

Morfologi tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854)

[Morphology of appendicular skeleton of the Thai mahseer's *Tor tambroides* (Bleeker, 1854)]

Yusrizal Akmal¹, Ilham Zufahmi^{2✉}, M. F. Rahardjo³

¹Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Jalan Almuslim, Matang Glumpang Dua, Peusangan, Kabupaten Bireuen, Aceh 24261

²Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Kota Pelajar dan Mahasiswa, Darussalam, Banda Aceh 23111

³Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-IPB
Jalan Agatis 1 Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 15 Agustus 2018; Disetujui: 9 Oktober 2018

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan morfologi tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling (*Tor tambroides* Bleeker, 1854). Contoh ikan diperoleh dari pedagang ikan di wilayah sungai Tangse Kabupaten Pidie dengan bobot 5 kg dan panjang 65 cm. Tahapan pembuatan preparat tulang dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim Kabupaten Bireuen, sedangkan identifikasi terminologi tulang anggota gerak ikan dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Program studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Pembuatan tulang anggota gerak dilakukan secara fisik dan kimiawi. Pemotretan setiap bagian tulang dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D* dan diolah dengan menggunakan *Adobe Photoshop CS3*. Penamaan setiap bagian tulang anggota gerak dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak setiap bagian tulang anggota gerak ikan yang telah diteliti sebelumnya, baik dari famili yang sama maupun dari famili yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling terdiri atas sepasang sirip dada (*pinna pectoralis*), sepasang sirip perut (*pinna pelvis*), sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*), dan sirip ekor (*pinna caudalis*). Karakteristik sirip ikan keureling relatif sama pada famili sejenis (*Cyprinidae*), namun terdapat perbedaan apabila dibandingkan dengan ikan dari famili lainnya (*Osphronemidae*, *Zaproridae*, dan *Tetraodontidae*).

Kata penting: *Tor tambroides*, *ossa appendicularis*, *pinna pectoralis*, *pinna pelvis*, *pinna dorsalis*, *pinna analis*, *pinna caudalis*

Abstract

This study aims to describe the appendicular skeleton morphology (*ossa appendicularis*) of Thai mahseer's (*Tor tambroides* Bleeker, 1854). The samples were obtained from fish traders in the Tangse River area of Pidie district, fish weight about 5 kg and length of 65 cm. The axial skeleton preparations conducted at the Laboratory of Mathematics and Natural Sciences, Almuslim University, Bireuen district. The skeleton terminology identification was done at Integrated Biology Laboratory, Biology Department, Faculty of Science and Technology, Ar-Raniry Islamic State University. The preparation of Thai mahseer's axial skeleton was done by physically and chemically processed. Axial skeleton was arranged into a single piece to analyze every part of it. Documentation every part of axial skeleton was using *Canon EOS 700D* camera and processed by *Adobe Photoshop CS3*. The structure of fish constituent was named based on some published papers. The results showed that appendicular skeleton of Thai mahseer belonging to a pair of pectoral fin (*pinna pectoralis*), a pair of abdominal fins (*pinna pelvis*), the dorsal fin (*pinna dorsalis*), anal fin (*pinna analis*) and the caudal fin (*pinna caudalis*). Thai mahseer has similar morphological characters of appendicular skeleton compared to its family (*Cyprinidae*) but has some difference when compared to other families (*Osphronemidae*, *Zaproridae*, dan *Tetraodontidae*).

Keywords: *Tor tambroides*, *ossa appendicularis*, *pinna pectoralis*, *pinna pelvis*, *pinna dorsalis*, *pinna analis*, *pinna caudalis*

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: ilhamgravel@yahoo.com

Pendahuluan

Tulang rangka pada ikan terdiri atas tiga bagian utama yaitu tulang tengkorak (*ossa cranium*), tulang belakang (*ossa vertebrae*), dan tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*). Tulang anggota gerak ikan tersusun dari sirip yang didukung elemen rangka dan dikendalikan oleh otot sirip (Hilton 2011). Tulang ini bertanggung jawab untuk menjaga akselerasi dan stabilitas ikan. Menurut Standen (2011), ikan menggantungkan pergerakan dan dorongannya pada sirip sekitar 20%. Umumnya ikan memiliki dua sirip berpasangan dan tiga sirip tunggal. Sirip berpasangan terdiri atas sirip dada (*pinna pectoralis*) dan sirip perut (*pinna pelvis*), sedangkan sirip tunggal terdiri atas sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*), dan sirip ekor (*pinna caudalis*).

Pengetahuan mengenai struktur dan fungsi sirip ikan diperlukan dalam rangka memahami cara ikan berakselerasi dan memelihara keseimbangan tubuhnya di dalam air (Drucker & Lauder 2000, Standen 2011). Ikan menggunakan sirip dada untuk menambah dorongan ke arah depan (Lauder *et al.* 2006) dan menjaga keseimbangan ketika ikan bergerak pada kecepatan tinggi (Aiello *et al.* 2018). Pada ikan *Lepomis macrochirus*, sirip dada juga berperan sebagai alat bantu navigasi dan mekanosensor untuk melewati rintangan yang terdapat didalam lingkungan hidupnya (Flammang & Lauder 2013). Sirip perut ikan *Oncorhynchus mykiss* memiliki peranan kinematika dalam menjaga kestabilan pada kecepatan rendah (Standen 2008). Sirip punggung dan sirip anal ikan berfungsi memelihara stabilitas, mempertahankan posisi tubuh, dan menambah gaya dorong yang berasal dari pergerakan otot di pangkal sirip punggung dan anal (Lauder & Madden 2007, Standen & Lauder 2007).

Sirip ekor memiliki daya dorongan optimal secara hidrodinamik yang dihasilkan oleh otot *longitudinalis hypochordal* (Lauder 2000; Flammang & Lauder 2016). Selain itu, bentuk sirip ekor juga dapat mengindikasikan kebiasaan berenang ikan. Sebagai contoh, ekor bercabang memungkinkan ikan untuk berenang pada kecepatan tinggi secara terus menerus (Aspinall & Cappello 2015). Bentuk sirip ekor ikan *Periophthalmus gracilis* merupakan modifikasi dari *os hypural*, *os epural*, dan *os uroneural* sehingga dapat diadaptasikan sebagai penyeimbang dan tumpuan ketika bergerak di darat (Susanto & Utari 2016).

Pada beberapa spesies ikan, bentuk sirip mengalami modifikasi dari bentuk umum dan mempunyai beberapa fungsi tambahan lain disamping sebagai alat gerak dan keseimbangan tubuh. Pada ikan *Gambusia affinis* jantan, jari-jari sirip anal ke 3, 4, dan 5 termodifikasi menjadi lebih panjang dan berfungsi sebagai alat penyalur sperma (gonopodium) (Ogino *et al.* 2004). Sirip anal pada ikan *Glyptothorax exodon* terletak cenderung mengarah ke arah ventral serta memiliki fungsi tambahan sebagai alat penempel (Ng & Rachmatika 2005).

Ikan keureling (*Tor tambroides*, Bleeker 1854) termasuk ke dalam kelompok *cyprinid* air tawar penting di wilayah perairan Indonesia dan Malaysia. Ikan ini hidup di perairan dengan beberapa karakteristik khusus seperti sedimen berupa pasir dan kerikil, tingkat kecerahan tinggi, kadar kekeruhan rendah dengan kecepatan arus sedang hingga tinggi (Haryono & Subagja 2008). Populasi ikan keureling saat ini sedang mengalami penurunan yang cukup drastis akibat tangkap lebih, kerusakan hutan, kegiatan antropogenik, fluktuasi debit air, dan alih fungsi lahan (Sikder *et al.* 2012, Ali *et al.* 2014). Ikan keureling juga telah terdaftar sebagai biota yang ter-

ancam punah sehingga berada dalam daftar merah *International Union for Conservation of Nature* (IUCN 1990).

Mayoritas penelitian ikan keureling masih mengarah pada upaya konservasi dan domestikasi (Haryono 2006). Tahapan domestikasi ikan ini telah dilakukan sejak tahun 1996 yang meliputi pengumpulan spesimen hidup, pembenihan, evaluasi pertumbuhan, karakterisasi genetik dan morfometrik. Sejauh ini informasi morfologi tulang rangka ikan keureling yang sudah pernah dilaporkan meliputi tulang rangka umum dan tulang belakang (Akmal *et al.* 2018; Zulfahmi *et al.* 2018), sedangkan informasi morfologi rangka anggota gerak masih belum dikaji secara utuh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis morfologi tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling (*Tor tambroides* Bleeker, 1854) melalui pendekatan komparasi osteologi baik yang berasal dari famili yang sama maupun berbeda.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari sampai dengan Mei 2018. Tahapan penelitian meliputi preparasi sampel, pembuatan preparat tulang anggota gerak dan identifikasi terminologi tulang anggota gerak. Tahapan pembuatan preparat tulang anggota gerak, dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim Kabupaten Bireuen, sedangkan identifikasi terminologinya dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Program studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Contoh ikan keureling yang digunakan pada penelitian ini berasal dari hasil tangkapan nelayan di wilayah sungai Tangse Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh. Jumlah ikan yang berhasil dikoleksi sebanyak satu ekor dalam keadaan mati

segar untuk selanjutnya diangkut ke laboratorium. Contoh ikan memiliki bobot 5 kg dengan panjang total 65 cm.

Pembuatan preparat tulang anggota gerak ikan keureling

Pembuatan preparat tulang anggota gerak dilakukan secara fisik dan kimiawi. Tahapan fisik diawali dengan pemisahan sirip dengan otot-otot yang melekat dengan menggunakan alat bedah minor. Sirip dada yang terletak di bagian posterior *ossa cranium* dibersihkan dan dipisahkan menggunakan scalpel dan pinset untuk kemudian dilakukan pemisahan otot-otot yang berada di daerah abdominal sehingga sirip dada dapat diangkat. Sirip perut dipisahkan dari otot-otot abdominal yang teletak pada bagian anterior dari anus.

Pemisahan sirip punggung yang terletak pada bagian dorsal tubuh ikan dilakukan secara hati-hati terutama pada bagian *pterygiophorus* yang bertautan langsung dengan *spina neuralis* dari *ossa vertebrae abdominalis*. Sirip anal yang terletak di bagian posterior anus dibersihkan dari otot yang melekat. Selanjutnya secara hati-hati dilepaskan bagian *pterygiophorus* yang bertautan dengan *spina haemalis* dari *ossa vertebrae caudalis*. Sirip ekor yang terletak di bagian posterior dari centrum terakhir dari *ossa vertebrae caudalis* dipisahkan dengan otot yang melekat untuk selanjutnya dibersihkan.

Sirip ikan yang telah terpisah selanjutnya direndam dengan air panas dengan suhu 80- 90°C hingga otot dan jaringan ikat melepuh dan berwarna putih matang. Perendaman air panas dilakukan secara perlahan agar tulang tidak rapuh. Otot ikan yang masih tersisa dibersihkan dengan menggunakan sikat halus.

Tahapan kimiawi diawali dengan merendam sirip ke dalam formalin 10% selama tujuh

hari. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi perbusukan pada tulang-tulang rawan. Selanjutnya dilakukan perendaman dalam larutan etanol 100% selama 24 jam guna menghilangkan air dan sisa lemak yang melekat pada tulang (Taylor & Van Dyke 1985). Preparat tulang anggota gerak hasil pengawetan dijemur di bawah sinar matahari selama tujuh hari. Setelah melewati proses penjemuran, tulang anggota gerak akan berwarna putih dan kaku. Pembersihan preparat tulang anggota gerak dilakukan menggunakan sikat dengan bulu halus untuk kemudian dilapisi dengan cat *spray pilox clear transparan* dan dijemur kembali selama tiga hari. Apabila ada potongan tulang anggota gerak yang terlepas, ditempel dengan menggunakan perekat pada sendi asalnya. Preparat sirip dimasukkan ke dalam wadah, diikat dan direkat agar tidak lepas.

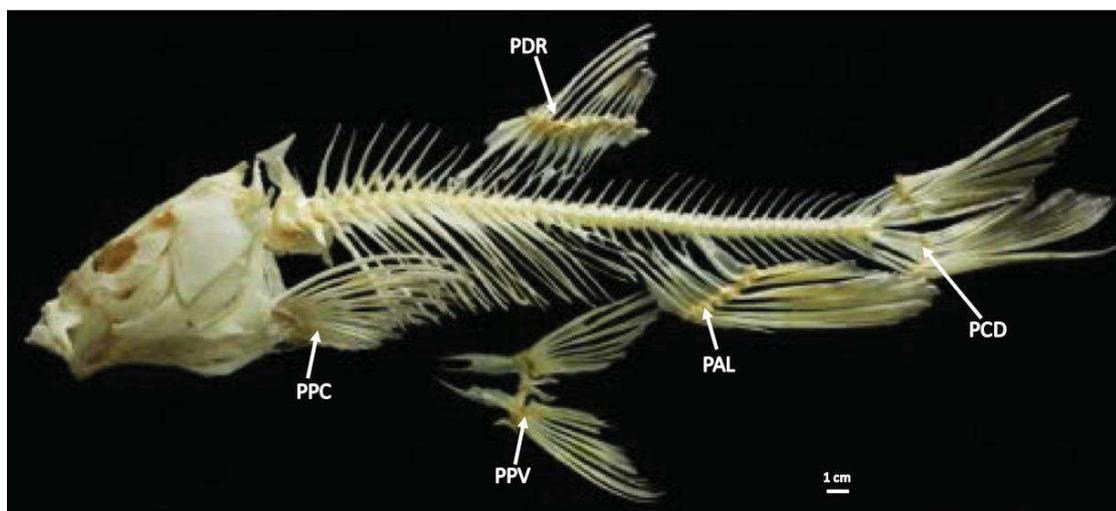
Identifikasi terminologi anggota gerak

Tulang anggota gerak yang telah bersih dirangkai menjadi satu kesatuan untuk dianalisis setiap bagian-bagiannya. Pemotretan setiap bagian tulang anggota gerak dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D*. Gambar

yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Adobe Photoshop CS3*. Penamaan setiap bagian tulang anggota gerak dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak dari setiap bagian tulang anggota gerak ikan yang telah diteliti sebelumnya oleh Lepiksaar (1994), Hilton dan Stevenson (2013), Jalili *et al* (2015a), Jalili *et al* (2015b), dan Nasri *et al*. (2016). Semua hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar.

Hasil

Tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling terdiri atas sepasang sirip dada (*pinna pectoralis*), sepasang sirip perut (*pinna pelvis*), sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*) dan sirip ekor (*pinna caudalis*). Sirip dada terletak pada bagian posterior dari *ossa operculum* dengan posisi latero-ventral dari tulang belakang (*ossa vertebrae*). Sirip punggung terletak pada bagian dorsal, sedangkan sirip perut dan sirip anal terletak pada bagian ventral. Sirip ekor terletak pada bagian posterior dari tulang belakang (*ossa vertebrae*) (Gambar 1).

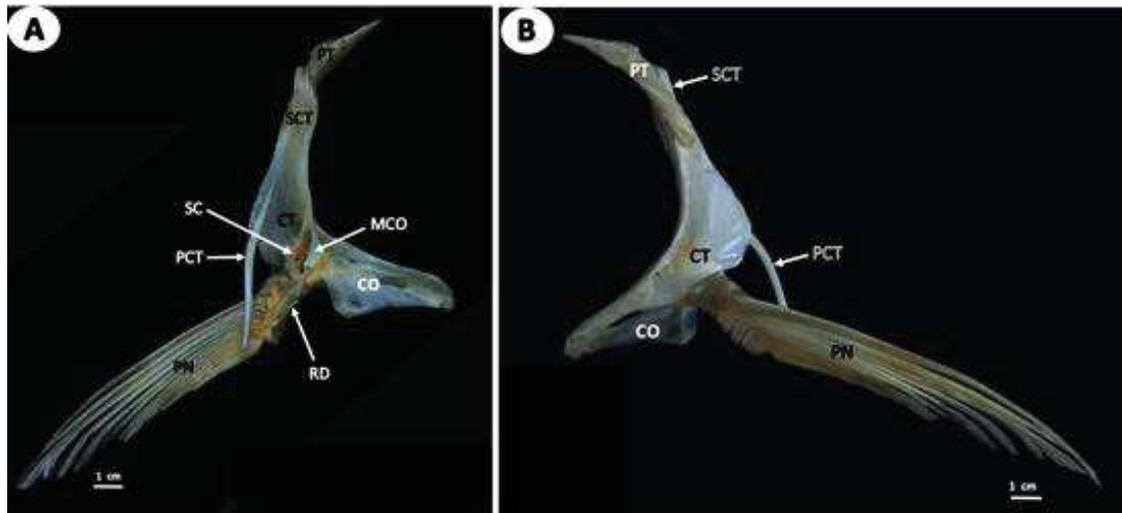


Gambar 1. Tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling tampak lateral. Keterangan: *Pinna pectoralis* (PPC); *Pinna pelvis* (PPV); *Pinna dorsalis* (PDR); *Pinna analis* (PAL); dan *Pinna caudalis* (PCD). Skala bar: 1 cm

Sirip dada

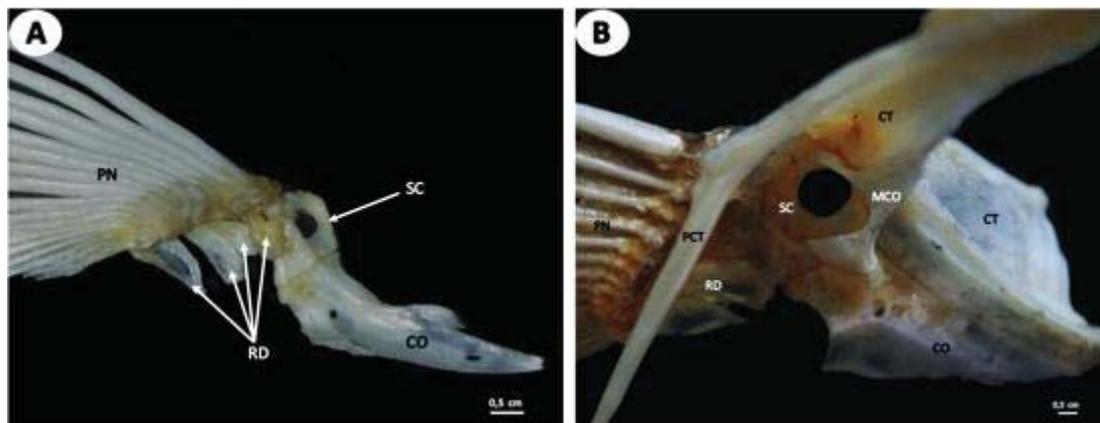
Sirip dada (*pinna pectoralis*) ikan keureling tersusun dari *os cleithrum*, *os supracleithrum*, *os coracoid*, *os mesocoracoid*, *os scapula*, *os posttemporalis*, *os supratemporalis*, *os radiale* dan *pinnae* (Gambar 2A). Sirip ini terletak pada daerah posterior dari *operculum* dan menempel langsung dengan *os posttemporalis*. Pada bagian ventral, sirip dada menempel dengan *os cranium* melalui *ligamentum intercalaris*.

Os cleithrum merupakan bagian dari sirip dada dengan ukuran terbesar serta memiliki bentuk menyerupai huruf J (Gambar 2B). Bagian lekuk ventralnya lebih lebar daripada bagian anterior. Tulang ini berfungsi sebagai area menempelnya *os coracoid*, *os scapula* serta otot pada sirip dada. *Os supracleithrum* merupakan bagian dari *os cleithrum* yang berhimpitan dengan bagian dorsal *os epiotik* dari *os cranium*.



Gambar 2. Morfologi sirip dada ikan keureling tampak medial (A) dan tampak lateral (B).

Keterangan: *Os coracoid* (CO); *Os mesocoracoid* (MCO); *Os radiale* (RD); *Os scapula* (SC); *Pinnae* (PN); *Os posttemporalis* (PT); *Os postcleithrum* (PCT); *Os supracleithrum* (SCT); *Os cleithrum* (CT). Skala bar: 1 cm



Gambar 3. Morfologi sirip dada ikan keureling tampak dorsal (A dan B)

Keterangan: *Os coracoid* (CO); *Os mesocoracoid* (MCO); *Os radiale* (RD); *Os scapula* (SC); *Pinnae* (PN); *Os postcleithrum* (PCT); *Os cleithrum* (CT). Skala bar: 0,5 cm

Os coracoid dan *os mesocoracoid* terletak menempel pada bagian ventral dari *os cleithrum*. *Os coracoid* merupakan tulang sejati yang memiliki bentuk menyerupai segitiga dengan ujung yang runcing (Gambar 3A). Pada bagian posterior, tulang ini berhubungan langsung dengan *os mesocoracoid*. Terdapat lubang (*foramen scapularis*) pada bagian lateral dari *os coracoid*.

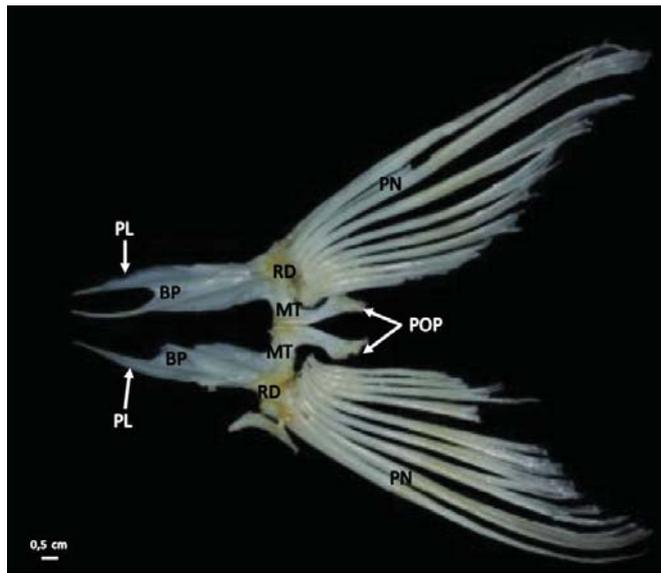
Os scapula terletak mengelilingi *foramen scapularis* serta terhubung dengan *pinnae* pertama (terletak paling atas). *Os radiale* adalah tulang yang menghubungkan *os scapula* dengan *pinnae* (Gambar 3B). Sirip dada ikan keureling memiliki empat *os radiale* dimana *os radiale* pertama memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan *os radiale* berikutnya. *Os radiale* pertama berfungsi sebagai penopang jari – jari sirip dada. Jari – jari sirip dada (*pinnae*) ikan keureling berjumlah 16 cabang. Jari sirip pertama memiliki ukuran lebih panjang dengan bentuk lebih melengkung dibandingkan jari sirip lainnya.

Sirip perut

Sirip perut (*pinna pelvis*) terletak di antara

ujung *os costae* 7 dan 8 di daerah ventral dari perut (abdominalis). Sirip ini tersusun dari sepasang *os basipterygium* yang berfungsi mendukung otot-otot abdominalis. Pada bagian anterior, *os basipterygium* berhubungan dengan *os pterygium*, sedangkan pada bagian posterior berhubungan dengan *os radiale* (Gambar 4). *Os basipterygium* tidak melekat langsung dengan *ossa axial vertebrae* pada bagian abdominalis.

Pada bagian anterior dari *os basipterygium* terdapat celah yang bagian dasarnya berbentuk seperti lengkungan. *Os pterygium lateralis* mempunyai jumlah sepasang dengan bentuk meruncing dan terletak di sisi lateral dari *os basipterygium*. Pada bagian posterior dari *os basipterygium* terdapat sepasang *os metapterygium* dan *processus posterior*. *Os radiale* pada sirip perut tersusun dari tiga tulang yang berukuran kecil yang terletak pada bagian posterior dari *os basipterygium* dan berfungsi sebagai penopang sembilan jari-jari sirip perut (*pinnae*). Jari sirip perut pertama ikan keureling memiliki ukuran yang lebih panjang dan lebih melengkung dibandingkan dengan jari-jari sirip perut berikutnya.



Gambar 4. Morfologi sirip perut ikan Keureling yang tampak ventral.

Keterangan: *Processus posterior* (POP); *Os metapterygium* (MT); *Os basipterygium* (BP); *Os pterygium lateralis* (PL); *Os radiale* (RD); *Pinnae* (PN). Skala bar: 0,5 cm

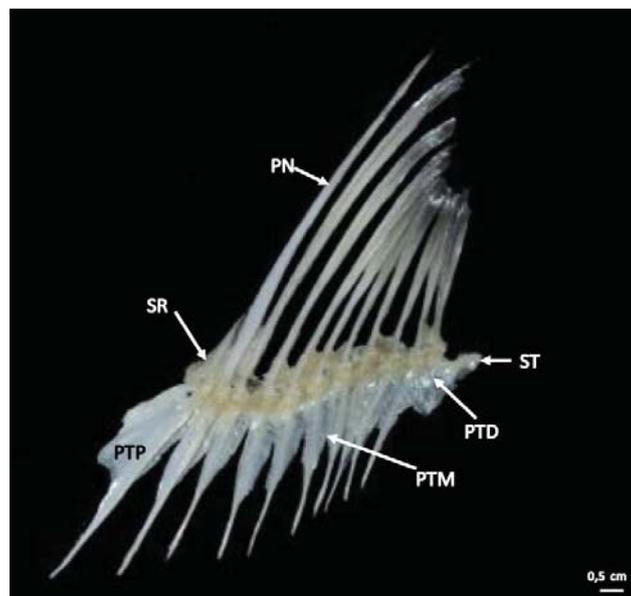
Sirip punggung

Sirip punggung (*pinna dorsalis*) ikan keureling terletak di antara *spina neuralis* 10 dan 11 dari *ossa vertebrae abdominalis*. Sirip punggung tersusun dari sepuluh jari-jari sirip (*pinnae*), sembilan *os supraneuralis*, *stay* dan sepuluh *os pterygiophorus* (Gambar 5). *Os pterygiophorus* terbagi atas tiga bagian utama yaitu *os pterygiophorus proximalis*, *os pterygiophorus medialis* dan *os pterygiophorus distalis*.

Os pterygiophorus proximalis pertama memiliki ukuran terbesar dan berfungsi menopang jari – jari sirip punggung. Bagian ventral dari *os pterygiophorus proximalis* melekat langsung (berhimpitan) dengan *ossa vertebrae abdominalis* pada bagian *spina neuralis*. *Os pterygiophorus medialis* ikan keureling berjumlah delapan tulang dan terletak diantara *os pterygiophorus proximalis* dan *os pterygiophorus distalis*. Tulang-tulang ini memiliki ukuran yang lebih kecil daripada *os pterygiophorus proximalis* dan

lebih panjang daripada *os pterygiophorus distalis*. *Os pterygiophorus distalis* terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* dan memiliki ukuran yang lebih lebar dibandingkan *os pterygiophorus* lainnya.

Stay merupakan tulang kecil berbentuk meruncing yang terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* serta tidak berhubungan langsung dengan jari – jari sirip punggung. Tulang ini memiliki ukuran terkecil dibandingkan dengan tulang penyusun sirip punggung lainnya. Sembilan *os supraneuralis* terletak pada bagian ventral dari jari – jari sirip punggung dan melekat kuat dengan *os pterygiophorus*. *Os supraneuralis* pertama memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan *os supraneuralis* lainnya. Jari sirip punggung pertama ikan keureling memiliki ukuran yang lebih panjang dan bentuk yang lebih bulat dibandingkan dengan jari- jari sirip punggung lainnya.



Gambar 5. Morfologi sirip punggung ikan keureling tampak lateral

Keterangan: *Os pterygiophorus medialis* (PTM); *Os pterygiophorus proximalis* (PTP); *Os pterygiophorus distalis* (PTD); *Os supraneuralis* (SR); *Pinnae* (PN); *Stay* (ST). Skala bar: 0,5 cm.

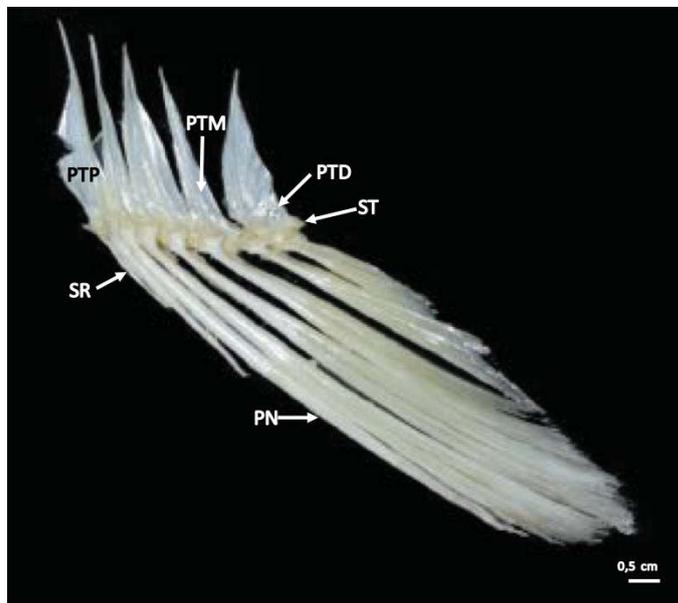
Sirip anal

Sirip anal (*pinna analis*) ikan keureling terletak pada centrum ke 25 dan 26 dari *ossa vertebrae caudalis*. Sirip ini tersusun dari lima *os pterygiophorus*, sembilan jari-jari sirip (*pinnae*), delapan *os supraneuralis* dan *stay* (Gambar 6). Sama seperti sirip punggung, *os pterygiophorus* sirip anal terdiri atas tiga bagian yaitu *os pterygiophorus proximalis*, *os pterygiophorus medialis* dan *os pterygiophorus distalis*.

Os pterygiophorus proximalis pertama memiliki ukuran terpanjang dan berfungsi mendukung jari – jari sirip anal. Bagian dorsal dari *os pterygiophorus proximalis* melekat langsung (berhimpitan) dengan *ossa vertebrae caudalis* lebih tepatnya pada bagian *spina haemalis*. *Os pterygiophorus medialis* sirip anal ikan keureling berjumlah tiga tulang di mana *os pterygiophorus medialis* kedua memiliki ukuran yang lebih besar

dan lebar dibandingkan dengan *os pterygiophorus medialis* lainnya. *Os pterygiophorus distalis* sirip anal terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* dan memiliki ukuran yang lebih lebar dibandingkan *os pterygiophorus* lainnya.

Stay sirip anal terletak pada bagian posterior dari *os pterygiophorus* serta memiliki ukuran terkecil dibandingkan dengan tulang penyusun sirip anal lainnya. Delapan *os supraneuralis* terletak pada bagian dorsal dari jari – jari sirip dan melekat kuat dengan *os pterygiophorus*. *Os supraneuralis* pertama memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan *os supraneuralis* lainnya. Jari sirip anal pertama dan kedua ikan keureling mengalami rudimenter (tidak berkembang). Jari sirip anal kelima memiliki ukuran terpanjang dan terlebar, sedangkan jari sirip anal kesembilan memiliki ukuran yang terpendek.



Gambar 6. Morfologi sirip anal ikan keureling.
Keterangan: *Os pterygiophorus medialis* (PTM); *Os pterygiophorus proximalis* (PTP), *Os pterygiophorus distalis* (PTD), *Os supraneuralis* (SR), *Pinnae* (PN). Skala bar: 0,5 cm

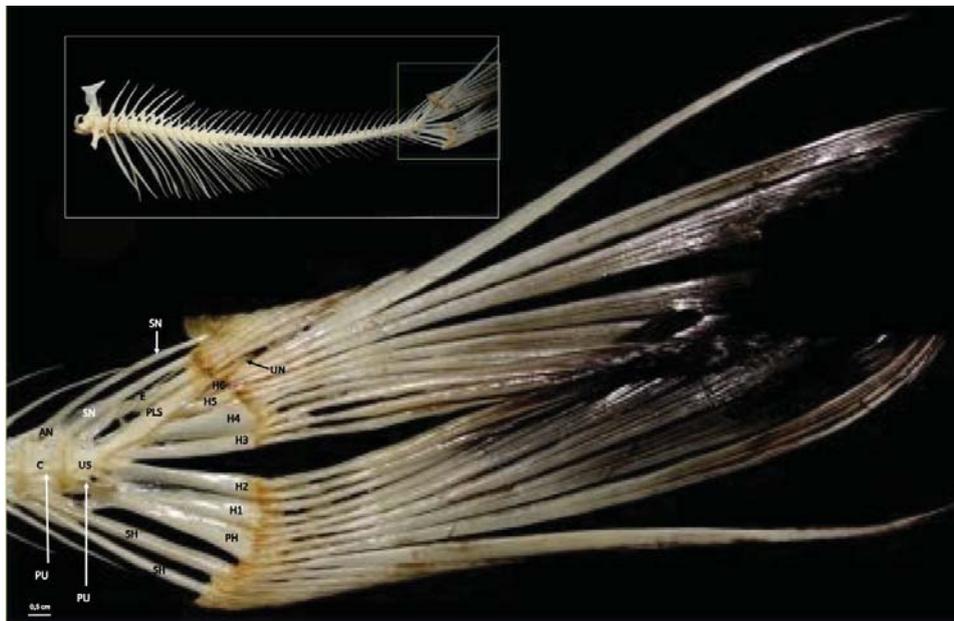
Sirip ekor

Sirip ekor (*pinna caudalis*) ikan keureling merupakan bagian dari *ossa urostylus* yang tersusun dari 31 jari – jari sirip ekor (*pinnae*), enam *os hypural*, *os parhypural*, *os pleurostylus*, *os epural*, *os uroneuralis* dan *os preural* (Gambar 7). *Os hypural* membagi sirip ekor menjadi dua bagian yaitu bagian ventral dan bagian dorsal. Bagian ventral tersusun dari *os hypural* pertama dan ke dua, sedangkan bagian dorsal tersusun dari *os hypural* ketiga hingga keenam. *Os hypural* keempat memiliki ukuran yang terbesar, sedangkan *os hypural* keenam memiliki ukuran terkecil. *Os hypural* pertama terletak menempel pada *os parhypural*, *os hypural* kedua terletak menempel pada *ossa urostylus*, sedangkan *os hypural* ketiga hingga keenam terletak menempel pada *os pleurostylus*.

Os parhypural terletak berhimpitan dengan bagian ventral dari *os hypural* pertama. Tulang ini memiliki ukuran terbesar jika dibandingkan dengan tulang – tulang penyusun sirip ekor

yang berada pada bagian ventral. *Os pleurostylus* menyatu kokoh dengan *ossa urostylus* dan terletak mengarah miring ke dorso-posterior. *Os uroneuralis* terletak pada bagian posterior dari *os pleurostylus* diapit oleh jari-jari sirip ekor ke 26 dan ke 27.

Bagian anterior dari *os epural* menempel dengan *ossa urostylus*, sedangkan bagian ventralnya menempel dengan bagian *os pleurostylus*. Bagian posterior tulang ini berfungsi sebagai penyokong jari-jari sirip ekor. *Os preural* terletak berhimpitan dengan bagian ventral dari *ossa urostylus*. Terdapat faramen pada bagian dorsal dari *os preural* yang dilengkapi dengan adanya lekukan kearah transversal. Jari – jari sirip ekor ikan keureling memiliki bentuk semilunaris dengan ukuran jari -jari sirip terpanjang terdapat pada ujung bagian dorsal dan ventral. Sebanyak 14 jari-jari sirip ekor melekat pada *os hypural*, tujuh pada *spina haemalis*, empat pada *os parhypural*, tiga pada *spina neuralis*, dua pada *os epural* dan satu pada *os pleurostylus*.



Gambar 7. Morfologi sirip ekor ikan keureling tampak lateral

Keterangan: *arcus neuralis* (AN); *Centrum* (C); *Os epural* (E); *Os hypural* (H); *Os parhypural* (PH); *Os pleurostylus* (PLS); *Os preural urostylus* (PU); *spina haemalis* (SH); *spina neuralis* (SN); *Os uroneuralis* (UN); *Ossa urostylus* (US). Skala bar: 0,5 cm

Pembahasan

Sirip merupakan alat gerak utama pada ikan dalam melakukan manuver di dalam air. Selain itu, sirip dari sumbu aksial ikan juga dapat digunakan sebagai sumber data untuk identifikasi, gambaran tingkah laku serta perkembangan evolusi pembentukan anggota gerak dan sistem lokomotor pada ikan (Drucker dan Lauder 2001, Tanaka *et al.* 2002, Yamanoue *et al.* 2010). Ikan keureling memiliki dua sirip berpasangan (sirip dada & sirip perut) dan tiga sirip tunggal (sirip punggung, sirip anal dan sirip ekor). Komposisi sirip ikan keureling relatif sama dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae lainnya, seperti *Alburnus amirkabiri* (Jalili *et al.* 2015a), *Barbus cyri* (Jalili *et al.* 2015b), dan *Ischikauia steenackeri* (Takeuchi & Hosoya 2011).

Ikan keureling memiliki komposisi sirip yang berbeda jika dibandingkan dengan ikan dari famili lainnya. Ikan famili Cichlidae (seperti ikan *Amphilophus citrinellus* dan *Oreochromis lorenzoi*) memiliki sirip dada yang terletak sejajar dengan sirip perut, sedangkan sirip dorsalnya memiliki jumlah jari-jari sirip yang lebih banyak dan terletak di sepanjang tubuh bagian dorsal (Carnevale *et al.* 2003 & Klingenberg *et al.* 2003). Selain itu, ikan famili Osphronemidae, Zaproridae, dan Tetraodontidae cenderung tidak memiliki sirip perut (Hilton & Stevenson 2013, Yamanoue *et al.* 2010, Al-Janabi 2017). Menurut Aguilar-Medrano *et al.* (2013), komposisi sirip suatu jenis ikan merupakan hasil dari evolusi yang terjadi dalam rangka proses adaptasi terhadap perubahan lingkungan hidupnya.

Tulang penyusun sirip dada ikan keureling memiliki komposisi yang relatif sama dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti ikan *Alburnus amirkabiri*, namun terdapat perbedaan jika dibandingkan dengan *Barbus cyri* dan *Barbus lacerta* (Jalili *et al.* 2015a). *Os*

cleithrum pada *Barbus cyri* cenderung kurang berkembang jika dibandingkan dengan *os cleithrum* ikan keureling (Jalili *et al.* 2015b), sedangkan pada ikan *Barbus lacerta*, *os cleithrum* mengalami perkembangan berupa benjolan di bagian posterior (Nikmehr *et al.* 2016). Dibandingkan dengan famili ikan lainnya, *os cleithrum* pada ikan *Alestes stuhmannii* dari famili Alestidae memiliki bentuk lebih besar dengan sudut yang jelas serta dilengkapi dengan tiga *os postcleithrum* (Murray 2004). *Os supra-cleithrum* pada ikan keureling relatif sama dengan ikan famili Cyprinidae, yaitu terletak di bagian dorsal dari *epiotik* dan bagian ventral dari *os cleithrum*. Beberapa ikan dari famili Alestidae seperti ikan *Alestes stuhmannii* memiliki ukuran *os supra-cleithrum* yang lebih panjang dibandingkan ikan keureling (Murray 2004).

Jumlah *os radiale* ikan keureling relatif sama dengan ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti pada *Barbus cyri* & *Barbus lacerta* (Jalili *et al.* 2015b, Nikmehr *et al.* 2016). Ikan *Alestes stuhmannii* dari famili Alestidae memiliki bentuk *os radiale* yang lebih panjang, lebih ramping dengan jumlah lebih banyak dibandingkan ikan keureling (Murray 2004). Jumlah jari-jari sirip dada ikan keureling lebih banyak dibandingkan dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae. Ikan *Alburnus amirkabiri* memiliki berjumlah 12 jari-jari sirip dada, sedangkan ikan *Cyprinion kais* dan *Cyprinion macrostomum* berjumlah 10 – 15 jari-jari sirip dada (Nasri *et al.* 2013; Jalili *et al.* 2015a). Ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae memiliki 14 jari-jari sirip dada (Carnevale *et al.* 2003), sedangkan ikan *Alestes stuhmannii* dari famili Alestidae memiliki 13 – 17 jari-jari sirip dada (Murray 2004).

Tulang penyusun sirip perut ikan keureling relatif sama dengan ikan famili Cyprinidae lainnya, walaupun demikian *Os basipterygium*

ikan keureling memiliki ukuran lebih besar dibandingkan pada ikan *Alburnus amirkabiri* (Jalili et al. 2015a). Dibandingkan dengan famili lainnya, *os basipterygium* pada ikan *Alestes stuhlmannii* dari famili Alestidae memiliki bentuk lebih bulat dengan sudut tumpul pada bagian anterior serta tidak terdapat celah berbentuk leng-kungan seperti halnya pada ikan keureling (Murray 2004). Menurut Britz & Conway (2009), ukuran *os basipterygium* pada genus *Paedocypris* dapat digunakan untuk membedakan ikan betina dan ikan jantan. Ikan jantan memiliki ukuran *os basipterygium* yang lebih besar.

Os radiale sirip perut ikan keureling memiliki bentuk relatif sama dengan ikan *Barbus cyri* dari famili Cyprinidae dimana tersusun dari tiga tulang berukuran kecil yang terletak pada bagian posterior dari *os basipterygium* dan berfungsi sebagai penopang jari-jari sirip perut (Jalili et al. 2015b). Pada ikan *Oxynoemacheilus kiabii* famili Nemacheilidae, *os radiale* cenderung berbentuk lebih bulat (Mafakheri et al. 2014). Ikan keureling memiliki jari-jari sirip perut yang lebih panjang dibandingkan dengan ikan *Oxynoemacheilus kiabii* dari famili Nemacheilidae dan ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae dimana masing-masing memiliki tujuh dan enam cabang jari-jari sirip perut (Carnevale et al. 2003, Mafakheri et al. 2014).

Sirip punggung (*pinna dorsalis*) ikan keureling terletak di antara *spina neuralis* ke 10 dan ke 11 dari *ossa vertebrae abdominalis*. *Os pterygiophorus* pertama memiliki ukuran terbesar dan berfungsi menopang jari-jari sirip punggung yang tidak bercabang (Jalili et al. 2015a). Jumlah *os pterygiophorus* sirip punggung ikan keureling identik dengan ikan *Cyprinion milesi* (Nasri et al. 2016). Walaupun berasal dari famili yang sama, ikan *Cyprinion kais* dan *Cyprinion macro-*

stomum yang memiliki jumlah *os pterygiophorus* yang lebih banyak (Nasri et al. 2013).

Ikan keureling memiliki jumlah *os pterygiophorus* sirip punggung yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae yang memiliki 26 tulang (Carnevale et al. 2003). Sirip punggung ikan keureling tersusun dari 10 jari – jari sirip. Jumlah jari-jari sirip punggung ikan keureling lebih banyak dibandingkan dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae seperti Ikan *Alburnus amirkabiri* yang memiliki sembilan jari-jari sirip punggung (Jalili et al. 2015a).

Sirip anal ikan keureling terletak pada lokasi yang sama dengan ikan *Barbus cyri* dari famili Cyprinidae yaitu pada centrum ke 28 dari *ossa vertebrae caudalis* (Jalili et al. 2015b). Jumlah *os pterygiophorus* ikan keureling lebih sedikit jika dibandingkan dengan ikan *Cyprinion milesi* dari famili Cyprinidae dan ikan *Oreochromis lorenzoi* dari famili Cichlidae yaitu masing-masing sebanyak delapan dan 12 tulang (Carnevale et al. 2003 & Nasri et al. 2016). Jari-jari sirip anal ikan keureling memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae seperti Ikan *Alburnus amirkabiri* yang memiliki 11 jari-jari sirip punggung (Jalili et al. 2015a).

Tulang penyusun sirip ekor ikan keureling relatif sama dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti ikan *Ischikauia steenackeri*, *Alburnus amirkabiri*, *Cyprinion milesi* dan *Barbus cyri* (Takeuchi & Hosoya 2011, Jalili et al. 2015a, Jalili et al. 2015b, Nasri et al. 2016). Walaupun demikian ikan *Barbus cyri* memiliki ukuran *os hypural* yang lebih besar dibandingkan dengan *os parhypural*, berbanding terbalik dengan yang dimiliki oleh ikan keureling. Ikan keureling memiliki jumlah jari-jari sirip ekor yang lebih banyak dibandingkan

ikan *Petrocephalus simus* (famili Mormyridae) dan lebih rendah dari ikan *Oreochromis lorenzoi* (famili Cichlidae) (Hilton 2002, Carnevale *et al.* 2003).

Jari-jari sirip ekor ikan keureling terbagi ke dalam dua bagian yaitu jari-jari sirip ventral dan jari-jari sirip dorsal dengan sudut yang runcing. Menurut Lauder (2000) fungsi jari-jari sirip ekor bagian ventral lebih dinamis dibandingkan bagian dorsal. Bentuk sirip ekor yang runcing disertai jari-jari yang panjang pada ikan keureling menandakan bahwa ikan tersebut mampu berenang dalam kecepatan tinggi (Walker & Westneat 2002). Sirip ekor merupakan salah satu tulang yang memiliki variasi tinggi antarspesies dibandingkan tulang tulang penyusun anggota tubuh lainnya.

Secara umum, ikan keureling memiliki dua sirip berpasangan (sirip dada dan sirip perut) dan tiga sirip tunggal (sirip punggung, sirip anal dan sirip ekor). Sirip dada dan perut ikan keureling berfungsi menambah dorongan ke arah depan dan menjaga keseimbangan ketika ikan bergerak pada kecepatan tinggi dan rendah. Sirip ekor ikan keureling berfungsi sebagai sumber utama dorongan ke arah depan, sedangkan sirip punggung dan sirip anal berfungsi memelihara stabilitas, mempertahankan posisi tubuh, serta ikut menambah gaya dorong.

Simpulan

Tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan keureling terdiri atas sepasang sirip dada (*pinna pectoralis*), sepasang sirip perut (*pinna pelvis*), sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*) dan sirip ekor (*pinna caudalis*). Karakteristik sirip ikan keureling relatif sama pada famili sejenis (Cyprinidae), namun terdapat perbedaan apabila dibandingkan dengan

ikan dari famili lainnya (Osphronemidae, Zaproridae, dan Tetraodontidae).

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula 2018 (SK No.0045/E3/LL/2018).

Daftar pustaka

- Aguilar-Medrano R, Frederich B, Balart EF, de Luna E. 2013. Diversification of the pectoral fin shape in damselfishes (Perciformes, Pomacentridae) of the Eastern Pacific. *Zoomorphology*, 132(2): 197-213.
- Aiello BR, Hardy AR, Cherian C, Olsen AM, Ahn SE, Hale ME, Westneat MW. 2018. The relationship between pectoral fin ray stiffness and swimming behavior in Labridae: insights into design, performance and ecology. *Journal of Experimental Biology*, 221(1): jeb 163360
- Al-Janabi MIG. 2017. A Comparison between *Tilapia zilli* (Gervais, 1748) (Perciformes: Cichlidae) and common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae) by Staining Bone Technique. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(6): 459-467.
- Akmal Y, Zulfahmi I, Saifuddin F. 2018. Karakteristik morfometrik dan skeleton ikan keureling (*Tor tambroides* Bleeker 1854). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 2(1): 35-44
- Ali S, Barat A, Kumar P, Sati J, Kumar R, Haldar RS. 2014. Study of length- weight relationship and condition factor for the golden mahseer, *Tor puttiara* from Himalayan rivers from India. *Journal of Environmental Biology*, 35(1): 225-228.
- Aspinall V, Cappello M. 2015. *Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology*. Elsevier Health Sciences. 252 p
- 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.
- Cardeira J, Valles R, Dionisio G, Estevez A, Gisbert E, Pousao-Ferreira P, Cancela ML, Gavaia PJ. 2012. Osteology of the axial and appendicular skeletons of the meagre *Argyrosomus regius* (Sciaenidae) and early skeletal development at two rearing facilities. *Journal of Applied Ichthyology*, 28(12): 464-470.
- Carnevale G, Sorbini C, Landini W. 2003. *Oreochromis lorenzoi*, a new species of tilapiine cichlid from the late Miocene of central Italy. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23(3): 508-516.
- Desvignes T, Carey A, Postlethwait JH. 2018. Evolution of caudal fin ray development and caudal fin hypural diastema complex in spotted gar, teleosts, and other neopterygian fishes. *Developmental Dynamics*, 247(6): 832-853.
- Drucker EG, Lauder GV. 2000. A hydrodynamic analysis of fish swimming speed: wake structure and locomotor force in slow and fast labriform swimmers. *Journal of Experimental Biology*, 203(1): 2379-2393.
- Drucker EG, Lauder GV. 2001. Locomotor function of the dorsal fin in teleost fishes: experimental analysis of wake forces in sunfish. *Journal of Experimental Biology*, 204(17): 2943-2958.
- Flammang BE, Lauder GV. 2013. Pectoral fins aid in navigation of a complex environment by bluegill sunfish under sensory deprivation conditions. *Journal of Experimental Biology*, 216: 3084-3089.
- Flammang BE, Lauder GV. 2016. Functional morphology and hydrodynamics of backward swimming in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Zoology*, 119(5): 414-420.
- 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, Stevenson DE. 2013. Osteology of the prowlfish, *Zaprora silenus* (Cottiformes: Zoarcoidei: Zaproridae). *Journal of morphology*, 274(10): 1143-1163.
- Hilton EJ. 2002. Comparative osteology and phylogenetic systematics of fossil and living bony-tongue fishes (Actinopterygii, Teleostei, *Osteoglossomorpha*). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 137(1): 1-100.
- Hilton EJ. 2011. Bony fish skeleton. In: Farrell A. P. (ed.) *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment, volume 1*. Academic Press, San Diego. pp 434-448
- IUCN. 1990. *IUCN red list of threatened animal*. IUCN, Gland and Cambridge.
- Jalili P, Eagderi S, Nasri M, Mousavi-Sabet H. 2015a. Descriptive osteology study of *Alburnus amirkabiri* (Cypriniformes: Cyprinidae), a newly described species from namak lake basin, central of Iran. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 13(4): 51-62.
- Jalili P, Eagderi S, Nikmehr N, Keivany Y. 2015b. Descriptive osteology of *Barbus cyri* (Teleostei: Cyprinidae) from southern Caspian Sea basin. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2(2): 105-112.
- Klingenberg CP, Barluenga M, Meyer A. 2003. Body shape variation in cichlid fishes of the *Amphilophus citrinellus* species complex. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80(3): 397-408.
- Lauder G V. 2000. Function of the caudal fin during locomotion in fishes: Kinematics, flow visualization, and evolutionary patterns. *Integrative and Comparative Biology*, 40(1):101-122.
- Lauder GV, Madden PGA. 2007. Fish locomotion: kinematics and hydrodynamics of flexible foil-like fins. *Experiments in Fluids*, 43(5): 641-653.
- Lauder, GV, Madden PG, Mittal R, Dong H, Bozkurtas M. 2006. Locomotion with flexible propulsors: I. Experimental analysis of pectoral fin swimming in sunfish. *Bioinspiration & Biomimetics*, 1(4): S25-S34.
- Lepiksaar J. 1994. *Introduction to osteology of fishes for paleozoologists* (3rd edition). Göteborg. 96 p.

- Mafakheri P, Eagderi S, Farahmand H, Mousavi-Sabet H. 2014. Osteological structure of Kiabi loach, *Oxynoemacheilus kiabii* (Actinopterygii: Nemacheilidae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 1(3): 197-205.
- Murray AM. 2004. Osteology and morphology of the characiform fish *Alestes stuhlmannii* (Alestidae) from the Rufiji River basin, East Africa. *Journal of Fish Biology*, 65(5): 1412-1430.
- 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.
- Nasri M, Eagderi S, Farahmand H. 2016. Descriptive and comparative osteology of Bighead Lotak, *Cyprinion milesi* (Cyprinidae: Cypriniformes) from southeastern Iran. *Vertebrate-Zoology*, 66(3): 251-260
- Ng HH & Rachmatika I. 2005. *Glyptothorax exodon*, A New Species of Rheophilic Catfish From Borneo (Teleostei: Sisoridae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 53(2): 251-255
- 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.
- Ogino Y, Katoh H, Yamada G. 2004. Androgen dependent development of a modified anal fin, gonopodium, as a model to understand the mechanism of secondary sexual character expression in vertebrates. *Federation of European Biochemical Societies Letters*, 574: 119 – 126.
- Rojo AL. 1991. *Dictionary of Evolutionary Fish Osteology*. Boca Raton, Florida. CRC Press. 273p.
- Sikder MT, Yasuda M, Yustiwati, Syawal SM, Saito T, Tanaka S, dan Kurasaki M. 2012. Comparative assesment on water quality in the major rivers of Dhaka and West Java. *International Journal of Environmental Protection (IJEP)*, 2(4): 8-13.
- Standen EM, Lauder GV. 2007. Hydrodynamic function of dorsal and anal fins in brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Journal of Experimental Biology*, 210(1): 325-339
- Standen EM. 2008. Pelvic fin locomotor function in fishes: three-dimensional kinematics in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Experimental Biology*, 211: 2931-2942.
- Standen EM. 2011. *Buoyancy, Locomotion, and Movement in Fishes, Paired Fin Swimming*. Elsevier Inc, McGill University, Canada. 564 p.
- Susanto G N, Utari FR. 2016. Struktur Skeleton Sirip Kaudal Kompleks *Periophthalmus gracilis*. *Biogenesis*, 4(1): 29 – 33.
- Takeuchi H, Hosoya K. 2011. Osteology of *Ischikauia steenackeri* (Teleostei: Cypriniformes) with comments on its systematic position. *Ichthyological Research*, 58(1):10-18.
- Tanaka M, Münsterberg A, Anderson WG, Prescott AR, Hazon N, Tickle C. 2002. Fin development in a cartilaginous fish and the origin of vertebrate limb. *Nature*, 416(6880): 527-531.
- Taylor WR, Van Dyke CC. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybiurn* 9(2): 107–119.
- Walker JA, Westneat MW. 2002. Performance limits of labriform propulsion and correlates with fin shape and motion. *Journal of Experimental Biology*, 205: 177–187.
- Yamanoue Y, Setiamarga DHE, Matsuura K. 2010. Pelvic fins in teleosts: structure, function and evolution. *Journal of Fish Biology*, 77(6): 1173-1208.
- Zulfahmi I, Akmal Y, Batubara AS. 2018. Morfologi tulang belakang (*ossa vertebrae*) ikan keureling, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 139-149.