

Osteologi komparatif tulang belakang *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) dan *Tor tambda* (Valenciennes 1842)

[Comparative osteology of *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) and *Tor tambda* (Valenciennes 1842) vertebral column (*ossa vertebrae*)]

Ilham Zulfahmi^{1,2✉}, Yusrizal Akmal³, Muhammad Radhi², Muslich Hidayat¹, Muliari³

¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Kota Pelajar dan Mahasiswa, Darussalam, Banda Aceh 23111,

²Pusat Kajian dan Konservasi Akuatik, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Kota Pelajar dan Mahasiswa, Darussalam, Banda Aceh 23111,

³Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Jalan Almuslim, Matang Glumpang Dua, Peusangan, Kabupaten Bireuen, Aceh 24261
ilham.zulfahmi@ar-raniry.ac.id; hidayat.muslich@gmail.com, radhi12357@gmail.com
drh.yusrizal.akmal.msi@gmail.com; muliori86@gmail.com

Diterima: 30 Juni 2020; Disetujui: 08 September 2020

Abstrak

Kajian osteologi memiliki peran penting dalam upaya analisis ekomorfologi dan hubungan filogenetik antarjenis ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan perbedaan morfologi tulang belakang *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) dan *Tor tambda* (Valenciennes 1842). Contoh ikan *Tor tambroides* dan *Tor tambda* dikoleksi dari hasil tangkapan nelayan di wilayah Sungai Tangse Kabupaten Pidie dan wilayah Sungai Sampoinet, Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh. Tahapan preparasi tulang belakang terdiri atas lima tahapan yaitu pemisahan otot dan sisik, perendaman dalam larutan formalin, penjemuran, pengukuran morfometrik, pemotretan dan penyuntingan gambar, serta identifikasi terminologi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan morfologi tulang belakang antara *Tor tambroides* dan *Tor tambda* terutama pada bagian *axial vertebrae*, posterior *vertebrae caudales* dan *urostylus*. Tulang *pleura costae Tor tambroides* memiliki bentuk melengkung ke arah posterior dengan bagian kiri dan kanan saling bertautan. *Processus lateralis Tor tambroides* cenderung melengkung ke arah posterior, sedangkan pada *Tor tambda* cenderung membulat sejajar dengan *dorsal costae*. *Tor tambroides* cenderung memiliki ligamen yang lebih kokoh ditandai dengan tidak adanya foramen diantara *os hypural*. Secara morfometrik tulang belakang, *Tor tambroides* cenderung memiliki nilai nisbah centrum (panjang, lebar dan tinggi), *spina neuralis*, *spina haemalis* dan *costae* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Tor tambda*. Disparitas hasil pengukuran antara kedua jenis ikan terlihat cukup kentara pada bagian *axial vertebrae* dan bagian posterior *vertebrae caudales*. Penelitian lanjutan terkait korelasi morfologi tulang belakang dengan kondisi perairan kedua jenis ikan masih perlu dilakukan.

Kata penting: axial vertebrae, tulang weber, processus lateralis, vertebrae caudales, urostylus.

Abstract

Information related to osteology plays a vital role in support ecomorphology and phylogenetic relationship analysis in fish. This study aimed to describe the comparative morphology of the vertebral column between *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) and *Tor tambda* (Valenciennes 1842). Samples of *Tor tambroides* and *Tor tambda* were obtained from fish traders in the Tangse River area of Pidie Regency and Sampoinet River area, Aceh Jaya Regency, Aceh Province. Vertebral column preparation consists of five steps: muscles and scales separation, immersion in a formaldehyde solution, drying, morphometric measurements, photographing and image editing, and identification of terminology. The results showed that there are morphological differences between *Tor tambroides* and *Tor tambda* vertebral column, particularly in the axial vertebrae, posterior vertebrae caudales, and urostylus regions. The pleural costae of *Tor tambroides* have a posterior curve with the left and right sides interlocking. The lateral *Tor tambroides* process tends to curve posteriorly, while the *Tor tambda* tends to round up parallel to the dorsal costae. *Tor tambroides* tend to have stronger ligaments marked by the absence of a foramen between the hypural. Morphometrically, *Tor tambroides* tend to have higher centrum ratios (length, width, and height), neural spine, haemalis spine, and costae compared to *Tor tambda*. The significant difference in morphometric results in observed the axial vertebrae and the posterior vertebrae caudales region. Further research related to the correlation of vertebral column morphology with the environmental condition of these fish is still necessary.

Keywords: axial vertebrae, weberian apparatus, processus lateralis, vertebrae caudales, urostylus

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman ikan tinggi (Widjaja *et al.* 2014, Haryono 2017). Namun saat ini, beberapa jenis ikan berada dalam status penurunan populasi, langka bahkan terancam punah (Sukmono *et al.* 2013). Salah satu di antaranya adalah ikan yang berasal dari genus *Tor* (Cyprinidae). Dari 40 jenis ikan *Tor* yang hidup di Asia, empat jenis diantaranya hidup di Indonesia yaitu *Tor tambroides*, *Tor douronensis*, *Tor tambra* dan *Tor soro* (Kiat 2004, Kottelat *et al.* 1993). Penyebaran ikan-ikan jenis ini mencakup wilayah Sumatera, Kalimantan, dan Jawa (Haryono 2006).

Dua jenis ikan *Tor* yang hidup dominan di perairan Aceh yaitu *Tor tambroides* dan *Tor tambra* (Muchlisin & Azizah 2009). Secara morfologis, kedua jenis ikan tersebut memiliki banyak kemiripan sehingga masyarakat terkadang menamakan kedua ikan tersebut menjadi satu nama. Masyarakat Aceh Barat, Aceh Jaya, dan Nagan Raya menamai ikan ini sebagai ikan keureling, sedangkan masyarakat Aceh Singkil dan Subulussam menamainya sebagai ikan jurung. Menurut Arunkumar *et al.* (2018), ikan-ikan dari genus yang sama umumnya memiliki ciri morfologi luar yang hampir serupa sehingga terkadang sulit untuk dibedakan. Oleh karena itu diperlukan karakter tambahan untuk membedakan antar jenis ikan tersebut, diantaranya melalui komparasi tulang rangka. Lebih lanjut, kajian morfologi tulang rangka juga dapat digunakan untuk menganalisis hubungan taksonomik dan filogenetik antar jenis ikan (Mafakheri *et al.*, 2015; Jalili *et al.*, 2015). Penelitian tentang komparasi tulang rangka telah dilaporkan pada beberapa famili ikan, seperti pada famili Characidae (Bogutskaya *et al.* 2008), famili

Nemacheilidae (Mafakheri *et al.* 2015), famili Cichlidae (Dierickx *et al.* 2017), dan famili Zoarcoidei (Hilton & Kley 2005).

Tulang belakang (*ossa vertebrae*) merupakan salah satu elemen penting dalam sistem rangka ikan. Selain berperan sebagai biomekanik, tempat melekatnya otot, serta membatu fleksibilitas dan elastisitas selama ikan bergerak, tulang belakang juga memiliki fungsi penting sebagai homeostasis fosfor dan lokus penyimpanan mineral penting lainnya seperti kalium dan kalsium (Webb 1975; Skonberg *et al.* 1997). Secara umum, tulang belakang ikan terbagi menjadi empat bagian utama yaitu bagian depan (*ossa axial vertebrae*), bagian abdominal (*ossa abdominalis vertebrae*), bagian kaudal (*ossa caudal vertebrae*), dan *urostylus*. Namun demikian, ikan dengan tulang weber yang tidak berkembang, tulang belakangnya terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu bagian abdominal (*ossa abdominalis vertebrae*), bagian kaudal (*ossa caudal vertebrae*) dan *urostylus* (Zulfahmi *et al.* 2018).

Morfologi tulang belakang suatu jenis ikan dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan perairan (Leprevost & Sire 2014). Sebagai contoh, ikan famili Cyprinidae dan Cobitidae cenderung memiliki tulang weber (*weberian apparatus*) yang lebih berkembang dibandingkan dengan ikan famili Balitoridae, Gyrinocheilidae, dan Catostomidae (Bird & Hernandez 2007, 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.

Sampai saat ini, 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 (Akmal *et al.* 2018a, Akmal *et al.* 2018b, Zulfahmi *et al.* 2018, Akmal *et al.* 2020). Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mendeskripsikan perbedaan morfologi tulang belakang *Tor tambroides* dan *Tor tambra*.

Bahan dan metode

Tor tambroides dikoleksi dari hasil tangkapan nelayan di wilayah Sungai Tangse Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh (4°57'49,4"N 95°58'08"E) sedangkan *Tor tambra* diperoleh dari hasil tangkapan nelayan di wilayah Sungai Sampoinet, Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh (4°53'40,4"N 95°25'08,9"E.). Secara visual, *Tor tambroides* diidentifikasi melalui keberadaan cuping berukuran panjang menyentuh ujung bibir, sedangkan *Tor tambra* memiliki cuping berukuran sedang pada bibir bawah tetapi tidak menyentuh ujung bibir (Haryono 2006, Haryono & Subagja 2008). Jumlah ikan yang dikoleksi untuk masing masing jenis adalah sebanyak lima ekor, dengan kisaran bobot 3–5 kg untuk *Tor tambroides* dan 2–4 kg untuk *Tor tambra* (Gambar 1). Contoh ikan selanjutnya diawetkan dengan menggunakan es dan diangkut ke laboratorium menggunakan transportasi darat. Preparasi tulang belakang kedua jenis ikan dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim, sedangkan penyuntingan gambar dan identifikasi terminologinya di Laboratorium Ekologi, Program Studi Biologi,

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Preparasi, penyuntingan gambar, dan identifikasi terminologi tulang belakang

Tahapan preparasi tulang belakang *Tor tambroides* dan *Tor tambra* 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*. Pemotretan setiap bagian tulang belakang dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D*. Penyuntingan gambar dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Adobe Photoshop CC 2018*. Terminologi setiap bagian dari tulang belakang pada kedua jenis ikan ditentukan dengan membandingkan kesamaan morfologi dan letak bagian tulang belakang dengan beberapa referensi terkait osteologi ikan lain seperti Howes (1982), Jalili *et al.* (2015), Rojo (1991), Diogo (2008) dan Zulfahmi *et al.* (2019).

Pengukuran parameter morfometrik tulang belakang

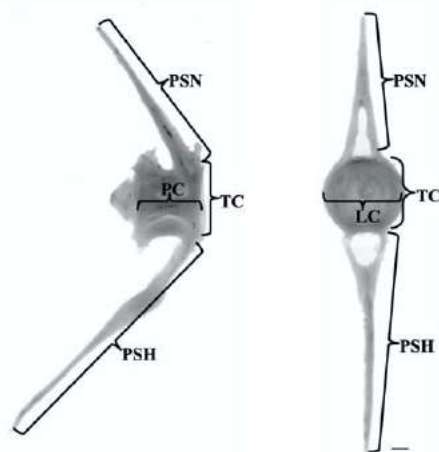
Parameter morfometrik tulang belakang yang diukur meliputi panjang, lebar dan tinggi *os centrum*, panjang *costae*, panjang *spina neuralis* serta panjang *spina haemalis*. Pengukuran panjang *os centrum* dimulai dari bagian

anterior hingga posterior *os centrum*, selanjutnya pengukuran lebar dimulai dari sisi lateral kanan sampai sisi lateral kiri, sedangkan pengukuran tinggi *os centrum* di mulai dari dorsal sampai ventral (Gambar 2). Panjang tulang belakang diukur mulai dari *os centrum*

pertama hingga *urostylus*. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kaliper berketelitian 0,1 mm. Nilai nisbah morfometrik diperoleh dengan cara membandingkan setiap parameter pengukuran dengan panjang tulang belakang.



Gambar 1 Ikan *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah). Skala garis: 1 cm.



Gambar 2 Parameter morfometrik tulang belakang yang diukur. Keterangan PC: panjang centrum; TC: tinggi centrum; LC: lebar centrum; PSN: panjang spina neuralis dan PSH: panjang spina haemalis.

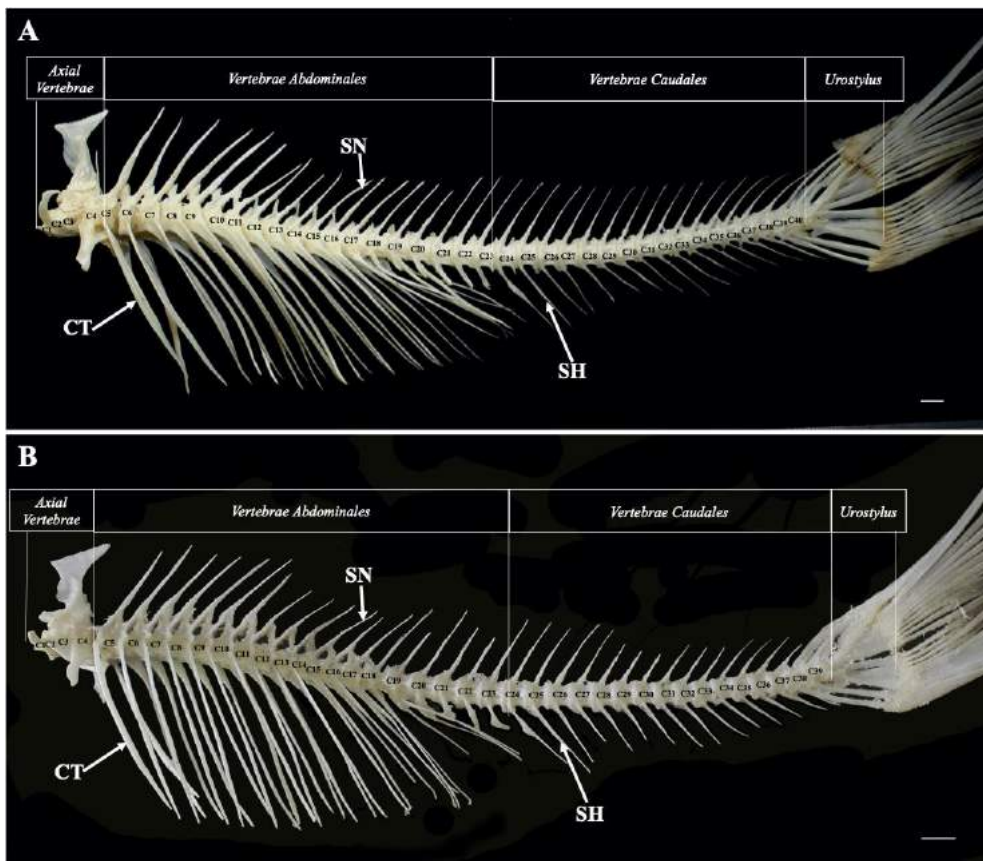
Hasil

Komparasi morfologi tulang belakang

Tulang belakang *Tor tambroides* dan *Tor tambra* terbagi menjadi empat bagian utama yaitu *axial vertebrae* yang termasuk kedalam tulang weber (*Weberian apparatus*), *vertebrae abdominales*, *vertebrae caudales*, dan *urostylus* (Gambar 3). Bagian *axial vertebrae* terdiri dari *os centrum*, *claustrum*, *dorsal costae*, *intercalarium*, *pleura costae*, *processus lateralis*, *scaphium*, *arcus neuralis*, *supraneuralis* dan *tripus*. Bagian *vertebrae abdominales* terdiri dari *os centrum*, *ossa costae*, *spina* dan *neuralis*. Bagian *vertebrae caudales* terdiri atas *os centrum*, *spina neuralis* dan *spina haemalis*.

Bagian *urostylus* terdiri atas *os hypural*, *os parhypural*, *os pleurostylus*, *os uroneuralis* dan *os epural*.

Tor tambroides dan *Tor tambra* memiliki jumlah tulang-tulang penyusun yang sama pada *axial vertebrae*, *vertebrae abdominales* dan *urostylus*. *Vertebrae caudales* *Tor tambroides* memiliki jumlah centrum lebih banyak dibandingkan *Tor tambra*. Secara morfologi, bagian *vertebrae abdominales* dan bagian anterior *vertebrae caudales* kedua jenis ikan tersebut memiliki bentuk yang sama, sedangkan bagian *axial vertebrae*, posterior *vertebrae caudales* dan *urostylus* cenderung memiliki bentuk yang berbeda (Tabel 1).

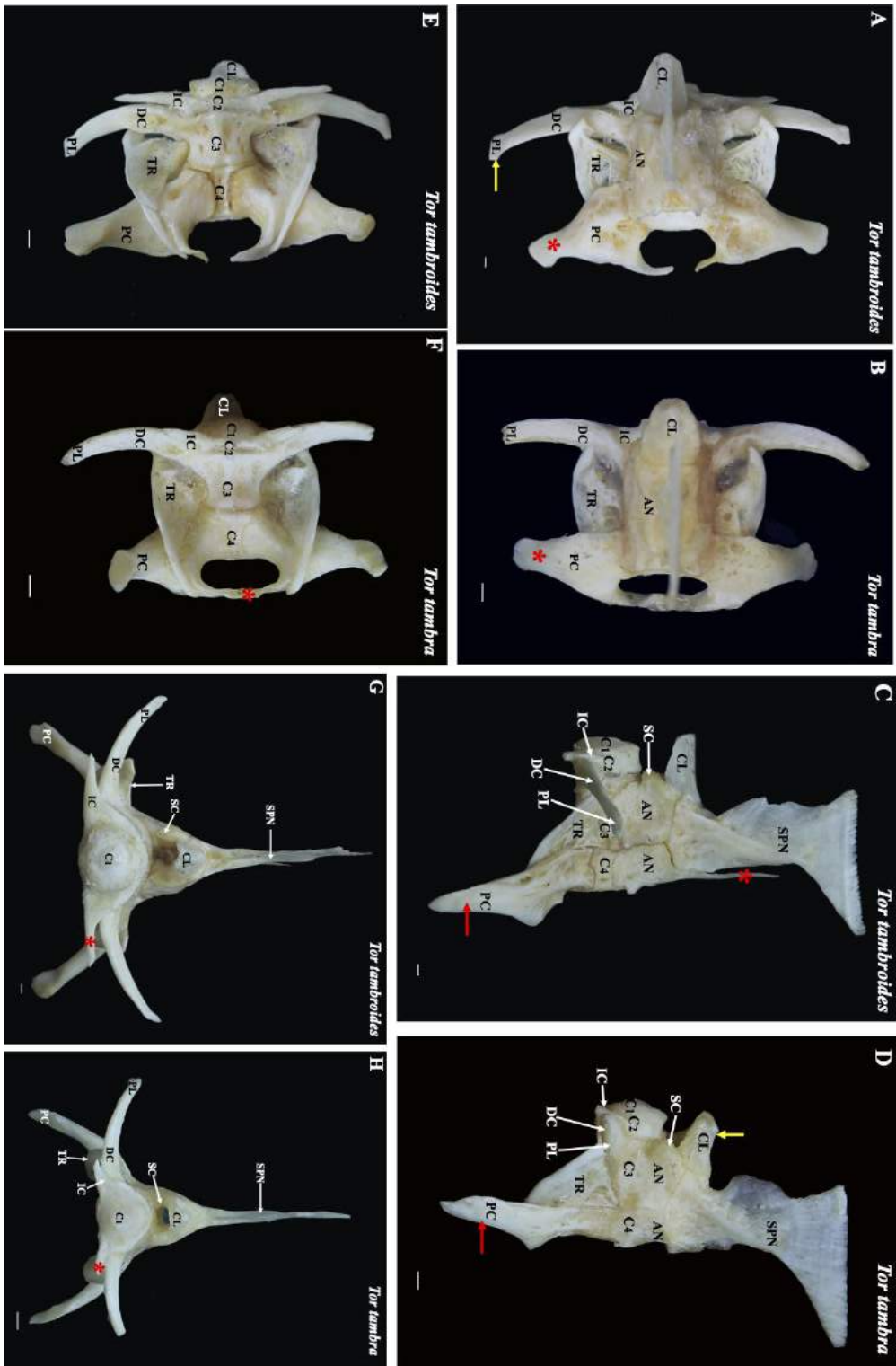


Gambar 3 Morfologi dan bagian penyusun tulang belakang *Tor tambroides* (A) dan *Tor tambra* (B) tampak lateral. C: centrum SN: spinal neural, SH: spinal haemal, CT: costae. Skala garis: 2 cm

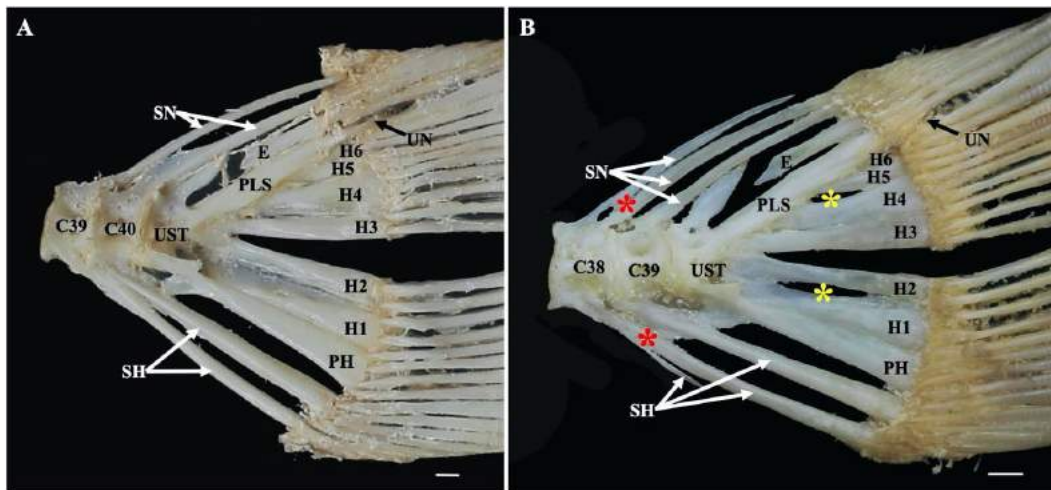
No	Jenis tulang	Tampak	<i>Tor tambroides</i>	<i>Tor tambra</i>
1	<i>Pleura costae</i>	Anterior	melengkung ke arah posterior	relatif lurus
		Ventral	bagian kiri dan kanan terlihat saling bertautan	bagian kiri dan kanan tidak saling bertautan
		Lateral	cenderung mengarah ke arah vertikal	cenderung mengarah ke anterior
2	<i>Processus lateralis</i>	Dorsal	melengkung ke arah posterior	membulat sejajar dengan tulang <i>dorsal costae</i>
3	<i>Clastrum</i>	Lateral	mendatar sejajar dengan centrum	Penjuluran ke arah ventral
4	<i>Arcus neuralis</i>	Lateral	memiliki tambahan berupa tulang tipis pada bagian posteriornya yang mengarah ke arah dorsal	Tidak memiliki tambahan berupa tulang tipis pada bagian posteriornya
5	<i>Intercalarium</i>	Cranial	Berukuran lebih panjang dan berkembang	Berukuran lebih pendek
6	<i>Spina neuralis</i> dan <i>spina haemalis</i>	Lateral	Memiliki masing-masing satu <i>spina neuralis</i> dan <i>spina haemalis</i> pada centrum ke-38	Memiliki masing-masing dua <i>spina neuralis</i> dan <i>spina haemalis</i> pada centrum ke-38
7	<i>Os hypural</i>	Lateral	Tidak adanya foramen diantara <i>Os hypural</i>	Adanya foramen diantara <i>Os hypural</i>

Pada bagian *axial vertebrae*, dilihat dari sisi dorsal, terdapat perbedaan morfologi yang cukup jelas pada tulang *pleura costae* dan *processus lateralis* antara kedua ikan. Bagian anterior tulang *pleura costae* *Tor tambroides* tampak memiliki bentuk melengkung ke arah posterior, sedangkan pada *Tor tambra*, bagian depan tulang *pleura costae* tampak memiliki bentuk yang relatif lurus (Gambar 4A, 4B, bintang merah). Disamping itu secara ventral, ujung posterior tulang *pleura costae* *Tor*

tambroides bagian kiri dan kanan terlihat saling bertautan, sedangkan pada *Tor tambra* terlihat memiliki jarak antara keduanya (Gambar 4E, 4F, bintang merah). Perbedaan lainnya terlihat pada bentuk *processus lateralis*, dimana pada *Tor tambroides*, *processus lateralis* cenderung melengkung ke arah posterior, sedangkan pada *Tor tambra* cenderung membulat sejajar dengan tulang *dorsal costae* (Gambar 4A, 4B, panah kuning).



Gambar 4 Komparatif bagian *axial vertebrae Tor tambroides* dan *Tor tambra*. Tampak dorsal (A dan B), tampak lateral (C dan D), tampak ventral (E dan F) dan tampak cranial (G dan H). Keterangan: AN: *Arcus neuralis*; C: *Centrum*; CL: *Clastrum*; DC: *Dorsal costae*; IC: *Intercalarium*; PC: *Pleura costae*; PL: *Processus lateralis*; SC: *Scaphium*; SPN: *Supraneuralis*; TR: *Tripus*. Skala garis: 0,2 cm.



Gambar 5 Komparatif morfologi bagian posterior vertebrae caudales dan urostyleus *Tor tambroides* (A) dan *Tor tambra* (B) tampak lateral. Keterangan: AN: Arcus neuralis; C: Centrum; E: Os epural; H: Os hypural; PH: Os parhypural; PLS: Os pleurostylus; SH: Spina haemalis; SN: Spina neuralis; UN: Os uroneuralis; UST: Ossa urostyleus. Skala garis: 0,2 cm.

Dilihat dari sisi lateral, perbedaan morfologi antara kedua ikan terlihat pada tulang *claustrum*, *arcus neuralis*, dan *pleura costae*. Pada *Tor tambra*, tulang *claustrum* memiliki bentuk condong ke arah ventral, sedangkan pada *Tor tambroides*, tulang *claustrum* memiliki bentuk mendatar sejajar dengan centrum (Gambar 4C, 4D, panah kuning). *Arcus neuralis* yang terletak di bagian ventral centrum keempat memiliki tambahan berupa tulang tipis pada bagian posteriornya yang mengarah ke arah dorsal (Gambar 4C, 4D, bintang merah). Sementara itu, tulang *pleura costae* *Tor tambra* cenderung lebih ke arah anterior dibandingkan tulang *pleura costae* *Tor tambroides* (Gambar 4C, 4D, panah merah). Dari sisi cranial, *Tor tambroides* teramati memiliki ukuran tulang *intercalarium* yang lebih panjang dan berkembang dibandingkan dengan *Tor tambra* (Gambar 4G, 4H, bintang merah).

Pada bagian posterior *vertebrae caudales* tepatnya pada centrum ke-38, *Tor tambra* tera-

mati memiliki dua *spina neuralis* dan dua *spina haemalis* pada satu centrum yang sama (Gambar 5B, bintang merah). *Spina neuralis* dan *spina haemalis* di bagian anterior memiliki ukuran lebih pendek dan lebih tipis dibandingkan dengan bagian posteriornya. Sebaliknya, pada centrum yang sama, *Tor tambroides* hanya memiliki satu *spina neuralis* dan *spina haemalis* dengan ukuran yang lebih panjang, tebal dan menyatu dengan sirip ekor.

Pada bagian *urostyleus*, baik *Tor tambroides* dan *Tor tambra* memiliki jenis dan jumlah tulang penyusun yang sama. Namun terdapat sedikit perbedaan secara morfologi pada ligamen tulang *os hypural* kesatu dan kedua serta ligamen *os hypural* keempat dan kelima. *Tor tambroides* memiliki ligamen yang lebih kokoh ditandai dengan tidak adanya foramen diantara kedua tulang tersebut. Pada *Tor tambra*, terdapat foramen memanjang ke arah posterior diantara kedua tulang *os hypural* tersebut (Gambar 5A dan 5B, bintang kuning).

Axial Vertebrae

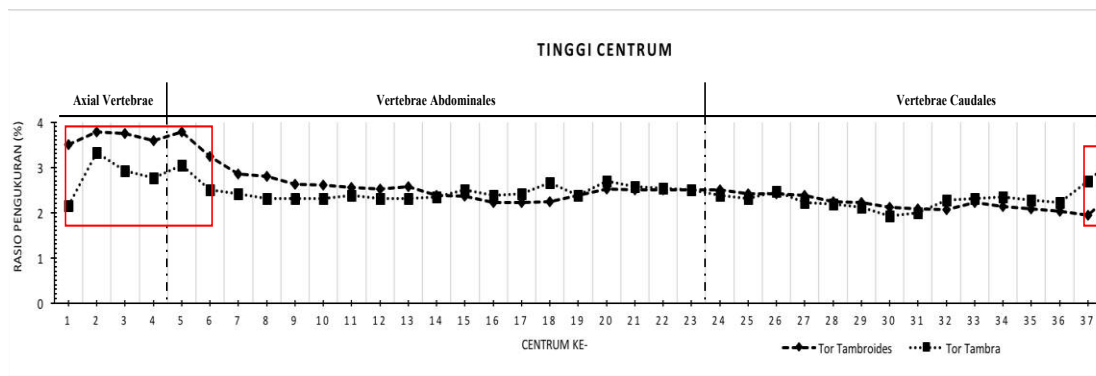
Vertebrae Abdominales

Vertebrae Caudales

Axial Vertebrae

Vertebrae Abdominales

Vertebrae Caudales



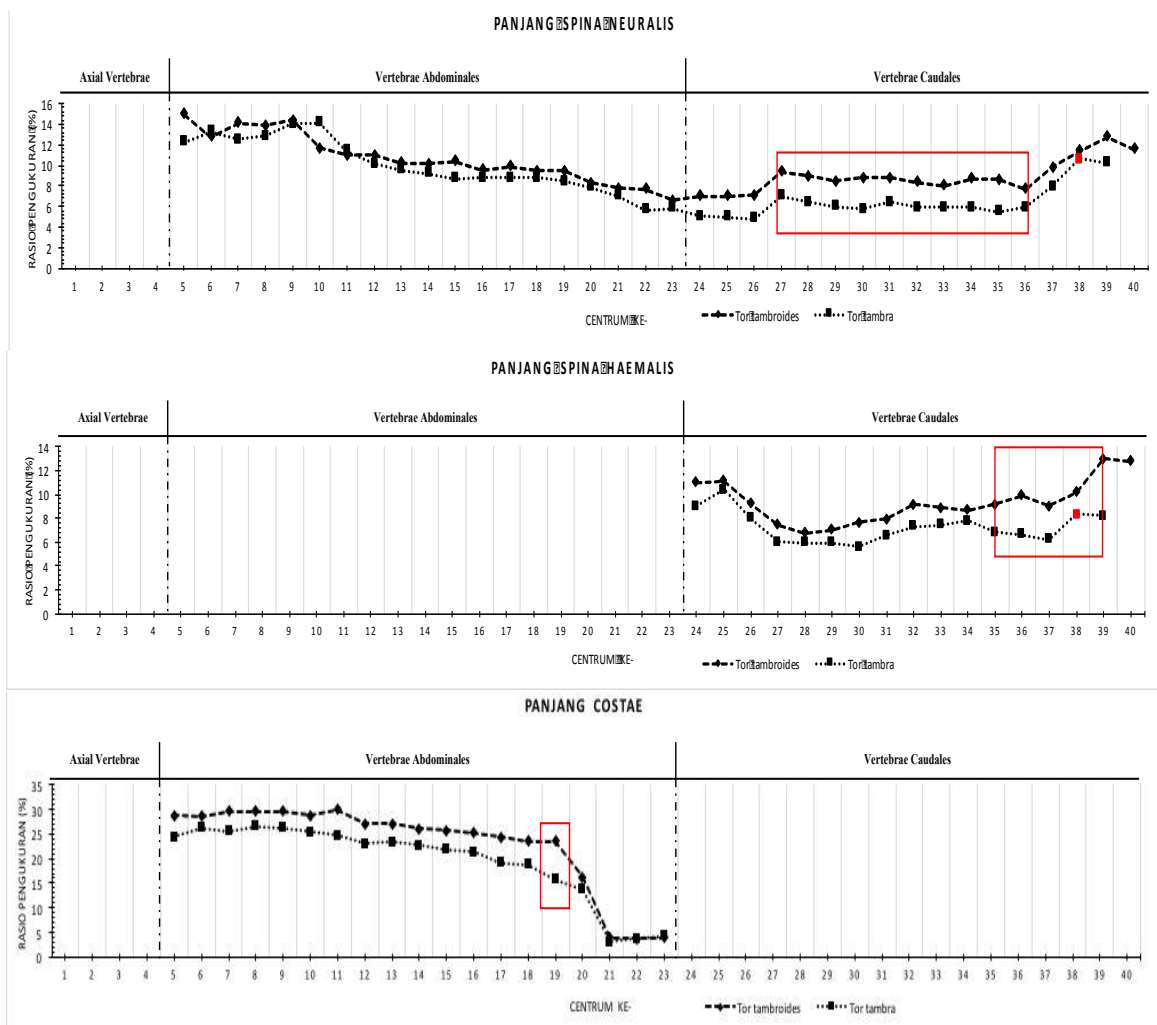
Komparasi morfometrik tulang belakang

Nisbah panjang, lebar, dan tinggi centrum pada *Tor tambroides* dan *Tor tamba* memiliki nilai yang berdekatan. Namun terdapat perbedaan morfometrik yang nyata pada centrum bagian *axial vertebrae*, anterior *vertebrae abdominales* dan posterior *vertebrae caudales* antara kedua jenis ikan (Gambar 6). Pada bagian *axial vertebrae*, anterior *vertebrae abdominales* dan posterior *vertebrae caudales*, *Tor tambroides* memiliki nisbah panjang, lebar dan tinggi centrum yang lebih besar dibandingkan dengan *Tor tamba*. Disparitas nisbah nisbah panjang centrum antara kedua ikan

berada pada kisaran 0,01%-0,58% dengan selisih tertinggi terdapat pada centrum keempat yaitu sebesar 0,58%. Disparitas nisbah lebar centrum tampak jelas mulai centrum pertama hingga centrum kelima dengan kisaran 1,00%-1,34%. Disparitas nisbah lebar centrum tertinggi terdapat pada centrum pertama yaitu sebesar 3,64% pada *Tor tambroides* dan 2,30% pada *Tor tamba* (selisih 1,34%). Identik dengan nisbah lebar centrum, disparitas tinggi centrum juga tampak jelas pada bagian anterior dan posterior dengan kisaran 0,46%-1,36%. Selisih nilai tertinggi terdapat pada centrum pertama yaitu sebesar 1,36%.

Tor tambroides dan *Tor tambra* memiliki pola *spina neuralis*, *spina haemalis* dan *costae* yang hampir sama. Pada kedua jenis ikan tersebut, nisbah *spina neuralis* cenderung menurun pada bagian posterior *vertebrae abdominales* dan anterior *vertebrae caudales*, akan tetapi kembali meningkat pada bagian posterior *vertebrae caudales* (Gambar 7). Meskipun demikian, *Tor tambroides* memiliki nilai nisbah *spina neuralis*, *spina haemalis* dan *costae* yang lebih besar di-bandingkan dengan *Tor tambra*. Disparitas nisbah panjang *spina neuralis* terlihat jelas mulai centrum ke-27 hingga centrum ke-36. Selisih nisbah panjang *spina neuralis*

tertinggi terdapat pada centrum ke-35 yaitu sebesar 3,11%. Perbedaan nisbah panjang *spina haemalis* pada *Tor tambroides* dan *Tor tambra* terlihat jelas pada bagian posterior *vertebrae caudales*, dengan selisih tertinggi terdapat pada centrum ke-39 yaitu sebesar 3,29%. Disparitas nisbah panjang *costae* pada *Tor tambroides* dan *Tor tambra* cenderung lebih sedikit teramati dibandingkan pada *spina neuralis* dan *spina haemalis*. Namun demikian, nilai selisih nisbah panjang *costae* pada kedua ikan tersebut lebih tinggi dibanding-kan *spina neuralis* dan *spina haemalis*, mencapai 7,74% pada centrum ke-19.



Gambar 7 Perbandingan nisbah panjang *spina neuralis*, *spina haemalis* dan *costae* *Tor tambroides* dan *Tor tambra*. Titik merah menunjukkan nilai nisbah *spina neuralis* dan *spina haemalis* posterior

Pembahasan

Kajian osteologi (tulang rangka) ikan telah menarik perhatian iktiologis sejak tahun 1770 (Arunkumar *et al.* 2018). Hingga saat ini, kajian osteologi ikan terus berkembang dan mendapat perhatian kalangan iktiologis dunia. Namun sayangnya, kajian osteologi ikan masih belum begitu populer di Indonesia. Menurut Jalili *et al.* (2015) kajian osteologi ikan berperan penting membantu memahami ekomorfologi dan hubungan filogenetik antarjenis ikan. Secara umum, tulang rangka pada ikan terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu tulang kepala (*ossa cranium*), tulang belakang (*ossa vertebrae*), dan tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) (Zulfahmi *et al.* 2019).

Tulang belakang merupakan kumpulan tulang penyusun sumbu tubuh ikan yang dapat dikelompokkan kedalam empat bagian utama yaitu *axial vertebrae* (termasuk diantaranya tulang weber), *vertebrae abdominales*, *vertebrae caudales* dan *urostylus*. Namun pada beberapa famili ikan seperti Carangidae (Jawad 2015), Neoceratodontidae (Johanson *et al.* 2005), Clupeidae (Miyashita 2010), Chanidae (Coburn & Chai 2003) bagian *axial vertebrae*-nya cenderung tidak berkembang, sehingga tulang belakangnya hanya dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu *vertebrae abdominales*, *vertebrae caudales*, dan *urostylus*.

Salah satu ciri utama tulang belakang ikan famili Cyprinidae yaitu berkembangnya bagian *axial vertebrae*. Bagian ini terdiri atas *os centrum*, *claustrum*, *dorsal costae*, *intercalarium*, *pleura costae*, *processus lateralis*, *scaphium*, *arcus neuralis*, *supraneuralis* dan *tripus*. *Tor tambroides* dan *Tor tambra* sama sama memiliki empat *os centrum* pada bagian ini di mana

pleura costae nya melekat pada *os centrum* ke empat. Dibandingkan dengan genus dari famili Cyprinidae lainnya, jumlah *os centrum* di bagian *axial vertebrae* dari genus *Tor* cenderung identik dengan genus *Barbus* (Jalili *et al.* 2015; Nikmehr *et al.* 2016), genus *Danio* (Sanger & McCune 2002), genus *Paedocypris* (Britz & Conway 2009). Namun demikian cenderung berbeda apabila dibandingkan dengan genus cyprinion dan capoeta yang hanya dilaporkan memiliki tiga *os centrum* pada bagian *axial vertebrae* (Nasri *et al.* 2013; Jawad & Alwan 2020).

Sanger & McCune (2002) mengungkapkan adanya variasi interspesifik yang tinggi pada morfologi tulang weber antarjenis ikan walaupun berada dalam satu genus yang sama. Hal ini kemudian menjadikan tulang weber menjadi salah satu parameter kunci dalam upaya mengklasifikasikan jenis ikan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan morfologi pada tulang *pleura costae*, *processus lateralis*, *claustrum*, *arcus neuralis* dan *intercalarium* antara *Tor tambroides* dan *Tor tambra*. Hal serupa juga dilaporkan terjadi pada ikan genus *Danio*. *Danio aequipinnatus*, *Danio devario*, *Danio kerri* dan *Danio pathirana* menunjukkan perbedaan morfologi tulang weber antara satu dan lainnya (Sanger & McCune, 2002).

Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya variasi morfologi tulang weber antarjenis ikan adalah perbedaan kondisi lingkungan (Bird & Hernandez 2007). Tulang weber mempunyai tiga fungsi utama yaitu sebagai penyokong gelembung renang, membantu memperkokoh tulang belakang, dan membantu pendengaran (Bird *et al.* 2020).

Gelembung renang memiliki peran penting terutama bagi ikan-ikan yang hidup di kolom air akan tetapi mencari makan di dasar perairan. Hal ini kemudian diduga menjadi salah satu faktor penyebab berkembangnya tulang weber pada *Tor tambroides* dan *Tor tambra*. Menurut Haryono & Subagja (2008), *Tor tambroides* dewasa umumnya memiliki habitat berupa lubuk sungai dengan lebar antara 15-20 m, panjang 20-60 m, arus tenang sampai lambat, kedalaman air >1,5 m, dasar perairan batuan, substrat tersusun dari pasir dan kerikil, warna air jernih, dan penutupan kanopi >75%. Sementara itu, *Tor tambra* dewasa cenderung mendiami habitat berupa sungai yang lebih dangkal, berarus deras dengan substrat berbatu (Muhtadi *et al.* 2017). Perbedaan kondisi habitat ini diduga menjadi salah satu penyebab terjadinya perbedaan morfologi tulang weber antara kedua jenis ikan tersebut. Meskipun demikian, penelitian lanjutan untuk memastikan hal ini masih perlu dilakukan.

Perbedaan morfologi tulang belakang *Tor tambroides* dan *Tor tambra* juga terdapat pada bagian posterior *vertebrae caudales* dan *urostylus*. Pada centrum ke-38, *Tor tambra* teramati memiliki dua *spina neuralis* dan dua *spina haemalis*, sedangkan *Tor tambroides* hanya memiliki masing masing satu *spina neuralis* dan *spina haemalis*. Bagian *urostylus* *Tor tambroides* terlihat memiliki ligamen yang lebih kokoh ditandai dengan tidak adanya foramen diantara *os hypural*. Menurut Costa (2012), morfologi bagian *urostylus* antar jenis ikan cenderung menunjukkan variasi, sehingga ikut menjadi parameter kunci dalam upaya klasifikasi ikan disamping tulang weber. Hasil penelitian Yadav *et al.* (2018) mengungkapkan adanya variasi pada tulang penyusun bagian

caudalis antarjenis ikan dalam genus *Labeo*, *Bangana*, dan *Neolisochilus*. Jawad & Alwan (2020) menyatakan bahwa perbedaan morfologi pada bagian caudal (termasuk *urostylus*) akan memengaruhi pergerakan dan akselerasi ikan.

Secara morfometrik, disparitas hasil pengukuran antara kedua jenis ikan juga terlihat nyata pada bagian *axial vertebrae* dan bagian posterior *vertebrae caudales*. Hal ini menegaskan bahwa variasi tulang belakang antar jenis ikan baik secara morfologi maupun morfometrik lebih banyak terjadi pada bagian *axial vertebrae*, dan bagian caudal (termasuk *urostylus*) (Bird & Hernandez 2007; Costa 2012). Lebih lanjut, *Tor tambroides* memiliki nilai nisbah centrum (panjang, lebar dan tinggi), *spina neuralis*, *spina haemalis* dan *costae* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Tor tambra*. Hal ini selanjutnya diduga akan menjadi salah satu faktor yang memengaruhi bentuk morfometrik tubuh ikan. Secara visual, *Tor tambroides* terlihat lebih lebar dibandingkan dengan *Tor tambra*. Namun demikian, untuk membuktikan hal tersebut, kajian lebih lanjut terkait komparasi morfometrik kedua jenis ikan tersebut masih perlu dilakukan.

Simpulan

Perbedaan morfologi antara tulang belakang *Tor tambroides* dan *Tor tambra* tampak pada bagian *axial vertebrae*, posterior *vertebrae caudales* dan *urostylus*. Pada bagian *axial vertebrae*, perbedaan morfologi tampak pada *pleura costae*, *processus lateralis*, *claustrum*, *arcus neuralis* dan *intercalarium*. Sementara itu, pada bagian posterior *vertebrae caudales* dan *urostylus* tampak pada *spina neuralis* dan *spina haemalis* di centrum terakhir serta adanya foramen diantara *os hypural*. Secara morfometrik,

tulang belakang *Tor tambroides* cenderung memiliki nilai nisbah centrum (panjang, lebar dan tinggi), *spina neuralis*, *spina haemalis* dan *costae* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Tor tambra*. Disparitas hasil pengukuran antara kedua jenis ikan terlihat cukup kentara pada bagian *axial vertebrae* dan bagian posterior *vertebrae caudales*. Penelitian lanjutan terkait korelasi morfologi tulang belakang dengan kondisi perairan kedua jenis ikan masih perlu dilakukan.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dasar Pengembangan Program Studi Tahun 2019 (Reg No. 191150000015621).

Daftar pustaka

- Akmal Y, Zulfahmi I, Saifuddin, F. 2018a. Karakteristik morfometrik dan skeleton ikan keureling (*Tor tambroides* Bleeker 1854). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 2(1): 35-44.
- Akmal Y, Zulfahmi I, Rahardjo MF. 2018b. Morphology of appendicular skeleton of the Thai mahseer's *Tor tambroides* (Bleeker, 1854). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(3): 261-274.
- Akmal Y, Zulfahmi I, Dhamayanti Y, Paujiah E. 2020. Osteocranium of *Tor tambroides* (Cypriniformes: Cyprinidae) from Tangse River, Aceh, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(2): 442-450.
- Arunkumar AA, Lakshmi NV, Manimekalan A. 2018. Osteological characterization of the genus *Puntius* (Teleostei: Cyprinidae) recorded from six river systems of southern Western Ghats, India. *Iranian Journal of Ichthyology*, 5(2): 139-166.
- Bird NC, Hernandez LP. 2007. Morphological variation in the weberian apparatus of Cypriniformes. *Journal of Morphology*, 268(9): 739-757.
- Bird NC, Richardson SS, Abels JR. 2020. Histological development and integration of the zebrafish Weberian apparatus. *Developmental Dynamics*. 249(1): 998-1017.
- Bogutskaya NG, Naseka AM, Golovanova IV. 2008. Descriptive osteology of *Gymnocorymbus ternetzi* (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Zoo-systematica Rossica*, 17(2): 111-128.
- Britz R, Conway KW. 2009. Osteology of *Paedocypris*, a miniature and highly developmentally truncated fish (Teleostei: Ostariophysi: Cyprinidae). *Journal of Morphology*, 270(4): 389 – 412.
- Coburn MM, Chai P. 2003. Development of the anterior vertebrae of *Chanos chanos* (Ostariophysi: Gonorynchiformes). *Copeia*, (1): 175-180.
- Costa WJEM. 2012. The caudal skeleton of extant and fossil cyprinodontiform fishes (Teleostei: Atherinomorpha): comparative morphology and delimitation of phylogenetic characters. *Vertebrate Zoology*, 62(2): 161-180.
- Dierickx K, Wouters W, Van Neer W. 2017. Comparative osteological study of three species of distinct genera of Haplotilapiini (Cichlidae). *Cybiurn*, 41(3): 223-235.
- Diogo R. 2008. *The Origin of Higher Clades, Osteology, Myology, Phylogeny and Evolution of Bony Fishes and the Rise of Tetrapods*. Science Publishers. USA. 396 p.
- Evans KM, Kim LY, Schubert BA, Albert JS. 2019. Ecomorphology of neotropical electric fishes: An integrative approach to testing the relationships between form, function, and trophic ecology. *Integrative Organismal Biology*, 1(1): 1-16.
- Haryono. 2017. Fauna ikan air tawar di perairan kawasan Gunung Sawal, Jawa Barat, Indonesia. *Berita Biologi*, 16(2): 147-156.
- Haryono, Subagja J. 2008. Populasi dan habitat ikan tambra, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) di perairan kawasan Pegunungan Muller Kalimantan Tengah. *Biodiversitas*, 9(4): 306-309.
- Haryono. 2006. Aspek biologi ikan tambra (*Tor tambroides* Bleeker, 1854) yang eksotik dan

- langka sebagai dasar domestikasi. *Biodiversitas*, 7(2): 195-198.
- Hilton EJ, Kley NJ. 2005. Osteology of the quillfish, *Ptilichthys goodei* (Perciformes: Zoarcoidei: Ptilichthyidae). *Copeia*, (3): 571-585.
- Howes GJ. 1982. Anatomy and evolution of the jaws in the semiplotine carps with a review of the genus *Cyprinion* Heckel, 1843 (Teleostei: Cyprinidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 42(4): 299-335.
- Jalili P, Eagderi S, Nikmehr N, Keivany Y. 2015. Descriptive osteology of *Barbus cyri* (Teleostei: Cyprinidae) from southern Caspian Sea basin. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2(2): 105 – 112.
- Jawad LA, Alwan N. 2020. Osteological characters to define six species of the *Capoeta damascina* species complex (Cypriniformes: Cyprinidae). *Journal of Ichthyology*, 60(2): 182-203.
- Jawad LA. 2015. Study of the vertebral column of the onion trevally, *Carangoides caeruleopinnatus* (Teleostei: Carangidae) collected from the Sea of Oman. *Italian Journal of Zoology*, 82(1): 41-47.
- Johanson Z, Sutija M, Joss J. 2005. Regionalization of axial skeleton in the lungfish *Neoceratodus forsteri* (Dipnoi). *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*, 304(3): 229-237.
- Kiat NC. 2004. *The kings of the rivers Mahseer in Malayan and the region*. Inter Sea Fishery. Selangor
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoat-modjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions Limited. Singapore
- Leprevost A, Sire JY. 2014. Architecture, mineralization and development of the axial skeleton in Acipenseriformes, and occurrences of axial anomalies in rearing conditions; can current knowledge in teleost fish help? *Journal of Applied Ichthyology*, 30(4): 767-776.
- Mafakheri P, Eagderi S, Farahmand H, Mousavi-Sabet H. 2015. Osteological structure of Kiabi loach, *Oxynoemacheilus kiabii* (Actinopterygii: Nemacheilidae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 1(3): 197 – 205.
- Miyashita T. 2010. Unique occipital articulation with the first vertebra found in pristigasterids, chirocentrids, and clupeids (Teleostei: Clupeiformes: Clupeoidei). *Ichthyological Research*, 57(2): 121-132.
- Muchlisin ZA, Azizah S. 2009. Diversity and distribution of freshwater fishes in Aceh waters, northern Sumatra Indonesia. *International Journal of Zoological Research*, 5(2): 62-79.
- Muhtadi A, Dhuha OR, Desrita D, Siregar T, Muammar M. 2017. Kondisi habitat dan keragaman nekton di hulu Daerah Aliran Sungai Wampu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(2): 90-99
- Nasri M, Keivany Y, Dorafshan S. 2013. Comparative osteology of lotaks, *Cyprinion kais* and *C. macrostomum* (Cypriniformes, Cyprinidae), from Godarkhosh River, western Iran. *Journal of Ichthyology*, 53(6): 455–463.
- Nikmehr N, Eagderi S, Jalili P. 2016. Osteological description of *Barbus lacerta* Heckel, 1843 (Cyprinidae) from Tigris basin of Iran. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4): 473–477.
- Rojo AL. 1991. *Dictionary of Evolutionary Fish Osteology*. CRC Press. 273 p.
- Sanger TJ, McCune AR. 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.
- Skonberg DI, Yogev L, Hardy RW, Dong FM. 1997. Metabolic response to dietary phosphorus intake in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 157(1): 11-24.
- Sukmono T, Solihin DD, Rahardjo MF, dan Affandi R. 2013. Iktiofauna di perairan hutan tropis dataran rendah, Hutan Harapan Jambi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(2): 161–174.
- Webb PW. 1975. Hydrodynamics and energetics of fish propulsion. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 190: 1-159.

- Widjaja EA, Rahayuningsih Y, Ubaidillah R, Maryanto I, Rahajoe JS. 2014. *Kekinian keanekaragaman hayati Indonesia 2014*. LIPI Press. Jakarta.
- Yadav KK, Pandit S, Singh SB, Dhanze R. 2018. Comparative osteology of caudal skeleton of some cyprinids from north-east, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4): 215-219.
- Zulfahmi I, Akmal Y, Batubara AS. 2018. The morphology of Thai mahseer's *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) axial skeleton (*ossa vertebrae*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(1): 35-44.
- Zulfahmi I, Akmal Y, Muliari. 2019. *Osteologi Ikan Keureling (Tor tambroides)*. IPB Press, Bogor. 107 p.

