± 0.10 ^a	2.17 ± 0.37 ^a
2	3.39 ± 0.33 ^b	2.58 ± 0.41 ^a	2.55 ± 0.16 ^a	2.10 ± 0.31 ^a
3	3.39 ± 0.28 ^c	2.67 ± 0.39 ^b	2.78 ± 0.09 ^b	2.00 ± 0.22 ^a
4	3.38 ± 0.11 ^b	2.88 ± 0.47 ^{ab}	3.14 ± 0.60 ^{ab}	2.54 ± 0.17 ^a
5	3.12 ± 0.15 ^c	2.64 ± 0.28 ^{ab}	2.72 ± 0.31 ^{bc}	2.25 ± 0.08 ^a
6	3.25 ± 0.02 ^b	2.63 ± 0.54 ^{ab}	2.83 ± 0.41 ^{ab}	2.37 ± 0.03 ^a
7	2.79 ± 0.19 ^b	2.38 ± 0.18 ^b	2.58 ± 0.37 ^b	1.48 ± 0.19 ^a
8	2.71 ± 0.10 ^a	2.23 ± 0.31 ^a	2.79 ± 0.85 ^a	2.05 ± 0.26 ^a
9	2.66 ± 0.09 ^b	2.22 ± 0.29 ^{ab}	2.59 ± 0.33 ^b	2.01 ± 0.29 ^a
10	2.65 ± 0.30 ^b	2.11 ± 0.22 ^{ab}	2.71 ± 0.55 ^b	1.81 ± 0.06 ^a
11	2.68 ± 0.38 ^c	2.12 ± 0.24 ^{ab}	2.58 ± 0.37 ^{bc}	1.81 ± 0.06 ^a
12	2.75 ± 0.38 ^b	2.15 ± 0.35 ^{ab}	2.64 ± 0.54 ^b	1.81 ± 0.06 ^a
13	2.51 ± 0.20 ^a	2.05 ± 0.29 ^a	1.60 ± 1.13 ^a	2.17 ± 0.37 ^a
14	2.60 ± 0.13 ^a	2.11 ± 0.33 ^a	2.48 ± 0.59 ^a	1.98 ± 0.38 ^a
15	2.56 ± 0.23 ^b	2.06 ± 0.25 ^a	2.13 ± 0.26 ^a	2.07 ± 0.11 ^a
16	2.52 ± 0.19 ^b	2.07 ± 0.22 ^{ab}	2.16 ± 0.34 ^{ab}	2.00 ± 0.22 ^a
17	2.51 ± 0.40 ^b	2.00 ± 0.08 ^a	1.80 ± 0.18 ^a	1.81 ± 0.06 ^a
18	2.56 ± 0.28 ^b	2.04 ± 0.22 ^a	1.94 ± 0.15 ^a	1.81 ± 0.06 ^a
19	2.54 ± 0.40 ^b	2.02 ± 0.06 ^a	1.94 ± 0.15 ^a	2.01 ± 0.29 ^a
20	2.65 ± 0.30 ^b	2.07 ± 0.22 ^a	2.01 ± 0.17 ^a	2.25 ± 0.08 ^a
21	2.68 ± 0.20 ^c	2.32 ± 0.12 ^b	1.96 ± 0.07 ^a	2.25 ± 0.08 ^b
22	2.58 ± 0.37 ^b	2.26 ± 0.09 ^{ab}	2.00 ± 0.15 ^a	2.38 ± 0.31 ^{ab}
23	2.65 ± 0.18 ^b	2.56 ± 0.09 ^b	2.01 ± 0.11 ^a	2.14 ± 0.10 ^a
24	2.79 ± 0.03 ^c	2.65 ± 0.12 ^c	1.97 ± 0.15 ^a	2.39 ± 0.02 ^b
25	2.74 ± 0.10 ^c	2.46 ± 0.14 ^b	1.96 ± 0.16 ^a	2.70 ± 0.07 ^c
26	2.82 ± 0.09 ^c	2.49 ± 0.20 ^b	1.92 ± 0.13 ^a	2.46 ± 0.13 ^b
27	2.66 ± 0.23 ^b	2.35 ± 0.12 ^b	1.93 ± 0.14 ^a	2.57 ± 0.30 ^b
28	2.77 ± 0.17 ^c	2.44 ± 0.33 ^{bc}	1.89 ± 0.11 ^a	2.14 ± 0.10 ^{ab}
29	2.04 ± 0.43 ^a	2.44 ± 0.45 ^a	1.87 ± 0.17 ^a	2.09 ± 0.06 ^a
30	2.72 ± 0.17 ^c	2.38 ± 0.47 ^{bc}	1.78 ± 0.12 ^a	2.09 ± 0.06 ^{ab}
31	2.80 ± 0.31 ^c	2.44 ± 0.62 ^{bc}	1.74 ± 0.12 ^a	2.13 ± 0.01 ^{ab}
32	2.84 ± 0.38 ^b	2.48 ± 0.70 ^{ab}	1.72 ± 0.11 ^a	2.01 ± 0.29 ^a
33	2.62 ± 0.08 ^c	2.18 ± 0.35 ^b	1.70 ± 0.11 ^a	1.94 ± 0.17 ^{ab}
34	2.63 ± 0.17 ^c	2.26 ± 0.48 ^{bc}	1.66 ± 0.08 ^a	1.81 ± 0.06 ^{ab}
35	2.49 ± 0.03 ^c	2.32 ± 0.12 ^b	1.70 ± 0.07 ^a	1.81 ± 0.06 ^a
36	2.41 ± 0.06 ^b	2.26 ± 0.08 ^b	2.16 ± 0.15 ^b	1.73 ± 0.25 ^a
37	2.51 ± 0.15 ^b	2.17 ± 0.22 ^{ab}	2.18 ± 0.20 ^{ab}	1.84 ± 0.43 ^a
38	2.61 ± 0.26 ^c	2.27 ± 0.22 ^{bc}	2.19 ± 0.24 ^{ab}	1.81 ± 0.06 ^a
39	2.65 ± 0.33 ^b	2.17 ± 0.16 ^{ab}	2.22 ± 0.16 ^{ab}	1.87 ± 0.45 ^a
40	2.48 ± 0.23 ^b	2.12 ± 0.12 ^a	2.30 ± 0.10 ^b	
41		1.45 ± 0.27		

Hasil uji ANOVA satu arah dari rasio tinggi centrum menunjukkan dari 41 karakter morfometrik, terdapat 37 karakter yang berbeda signifikan. Dari hasil uji lanjut, ikan yang memiliki perbedaan signifikan paling sedikit yaitu ikan *T. tambra* vs *T. soro* dengan beda signifikan berjumlah 8 karakter. Sementara itu, ikan dengan beda signifikan terbanyak yaitu 32 karakter adalah pada *T. tambroides* vs *T. soro*. Secara berturut-turut, ikan-ikan genus *Tor* dengan beda signifikan pada rasio lebar centrum terbanyak ke yang paling sedikit adalah *T. tambroides* vs *T. soro* (32 karakter), *T. tambroides* vs *T. douronensis* (23 karakter), *T. tambra* vs *T. tambroides* (16 karakter), *T. tambra* vs *T. douronensis* (13 karakter), *T. douronensis* vs *T. soro* (13 karakter), dan *T. soro* vs *T. soro* (8 karakter).

PEMBAHASAN

Ikan keureling memiliki empat tulang *axial vertebrae* yang termasuk kedalam tulang Weber (*Weberian apparatus*), 19 *abdominalis vertebrae*, 16 *caudal vertebrae* dan satu *os urostyle vertebrae*. Sanger & McCune (2002) menyebutkan bahwa bentuk tulang Weber ikan keureling yang terdiri atas *os tripus*, *os intercalarium*, *os scaphium* dan *os clastrum* identik dengan karakteristik ikan famili *Cyprinidae*. Selain itu, tulang Weber ikan keureling memiliki jumlah yang sama dengan ikan-ikan famili *Cyprinidae* lainnya (Jalili et al., 2015; Nasri et al., 2016).

Ossa costae pada ikan keureling memiliki bentuk yang berbeda dengan ikan-ikan famili lainnya. *Ossa costae* mengalami perpanjangan dan cenderung lebih miring ke belakang dengan lengkungan tulang yang sempurna. Hal ini berbeda dengan ikan famili *Acipenseridae* yang tidak memiliki lengkung tulang rusuk sempurna (Leprevost & Sire 2014). Menurut Takeuchi & Hosoya (2011), lengkungan *ossa costae* pada ikan sangat dipengaruhi oleh kapasitas rongga abdominal dan gaya renang ikan. Ikan dengan tubuh ramping memanjang cenderung tidak memiliki lengkungan *ossa costae* yang sempurna dibandingkan dengan ikan bertubuh lebar. Terdapat 18 *ossa costae* dan tiga *costae* yang mengalami rudimenter atau tidak berkembang yaitu pada *costae* pertama sampai dengan ketiga. Terjadinya rudimenter diduga berkaitan dengan posisi gelembung renang yang berada di bawah centrum pertama sampai ke empat, sehingga dibutuhkan ruang yang cukup untuk mengatur keseimbangan saat berenang. Walaupun demikian dibutuhkan penelitian lanjutan untuk membuktikan hal tersebut. Ikan keureling memiliki 19 *ossa abdominal vertebrae*, dengan jumlah keseluruhan *ossa vertebrae* mencapai 40. Jumlah *ossa abdominal vertebrae* dan keseluruhan *ossa vertebrae* ikan keureling relatif tidak berbeda dengan ikan famili *Cyprinidae* lainnya. Jalili et al., (2015) menginformasikan bahwa ikan *Cyprinion miles* dari famili *Cyprinidae* memiliki kisaran jumlah keseluruhan *ossa vertebrae* antara 42-44 yang terdiri atas 19-22 *ossa abdominal vertebrae*. Keserupaan morfologi *ossa abdominal vertebrae* ikan keureling dengan ikan jenis lain dari famili *Cyprinidae* terlihat pada bentuk *arcus neural*, *spina neural*, dan *canal neural*. Walaupun demikian terdapat perbedaan terhadap ukuran relatifnya bergantung kepada panjang dan tubuh ikan tersebut. Menurut Enghoff (1991), jumlah *ossa vertebrae* pada setiap famili ikan sangat dipengaruhi oleh bentuk morfologi, sifat hidup, umur, dan kemampuannya berevolusi. Ikan yang hidup pada perairan berarus deras umumnya memiliki jumlah *ossa vertebrae* yang lebih tinggi, dengan bentuk *ossa costae* yang lebih pendek dan

tidak melengkung sempurna dibandingkan dengan ikan yang hidup pada perairan relatif tenang (Liem et al., 2001; Leprevost & Sire 2014).

Analisis morfometrik dapat digunakan untuk karakterisasi populasi. Analisis morfometrik dapat menggambarkan jarak dan hubungan kekerabatan dalam pengkategorian variasi pada taksonomi (Muhotimah et al., 2013). Perbedaan centrum (panjang, lebar, dan tinggi) yang terdapat pada keempat jenis ikan diduga menjadi faktor yang mempengaruhi morfometrik tubuh ikan (Zulfahmi et al., 2020). Perbedaan-perbedaan ukuran tulang pada ikan, bahkan di dalam satu genus sangat dipengaruhi oleh ekosistem perairan, sehingga disparitas nilai rasio tulang dapat menggambarkan perbedaan habitat serta gaya hidup dari ikan tersebut (Evans et al., 2019).

Variasi tulang belakang di antara spesies-spesies ikan umumnya terjadi di bagian *axial vertebrae* dan *caudal*, baik secara morfologi maupun morfometrik (Bird & Hernandez, 2007; Costa, 2012). Bird & Hernandez (2007) selanjutnya juga menyatakan, variasi *axial vertebrae* yang termasuk ke dalam tulang weber terjadi akibat pengaruh lingkungan. Tulang weber yang berkembang baik terutama terjadi pada ikan-ikan yang hidup di kolom air namun mencari makan di dasar perairan (Zulfahmi et al., 2020).

Sementara itu, variasi morfometrik tulang belakang juga dapat digunakan untuk identifikasi habitat ikan. Carro et al (2018) melakukan identifikasi habitat beberapa jenis ikan laut berdasarkan ukuran kolom vertebra, dimana terlihat bahwa ikan-ikan pelagis relatif memiliki kesamaan ukuran, begitu juga dengan ikan-ikan karang. Ukuran dan jumlah tulang belakang juga dapat menjadi suatu indikator kesehatan ikan, dimana kandungan mineral kalsium dan fosforus yang ditemukan pada ikan berkorelasi dengan jumlah vertebra yang ditemukan pada ikan kakap putih (Iswandi, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa *T. douronensis*, *T. tambroides*, *T. soro*, *T. tambra* terlihat perbedaan yang signifikan pada jumlah centrum. *T. tambroides* dan *T. douronensis* memiliki 40 centrum sedangkan pada *T. soro* 39 dan *T. tambra* memiliki 41 centrum. Semakin banyak jumlah centrum ikan makan semakin panjang morfologi tubuh ikan. Pada panjang rasio lebar, panjang dan tinggi terlihat bahwa *Tor tambroides* memiliki nilai rasio yang lebih besar dibandingkan ke tiga lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Y., & Batubara, A. S. (2022). *Osteologi dan Disparitas Ikan Genus Tor Indonesia*. PT Penerbit IPB Press.
- Akmal, Y., Muliari, M., Humairani, R., Zulfahmi, I., Burhanuddin, A. I., Budimawan, B., & Batubara, A. S. (2022). Species authentication of *Tor* spp.(family *Cyprinidae*) in Indonesia based on osteocranium structure and biometric data. *Zoologischer Anzeiger*, 299, 21-30. doi: 10.1016/j.jcz.2022.05.001
- Ayub, A. S., Nolisa, A., Anggoro, A., Suci, A. N. N., Utami, R. T., Andika, Y., ... & Suhendri, R. (2022). Identifikasi keanekaragaman jenis ikan hasil tangkapan nelayan tapak paderi kota bengkulu. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 13(1), 51-62. doi: 10.35316/jsapi.v13i1.1664
- Bird, N. C., & Hernandez, L. P. (2007). Morphological variation in the Weberian apparatus of *Cypriniformes*. *Journal of Morphology*, 268(9), 739-757. doi: 10.1002/jmor.10550
- Carro, S. C. S., Louys, J., & O'Connor, S. (2018). Shape does matter: A geometric morphometric approach to shape variation in Indo-Pacific fish vertebrae

- for habitat identification. *Journal of Archaeological Science*, 99, 124-134. doi: 10.1016/j.jas.2018.09.010
- Diogo, R., & Bills, R. (2006). Osteology and myology of the cephalic region and pectoral girdle of the South African catfish *Austroglanis gilli*, with comments on the autapomorphies and phylogenetic relationships of the *Austroglanididae* (Teleostei: Siluriformes). *Animal Biology*, 56(1), 39-62.
- Engelhoff, I. B. (1991). Mesolithic eel-fishing at Bjørnsholm, Denmark, spiced with exotic species. *Journal of Danish Archaeology*, 10(1), 105-118. doi: 10.1080/0108464X.1991.10590056
- Episari, E., Susilawati, W., & Afrianto, E. (2018). Analisis Usaha dan Profitabilitas Pada Usaha Budidaya Ikan Lele Studi Kasus Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Ngadol Jaya Desa Sungai Ulak Kecamatan Nalo Tantan Kabupaten Merangin. *JAS (Jurnal Agri Sains)*, 2(2). doi: 10.36355/jas.v2i2.214
- Ernita, E., Faumi, R., Akmal, Y., Muliari, M., & Zulfahmi, I. (2020). Perbandingan secara anatomi insang ikan keureling (*Tor tambroides*), ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Veteriner*, 21(2), 234-246. doi: 10.19087/jveteriner.2020.21.2.234
- Fatihin, A., Amallia, R. H. T., & Dhani, A. B. (2022). Karakter Morfometrik *Barbodes schwanenfeldii* di Sungai Rupit Sumatera Selatan. *BIOSAPPHIRE: Jurnal Biologi dan Diversitas*, 1(1), 34-41. doi: 10.31537/biosapphire.v1i1.639
- Iswandi, I. (2022). Pengaruh pemberian mineral fosfor terhadap pertumbuhan dan deposit fosfor larva ikan kakap putih (*Lates calcarifer*, Bloch) The effect of giving phosphorus Minerale on growt and deposit of phosphorus in larvae Barramundi (*Lates calcarifer*, Bloch) (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Jalili, p., Eagderi, S., Nikmehr, N., & Keivany, Y. (2015). Descriptive osteology of *Barbus cyri* (Teleostei: Cyprinidae) from southern Caspian Sea basin. doi: 10.22034/iji.v2i2.58
- Liem K, Bemis W, Walker WF, Grande L. 2001. Chapter 8: The postcranial skeleton: The axial skeleton. In: Lewis T (ed.). *Functional Anatomy of the Vertebrates: An Evolutionary Perspective*. Emily Barrosse. Orlando. pp. 269-293.
- Liem, K. F., Bemis, W. E., & Sillim, W. B. (2001). Functional anatomy of the vertebrates: an evolutionary perspective.
- Muhotimah, M., Triyatmo, B., Priyono, S. B., & Kuswoyo, T. (2013). Analisis morfometrik dan meristik nila (*Oreochromis sp.*) strain larasati F5 dan tetuanya. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 15(1), 42-53. doi: 10.22146/jfs.9096
- Muliari, M., Akmal, Y., Zulfahmi, I., Karja, N. W., Nisa, C., Mahyana, M., & Humairani, R. (2020, October). Effect of exposure to palm oil mill effluent on reproductive impairment of male Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). In *E3S Web of Conferences* (Vol. 151, p. 01022). EDP Sciences. doi: 10.1051/e3sconf/202015101022
- Sanger, T. J., & McCune, A. R. (2002). Comparative osteology of the Danio (Cyprinidae: Ostariophysi) axial skeleton with comments on Danio relationships based on molecules and morphology. *Zoological Journal of the Linnean society*, 135(4), 529-546. doi: 10.1046/j.1096-3642.2002.00014.x
- Takeuchi, H., & Hosoya, K. (2011). Osteology of *Ischikauia steenackeri* (Teleostei: Cypriniformes) with comments on its systematic position. *Ichthyological Research*, 58(1), 10-18.
- Yu, T., Witten, P. E., Huysseune, A., Buettner, A., To, T. T., & Winkler, C. (2016). Live imaging of osteoclast inhibition by bisphosphonates in a medaka osteoporosis model. *Disease models & mechanisms*, 9(2), 155-163. doi: 10.1242/dmm.019091
- Zulfahmi, I., Akmal, Y., & Batubara, A. S. (2018). The morphology of Thai mahseer's *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) axial skeleton (ossa vertebrae). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2), 139-149. doi: 10.32491/jii.v18i2.329
- Zulfahmi, I., Akmal, Y., Radhi, M., Hidayat, M., & Muliari, M. (2020). Comparative osteology of *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) and *Tor tambra* (Valenciennes 1842) vertebral column (ossa vertebrae). doi: 10.32491/JII.V20i3.530
- Zulfahmi, I., Muliari, M., & Akmal, Y. (2017, November). Indeks hepatosomatik dan histopatologi hati ikan nila (*Oreochromis niloticus* linnaeus 1758) yang dipaparkan limbah cair kelapa sawit. In *Prosiding SEMDI-UNAYA (Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu UNAYA)* (Vol. 1, No. 1, pp. 301-314).