

No. Reg: 191150000015621

## LAPORAN PENELITIAN



### KOMPARATIF OSTEOLOGI DARI IKAN KEURELING, *Tor tambroides* (Bleeker 1854) DAN *Tor tambra* (Valenciennes 1842) YANG HIDUP DI PERAIRAN ACEH

#### Ketua Peneliti

**Ilham Zulfahmi, M. Si**

NIDN: 1316078801

ID Peneliti: 131607880113000

#### Anggota:

1. Yusrizal Akmal
2. M.Radhi

Kategori Penelitian	Penelitian Dasar Pengembangan Program Studi
Bidang Ilmu Kajian	Sains dan Teknologi
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2019

PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
OKTOBER 2019

**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M UIN AR-RANIRY  
TAHUN 2019**

1. a. Judul Penelitian : Komparatif Osteologi dari Ikan Keureling, *Tor Tambroides* (Bleeker, 1854) dan *Tor Tambda* (Valenciennes, 1842) yang Hidup di Perairan Aceh
- b. Kategori Penelitian : Penelitian Dasar Pengembangan Program Studi
- c. No. Registrasi : 191150000015621
- d. Bidang Ilmu yang diteliti : Ekologi Perairan
  
2. Peneliti/Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Ilham Zulfahmi, M. Si
  - b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
  - c. NIP :
  - d. NIDN : 1316078801
  - e. NIPN (ID Peneliti) : 131607880113000
  - f. Pangkat/Gol. : III/b
  - g. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - h. Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi/ Biologi
  
  - i. Anggota Peneliti 1  
Nama Lengkap : drh. Yusrizal Akmal, M.Si.  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Fakultas/Prodi : Pertanian/ Budidaya Perairan
  
  - j. Anggota Peneliti 2  
Nama Lengkap : M. Radhi  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi/ Biologi
  
3. Lokasi Penelitian : Banda Aceh, Bireuen, Calang
4. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) Bulan
5. Th Pelaksanaan Penelitian : 2019
6. Jumlah Biaya Penelitian : Rp. 25.000.000
7. Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry B. Aceh Tahun 2019
8. *Output* dan *Outcome* Penelitian : a. Laporan Penelitian; b. Publikasi Ilmiah; c. HKI

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan  
LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

Banda Aceh, 30 Oktober 2019  
Peneliti,

**Dr. Muhammad Maulana, M. Ag.**  
NIP. 197204261997031002

**Ilham Zulfahmi, M. Si**  
NIDN. 1316078801

Menyetujui:  
Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

**Prof. Dr. H. Warul Walidin AK., MA.**  
NIP. 195811121985031007

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : Ilham Zulfahmi, M. Si  
NIDN : 1316078801  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat/ Tgl. Lahir : Bireuen/ 16 Juli 1988  
Alamat : Gampong Beurawe, Banda Aceh  
Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi/Biologi

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang berjudul: "Komparatif Osteologi dari Ikan Keureling, *Tor Tambroides* (Bleeker 1854) dan *Tor Tambra* (Valenciennes 1842) yang Hidup di Perairan Aceh" adalah benar-benar Karya asli saya yang dihasilkan melalui kegiatan yang memenuhi kaidah dan metode ilmiah secara sistematis sesuai otonomi keilmuan dan budaya akademik serta diperoleh dari pelaksanaan penelitian yang dibiayai sepenuhnya dari DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2019. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalamnya, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 30 oktober 2019  
Saya yang membuat pernyataan,  
Ketua Peneliti,

Ilham Zulfahmi, M. Si  
NIDN. 1316078801

# KOMPARATIF OSTEOLOGI DARI IKAN KEURELING, *Tor tambroides* (Bleeker 1854) DAN *Tor tambra* (Valenciennes 1842) YANG HIDUP DI PERAIRAN ACEH

**Ketua Peneliti:**

Ilham Zulfahmi

**Anggota Peneliti:**

Yusrizal Akmal; M.Radhi

## Abstrak

*Tor tambroides* dan *Tor tambra* merupakan dua jenis ikan dari genus *Tor* yang dominan ditemukan di perairan Aceh. Meskipun demikian, penelitian terhadap jenis ikan ini masih terbatas pada bidang domestikasi, ekologi dan konservasi habitat. Sejauh ini, informasi terkait osteologi (morfologi rangka) dari kedua jenis ikan ini masih belum diungkap. Oleh karenanya penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara utuh perbedaan anatomi morfologi tulang rangka *Tor tambroides* dan *Tor tambra*. *Tor tambroides* dikoleksi dari kawasan perairan Sungai Tangse Kabupaten Pidie, sedangkan *Tor tambra* direncanakan dikoleksi dari kawasan perairan sampoinet, Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh. Pembuatan preparat tulang rangka ikan dilakukan secara fisik dan kimiawi. Penamaan setiap bagian tulang rangka dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak dari setiap bagian tulang rangka ikan yang telah diteliti sebelumnya, baik dari famili yang sama maupun dari famili yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Tor tambroides* dan *Tor tambra* memiliki beberapa perbedaan karakteristik morfometrik meliputi panjang kepala, lebar kepala, jarak antar mata, panjang moncong, panjang sungut dan panjang sungut moncong. Secara umum dapat disimpulkan bahwa *Tor tambroides* memiliki rasio kepala yang lebih besar dibandingkan dengan *Tor tambra*. Berdasarkan morfologi tulang kepala, *Tor tambra* cenderung memiliki tulang tulang pendukung penglihatan yang lebih berkembang dibandingkan dengan *Tor tambroides*. Secara kuantitatif, *Tor tambroides* memiliki pola rasio *os costale* yang hampir serupa. Walaupun demikian, *Tor tambroides* memiliki nilai rasio *os costale* yang lebih tinggi dibanding *Tor tambra*.

**Kata Kunci:** *Osteologi; Cranial; Axial Vertebrae; Ossa Apendicularis*

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Komparatif Osteologi dari Ikan Keureling, *Tor tambroides* (Bleeker 1854) dan *Tor tambra* (Valenciennes 1842) yang Hidup di Perairan Aceh”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ibu Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
4. Bapak Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
5. Ibu Ketua Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
6. Ketua Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim;

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal yang baik.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin.*

Banda Aceh, 28 Oktober 2019

Ketua Peneliti,

**Ilham Zulfahmi**

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian .....	3
C. Luaran Penelitian .....	3
<b>BAB II : LANDASAN TEORI</b>	
A. Klasifikasi dan Morfologi ikan Tor.....	4
B. Morfologi Skeleton Ikan .....	6
<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b>	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	9
B. Preparasi Contoh Ikan .....	9
C. Pembuatan Preparat Tulang Rangka Ikan .....	9
D. Identifikasi terminologi dan komparasi tulang rangka ikan .....	11
<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Karakteristik Morfometrik Ikan Keureling .....	13
B. Osteologi Ikan Keureling.....	16
C. Morfologi Tulang Kepala Ikan Keureling .....	20
D. Morfologi Tulang Belakang Ikan Keureling .....	37
E. Morfologi Tulang Anggota Gerak Ikan Keureling .....	50
<b>BAB V : PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan.....	68
B. Saran-saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENELITI</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Nilai karakter tradisional morfometrik dari <i>Tor tambroides</i> dan <i>Tor tambra</i> ).....	15
Tabel 4.2. Terminologi dan Tulang - Tulang Penyusun Tulang Kepala <i>Tor tambroides</i> dan <i>Tor tambra</i> .....	20

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Tor tambroides</i> (Bleeker 1854), Skala bar: 1 cm.....	4
Gambar 2.2 <i>Tor tambra</i> (Valenciennes 1842), Skala bar: 1 cm.....	5
Gambar 2.3. Terminologi skeleton ikan tampak lateral. Skala bar: 1 cm (Akmal <i>et al.</i> , 2018) .....	8
Gambar 3.1 Tahapan pembuatan preparat tulang secara fisik .....	10
Gambar 3.2 Proses Pengeringan tulang.....	10
Gambar 3.3 Proses pemotretan skeleton dengan pembanding mistar.....	11
Gambar 3.4. Acuan petunjuk mengenai penyajian tata letak tulang ikan Keureling .....	12
Gambar 4.1 Karakter Morfometrik Ikan Keureling yang diukur .....	14
Gambar 4.2 Morfologi tulang belakang ikan <i>Tor tambra</i> (atas) dan <i>Tor tambroides</i> (bawah). Keterangan: <i>Pinna pectoralis</i> (PPC); <i>Pinna pelvis</i> (PPV); <i>Pinna dorsalis</i> (PDR); <i>Pinna analis</i> (PAL); dan <i>Pinna caudalis</i> (PCD). Skala bar: 1 cm.....	18
Gambar 4.3. Morfologi <i>ossa neurocranii Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah) tampak dari dorsal. Keterangan: EPO: <i>os epoticum</i> ; ETL: <i>os ethmoideum lateralis</i> ; EXO: <i>os exoccipitale</i> ; FR: <i>os frontale</i> ; NAS: <i>os nasale</i> ; PETL: <i>processus ethmoidalis lateralis</i> ; PET: <i>os preethmoideum</i> ; PR: <i>os parietale</i> ; PSPL: <i>processus spenoticum lateralis</i> ; PTR: <i>os pteroticum</i> ; SET: <i>os supraethmoideum</i> ; SO: <i>os supraorbitale</i> ; SOC: <i>os supraoccipitale</i> . Skala bar: 1 cm.....	22
Gambar 4.4. Morfologi <i>ossa neurocranium Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah) tampak dari lateral. Keterangan: BO: <i>os basioccipitale</i> ; EPO: <i>os epoticum</i> ; EXO: <i>os exoccipitale</i> ; FR: <i>os frontale</i> ; MET: <i>os mesethmoideum</i> ; NAS: <i>os nasale</i> ; OS: <i>os orbitosphenoideum</i> ; PETL: <i>processus ethmoideum lateralis</i> ; PET: <i>os preethmoideum</i> ; PM: <i>processus masticatori</i> ; PR: <i>os parietale</i> ; PRO: <i>os prooticum</i> ; PS: <i>os parasphenoideum</i> ; PTR: <i>os pteroticum</i> ; PTS: <i>os pterosphenoideum</i> ; SO: <i>os supraorbitale</i> ; VO: <i>os vomerale</i> . Skala bar: 1 cm.....	24

- Gambar 4.5. Morfologi wilayah *ossa infraorbitalia Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari lateral. Keterangan: IO 1: *os infraorbitale 1*; IO 2: *os infraorbitale 2*; IO 3: *os infraorbitale 3*; IO 4: *os infraorbitale 4*; IO 5: *os infraorbitale 5*; IO 6: *os infraorbitale 6*; Skala bar: 0,5 cm..... 26
- Gambar 4.6. Morfologi wilayah *olfactorius (etmoidal) Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari anterior. Keterangan: ETH: *os ethmoideum lateralis*; FNAS: *foramen nasalis*; FR: *os frontale*; MET: *os mesethmoideum*; NAS: *os nasale*; PET: *os preethmoideum*; PETL: *processus ethmoideum lateralis*; SET: *os supraethmoideum*; SO: *os supraorbitale*. Skala bar: 0,5 cm. .... 28
- Gambar 4.7. Morfologi *ossa neurocranium Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari ventral. Keterangan: BO: *os basioccipitale*; ETL: *os ethmoideum lateralis*; EXO: *os exoccipitale*; FR: *os frontale*; FST: *foramen subtemporalis*; OS: *os orbitosphenoideum*; PETL: *processus ethmoideum lateralis*; PM: *processus masticatori*; PPTR: *processus pteroticum*; PRO: *os prooticum*; PS: *os parasphenoideum*; PSPL: *processus sphenoticum lateralis*; PTR: *os pteroticum*; PTS: *os pterosphenoideum*; SO: *os supraorbitale*; SP: *os sphenoticum*; VO: *os vomerale*. Skala bar: 1 cm. .... 29
- Gambar 4.8. Morfologi *ossa neurocranium Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) yang tampak dari posterior. Keterangan: BO: *os basioccipitale*; EPO: *os epoticum*; EXO: *os exoccipitale*; FM: *foramen magnum*; FOL: *foramen occipitale lateral*; PPTR: *processus pteroticum*; PTR: *os pteroticum*; SOC: *os supraoccipitale*. Skala bar: 0,5 cm..... 30
- Gambar 4.9. Morfologi *os maxillare* dan *os premaxillare Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari lateral (kiri), posterior (kanan). Keterangan: *os kinethmoideum*; MX: *os maxillare*; MXD: *os maxillaris dorsal*; PAA: *os processus ascending anterior*; PAR: *os processus ascending rostral*; PMAL: *os processus maxillaris ascending lateral*; PMD: *os processus maxillaris descending*; PMDS: *os processus*

	<i>maxillaris distal</i> ; PMX: <i>os premaxillare</i> . Skala bar: 0,5 cm. ....	32
Gambar 4.10.	Morfologi <i>ossa splanchnocranii Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah) terdiri dari <i>arcus mandibular</i> , <i>arcus mandibular ventral</i> dan <i>arcus hyoideus</i> yang tampak dari medial. Keterangan: AN: <i>os angulo-articulare</i> ; APL: <i>os autopalatinum</i> ; CM: <i>os coronomeckeli</i> ; DN: <i>os dentale</i> ; ECT: <i>os ectopterygoideum</i> ; END: <i>os endopterygoideum</i> ; HY: <i>os hyomandibulare</i> ; IOP: <i>os interoperculum</i> ; MTP: <i>os metapterygoideum</i> ; OP: <i>os operculum</i> ; OPJ: <i>os operculare joint</i> ; PCR: <i>os processus coronoideus</i> ; PO: <i>os processus opercular</i> ; POP: <i>os preoperculum</i> ; QD: <i>os quadratum</i> ; RA: <i>os retroarticulare</i> ; SOP: <i>os suboperculum</i> ; SYM: <i>os symplecticum</i> . Skala bar: 1 cm .....	34
Gambar 4.11.	Morfologi wilayah <i>arcus branchial</i> ikan <i>Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah) tampak dari dorsal. Keterangan: BB: <i>ossa basibranchialia</i> ; BH: <i>os basihyale</i> ; CB: <i>ossa ceratobranchialia</i> ; EB: <i>ossa epibranchialia</i> ; HB: <i>ossa hypobranchialia</i> ; PB: <i>ossa pharyngobranchialia</i> ; RCB: <i>raker ceratobranchialia</i> . Skala bar: C: 0,5 cm. ....	36
Gambar 4.12	Morfologi tulang belakang ikan <i>Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah).....	38
Gambar 4.13.	<i>Ossa axial vertebrae</i> dan <i>ossa abdominalis vertebrae Tor tambroides</i> tampak lateral (kiri), <i>ossa axial vertebrae</i> dan <i>ossa abdominalis vertebrae Tor tambroides</i> tampak dorsal (kanan). SPN: <i>supraneural</i> , AN: <i>arcus neural</i> , DC: <i>dorsal costae</i> , PL: <i>processus lateralis</i> , SC: <i>scaphium</i> , IN: <i>Intercalarium</i> , TR: <i>tripus</i> , SP: <i>suspensorium</i> , CL: <i>claustrum</i> , CT: <i>costae</i> , PC: <i>pleura costae</i> , C: <i>centrum</i> ; Skala Bar: 0,5 cm. ....	39
Gambar 4.14.	<i>Ossa axial vertebrae</i> dan <i>ossa abdominalis vertebrae Tor tambra</i> tampak lateral (kiri), <i>ossa axial vertebrae</i> dan <i>ossa abdominalis vertebrae Tor tambroides</i> tampak dorsal (kanan). SPN: <i>supraneural</i> , AN: <i>arcus neural</i> , DC: <i>dorsal costae</i> , PL: <i>processus lateralis</i> , SC: <i>scaphium</i> , IN: <i>Intercalarium</i> , TR: <i>tripus</i> ,	

SP: <i>suspensorium</i> , CL: <i>claustrum</i> , CT: <i>costae</i> , PC: <i>pleura costae</i> , C: <i>centrum</i> ; Skala Bar: 0,5 cm. ....	39
Gambar 4.15. Rasio Tinggi centrum pada <i>Tor tambroides</i> dan <i>Tor tambra</i>	40
Gambar 4.16 <i>Os costale</i> ketujuh <i>Tor tambroides</i> . Keterangan: SN: <i>spinal neural</i> ; AN: <i>arcus neuralis</i> ; CN: <i>canalis neuralis</i> ; ZG: <i>zygopophysis</i> ; C: <i>centrum</i> . Skala bar: 0,5 cm .....	42
Gambar 4.17 <i>Os costale</i> ketujuh <i>Tor tambra</i> . Keterangan: SN: <i>spinal neural</i> ; AN: <i>arcus neuralis</i> ; CN: <i>canalis neuralis</i> ; ZG: <i>zygopophysis</i> ; C: <i>centrum</i> . Skala bar: 0,5 cm .....	42
Gambar 4.18. Rasio <i>os costale</i> pada <i>Tor tambroides</i> dan <i>Tor tambra</i> . ....	43
Gambar 4.19. Rasio <i>spina neuralis</i> pada <i>Tor tambroides</i> dan <i>Tor tambra</i> ....	46
Gambar 4.20. Rasio <i>spina haemalis</i> pada <i>Tor tambroides</i> dan <i>Tor tambra</i> . ...	46
Gambar 4.21 <i>Os vertebrae caudales</i> ke-1 (Kiri) dan <i>Os vertebrae caudales</i> ke-16 (kanan) <i>Tor tambroides</i> . SN: <i>spina neuralis</i> ; AN: <i>arcus neuralis</i> ; CN: <i>canalis neuralis</i> ; ZG: <i>zygopophysis</i> ; AH: <i>arcus haemalis</i> ; SH: <i>spina haemalis</i> ; C: <i>centrum</i> . Skala bar: 0,5 cm .....	48
Gambar 4.22 <i>Os vertebrae caudales</i> ke-1 (Kiri) dan <i>Os vertebrae caudales</i> ke-16 (kanan) <i>Tor tambra</i> . SN: <i>spina neuralis</i> ; AN: <i>arcus neuralis</i> ; CN: <i>canalis neuralis</i> ; ZG: <i>zygopophysis</i> ; AH: <i>arcus haemalis</i> ; SH: <i>spina haemalis</i> ; C: <i>centrum</i> . Skala bar: 0,5 cm .....	49
Gambar 4.23 Morfologi sirip dada <i>Tor tambroides</i> tampak medial (bawah) dan tampak lateral (atas). Keterangan: <i>Os coracoideum</i> (CO); <i>Os mesocoracoideum</i> (MCO); <i>Os radiale</i> (RD); <i>Os scapula</i> (SC); <i>Pinnae</i> (PN); <i>Os posttemporale</i> (PT); <i>Os postcleithrum</i> (PCT); <i>Os supracleithrum</i> (SCT); <i>Os cleithrum</i> (CT). Skala Bar: 1 cm.	53
Gambar 4.24 Morfologi sirip dada <i>Tor tambra</i> tampak medial (bawah) dan tampak lateral (atas). Keterangan: <i>Os coracoideum</i> (CO); <i>Os mesocoracoideum</i> (MCO); <i>Os radiale</i> (RD); <i>Os scapula</i> (SC); <i>Pinnae</i> (PN); <i>Os posttemporale</i> (PT); <i>Os postcleithrum</i> (PCT); <i>Os supracleithrum</i> (SCT); <i>Os cleithrum</i> (CT). Skala Bar: 1 cm.	54
Gambar 4.25. Morfologi sirip dada <i>Tor tambroides</i> tampak dorsal. Keterangan: <i>Os coracoid</i> (CO); <i>Os mesocoracoid</i> (MCO); <i>Os radiale</i> (RD); <i>Os scapula</i> (SC); <i>Pinnae</i> (PN); <i>Os postcleithrum</i> (PCT); <i>Os cleithrum</i> (CT). Skala Bar: 1 cm .....	56

Gambar 4.26. Morfologi sirip dada <i>Tor tambra</i> tampak dorsal.	
Keterangan: <i>Os coracoid</i> (CO); <i>Os mesocoracoid</i> (MCO); <i>Os radiale</i> (RD); <i>Os scapula</i> (SC); <i>Pinnae</i> (PN); <i>Os</i> <i>postcleithrum</i> (PCT); <i>Os cleithrum</i> (CT). Skala Bar: 1 cm .....	57
Gambar 4.27. Morfologi sirip perut <i>Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah) tampak ventral. Keterangan: <i>Processus posterior</i> (POP) ; <i>Os metapterygium</i> (MT); <i>Os basipterygium</i> (BP); <i>Os pterygium</i> <i>lateralis</i> (PL); <i>Os radiale</i> (RD); <i>Pinnae</i> (PN). Skala Bar: 0,5 cm.	59
Gambar 4.28. Morfologi sirip punggung <i>Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah) tampak lateral. Keterangan: <i>Os</i> <i>pterygiophorus medialis</i> (PTM); <i>Os pterygiophorus proximalis</i> (PTP); <i>Os pterygiophorus distalis</i> (PTD); <i>Os supraneuralis</i> (SR); <i>Pinnae</i> (PN); <i>Stay</i> (ST). Skala bar: 0,5 cm .....	61
Gambar 4.29. Morfologi sirip anal punggung <i>Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor tambra</i> (bawah). Keterangan: <i>Os pterygiophorus medialis</i> (PTM); <i>Os pterygiophorus proximalis</i> (PTP), <i>Os pterygiophorus</i> <i>distalis</i> (PTD), <i>Os supraneuralis</i> (SR), <i>Pinnae</i> (PN). Skala bar: 0,5 cm. ....	63
Gambar 4.30. Morfologi sirip ekor ikan <i>Tor tambroides</i> (atas) dan <i>Tor</i> <i>tambra</i> (bawah) tampak lateral. Keterangan: <i>arcus neuralis</i> (AN); <i>Centrum</i> (C); <i>Os epural</i> (E); <i>Os hypural</i> (H); <i>Os parhypural</i> (PH); <i>Os pleurostylus</i> (PLS); <i>Os preural urostylus</i> (PU); <i>spina</i> <i>haemalis</i> (SH); <i>spina neuralis</i> (SN); <i>Os uroneuralis</i> (UN); <i>Ossa urostylus</i> (US). Skala bar: 0,5 cm. ....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

**Biodata Peneliti**

**Form penyerahan produk, dan atau *draft* dan bukti submit Produk penelitian**

**Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja**

**Surat Pernyataan Penyerahan *Outcome***

## BAB 1 PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kehadiran agama islam merupakan suatu rahmat bagi seluruh alam, tidak hanya kepada sesama manusia melainkan juga rahmat bagi lingkungan. Menjaga kelestarian lingkungan merupakan tugas manusia sebagai khalifah serta merupakan wujud rasa syukur terhadap nikmat dan anugerah yang telah diberikan oleh Allah SWT. Qur'an Surat Ar- RUM Ayat 41 yang memiliki terjemahan "*Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)*" janganlah dipahami bahwa manusia ini ditakdirkan untuk membuat kerusakan terhadap alam. Akan tetapi harus dipahami sebagai sebuah larangan untuk tidak memperparah kerusakan tersebut serta ikut menjaga kelestarian lingkungan alam.

Salah satu sumberdaya alam yang harus dijaga kelestariannya adalah sumberdaya perikanan. Memahami secara lebih dalam mengenai anatomi, fisiologi dan lingkungan ikan merupakan salah satu upaya untuk menemukan metode yang tepat dalam rangka menjaga kelestariannya. Kajian morfologi anatomi tulang rangka ikan merupakan bagian penting dalam memahami sistematika ikan, diantaranya untuk mempelajari hubungan taksonomi dan filogenetik antar species ikan (Mafakheri *et al.*, 2014, Jalili *et al.*, 2015). Disamping itu, Deschamps & Sire (2010) menyebutkan bahwa pengetahuan mengenai deskripsi morfologi tulang rangka terhadap suatu species ikan sangat dibutuhkan sebagai langkah preventif dalam menganalisis abnormalitas sistem tulang rangka.

Terdapat 40 spesies ikan Tor di Asia dimana empat spesies diantaranya hidup di Indonesia yaitu *Tor tambroides*, *Tor douronensis*, *Tor tambra* dan *Tor soro* (Kiat 2004; Kottelat *et al.* 1993). Penyebaran ikan jenis ini dapat ditemukan di Sumatera, Kalimantan, dan Jawa (Haryono 2006). Menurut

Muchlisin *et al.* (2009), terdapat dua jenis ikan Tor dominan yang hidup di perairan Aceh yaitu *Tor tambroides* dan *Tor tambra*. Secara morfologi, sekilas ikan ini 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. Saat ini keberadaannya ikan genus Tor (termasuk *Tor tambroides* dan *Tor tambra*) terancam punah akibat tangkap lebih, kerusakan hutan, pencemaran perairan, fluktuasi debit air, dan alih fungsi lahan (Sikder *et al.* 2012; Ali *et al.* 2013). Berdasarkan daftar merah jenis ikan terancam punah yang diterbitkan oleh IUCN tahun 1990, tercantum 29 jenis ikan yang berasal dari Indonesia, diantaranya semua ikan yang berasal dari Genus Tor (Kottelat *et al.* 1993).

Ikan-ikan dari genus yang sama umumnya memiliki ciri morfologi luar yang hampir serupa sehingga terkadang sulit untuk dibedakan. Oleh karenanya diperlukan analisis tambahan untuk dapat mengidentifikasi adanya perbedaan antar spesies tersebut diantaranya melalui komparasi tulang rangka. Beberapa kajian komparasi tulang rangka beberapa famili ikan telah dilakukan sebelumnya, diantaranya ikan dari famili Characidae (Bogutskaya *et al.* 2008), famili Nemacheilidae (Mafakheri *et al.* 2015), famili Cichlidae (Dierickx *et al.* 2017), dan famili Zoarcoidei (Hilton & Nathan 2005).

Tahun lalu, tim peneliti telah mendeskripsikan morfologi tulang rangka ikan *Tor tambroides* yang dibiayai melalui skim penelitian dosen pemula Universitas Islam Negeri Ar-Raniry tahun 2017. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan *Tor tambroides* memiliki empat *axial vertebrae*, 19 *ossa abdominal vertebrae*, 18 pasang *ossa costae*, 16 *ossa caudal vertebrae* dan satu *os urostyle vertebrae*. Tulang anggota gerak (*ossa appendicularis*) ikan *Tor tambroides* 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*) (Zulfahmi *et al.*, 2018).

Untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai perbedaan morfologi tulang rangka khususnya dari dua jenis ikan Tor (*Tor tambroides*

dan *Tor tambra*) yang hidup di perairan Aceh, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa komparasi skeleton antar spesies tersebut. Sejauh ini, informasi mengenai komparasi skeleton dari kedua jenis ikan Tor tersebut masih belum ditemukan, sehingga menyebabkan penelitian ini layak untuk dikembangkan.

## **B. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mendeskripsikan secara utuh perbedaan anatomi morfologi tulang rangka ikan Keureling, *Tor tambroides* dan *Tor tambra*.

## **C. Luaran Penelitian**

Rencana target luaran dari penelitian ini berupa laporan penelitian, publikasi ilmiah dalam jurnal nasional terakreditasi serta adanya Hak cipta. Penelitian ini diharapkan menjadi bahan rujukan bagi mahasiswa dan peneliti lain yang tertarik mengkaji anatomi morfologi ikan.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### A. Klasifikasi dan Morfologi ikan Tor

Kelompok ikan genus *Tor* merupakan penghuni sungai pada hutan tropis terutama pada kawasan pegunungan. Habitat asli ikan ini umumnya pada bagian hulu sungai di daerah perbukitan dengan air yang jernih dan berarus kuat (Kiat, 2004). Pada umumnya ikan genus *Tor* bersifat pemakan segala atau omnivora (Sulastri *et al.*, 1985). Di habitat aslinya, ikan ini memakan tumbuhan dan hewan yang terdapat di substrat/kerikil (Kiat, 2004), sedangkan pada kondisi *ex-situ*, ikan ini memakan cacing dan pellet dengan baik (Haryono dan Subagja, 2007).

Adapun klasifikasi ikan genus *Tor* menurut Kottelat *et al.* (1993) adalah sebagai berikut:

Filum: Chordata

Kelas: Actinopterygii

Ordo: Cypriniformes

Famili: Cyprinidae

Genus: *Tor*

Spesies: *Tor tambroides* (Bleeker 1854)

*Tor tambra* (Valenciennes 1842)



Gambar 2.1 *Tor tambroides* (Bleeker 1854), Skala bar: 1 cm

Ikan *Tor tambroides* (Bleeker 1854) merupakan salah satu ikan air tawar terbesar di Aceh, mencapai hingga 30-45 kg (Muchlisin *et al.* 2015). Ikan ini termasuk kedalam kelompok siprinid air tawar penting di wilayah Indonesia dan Malaysia. Umumnya ikan ini mendiami sungai berarus deras, serta memiliki sebaran luas terutama di Asia Tenggara. Analisis isi lambung menunjukkan bahwa ikan keureling termasuk kedalam golongan omnivora dengan proporsi makanan utama berupa alga hijau dan cacing tanah, sedangkan analisis hubungan panjang berat menunjukkan bahwa ikan ini memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif (Muchlisin *et al.* 2015). Bentuk Morfologi ikan *Tor tambroides* disajikan pada gambar 2.1.

Secara morfologi *Tor tambra* dapat memiliki panjang maksimal 1 meter dengan *lateral linealis* 22-24 cm dan. *Tor tambra* memiliki cuping berukuran sedang pada bibir bawah tetapi tidak menyentuh ujung bibir, jari-jari terakhir sirip punggung yang mengeras lebih pendek dari pada kepala tanpa moncong (Kottelat *et al.*, 1993). Disisi yang lain, Saanin (1984) menyebutkan bahwa ikan dari kelas ini memiliki ciri-ciri sirip punggung yang licin, kepala tidak berkerucut, antara garis rusuk dan sirip punggung terdapat tiga setengah baris sisik. Bentuk Morfologi ikan *Tor tambra* disajikan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Tor tambra* (Valenciennes 1842), Skala bar: 1 cm

Perbedaan secara morfologi antara ikan jantan dan betina, antara lain terdapat pada bentuk dan warna tubuh, terdapatnya tubus pada pipi ikan jantan, bentuk papilla pada lubang genital. Ciri kelamin sekunder merupakan pengamatan gabungan antara hasil pembedahan terhadap organ reproduksi sebagai pembuktian terhadap ciri secara morfologi. Selain itu jika perut

ditekan keluar telur berarti betina dan jika keluar cairan putih susu/sperma berarti jantan (Haryono, 2006).

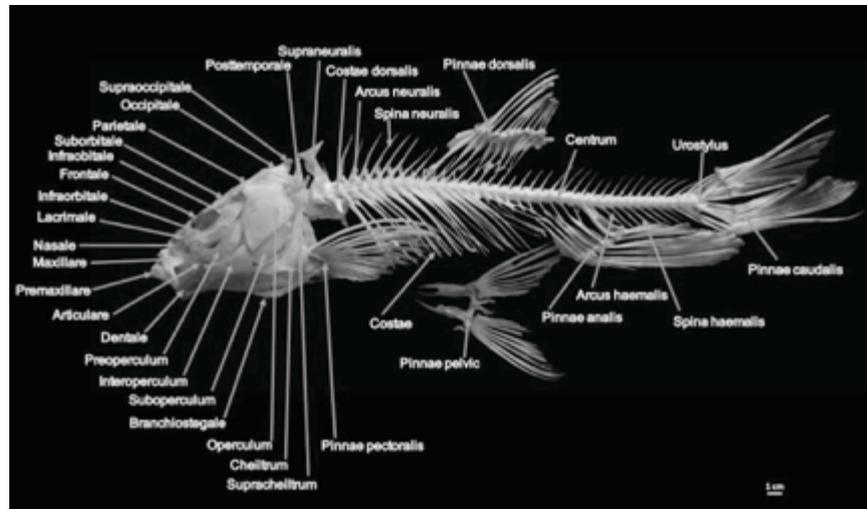
Secara ekologi, ikan keureling hidup pada perairan dengan karakteristik memiliki sedimen berupa pasir dan kerikil, tingkat kecerahan yang tinggi, kadar kekeruhan rendah dengan kecepatan arus rendah dan tinggi (Haryono dan Subagja, 2008). Rupawan *et al.*, (1999) menyatakan bahwa setia fase stadia hidup ikan Keureling memiliki habitat dan karakteristik lingkungan yang berbeda-beda. Ikan Keureling pada fase juvenile biasanya hidup pada kisaran kedalaman 0,26-0,50 m, kecepatan arus 0,26-0,50 m/s dengan substrat sedimen berupa pasir. Ikan Keureling pada fase dewasa hidup pada kisaran kedalaman lebih dari satu meter dengan kecepatan arus lebih tinggi dan substrat sedimen berupa kerikil (Azhar *et al.*, 2015). Analisis isi lambung menunjukkan bahwa ikan Keureling termasuk golongan omnivora dengan jenis makanan utama berupa cacing dan alga air tawar (Muchlisin *et al.*, 2015).

## **B. Morfologi Skeleton Ikan**

Sistem tulang rangka yang terdapat pada ikan memiliki fungsi yang sama seperti pada hewan vertebrata lainnya, yaitu untuk menegakkan tubuh, melindungi organya dan juga berfungsi dalam pembentukan butir dalam darah merah. Pada beberapa jenis ikan modifikasi tulang penyokong sirip menjadi penyalur sperma ke dalam saluran reproduksi ikan betina, secara tidak langsung rangka menentukan bentuk tubuh yang sangat beraneka ragam (Saain, 1984).

Tulang rangka pada ikan terdiri dari *skeleton axial* terbagi atas tulang tengkorak (*ossa cranium*), tulang belakang (*ossa vertebrae*) dan sirip medial (*pinna medial*) (Gambar 2.3). *Ossa cranium* tersusun dari tulang - tulang berpasangan pada bagian lateral dan tulang - tulang tunggal pada bagian medial. Secara terminologi, *ossa cranium* terbagi menjadi dua bagian utama yaitu tulang-tulang tengkorak (*ossa neurocranii*) dan tulang-tulang wajah (*ossa branchiocranii*). *Ossa neurocranii* meliputi tulang - tulang yang berada pada bagian tempurung dan atap kepala yang memiliki fungsi melindungi otak,

sedangkan *ossa branchiocranii* merupakan tulang – tulang yang berada pada wilayah *oromandibular*, *apparatus operculare* dan *arcus - arcus* (Nikmehr *et al.*, 2016).



Gambar 2.3. Terminologi skeleton ikan tampak lateral. Skala bar: 1 cm  
(Akmal *et al.*, 2018)

*Ossa vertebrae* pada ikan umumnya meliputi tulang *axial vertebrae ossa abdominal vertebrae*, *ossa caudal vertebrae* dan *os urostyle vertebrae* serta *ossa costae* (Jalili *et al.* 2015). Pada ikan teleost, perkembangan dan pertumbuhan tulang belakang (*ossa vertebrae*) merupakan faktor penting pendukung kesehatan ikan. Tulang belakang berperan sebagai biomekanik penahan otot, fleksibilitas dan elastisitas selama ikan bergerak (Webb 1975). Selain itu, tulang belakang juga merupakan lokus penting penyimpan mineral serta ikut berperan dalam pengaturan fosfor homeostasis (Skonberg *et al.*, 1997).

Tulang anggota gerak ikan tersusun dari sirip yang didukung elemen rangka dan dikendalikan oleh otot sirip (Hilton, 2011). Menurut Standen (2011) ikan menggantungkan 20% pergerakan dan dorongannya pada sirip. 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 dari sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*), dan sirip ekor (*pinna caudalis*) (Lów *et al.*, 2016 dan Cardeira *et al.*, 2012).

Rahang ikan bagian atas terdiri dari tulang maxilla dan premaxila. Permaxilla dan maxilla pada beberapa ikan terutama ikan buas, seringkali

dilengkapi dengan gigi-gigi. Tulang dermal yang terdapat pada langit-langit mulut ialah prevomer, endopterygoid, ectopterygoid, palatine (masing-masing terdiri atas satu pasang) dan pharaspeneid (satu buah). Tulang dermal yang terdapat pada rahang bawah ialah dentary, splenial, angular dan articular. Tulang dentary dilengkapi dengan gigi-gigi. Tulang punggung dan tulang rusuk secara embriologik. Tulang punggung berkembang dari skeleton yang terdapat pada sekeliling notochorda dan batang saraf. Tiap-tiap pasang berkembang menjadi empat pasang rawan yang dinamakan arcualia (Rahardjo, 1985).

(2) Rangka visceral meliputi lengkung insang dan derivatnya, yang terdiri dari tujuh tulang lengkung insang. Dua lengkung insang yang pertama menjadi bagian dari tulang tengkorak dan lima bagian lain berfungsi sebagai penyokong tulang insang. (3) Rangka apendicular, yaitu sirip dan pelekat-pelekatnya. Pada ikan terdiri dari lima macam sirip, diantaranya sirip tunggal (sirip punggung, sirip ekor, dan sirip dubur), dan sirip berpasangan (sirip perut dan sirip dada).

Sirip punggung terdapat pada ikan kelas chondrichthyes, disokong oleh keping-keping tulang rawan yang dinamakan rawan basal terletak di bawah pada cucuk neural, dan rawan radial yang terletak dibagian basal menunjang jari-jari keras. Sirip dada chondrichthyes disokong oleh tulang gelang bahu (*pectoral girdle*) yang kuat dinamakan coracoscapula (Rahardjo, 1985).

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juli sampai September tahun 2019. Tahapan penelitian meliputi preparasi contoh ikan, pembuatan preparat tulang rangka, analisis gambar dan identifikasi terminologi tulang rangka. Tahapan pembuatan preparat tulang rangka dilakukan di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Almuslim, sedangkan tahapan analisis gambar dan identifikasi terminologi tulang rangka dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

#### **B. Preparasi Contoh Ikan**

Ikan Keureling yang digunakan pada penelitian ini diperoleh melalui tangkap langsung maupun dari pengumpul ikan. Contoh ikan diusahakan memiliki bobot minimal empat kg dengan kisaran panjang total 30-50 cm. Jumlah tiap jenis ikan yang dikoleksi minimal sebanyak tiga ekor dalam keadaan mati segar untuk selanjutnya diawetkan dan ditransportasikan ke laboratorium. *Tor tambroides* dikoleksi dari kawasan perairan Sungai Tangse Kabupaten Pidie, sedangkan *Tor tambra* direncanakan dikoleksi dari kawasan perairan sampoinet, Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh. Pengukuran karakter morfometrik untuk setiap contoh ikan yang dikoleksi mengacu pada Domínguez-Domínguez *et al* (2009).

#### **C. Pembuatan Preparat Tulang Rangka Ikan**

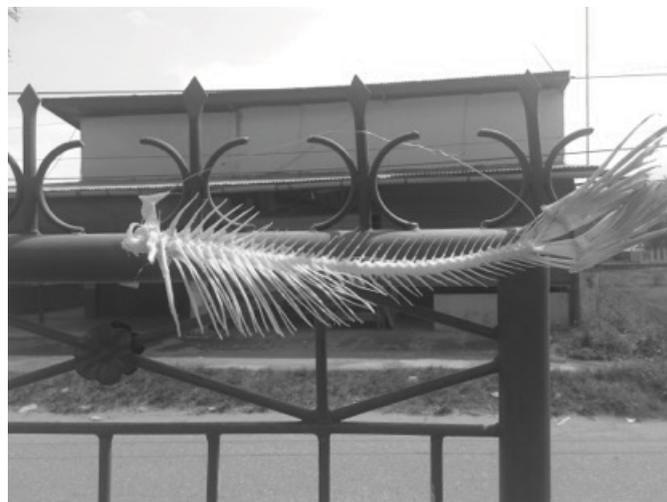
Pembuatan preparat tulang rangka ikan dilakukan secara fisik dan kimiawi. Tahapan fisik diawali dengan meletakkan ikan keureling dengan posisi kepala di kiri dan ekor di kanan. Sisik ikan dihilangkan dengan menggunakan pisau atau pinset (Gambar 3.2). Otot dan sisik ikan disiram dengan air panas, sehingga melepuh dan berwarna putih matang.

Penyiraman air panas dilakukan secara perlahan agar tulang tidak rapuh. Otot pada tubuh ikan dibersihkan dengan pinset dan pisau. Sisa daging pada tulang ikan dibersihkan dengan menggunakan sikat halus.



Gambar 3.1 Tahapan pembuatan preparat tulang secara fisik

Tahapan kimiawi diawali dengan merendam preparat tulang rangka 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 preparat skeleton (Taylor & Van Dyke 1985).



Gambar 3.2 Proses Pengeringan tulang

Preparat tulang rangka hasil pengawetan dijemur dibawah sinar matahari selama tujuh hari (Gambar 3.2). Setelah melewati proses penjemuran, tulang rangka akan berwarna putih dan kaku. Pembersihan preparat tulang rangka dilakukan menggunakan sikat dengan bulu halus

untuk kemudian dilapisi dengan cat *spray plox clear transparan* dan dijemur kembali selama tiga hari. Apabila ada potongan tulang yang terlepas, ditempel dengan menggunakan perekat pada sendi asalnya. Preparat tulang rangka dimasukkan ke dalam wadah, diikat, dan direkat agar tidak lepas.

#### **D. Identifikasi terminologi dan komparasi tulang rangka ikan**

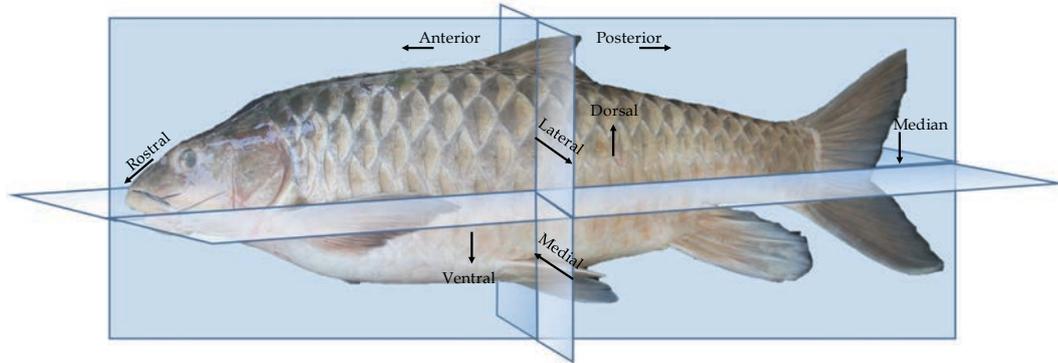
Tulang rangka yang telah bersih dirangkai menjadi satu kesatuan untuk dianalisis setiap bagian-bagiannya. Skeleton dipilah menjadi dua bagian utama yaitu bagian *skeleton axial* (*ossa cranium* dan *ossa vertebrae*) dan bagian *skeleton appendicularis* (*pinae pectoralis*, *pinae pelvis*, *pinae dorsalis*, *pinae analis* dan *pinae caudalis*). Penamaan setiap bagian tulang rangka dilakukan dengan cara membandingkan kemiripan bentuk dan letak dari setiap bagian tulang rangka ikan yang telah diteliti sebelumnya, baik dari famili yang sama (Howes 1982 & Jalili *et al.* 2015) maupun dari famili yang berbeda (Rojo 1991 & Diogo 2008).



Gambar 3.3 Proses pemotretan skeleton dengan pembanding mistar

Pemotretan setiap bagian tulang belakang dilakukan dengan menggunakan kamera *Canon EOS 700D* (Gambar 3.3). Gambar yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Adobe Photoshop CS3*. Komparasi terhadap tulang rangka kedua jenis ikan *Tor* dipilah menjadi tiga bagian utama yaitu tulang tengkorak (*ossa cranium*), tulang belakang (*ossa vertebrae*) dan tulang anggota gerak (*ossa apendikularis*). Semua hasil pengamatan

dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar. Petunjuk penyajian informasi tata letak dan keterkaitan antar tulang disajikan berdasarkan acuan Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Acuan petunjuk mengenai penyajian tata letak tulang ikan keureling

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

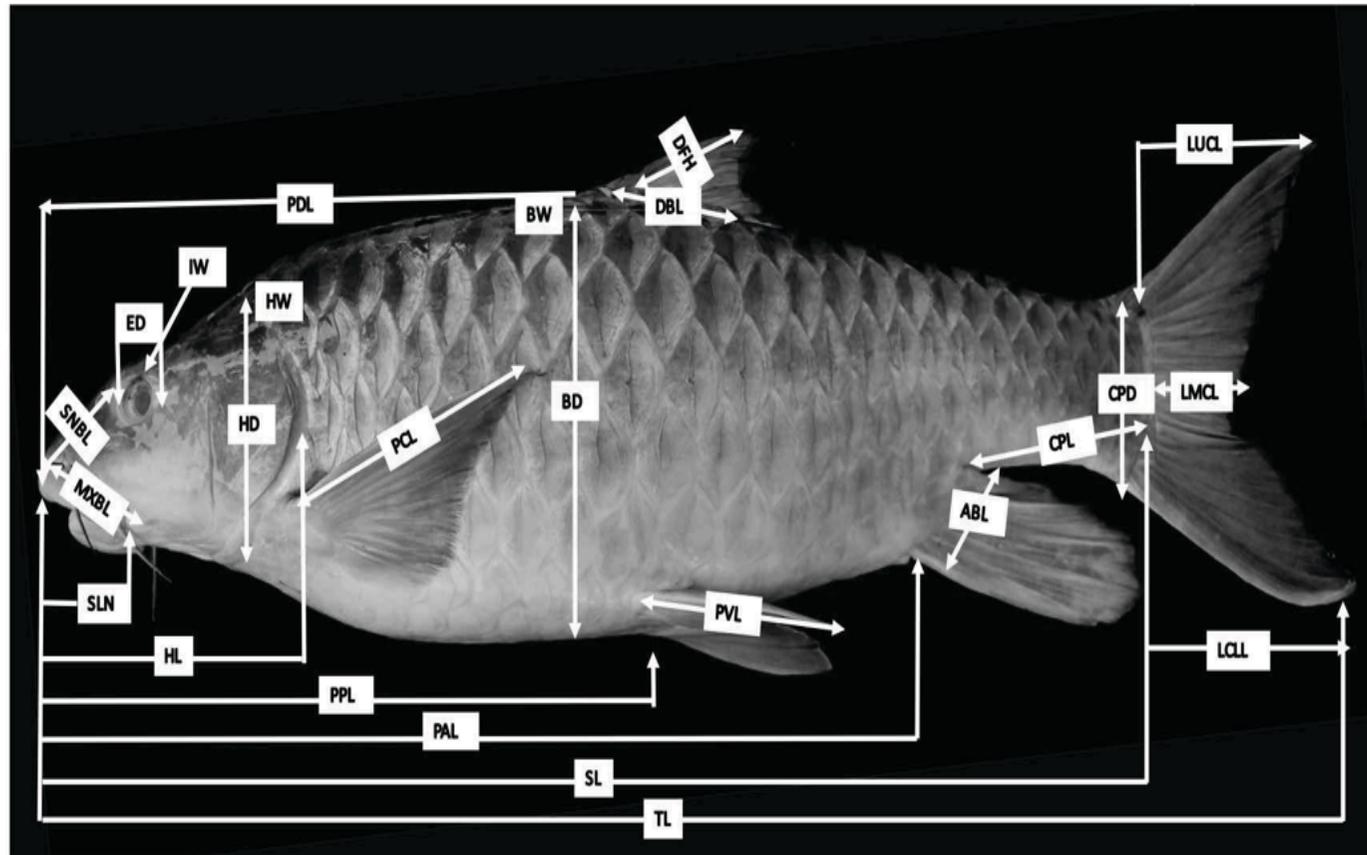
#### A. Karakteristik Morfometrik Ikan Keureling

Uji morfometrik digunakan untuk mendeskripsikan bentuk morfologi ikan, serta berguna dalam pengujian yang dapat membedakan bentuk kombinasi dengan statistik multivariat. Selain itu, uji ini juga mampu menjelaskan tingkat kekerabatan yang dimiliki ikan Keureling terhadap berbagai jenis ikan lainnya. Ikan yang memiliki kekerabatan yang dekat secara taksonomi umumnya akan memiliki bentuk morfologi yang hampir serupa. Jumlah karakter morfometrik ikan Keurling yang diukur berjumlah 25 karakter (Gambar 4.1). Nilai transformasi dari pengukuran morfometrik diukur berdasarkan persamaan Schindler dan Schmidt (2006).

Secara visual, ikan Keureling memiliki cuping berukuran sedang pada bibir bawah tetapi tidak menyentuh ujung bibir, jari-jari terakhir sirip punggung yang mengeras lebih pendek dari pada kepala tanpa moncong. Sirip punggung memiliki bentuk yang licin, kepala tidak berkerucut, antara garis rusuk dan sirip punggung terdapat tiga setengah baris sisik. Nilai karakter tradisional morfometrik dari *Tor tambroides* dan *Tor tambra* disajikan pada Tabel 4.1.

*Tor tambroides* dan *Tor tambra* memiliki beberapa karakter morfometrik yang berbeda dibandingkan beberapa jenis ikan lainnya terutama dari famili yang berbeda. Ikan keureling memiliki karakter panjang pangkal ekor yang lebih panjang dibandingkan dengan ikan Nila, Mujair, Sepat siam, Gurami dan Gabus. Akan tetapi sebaliknya ikan Keureling memiliki karakter panjang moncong, panjang sirip perut, panjang sirip dada dan tinggi kepala yang lebih pendek dibandingkan dengan ikan Nila, Mujahir dan Gurami (Khayra *et al.* 2016).

Ikan Nila dan ikan Mujair memiliki famili yang sama sehingga karakteristik morfometrik yang dimiliki cenderung serupa (*Chichlidae*). Ikan Keureling juga memiliki karakteristik yang hampir sama dengan ikan-ikan



#### KETERANGAN

- ABL : Panjang Dasar Sirip Anal
- BD : Tinggi Badan
- BW : Lebar Badan
- CPD : Tinggi Pangkal Ekor
- CPL : Panjang Pangkal Ekor
- DBL : Panjang Dasar Sirip Dorsal
- DFH : Tinggi Sirip Dorsal
- ED : Diameter Mata
- HD : Tinggi Kepala
- HL : Panjang Kepala
- HW : Lebar kepala
- IW : Jarak antar Mata
- LCLL : Panjang Sirip Ekor bagian Bawah
- LMCL : Panjang Sirip Ekor bagian Tengah
- LUCL : Panjang Sirip Ekor bagian Atas
- MXBL : Panjang Sungut Rahang Atas
- PAL : Panjang sebelum Sirip Anal
- PCL : Panjang Sirip Dada
- PDL : Panjang Sebelum Sirip Dorsal
- PPL : Panjang sebelum Sirip Perut
- PVL : Panjang Sirip Perut
- SL : Panjang Standar
- SNBL : Panjang Sungut Moncong
- SNL : Panjang Moncong
- TL : Panjang Total

Gambar 4.1 Karakter Morfometrik Ikan Keureling yang diukur

yang berada dalam satu familinya (*Cyprinidae*). Berdasarkan penelitian Hossain *et al.* (2016) diketahui bahwa ikan Keureling memiliki nilai kisaran karakteristik morfometrik panjang standar, panjang kepala, panjang sirip dorsal yang hampir berdekatan, yaitu masing masing 78.84 - 80.27, 20.69 - 25.64, dan 13.10 - 17.95.

Tabel 4.1. Nilai karakter tradisional morfometrik dari *Tor tambroides* dan *Tor tambda*)

Karakter Tradisional Morfometrik		Nilai Tranformasi Morfometrik (%)	
Notasi	Keterangan	<i>Tor Tambroides</i>	<i>Tor Tambda</i>
<i>ABL</i>	Panjang Dasar Sirip Anal	9,81	7,99
<i>BD</i>	Tinggi Badan	31,32	30,12
<i>BW</i>	Lebar Badan	18,80	14,68
<i>CPD</i>	Tinggi Pangkal Ekor	11,19	10,42
<i>CPL</i>	Panjang Pangkal Ekor	21,46	12,71
<i>DBL</i>	Panjang Dasar Sirip Dorsal	13,10	12,29
<i>DFH</i>	Tinggi Sirip Dorsal	18,57	14,61
<i>ED</i>	Diameter Mata	2,81	2,82
<i>HD</i>	Tinggi Kepala	18,96	19,39
<i>HL</i>	Panjang Kepala	25,64	16,28
<i>HW</i>	Lebar kepala	13,02	10,88
<i>IW</i>	Jarak antar Mata	6,78	9,36
<i>LCLL</i>	Panjang Sirip Ekor bagian Bawah	29,18	24,14
<i>LMCL</i>	Panjang Sirip Ekor bagian Tengah	8,10	7,14
<i>LUCL</i>	Panjang Sirip Ekor bagian Atas	25,11	23,69
<i>MXBL</i>	Panjang Sungut Rahang Atas	10,59	13,16
<i>PAL</i>	Panjang sebelum Sirip Anal	63,89	62,78
<i>PCL</i>	Panjang Sirip Dada	7,34	1,65
<i>PDL</i>	Panjang Sebelum Sirip Dorsal	47,34	43,45
<i>PPL</i>	Panjang sebelum Sirip Perut	36,72	38,68
<i>PVL</i>	Panjang Sirip Perut	17,69	15,84
<i>SL</i>	Panjang Standar	80,27	82,48
<i>SNBL</i>	Panjang Sungut Moncong	8,21	5,92
<i>SNL</i>	Panjang Moncong	7,98	5,00
<i>TL</i>	Panjang Total	100	100

Karakteristik morfometrik ikan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetiknya, akan tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi karakteristik morfologi ikan adalah temperatur, salinitas, oksigen terlarut, radiasi, kedalaman air, kecepatan arus, dan ketersediaan makanan (Antonucci *et al.* 2012). Telecha *et al.* (2012) mengungkapkan bahwa perubahan morfologi yang terjadi pada ikan akibat faktor lingkungan terkadang menjadi kesulitan bagi peneliti dan mengidentifikasi suatu jenis spesies ikan. Dengan demikian, perlu pendekatan/metode tambahan lainnya untuk mendalami taxonomi suatu jenis species ikan berupa analisis gen (*molecular identification*) (Dawnay *et al.* 2007).

## B. Osteologi Ikan Keureling

Tulang rangka ikan keureling (*Tor tambroides* dan *Tor tambra*) dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian utama yaitu tulang kepala (*ossa cranial*), tulang belakang (*ossa vertebrae*) dan tulang anggota gerak (*ossa apendicularis*) (Gambar 4.2). Secara morfologi, sekilar tidak terdapat perbedaan yang terlalu mencolok antara kedua jenis ikan tersebut. Walaupun demikian, jika diamati secara detil maka *Tor tambroides* akan tampak lebih panjang dibandingkan dengan *Tor tambra*. Sebaliknya *Tor tambra* terlihat lebih lebar dibandingkan dengan *Tor tambroides*. Kedua jenis ikan juga sama sama memiliki jumlah sirip yang serupa yang terdiri dari sepasang sirip dada (*pinna perctoralis*) dan sirip perut (*pinna pelvic*) serta tiga sirip tunggal yaitu masing masing berupa sirip punggung (*pinna dorsalis*), sirip anal (*pinna analis*) dan sirip ekor (*pinna caudalis*).

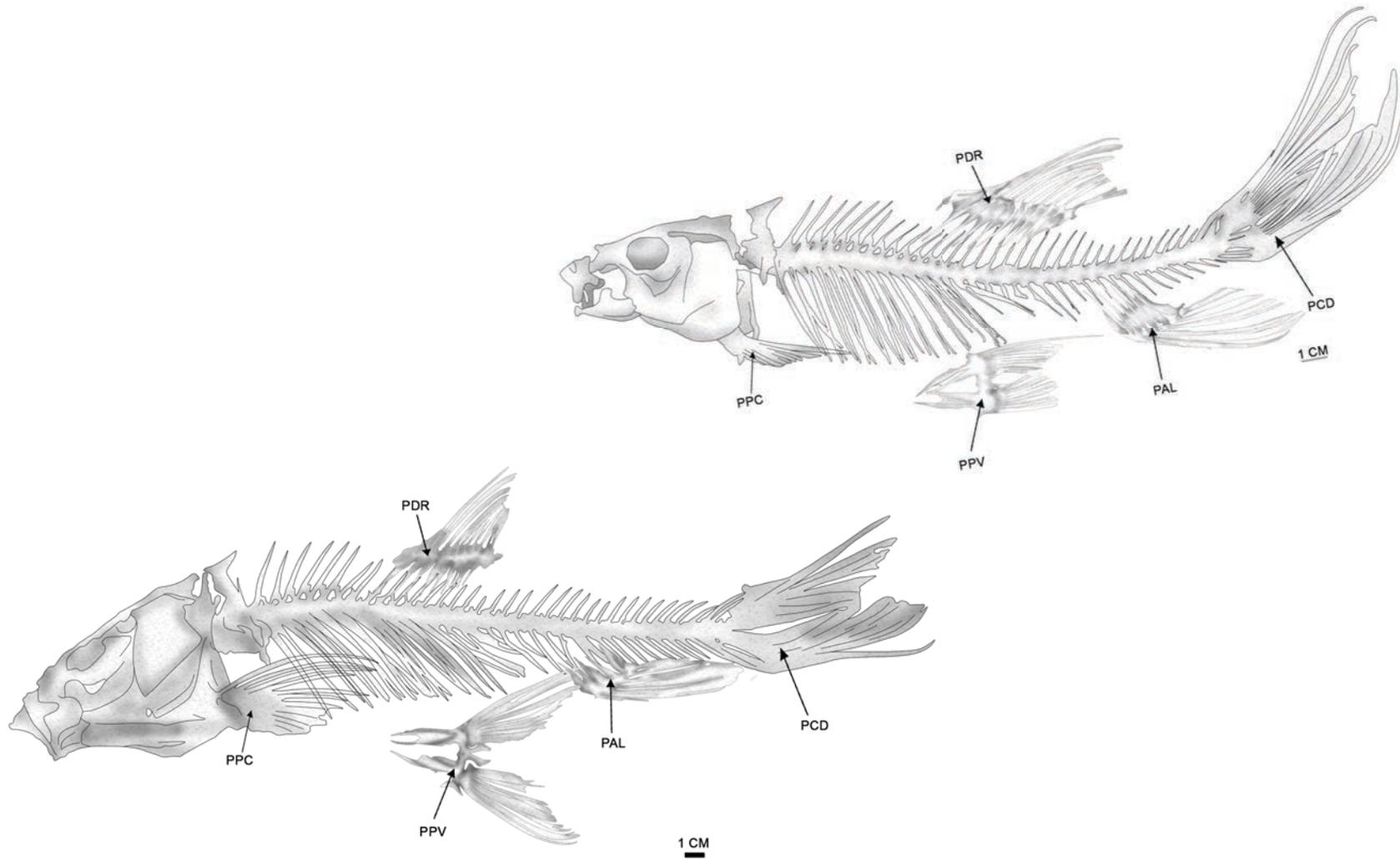
Tulang belakang terdiri atas dua bagian, yakni bagian dorsal yang terdiri atas *spina neuralis*, *arcus neuralis*, *canalis neuralis*, *centrum*, dan bagian ventral yang terdiri atas *arcus haemalis*, *canalis haemalis*, *spina haemalis*. *Spina neuralis* dibentuk oleh tulang yang menjulur ke atas dengan ujungnya yang runcing seperti duri. *Arcus neuralis* dan *canalis neuralis* merupakan lengkungan dan saluran tempat lewat medula spinalis atau sumsum tulang belakang. *Centrum* merupakan badan tulang atau *corpus vertebrae* dengan ukuran besar yang

memiliki lekukan ke dalam. *Arcus haemalis* dan *canalis haemalis* merupakan lengkungan dan saluran tempat lewat pembuluh darah, sedangkan *spina haemalis* merupakan tulang yang memiliki penjuluran seperti duri yang mengarah ke arah ventral.

Pada daerah posterior dari tulang belakang terdapat tulang *urostylus*, merupakan tuas bagi tulang belakang terakhir. Tulang ini berbentuk seperti tangkai dan tertempel pada tulang sirip ekor. Pada daerah perut terdapat tulang rusuk atau *ossa costales*, merupakan tulang yang panjang dan melengkung. Tulang rusuk berjejer berpasangan di setiap sisi kiri dan sisi kanan dan memiliki fungsi sebagai pelindung organ-organ dalam dan pembentukan rongga serta membentuk ruangan terbuka di daerah abdomen. Tulang rusuk mengalami perpanjangan dan cenderung lebih miring ke belakang serta bersendi dengan tulang vertebralis.

Pengelompokan tulang ikan dilakukan dengan cara pendekatan topografi dan fungsional disebabkan karena tulang ikan memiliki struktur morfologi yang kompleks dan sangat kinetik (Ferry-Graham & Lauder 2001). Hilton (2011) membagi tulang ikan menjadi dua bagian besar yaitu tulang aksial kranial, aksial postkranial dan tulang appendikular. Komponen ikan bertulang yang dilihat dari awal perkembangan terdiri dari tulang kranial dan postkranial, dimana tulang kranial terbagi menjadi *chondrocranium*, *splanchnocranium* dan *dermatocranium* sedangkan postkranial terdiri dari *skeleton axial (vertebrae)* dan *appendicular* (sirip) (Rojo, 2013). Menurut Hilton (2011), dari segi morfologi tulang dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu eksoskeleton dan endoskeleton. Eksoskeleton merupakan bagian dermis yang mengalami perkembangan menjadi elemen tulang dermal seperti gigi, sisik, dan sinar sirip sedangkan endoskeleton merupakan semua tulang yang mengalami perkembangan dari endoderm. Tulang rangka (skeleton) secara anatomika dan hirarki pada hewan terdiri dari *skeleton axial* terbagi atas tulang tengkorak (*ossa cranium*), tulang belakang (*ossa vertebrae*) dan tulang rusuk (*ossa costae*) serta tulang anggota gerak (*ossa apendikular*).

Sistem skeleton yang terdapat pada ikan memiliki fungsi yang sama seperti pada hewan vertebrata lainnya, yaitu untuk menegakkan tubuh,



Gambar 4.2 Morfologi tulang belakang ikan *Tor tambra* (atas) dan *Tor tambroides* (bawah). Keterangan: *Pinna pectoralis* (PPC); *Pinna pelvis* (PPV); *Pinna dorsalis* (PDR); *Pinna analis* (PAL); dan *Pinna caudalis* (PCD). Skala bar: 1 cm

melindungi organya dan juga berfungsi dalam pembentukan butir darah merah. Pada beberapa jenis ikan, modifikasi tulang penyokong sirip menjadi penyalur sperma ke dalam saluran reproduksi ikan betina. Secara tidak langsung rangka menentukan bentuk tubuh yang sangat beraneka ragam (Saainin, 1984).

### C. Morfologi Tulang Kepala Ikan Keureling

Tulang kepala (*ossa cranium*) mempunyai fungsi dasar sebagai pelindung otak dan organ-organ indera dibagian kepala ikan (Hilton, 2011). Tulang ini terbagi menjadi dua bagian utama yaitu tempurung kepala (*ossa neurocranium*) dan tulang - tulang wajah (*ossa branchiocranium*) (Jalili *et al.*, 2015; Nasri *et al.*, 2015). Bentuk tulang kepala setiap spesies ikan dipengaruhi oleh susunan genetik individu ditambah pengaruh lingkungan lain, seperti tingkah laku mencari makan dan kondisi perairan.

Tulang kepala (*ossa cranium*) memiliki struktur kompleks yang terdiri dari banyak elemen serta menyediakan peran ganda sebagai perlindungan dan kinesis (Walter, 2013; Payne *et al.*, 2011). Tulang ini berperan memberikan perlindungan langsung terhadap otak dan organ-organ sensorik seperti organ penglihatan, organ penciuman dan organ pendengaran. Disamping itu, tulang kepala juga berperan penting dalam proses pernapasan dan pola makan ikan (Herbing *et al.*, 1996, Koumoundouros *et al.*, 2000; Löffler *et al.*, 2008). Hilton (2011) mengungkapkan bahwa studi mengenai deskripsi morfologi tulang kepala ikan sangat dibutuhkan dalam rangka memahami perkembangan evolusi ikan dan konsep ekomorfologi.

Menurut Cooper & Westneat (2009), evolusi pola makan memiliki hubungan yang erat terhadap keragaman morfologi *os maxilla* dan *os premaxilla* pada ikan. Ikan pemakan benthik umumnya memiliki posisi mulut terminal/superior ditambah bibir yang elastis, memiliki rahang tumpul serta tidak memiliki gigi (Fugi *et al.*, 2001). Ikan predator dari genus *Dunkleosteus* memiliki struktur tulang rahang yang kuat dan tajam sehingga mampu memberikan tekanan gigitan yang besar terhadap mangsanya selama proses penutupan rahang (Anderson & Westneat, 2007). Ikan *Oncorhynchus mykiss*

dan *Scleropages jardinii* memiliki kemampuan biomekanik membesarkan rahang bawah melalui kontraksi yang terjadi pada *os sternohyoideus* dan *os hipohyale* (Konow dan Sanford, 2008). Ikan *Lepisosteus osseus* (Family Lepisosteidae) memiliki bentuk rahang memanjang kearah depan ditambah dengan kemampuan penutupan rahang secara cepat dan kuat (Kammerer *et al.*, 2006).

Tulang kepala (*Ossa cranium*) ikan keureling baik *Tor tambroides* dan *Tor tambra* tersusun dari tulang - tulang berpasangan pada bagian lateral dan tulang - tulang tunggal pada bagian medial. Secara terminologi, *ossa cranium* ikan keureling terbagi menjadi dua bagian utama yaitu tulang-tulang tengkorak (*ossa neurocranii*) dan tulang-tulang wajah (*ossa branchiocranii*). *Ossa neurocranii* meliputi tulang - tulang yang berada pada bagian tempurung dan atap kepala yang memiliki fungsi melindungi otak, sedangkan *ossa branchiocranii* merupakan tulang - tulang yang berada pada wilayah *oromandibular*, *apparatus operculare* dan *arcus - arcus* serta memiliki fungsi sebagai alat cerna dan pernapasan (Tabel 4. 2).

Tabel 4.2. Terminologi dan Tulang - Tulang Penyusun Tulang Kepala *Tor tambroides* dan *Tor tambra*

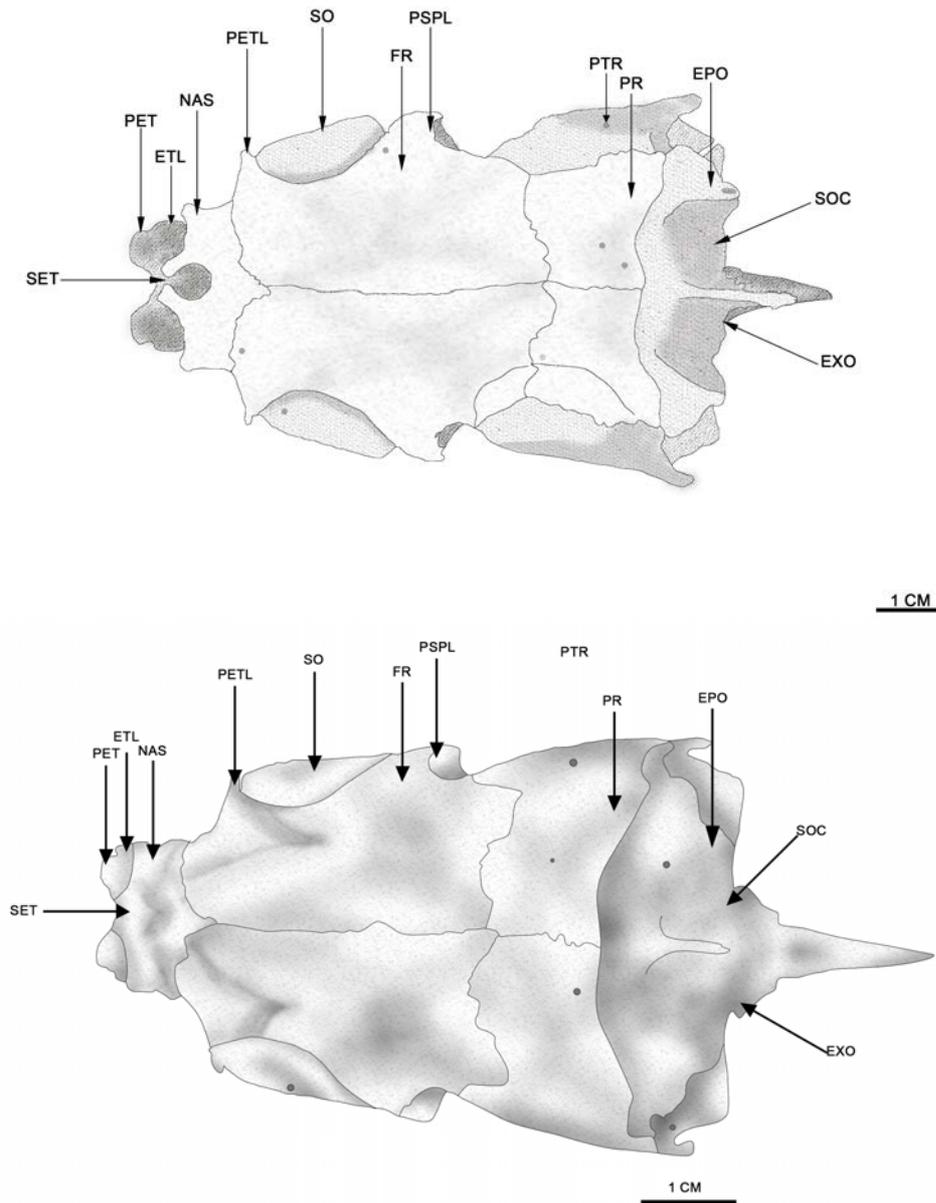
Tulang Kepala	Wilayah	Nama Tulang
<i>Ossa neurocranii</i>	Olfactorius ( <i>Etmoidal</i> )	<i>os preethmoideum</i>
		<i>os supraethmoideum</i>
		<i>os ethmoideum lateralis</i>
		<i>os nasale</i>
		<i>os vomerale</i>
	Orbital	<i>os frontale</i>
		<i>os supraorbitale</i>
		<i>ossa infraorbitale</i>
		<i>os orbitosphenoideum</i>
		<i>os pterosphenoideum</i>
		<i>os parasphenoideum</i>
		Oticum
	<i>os posttemporale</i>	
	<i>os sphenoticum</i>	
	<i>os pteroticum</i>	
	<i>os prooticum</i>	
	Occipitale	<i>os epioticum</i>
		<i>os supraoccipitale</i>
		<i>os exoccipitale</i>

Tulang Kepala	Wilayah	Nama Tulang
<i>Ossa branchiocranii</i>	<i>Oromandibulare</i>	<i>os maxillare</i>
		<i>os praemaxillare</i>
		<i>os dentale</i>
		<i>os angulo-articulare</i>
		<i>os coronomeckeli</i>
		<i>os retroarticulare</i>
	<i>Apparatus operculare</i>	<i>os preoperculum,</i>
		<i>os interoperculum,</i>
		<i>os suboperculum</i>
	<i>Arcus branchial</i>	<i>ossa</i>
		<i>pharyngobranchialia</i>
		<i>ossa epibranchialia</i>
<i>ossa ceratobranchialia</i>		
<i>ossa hypobranchialia</i>		
<i>ossa basibranchialia</i>		
<i>Arcus mandibularis</i> ( <i>Suspensorium</i> )	<i>os autopalatinum</i>	
	<i>os endopterygoideum</i>	
	<i>os ectopterygoideum</i>	
	<i>os metapterygoideum</i>	
	<i>os quadratum</i>	
	<i>os symplecticum</i>	
<i>Arcus hyoideus</i>	<i>os hyomandibulare</i>	
	<i>ossa hypohyalia</i>	
	<i>os epihyale</i>	
	<i>os ceratohyale</i>	
	<i>os basihyale</i>	
	<i>os urohyale</i>	
	<i>radii branchiostegii</i>	
<i>os interhyale</i>		

#### *Tulang - Tulang Tengkorak (ossa neurocranii)*

*Ossa neurocranii* ikan keureling memiliki struktur kompleks yang terbentuk dari sejumlah elemen tulang yang menyatu menyerupai bentuk *sub - triangular* dimana bagian anterior memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan bagian posterior. *Ossa neurocranii* dibagi menjadi lima wilayah (dari anterior ke posterior) yaitu wilayah *olfactorius (etmoidal)*, *orbital*, *oticum* dan *occipitale* (Gambar 4.3 dan 4.4). Wilayah *olfactorius (etmoidal)* terdiri dari *os preethmoideum*, *os supraethmoideum*, *os ethmoideum lateralis*, *os nasale* dan *os vomerale*. Bagian anterior wilayah ini terletak

berhimpitan dan membentuk persendian dengan rahang atas, sedangkan bagian latero-posteriorinya terletak berhimpitan dan membentuk persendian dengan *ossa palatoquadrate*. *Os preethmoideum* terletak paling depan, dicirikan dengan adanya dua tonjolan besar dilihat dari sisi medial dari *os supraethmoideum* (Gambar 4.3 dan 4.4).



Gambar 4.3. Morfologi *ossa neurocranii Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari dorsal. Keterangan: EPO: *os epoticum*; ETL: *os ethmoideum lateralis*; EXO: *os exoccipitale*; FR: *os frontale*; NAS: *os nasale*; PETL: *processus ethmoidalis lateralis*; PET: *os preethmoideum*; PR: *os parietale*; PSPL: *processus sphenoticum lateralis*; PTR: *os pteroticum*; SET: *os*

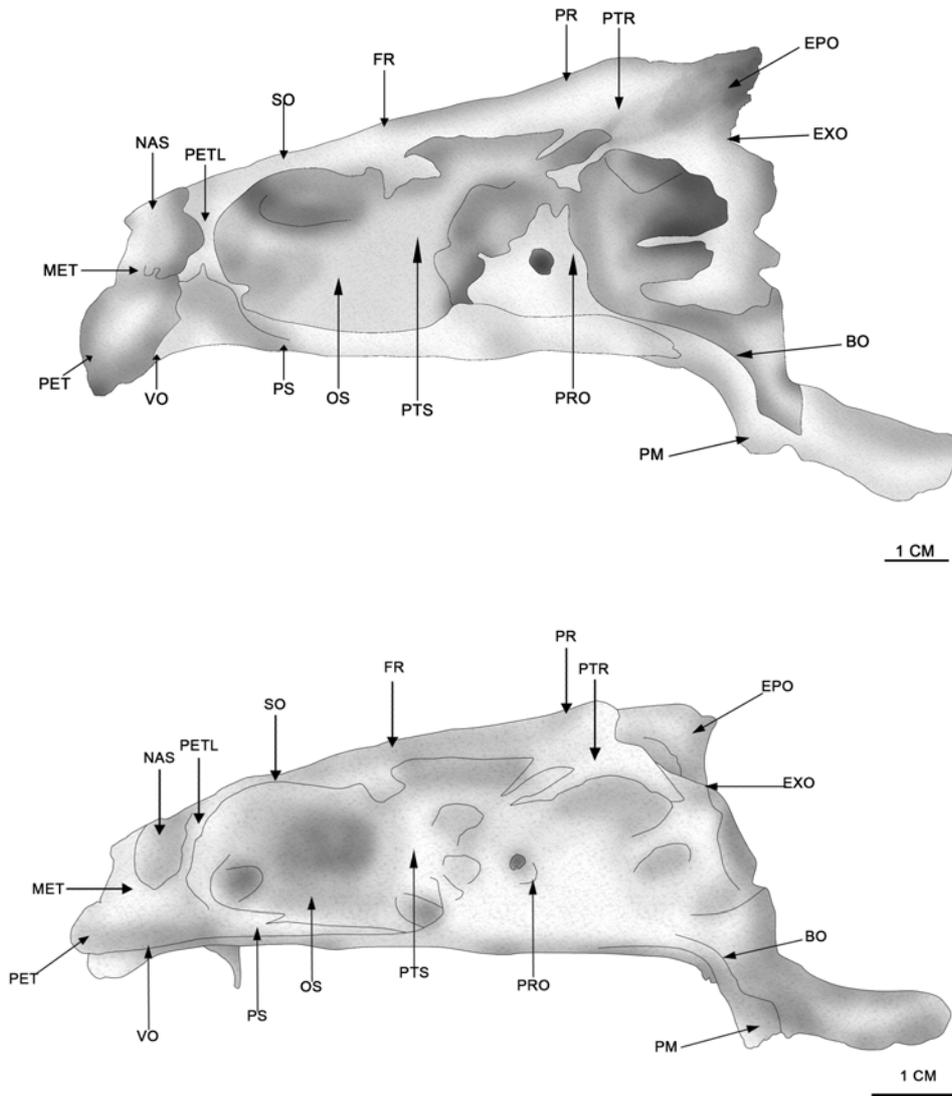
*supraethmoideum*; SO: *os supraorbitale*; SOC: *os supraoccipitale*. Skala bar: 1 cm.

*Os ethmoideum lateralis* merupakan tulang pemisah antara daerah *os nasale* dan wilayah orbital. Pada kedua sisi tulang ini terdapat *processus ethmoidalis lateralis* yang melengkung ke arah ventral dari tulang tengkorak. *Os nasale* merupakan tulang terbesar didaerah *olfactorius* yang terletak dibagian dorso-posterior dari *os preethmoideum* dan *os supraethmoideum* menyerupai segiempat yang dilengkapi *foramen nasalis* (lubang hidung) (Gambar 4.3). *Os vomerale* terletak pada bagian posterior dari *os preethmoideum* atau bagian anterior dari *os parasphenoideum* (Gambar 4.4).

Wilayah *etmoidal* memiliki peran secara kinematika dalam menopang pembukaan rahang atas (Diogo et al., 2000; Ostrander & Hopkins 2000). Disamping itu wilayah ini, juga berperan sebagai sistem kemosensorik berupa reseptor organ penciuman yang terletak di *apparatus olfactorius* dalam lubang hidung ikan (Sarkar & De 2011). Wilayah *etmoidal* ikan keureling memiliki bentuk yang identik dengan sebagian besar ikan dari famili Cyprinidae lainnya (Jalili et al. 2015a). Ikan Cyprinid yang tidak memiliki sungut umumnya memiliki *processus ethmoidalis lateralis* dan *os nasale* yang lebih berkembang (Nasri et al. 2013; Jalili et al. 2015b). Hal ini diduga dipengaruhi oleh adanya peran sungut ikan sebagai alat bantu untuk mendeteksi makanan, sehingga *processus ethmoidalis lateralis* dan *os nasale* menjadi cenderung tidak berkembang. Selain itu ikan - ikan yang menggunakan organ penciuman dalam mencari makan seperti *Hoplunnis punctata* (famili Nettastomatidae) umumnya memiliki wilayah *etmoidal* yang memanjang dan meruncing serta dilengkapi *fossa olfaktori* (Eagderi & Adriaens, 2010).

Wilayah *orbital* terdiri dari *os frontale*, *os supraorbitale*, *ossa infraorbitale*, *os orbitosphenoideum*, *os pterosphenoideum* dan *os parasphenoideum*. *Os frontale* merupakan sepasang tulang yang memiliki ukuran terbesar dibanding tulang - tulang penyusun dorsal tengkorak lainnya. *Os supraorbitale*

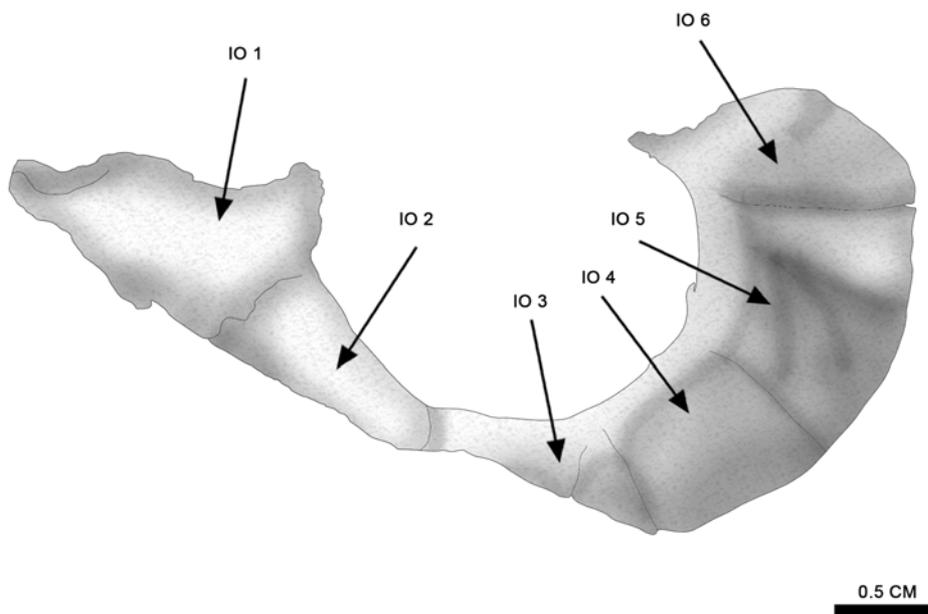
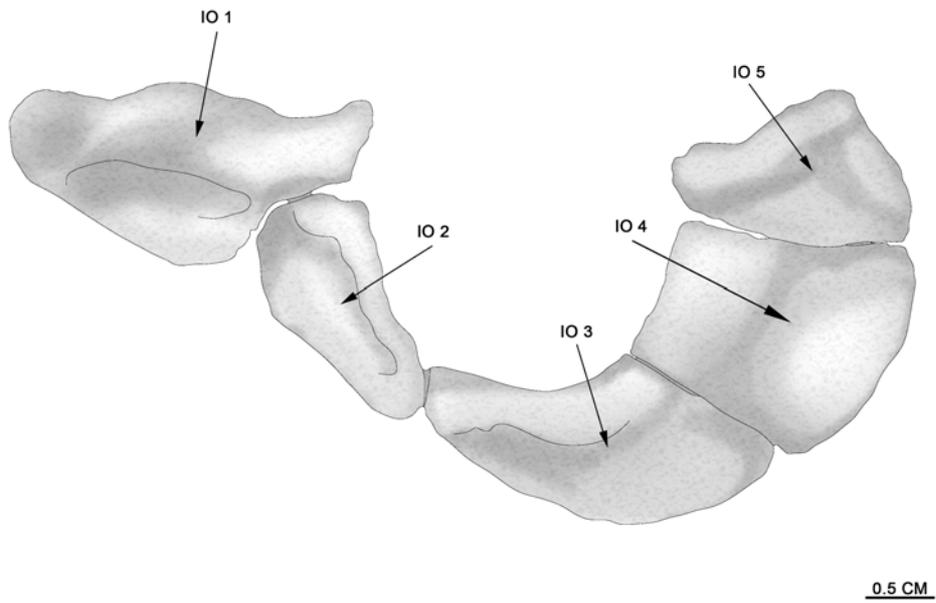
terletak pada sisi lateral dari *os frontale*, memiliki bentuk menyerupai setengah lingkaran yang memanjang. Bagian anteriornya berhimpitan dengan *os ethmoideum lateralis* (Gambar 4.3 dan 4.4).



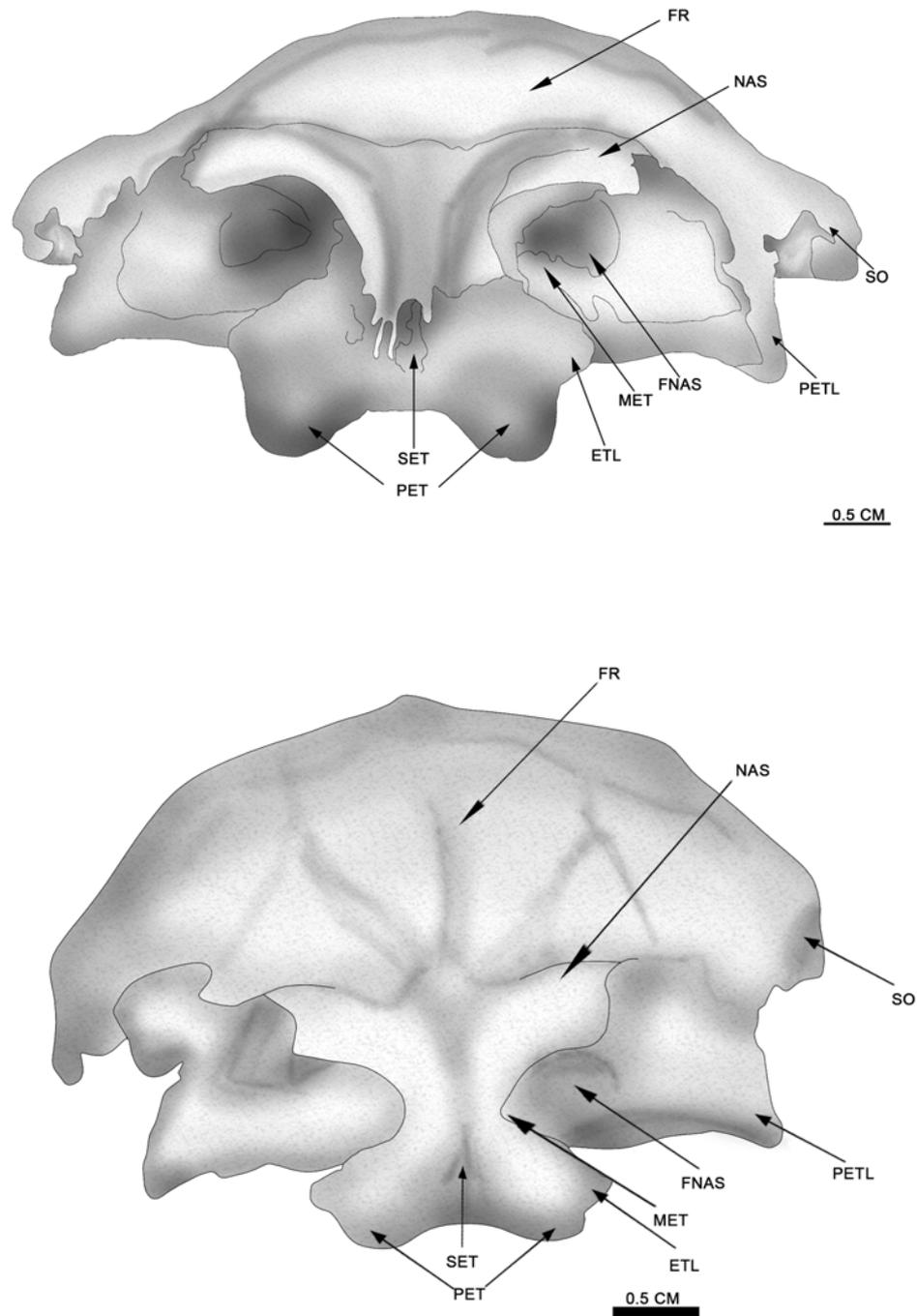
Gambar 4.4. Morfologi *ossa neurocranium Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari lateral. Keterangan: BO: *os basioccipitale*; EPO: *os epoticum*; EXO: *os exoccipitale*; FR: *os frontale*; MET: *os mesethmoideum*; NAS: *os nasale*; OS: *os orbitosphenoideum*; PETL: *processus ethmoideum lateralis*; PET: *os preethmoideum*; PM: *processus masticatori*; PR: *os parietale*; PRO: *os prooticum*; PS: *os parasphenoideum*; PTR: *os pteroticum*; PTS: *os pterosphenoideum*; SO: *os supraorbitale*; VO: *os vomerale*. Skala bar: 1 cm.

Wilayah orbital berperan dalam memberikan perlindungan tertahap organ - organ sensorik terutama organ penglihatan. Ikan yang mencari makan dengan mengandalkan organ perlihatan umumnya memiliki tulang penyusun wilayah orbital yang lebih berkembang seperti *ossa infraorbitale*, *os pterosphenoideum*, *os supraorbitale* (Schmitz & Wainwright, 2011). Tulang - tulang penyusun wilayah orbital ikan keureling memiliki bentuk dan struktur yang relatif sama dengan *Cyprinion milesi*, akan tetapi sedikit berbeda dengan *Barbus cyri*, dimana *os supraorbitale* cenderung kurang berkembang (Nasri *et al.*, 2016; Jalili *et al.*, 2015b). Perbedaan wilayah orbital yang signifikan terlihat pada ikan - ikan yang tidak mengandalkan organ penglihatan dalam mencari makan seperti famili Amiidae. Ikan keureling memiliki lima *os infraorbitale* dimana *os infraorbitale* ketiga lebih berkembang dibandingkan dengan *Amia calva*, sebaliknya *os infraorbitale* kelima *Amia calva* terlihat lebih berkembang. Disamping itu, *os pterosphenoideum* dan *os supraorbitale* pada ikan keureling juga terlihat lebih berkembang (Hilton, 2011).

*Ossa infraorbitalia* merupakan kumpulan tulang penyusun dan menahan bola mata berjumlah lima tulang. Tulang ini sering disebut juga dengan *ossa circumorbitale*. *Os infraorbitale* 1 melekat pada *processus ethmoideum lateralis* melalui bantuan jaringan ikat dan otot. Tulang ini memiliki ukuran yang lebih besar di bandingkan dengan *os infraorbitale* lainnya. *Os infraorbitale* 3 memiliki lekukan dan bentuk memanjang dengan ujung anterior yang meruncing. *Os infraorbitale* 4 memiliki bentuk menyerupai persegi dan terletak berhimpitan dengan bagian anterior dari *os infraorbitale* 3. *Os infraorbitale* 5 merupakan *os infraorbitale* terkecil dan memiliki bentuk menyerupai segitiga (Gambar 4.5). *Os orbitosphenoideum* dan *os pterosphenoideum* merupakan tulang berpori yang terletak di bagian antero-ventral dari *os supraorbitale*, menempel dengan *os parasphenoideum* pada bagian ventralnya. Tulang ini membentuk dinding rongga otak dan *foramen orbitale* tempat melekatnya bola mata (Gambar 4.6).



Gambar 4.5. Morfologi wilayah *ossa infraorbitalia* *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari lateral. Keterangan: IO 1: *os infraorbitale* 1; IO 2: *os infraorbitale* 2; IO 3: *os infraorbitale* 3; IO 4: *os infraorbitale* 4; IO 5: *os infraorbitale* 5; IO 6: *os infraorbitale* 6; Skala bar: 0,5 cm.



Gambar 4.6. Morfologi wilayah *olfactorius (etmoidal)* *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari anterior. Keterangan: ETH: *os ethmoideum lateralis*; FNAS: *foramen nasalis*; FR: *os frontale*; MET: *os mesethmoideum*; NAS: *os nasale*; PET: *os preethmoideum*; PETL: *processus ethmoideum lateralis*; SET: *os supraethmoideum*; SO: *os supraorbitale*. Skala bar: 0,5 cm.

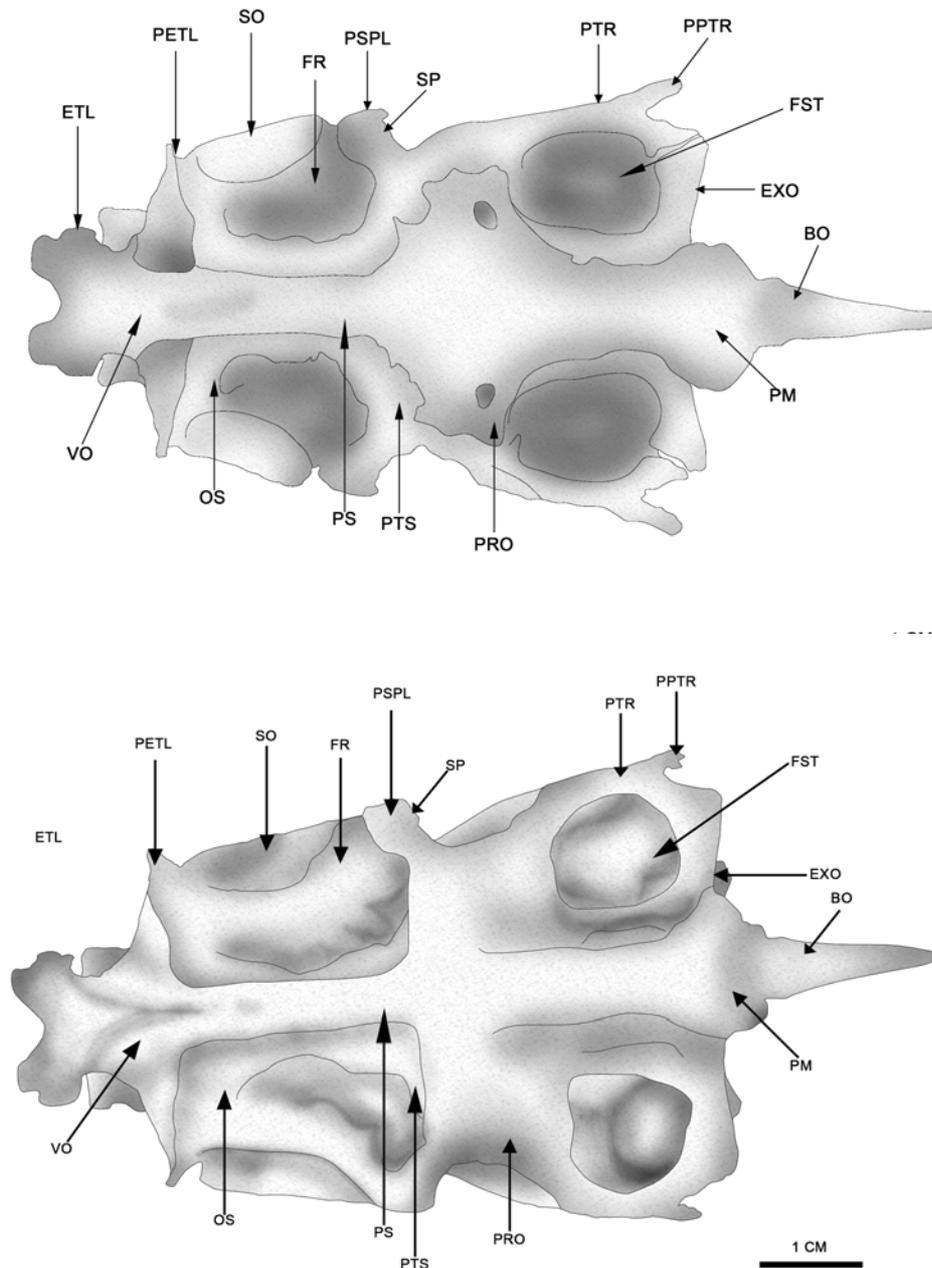
Wilayah *oticum* terletak dibagian posterior dari tulang tengkorak terdiri dari *os parietale*, *os posttemporale*, *os sphenoticum*, *os pteroticum*, *os prooticum* dan *os epioticum* (Gambar 4.3, 4.4 dan 4.7). *Os parietale* terletak di bagian dorso-posterior *neurocranium*, bagian anterior tulang ini berhimpitan dengan *os frontale* sedangkan bagian posteriornya berhimpitan dengan *os occipitale*. *Os posttemporale* merupakan tulang panjang tempat menempelnya *pinna pectoralis*. Bentuk *os sphenoticum* mengalami penjuruan ke arah latero-ventral dari *os frontale* serta memiliki *processus sphenoticum lateralis* berujung runcing yang berhubungan dengan *os infraorbitale* ke-5.

*Os pteroticum* terletak berhimpitan dengan daerah medial dari *os parietale* dan bagian lateral dari *apparatus operculare*. *Os prooticum* merupakan tulang tempat melekatnya *os hyomandibulare* berbentuk lekukan ke ventral dari *os pteroticum*. Bagian anterior tulang ini berhubungan dengan *os sphenoticum* sedangkan bagian posteriornya berhubungan dengan *os basioccipitale*. *Os epioticum* terletak pada bagian paling belakang dari tulang tengkorak menghadap posterior tubuh.

Wilayah *oticum* dan *occipitale* berperan penting dalam melindungi otak, medula spinalis dan saraf - saraf cranial. Hampir seluruh ikan memiliki struktur wilayah *oticum* dan *occipitale* berupa tulang sejati yang keras dan tebal. Hanya ada beberapa jenis ikan saja yang memiliki tulang kartilago pada wilayah ini, umumnya berasal dari tingkatan taxa yang primitif seperti ikan *Schindleria* (Hilton, 2011). Secara umum wilayah *oticum* dan *occipitale* memiliki deskripsi yang relatif sama dengan famili Cyprinidae lainnya seperti ikan *Barbus cyri* dan *Cyprinion milesi*, walaupun terdapat sedikit perbedaan dalam pemberian letak *os posttemporale* (Jalili et al., 2015b; Nasri et al., 2016).

Ikan predator seperti *Ariosoma gilberti* (famili Congridae), memiliki bentuk wilayah *oticum* yang meruncing ke arah ujung anterior membentuk spatula pada moncong (Eagderi & Adriaens, 2014). Ikan - ikan yang hidup di dasar perairan seperti famili Amiidae umumnya

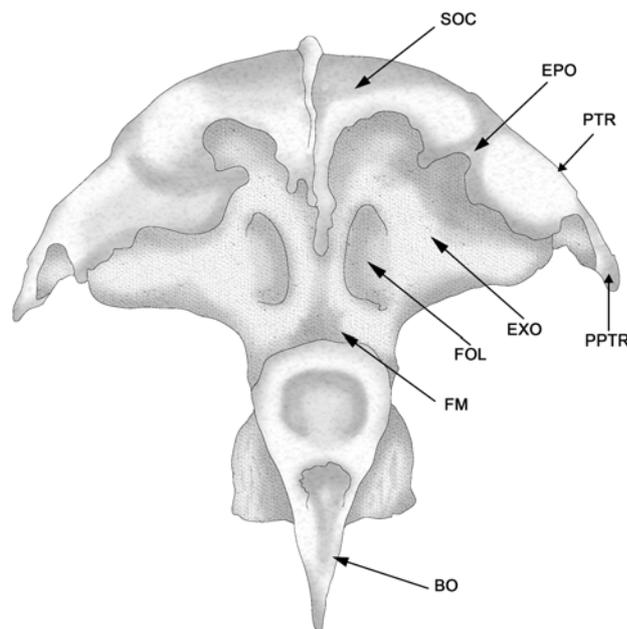
memiliki wilayah *oticum* dan *occipitale* yang lebih lebar ke arah posterior. Dari hasil penelitian Hilton (2011) diketahui bahwa ikan *Amia calva* memiliki *os parietale* yang lebih luas dibandingkan dengan ikan keureling, serta ditambah dengan adanya *os extrascapulare*. Hal ini diduga sebagai bentuk adaptasi terhadap tekanan air yang lebih besar terhadap bagian kepala dibandingkan dengan ikan-ikan yang hidup di kolom air.

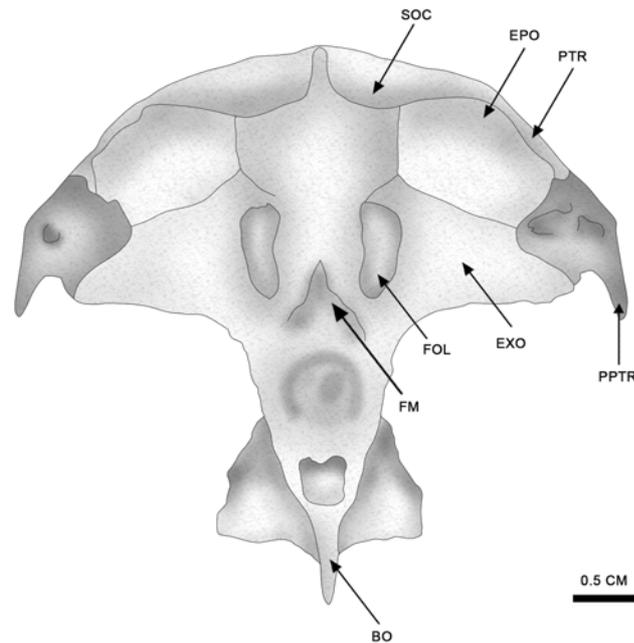


Gambar 4.7. Morfologi *ossa neurocranium Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari ventral. Keterangan: BO: *os basioccipitale*; ETL: *os ethmoideum lateralis*; EXO: *os exoccipitale*; FR: *os frontale*; FST: *foramen*

*subtemporalis*; OS: *os orbitosphenoideum*; PETL: *processus ethmoideum lateralis*; PM: *processus masticatori*; PPTR: *processus pteroticum*; PRO: *os prooticum*; PS: *os parasphenoideum*; PSPL: *processus sphenoticum lateralis*; PTR: *os pteroticum*; PTS: *os pterosphenoideum*; SO: *os supraorbitale*; SP: *os sphenoticum*; VO: *os vomerale*. Skala bar: 1 cm.

Wilayah *occipitale* merupakan wilayah tengkorak yang berhubungan langsung dengan *ossa vertebrae* tepatnya pada bagian *aparatus weberian*. Wilayah ini terdiri dari *os supraoccipitale*, *os exoccipitale* dan *os basioccipitale* (Gambar 4.8). *Os supraoccipitale* memiliki lekukan kearah posterior, bagian ventral dari tulang ini terletak ini berhimpitan dengan *os exoccipitale* sedangkan bagian lateralnya berhimpitan dengan *os epioticum*. *Os exoccipitale* merupakan tulang pembentuk tepi belakang tengkorak. Terdapat sepasang *foramen occipitale lateralis* dengan ukuran yang besar dan satu *foraman magnum* berukuran kecil. *Os basioccipitale* merupakan tempat menempelnya centrum pertama dari *ossa vertebrae*. Bagian anterior tulang ini berhimpitan dengan *os prooticum* sedangkan bagian ventralnya berhimpitan dengan *os parasphenoideum*, terdapat *processus masticatori* merupakan tempat menempelnya *ossa ceratobranchialia*.



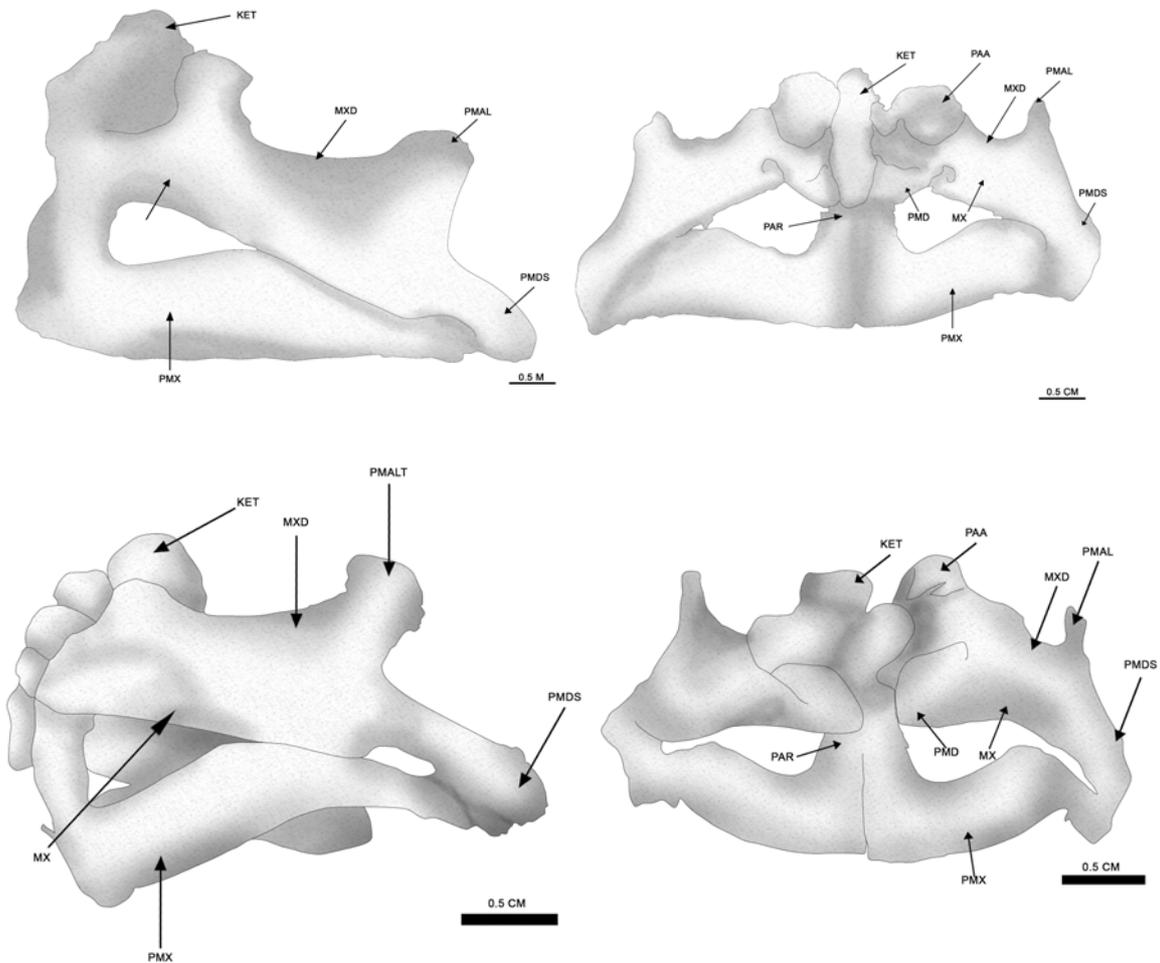


Gambar 4.8. Morfologi *ossa neurocranium* *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) yang tampak dari posterior. Keterangan: BO: *os basioccipitale*; EPO: *os epoticum*; EXO: *os exoccipitale*; FM: *foramen magnum*; FOL: *foramen occipitale laterale*; PPTR: *processus pteroticum*; PTR: *os pteroticum*; SOC: *os supraoccipitale*. Skala bar: 0,5 cm

#### *Tulang - Tulang Wajah (ossa branchiocranii)*

*Ossa branchiocranii* merupakan tulang penyusun daerah wajah yang berasal dari perkembangan *splanchnic mesoderm*. *Ossa branchiocranii* terdiri dari wilayah *oromandibulare*, *apparatus operculare*, *arcus branchial*, *arcus mandibularis (suspensorium)* dan *arcus hyoideus* (Gambar 4.9, 4.10 dan 4.11). Wilayah *oromandibulare* terdiri dari tulang tulang pembentuk rahang yaitu *os maxillare*, *os praemaxillare*, *os dentale*, *os angulo-articulare*, *os coronomeckeli* dan *os retroarticulare* (Gambar 4.9 dan 4.10). *Os maxillare* dan *os praemaxillare* merupakan tulang penyusun rahang atas. Bagian ujung dari kedua tulang ini membentuk persendian dengan *processus maxillaris distalis*. *Os praemaxillare* memiliki struktur tulang rawan tebal yang berfungsi sebagai pengganti gigi. *Os kinethmoideum* terletak dibagian

central dari *os maxillare*. Tulang ini merupakan tempat pertautan tulang *os maxillare* kanan dan kiri yang berfungsi sebagai alat bantu pergerakan rahang (Gambar 4.9).



Gambar 4.9. Morfologi *os maxillare* dan *os premaxillare* *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari lateral (kiri), posterior (kanan). Keterangan: *os kinethmoideum*; MX: *os maxillare*; MXD: *os maxillaris dorsal*; PAA: *os processus ascending anterior*; PAR: *os processus ascending rostral*; PMAL: *os processus maxillaris ascending lateral*; PMD: *os processus maxillaris descending*; PMDS: *os processus maxillaris distal*; PMX: *os premaxillare*. Skala bar: 0,5 cm.

*Os dentale*, *os angulo-articulare*, *os coronomeckeli* dan *os retroarticulare* merupakan tulang-tulang penyusun rahang bawah ikan. *Os dentale* dicirikan dengan struktur tulang rawan tebal yang juga berfungsi sebagai

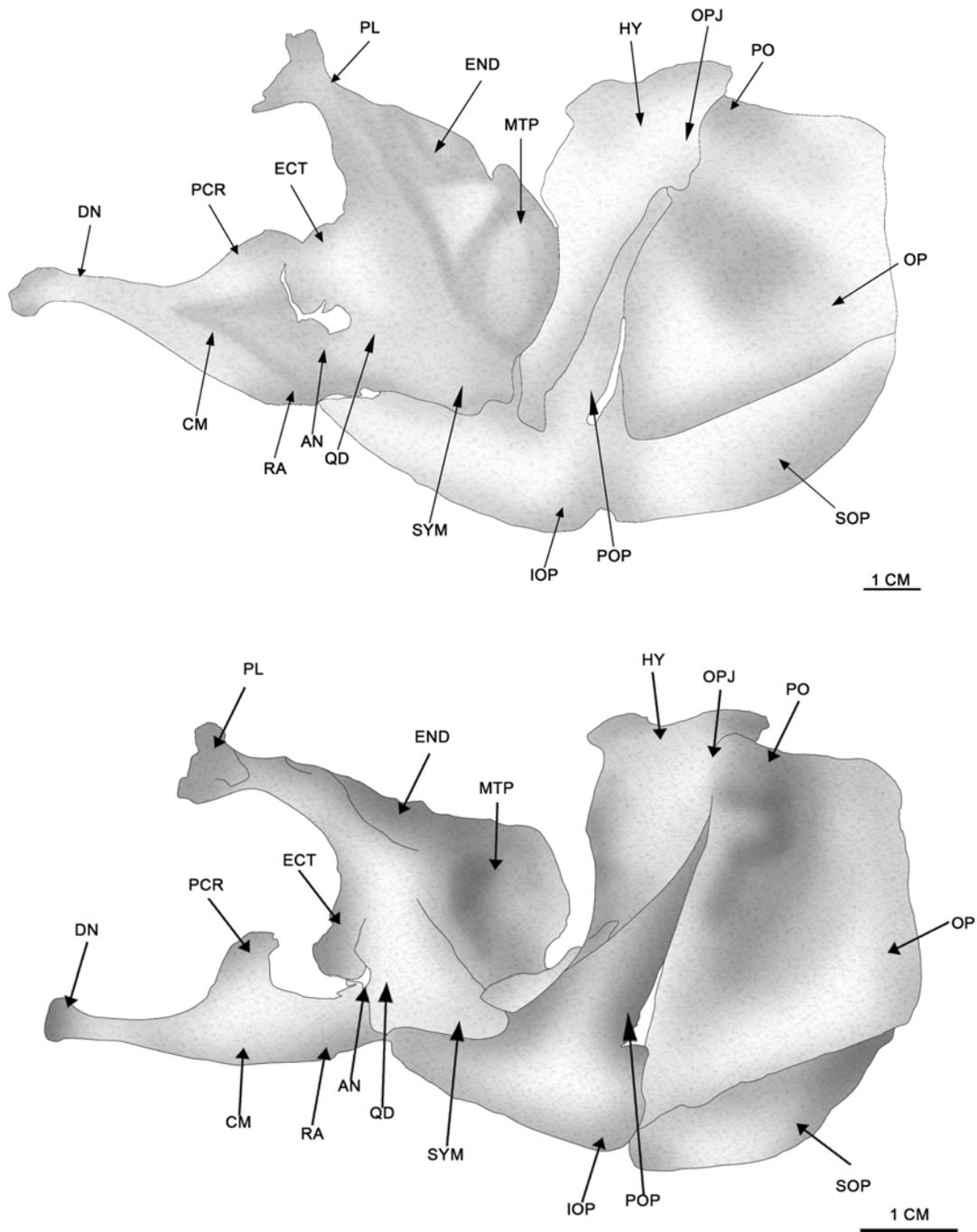
pengganti gigi. *Os angulo-articulare* terletak pada bagian dorsal *os interoperculare* dan membentuk persendian dengan *os quadratum*. *Os coronomeckeli* merupakan tulang tipis berbentuk segitiga yang berada dibagian centro-medial dari *os dentale*, sedangkan *os retroarticulare* merupakan tulang kecil yang terletak pada bagian postero-ventral *os dentale*, tempat menempelnya *ligamentum interoperculomandibularis*.

Wilayah *oromandibulare*, *arcus mandibularis (suspensorium)* dan *arcus hyoideus* memiliki peranan penting dalam membantu proses pencernaan ikan. Proses pencernaan secara kinematik terjadi pada sendi rahang yang didukung oleh otot aduktor (Westneat, 2003). Desain dasar dari struktur mulut mempunyai pengaruh penting pada kemampuan predasi dan pola makan ikan. Salah satu ciri umum dari ikan siprinid adalah memiliki *os kinethmoideum* yang berkembang dengan baik.

*Os kinethmoideum* merupakan tulang tunggal yang terletak ditengah *ligamentum intermaxillaris* sebagai bantalan untuk menyatukan dengan *os maxillare* (Staab dan Hernandez, 2010). Proses pencernaan makanan secara kinematika pada banyak kelompok ikan dipengaruhi oleh kinerja *os praemaxillare*, *os maxillare*, *os kinethmoideum* (Drucker dan Jensen, 1991; Hernandez et al., 2007; Gidmark et al. 2012). Pada ikan keureling baik *Tor tambroides* dan *Tor tambra*, *os kinethmoideum* berfungsi sebagai alat bantu pembukaan rahang atas.

Wilayah *apparatus operculare* merupakan tulang – tulang penyusun tutup insang yang terdiri dari *os preoperculum*, *os interoperculum*, *os suboperculum* dan *os operculum* (Gambar 4.10). *Os preeoperculum* memiliki bentuk menyerupai huruf J dimana ujung bagian dorsalnya lebih runcing dibandingkan bagian ventral. *Os interoperculum* merupakan tulang terkecil di wilayah *apparatus operculare*, terletak sejajar dengan *os suboperculum*. *Os suboperculum* terletak berhimpitan dengan *os operculum* pada bagian dorsal dan *os interoperculum* pada bagian anterior. *Os interoperculum* dan *os suboperculum* memiliki arah yang berlawanan dengan ujung yang meruncing. *Os operculum* merupakan tulang paling besar diantaranya tulang

- tulang penyusun wajah lainnya. Tulang ini memiliki struktur tipis dan kokoh, berfungsi sebagai penutup insang.



Gambar 4.10. Morfologi *ossa splanchnocranii* *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) terdiri dari *arcus mandibular*, *arcus mandibular ventral* dan *arcus hyoideus* yang tampak dari medial. Keterangan: AN: os angulo-articulare; APL: os autopalatinum; CM: os coronomeckeli; DN: os dentale; ECT: os ectopterygoideum; END: os endopterygoideum; HY: os hyomandibulare; IOP: os interoperculum; MTP: os metapterygoideum; OP: os operculum; OPJ: os

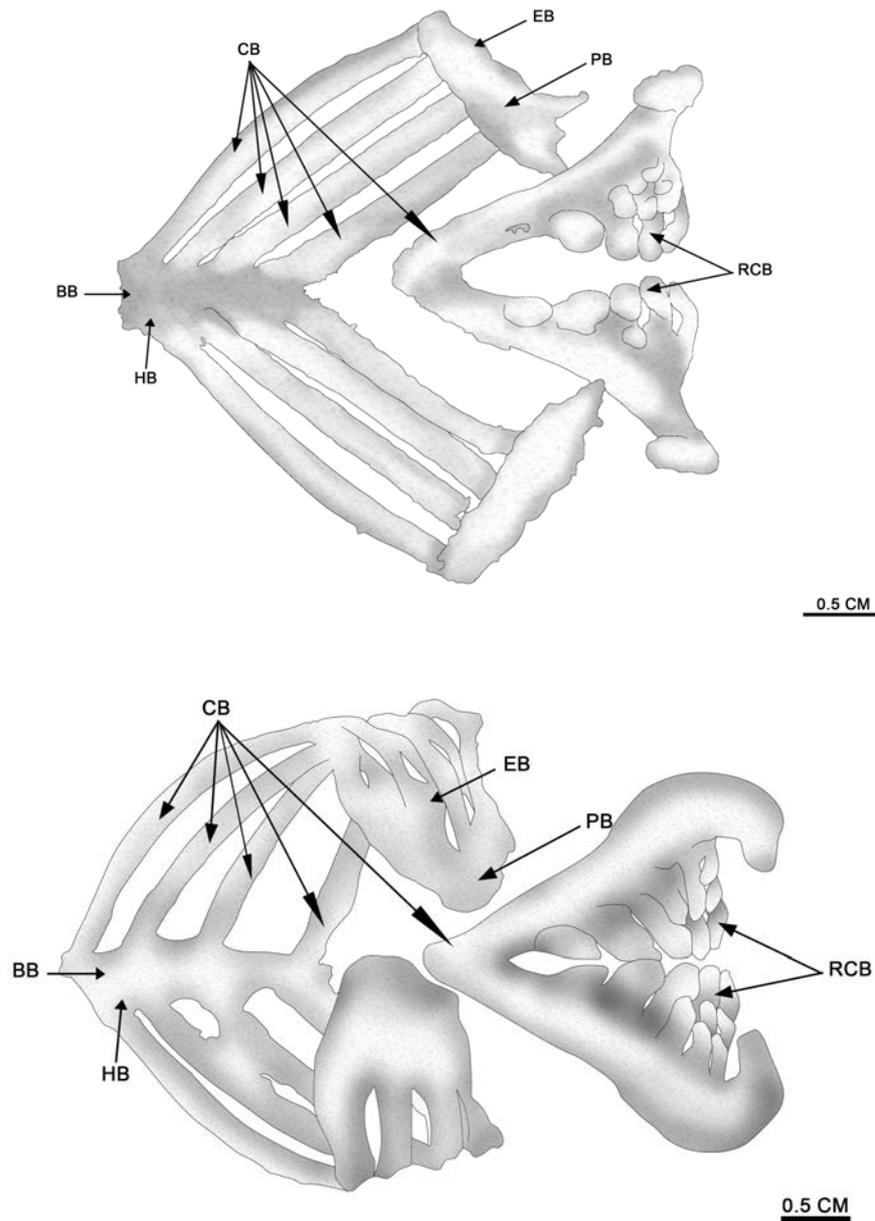
*operculare joint*; PCR: *os processus coronoideus*; PO: *os processus opercular*; POP: *os preoperculum*; QD: *os quadratum*; RA: *os retroarticulare*; SOP: *os suboperculum*; SYM: *os symplecticum*. Skala bar: 1 cm

Wilayah *arcus mandibularis (suspensorium)* merupakan kumpulan tulang - tulang penyokong rahang bawah dan *apparatus operculare*. Wilayah ini terdiri dari *os palatinum*, *os endopterygoideum*, *os ectopterygoideum*, *os metapterygoideum*, *os quadratum*, *os symplecticum* dan *os hyomandibulare* (Gambar 4.10). *Os palatinum* merupakan tulang panjang yang terletak dibagian lateral *os vomerale*. Bagian veteroposterior berhimpitan dengan *os endopterygoideum* yang merupakan tulang lebar yang berhubungan dengan dasar dari bola mata. *Os ectopterygoideum* merupakan tulang tipis berujung runcing berada didaerah ventral berhimpitan dengan *os endopterygoideum*.

*Os metapterygoideum* terletak berhimpitan dengan *os quadratum* dan *os symplecticum* sedangkan bagian antero-ventralnya berhubungan langsung dengan *os hyomandibulare*. *Os hyomandibulare* memiliki ukuran terbesar dibandingkan tulang - tulang lainnya di wilayah ini. Tulang ini berhubungan langsung dengan neurocranium serta memiliki struktur tebal dan panjang. *Os symplecticum* terletak pada bagian paling ventral dari wilayah ini, dimana bagian dorsalnya berhimpitan dengan *os metapterygoideum* dan *os quadratum*.

Wilayah *arcus branchial* merupakan tempat melekatnya insang yang terdiri dari *ossa pharyngobranchialia*, *ossa epibranchialia*, *ossa ceratobranchialia*, *ossa hypobranchialia* dan *ossa basibranchialia* (Gambar 4.11). *Ossa pharyngobranchialia* merupakan empat tulang kartilago yang terletak pada bagian dorsal dari lengkungan *ossa epibranchialia*. Tulang ini berkembang beriringan dengan *ossa epibranchialia*. *Ossa ceratobranchialia* berjumlah lima pasang, sebanyak empat pasang memiliki bentuk panjang, tipis serta canal, sedangkan tulang kelima termodifikasi menjadi tulang sejati berstruktur tebal dan bergerigi pada bagian dorsalnya yang berperan dalam peyaringan makan serta melekatnya lembar insang. *Ossa*

*hypobranchialia* merupakan tulang kartilago pendek yang terletak di keempat ujung *ossa ceratobranchialia*. *Ossa basibranchialia* merupakan tulang yang berada di median dari *arcus branchial* bersendian dengan *ossa hypobranchialia*.



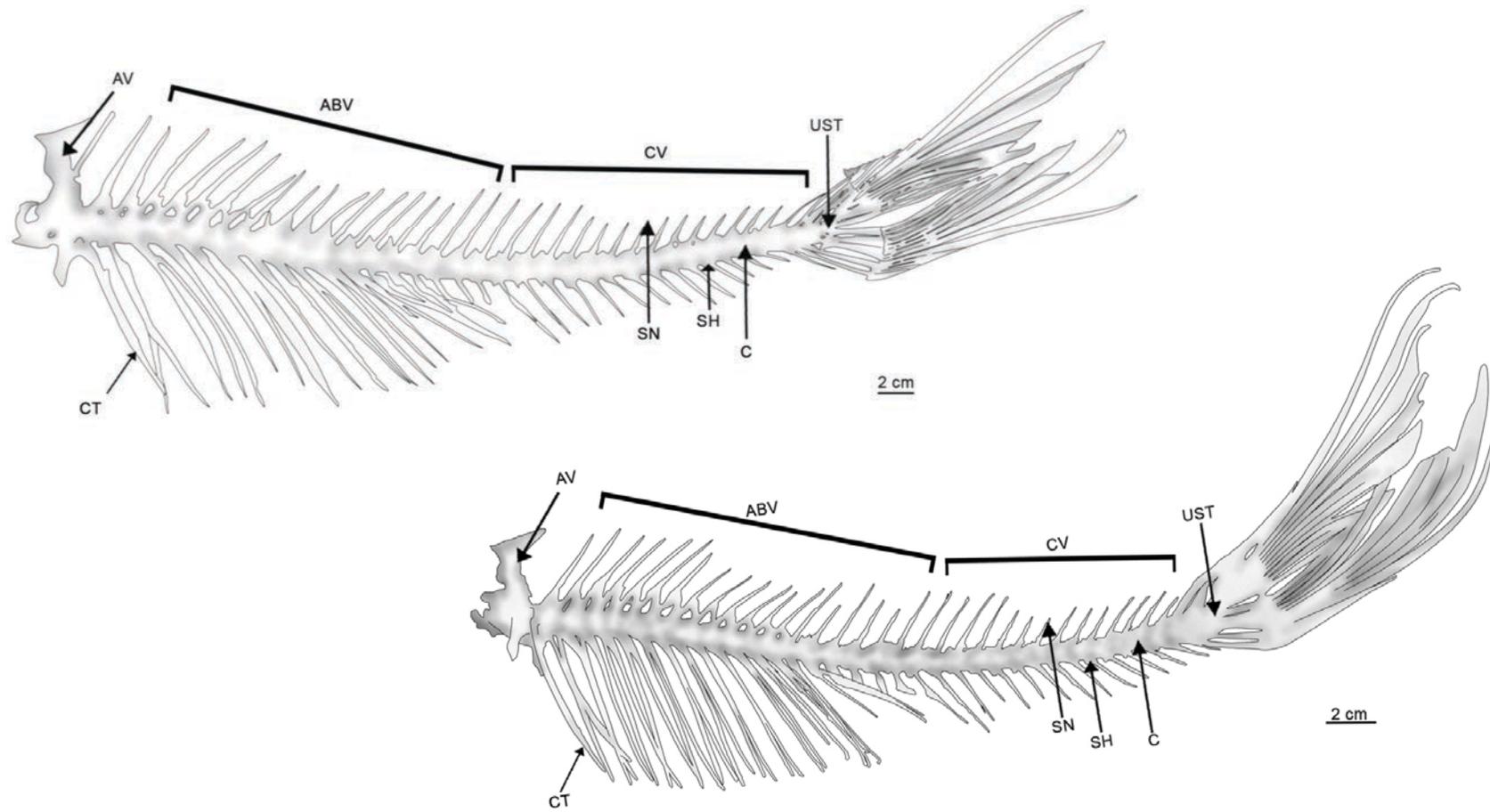
Gambar 4.11. Morfologi wilayah *arcus branchial* ikan *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) tampak dari dorsal. Keterangan: BB: *ossa basibranchialia*; BH: *os basihyale*; CB: *ossa ceratobranchialia*; EB: *ossa epibranchialia*; HB: *ossa hypobranchialia*; PB: *ossa pharyngobranchialia*; RCB: *raker ceratobranchialia*. Skala bar: C, 0,5 cm.

#### D. Morfologi Tulang Belakang Ikan Keureling

Perkembangan dan pertumbuhan tulang rangka terutama tulang belakang (*ossa vertebrae*) merupakan faktor penting pendukung kesehatan ikan. Tulang belakang berperan sebagai biomekanik penahan otot, fleksibilitas dan elastisitas selama ikan bergerak (Webb 1975). Selain itu, tulang belakang juga merupakan lokus penting penyimpan mineral serta ikut berperan dalam pengaturan fosfor homeostasis (Skonberg *et al.*, 1997).

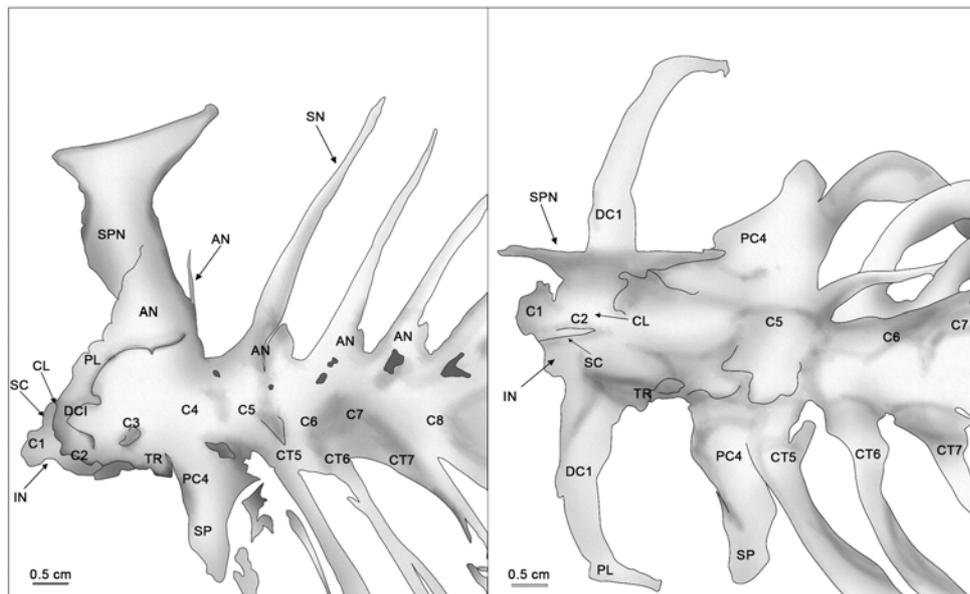
Kajian morfologi tulang rangka ikan bertujuan untuk memahami hubungan taksonomik dan filogenetik antarspesies ikan (Mafakheri *et al.*, 2015; Jalili *et al.*, 2015). Disamping itu, kajian ini juga dibutuhkan sebagai langkah pencegahan dalam menganalisis keabnormalan sistem skeleton (Deschamps & Sire 2010). 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 (Cahu *et al.*, 2003; Lall & Lewis-McCrea 2007), dan semakin memburuk pada tahap pertumbuhan menuju dewasa (Witten *et al.*, 2006).

Pengetahuan mengenai morfologi tulang rangka diperlukan guna memahami hubungan antara taksonomi dan filogenetik ikan (Diogo & Bills 2006 dan Keivany 2014) serta membantu upaya deteksi dan pencegahan terjadinya keabnormalan pada tulang ikan (Zhang *et al.*, 2012). Informasi morfologi tulang rangka juga dapat digunakan untuk mendiskripsikan ontogeni ikan mulai dari awal perkembangannya hingga dewasa serta menilai sejauh mana evolusi terjadi (Adriaens *et al.*, 2001). Selain itu Leprevost & Sire (2014) menyebutkan bahwa profil morfologi *ossa vertebrae* yang dimiliki ikan sangat memengaruhi kecepatan dan gaya renang ikan tersebut. *Tor tambroides* memiliki empat tulang *axial vertebrae* yang termasuk dalam tulang Weber (*apparatus Weberian*), 23 *ossa vertebrae abdominales*, 19 pasang *ossa costales*, 16 *ossa vertebrae caudales*, dan satu *os urostylus*, sedangkan *Tor tambra* memiliki empat tulang *axial vertebrae* yang termasuk dalam tulang

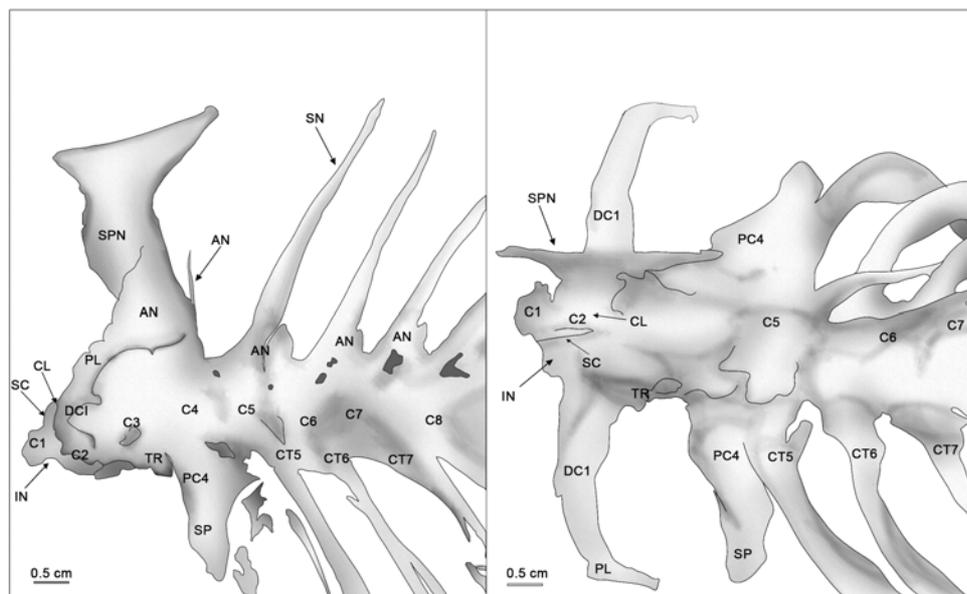


Gambar 4.12 Morfologi tulang belakang ikan *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah)

Weber (*apparatus Weberian*), 23 *ossa vertebrae abdominales*, 19 pasang *ossa costales*, 14 *ossa vertebrae caudales*, dan satu *os urostylus* (Gambar 4.12)



Gambar 4.13. *Ossa axial vertebrae* dan *ossa abdominalis vertebrae* *Tor tambroides* tampak lateral (kiri), *ossa axial vertebrae* dan *ossa abdominalis vertebrae* *Tor tambroides* tampak dorsal (kanan). SPN: *supraneural*, AN: *arcus neural*, DC: *dorsal costae*, PL: *processus lateralis*, SC: *scaphium*, IN: *Intercalarium*, TR: *tripus*, SP: *suspensorium*, CL: *claustrum*, CT: *costae*, PC: *pleura costae*, C: *centrum*; Skala Bar: 0,5 cm.



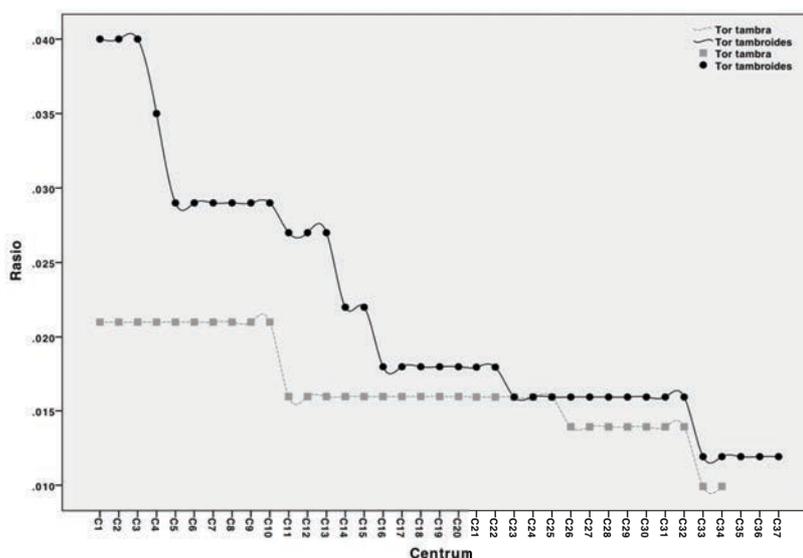
Gambar 4.14. *Ossa axial vertebrae* dan *ossa abdominalis vertebrae* *Tor tambra* tampak lateral (kiri), *ossa axial vertebrae* dan *ossa abdominalis vertebrae* *Tor*

*tambra* tampak dorsal (kanan). SPN: *supraneural*, AN: *arcus neural*, DC: *dorsal costae*, PL: *processus lateralis*, SC: *scaphium*, IN: *Intercalarium*, TR: *tripus*, SP: *suspensorium*, CL: *claustrum*, CT: *costae*, PC: *pleura costae*, C: *centrum*; Skala Bar: 0,5 cm.

### *Ossa axial vertebrae*

*Ossa axial vertebrae* pada ikan keureling terdiri atas *vertebrae centrum* 1 - 4 tulang, di bagian *cranial* akan membentuk persendian dengan *condylus occipitalis* dari *ossa cranii*. Di bagian *caudal*, tulang ini bersendi dengan *os centrum* kedua dan akan membentuk tulang Weber yang terdiri dari empat tulang pembentuk yaitu *ossa tripus*, *ossa intercalarium*, *ossa scaphium*, dan *ossa claustrum*.

*Os tripus* terletak dibagian *caudal apparatus weberian* masih termasuk dalam *axial vertebrae*, *Os tripus* terletak di sisi lateral-ventral *vertebrae* dari *os centrum* kedua yang bagian *dorsalnya* memiliki ujung memanjang ke bagian *caudal* dari *os costae pleura* dari *centrum* keempat. *Os tripus* berasal dari parapophysis *os costae pleura* dan terletak di *centrum* ketiga yang berhubungan ligamen dengan gelembung renang. *Os tripus* ikan keureling berbentuk panjang, tipis, dengan bagian dasar medial melebar tegak lurus terhadap *vertebrae*. Bagian *lateral* memiliki ujung menipis tajam dan berbentuk seperti pita (Gambar 4.13 dan Gambar 4.14).



Gambar 4.15. Rasio Tinggi centrum pada *Tor tambroides* dan *Tor tambra*

*Os Intercalarium* berasal dari arcus neural kedua dan *articularis processus* dengan penekanan pada centrum kedua. *Os Intercalarium* berbentuk huruf T dan menempel pada *os tripus* dan *os scaphium* melalui ligamen *scaphiintercalaris* dan *interalotripodal*. Perbedaan mencolok antar kedua spesies tersebut terlihat pada *dorsal costae* 1. *Tor tambroides* memiliki ukuran *dorsal costae* 1 yang lebih panjang dibanding *Tor tambra* (Gambar 4.15).

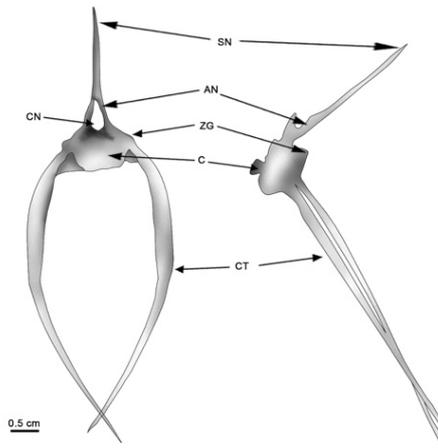
*Os scaphium* dan *os claustrum* adalah bagian tulang Weber yang terletak pada anterior. *Os scaphium* dan *os claustrum* berasal dari *arcus neuralis* pertama dan membentuk lubang anterior *canalis neuralis* di mana terdapat ligamen dari *os scaphium* yang membesar dan memanjang di bagian posterior. *Os claustrum* terletak pada bagian dorsal dari *os scaphium* dan saling bertautan satu sama lain melalui ligamen *clastroscaphial*. *Os supraneuralis* ikan keureling terlihat jelas, lebih besar dan tipis serta menyatu pada bagian dorsal. Posterior *os supraneuralis* menyatu menyerupai bentuk mangkuk pada permukaan dorsal, akan tetapi tidak menyatu dengan *spina neuralis* (Gambar 5.2.B).

Sanger & McCune (2002) menyebutkan bahwa bentuk tulang Weber ikan keureling yang terdiri atas *os tripus*, *os intercalarium*, *os scaphium* dan *os claustrum* identik dengan karakteristik ikan dari famili Cyprinidae. Selain itu, tulang Weber ikan keureling memiliki jumlah yang sama dengan ikan-ikan dari famili Cyprinidae lainnya (Jalili *et al.*, 2015 dan Nasri *et al.*, 2016). Walaupun demikian, ikan keureling dan *Cyprinion milesi* cenderung memiliki bentuk *supraneural* yang lebih serupa dibandingkan dengan *Barbus cyri*. Menurut Bird & Hernandez (2007), tulang Weber berhubungan langsung dengan gelembung renang dan pendengaran bagian dalam, di mana variasi interspesifik antar beberapa famili seperti Balitoridae, Gyriinocheilidae dan Catostomidae terlihat lebih sedikit berbanding pada famili Cyprinidae dan Cobitidae.

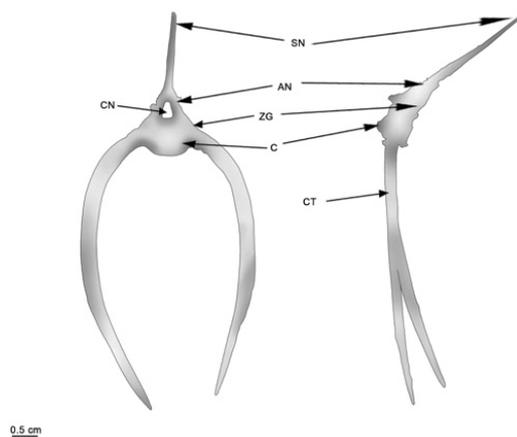
#### *Ossa abdominal vertebrae*

*Ossa abdominal vertebrae* mempunyai persendian yang kokoh satu dengan lainnya dan dibentuk diantara anterior dan posterior *centrum*. Di

bagian kedua sisi lateral *centrum* terdapat terdapat 18 pasang *ossa costae* serta tiga pasang *costae* yang tidak berkembang (rudimenter) yaitu *costae* pertama sampai ketiga. *Arcus neuralis* pertama ikan keureling telah termodifikasi menjadi *os scaphium* dan *os claustrum*. *Arcus neuralis* yang kedua termodifikasi menjadi *os intercalarium*.



Gambar 4.16 *Os costale* ketujuh *Tor tambroides*. Keterangan: SN: *spinal neural*; AN: *arcus neuralis*; CN: *canalis neuralis*; ZG: *zygopophysis*; C: *centrum*. Skala bar: 0,5 cm.

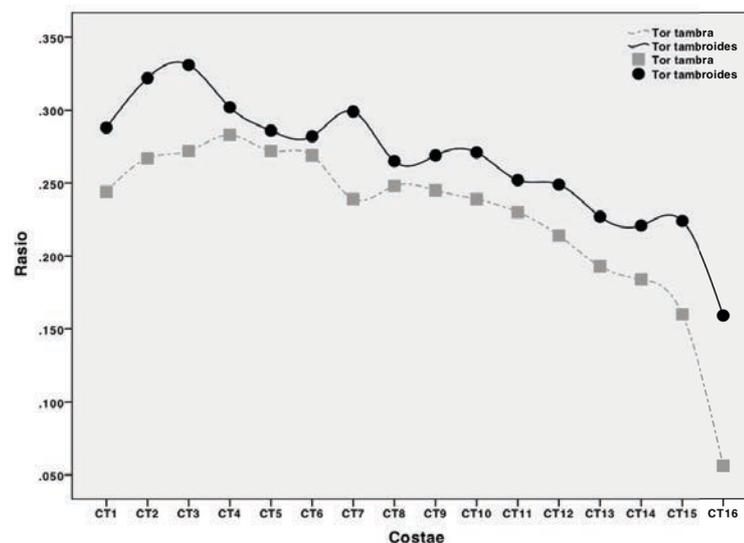


Gambar 4.17 *Os costale* ketujuh *Tor tambra*. Keterangan: SN: *spinal neural*; AN: *arcus neuralis*; CN: *canalis neuralis*; ZG: *zygopophysis*; C: *centrum*. Skala bar: 0,5 cm.

*Arcus neuralis* dari *centrum* ketiga dan keempat juga terlihat mengalami pembesaran. *Arcus neuralis* dari *centrum* ketiga bagian anterior dan posterior menunjukkan lebih banyak variasi. *Arcus neuralis* berupa lengkungan yang mengarah ke bagian caudal mulai terdapat pada *centrum* kelima. Di bagian ventral tidak terdapat *arcus haemalis*.

*Ossa costales* berfungsi sebagai pelindung organ-organ dan pembentuk rongga terbuka di daerah abdomen. Letak *os costale* dari anterior sampai ke posterior mengalami perpanjangan dan cenderung lebih miring ke belakang (Gambar 4.16 dan 4.17). *Os costale* bersendi dengan *ossa vertebrae abdominales* pada bagian *facies articularis*. *Os suspensorium* adalah *os costale* keempat yang telah termodifikasi dan berfungsi sebagai tautan gelembung renang anterior bagian dorsal.

*Os suspensorium* terlihat jelas dari lateral maupun dorsal tanpa menghilangkan kerangka bagian atas *os suspensorium* yang berfungsi sebagai tempat melekatnya tendon atau otot yang berhubungan dengan gelembung renang. Bentuk *os costale* kelima lebih ramping/tipis, kokoh dan besar sedangkan *os costale* ke-17 memiliki bentuk menyerupai silindris, lentur dan pendek serta berhubungan langsung dengan *parapofisis centrum*.



Gambar 4.18. Rasio *os costale* pada *Tor tambroides* dan *Tor tambra*.

Perbedaan morfologi costale *Tor tambroides* dan *Tor tambra* salah satunya terlihat pada *os costale* ke tujuh. *Tor tambroides* memiliki lengkungan *os costale*

yang saling berhimpitan antar pasangannya, sedangkan pada *Tor tambra*, terdapat jarak yang memisahkan antara lengkungan tersebut. Secara kuantitatif, *Tor tambroides* memiliki pola rasio *os costale* yang hampir serupa. Walaupun demikian, *Tor tambroides* memiliki nilai rasio *os costale* yang lebih tinggi dibanding *Tor tambra* (Gambar 4.18).

*Ossa costae* pada ikan keureling memiliki bentuk yang berbeda dengan ikan dari 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 milesi* 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 neuralis*, *spina neuralis* dan *canalis neuralis*. Walaupun demikian terdapat perbedaan terhadap ukuran relatifnya tergantung panjang dan tubuh ikan tersebut.

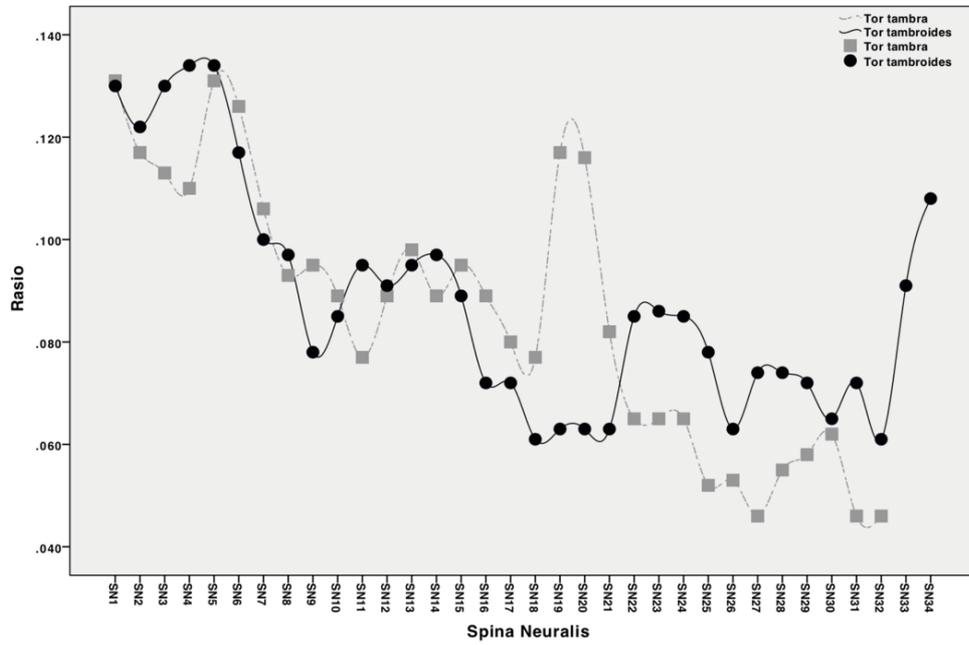
Dibandingkan dengan genus *Priocharax* (famili Characidae), ikan keureling memiliki jumlah total *ossa vertebrae* yang lebih tinggi, di mana

Genus *Priocharax* hanya memiliki jumlah total *ossa vertebrae* antara 33-35 dengan jumlah *ossa abdominal vertebrae* berkisar antara 14-15 (Mattox *et al.*, 2016). Sebaliknya apabila dibandingkan dengan genus *Cryptacanthodes* (famili *Cryptacanthodidae*) dan famili *Zaproridae*, maka ikan keureling memiliki jumlah total *ossa vertebrae* dan *ossa abdominal vertebrae* yang lebih rendah. Schnell dan Hilton (2014) menyebutkan bahwa jumlah *ossa abdominal vertebrae* genus *Cryptacanthodes* berkisar antara 32-33 dengan jumlah total *ossa vertebrae* mencapai 85-88. Sedangkan ikan dari famili *Zaproridae* memiliki jumlah *ossa abdominal vertebrae* antara 25-27 dengan total jumlah *ossa vertebrae* mencapai 61-63 (Hilton dan Stevenson 2013).

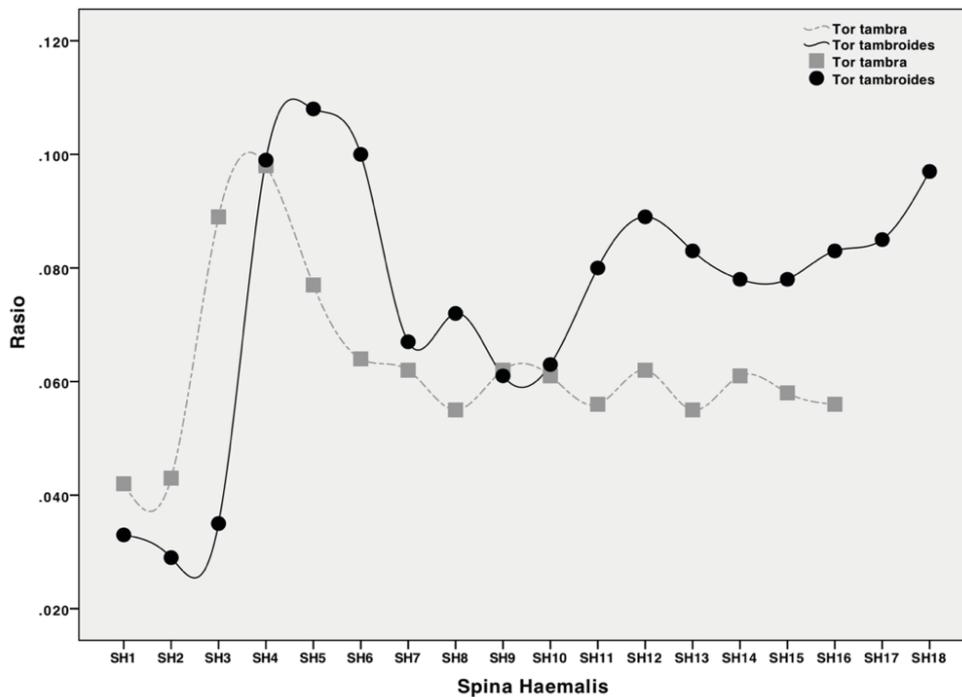
Ikan *Tor tambroides* memiliki 16 *ossa vertebrae caudales* dimulai dari *centrum* ke-24. *Ossa vertebrae caudales* merupakan rangkaian tulang pelvis dan kemudi yang pendek, tetapi sangat kokoh serta saling terhubung kuat. *Ossa vertebrae caudales* memiliki *arcus neuralis*, *spina neuralis*, dan *spina haemalis*. *Arcus neuralis* terletak di bagian dorsal dari *centrum*. *Spina neuralis* dari anterior sampai ke posterior mengalami perpanjangan dengan bentuk lebih miring ke belakang. *Arcus neuralis anterior* terlihat membesar dibandingkan dengan posterior. *Arcus neuralis* ini, menopang tulang *spina neuralis* yang semakin pendek dan mengecil. *Spina neuralis* terbentuk dari dasar *arcus neuralis*. *Spina haemalis* terletak di bagian *ventral* dari *centrum* dengan *canalis haemalis* yang terlihat jelas sebagai tempat lewatnya pembuluh darah. Pada bagian posterior, *canalis neuralis* dan *canalis haemalis* memiliki bentuk yang semakin mengecil dibandingkan pada bagian anterior (Gambar 4.19 dan 4.20).

*Tor tambroides* memiliki jumlah *spina neuralis* dan *spina haemalis* yang lebih banyak dibandingkan dengan *Tor tambra*. Jumlah *spina neuralis* dan *spina haemalis* pada *Tor tambroides* adalah 34 dan 18 tulang, sedangkan pada *Tor tambra* berjumlah 32 dan 16 tulang (Gambar 4.12 dan 4.13). *Tor tambroides* memiliki nilai rasio *spina neuralis* yang hampir serupa dengan *Tor tambra* terutama sampai dengan *spina neuralis* ke 17. Perbedaan yang mencolok terlihat dimana *spina neuralis* ke 19 dan 20 *Tor tambra* memiliki nilai rasio yang jauh lebih tinggi dibanding *Tor tambroides*. Sebaliknya, mulai dari *spina*

neuralis ke 22 hingga akhir, *Tor tambroides* memiliki nilai rasio yang lebih tinggi dari *Tor tambda*.



Gambar 4.19. Rasio spina neuralis pada *Tor tambroides* dan *Tor tambda*.



Gambar 4.20. Rasio spina haemalis pada *Tor tambroides* dan *Tor tambda*.

*Tor tambroides* memiliki jumlah *spina neuralis* dan *spina haemalis* yang lebih banyak dibandingkan dengan *Tor tambra*. Jumlah *spina neuralis* dan *spina haemalis* pada *Tor tambroides* adalah 34 dan 18 tulang, sedangkan pada *Tor tambra* berjumlah 32 dan 16 tulang. *Tor tambroides* memiliki nilai rasio *spina neuralis* yang hampir serupa dengan *Tor tambra* terutama sampai dengan *spina neuralis* ke 17. Perbedaan yang mencolok terlihat dimana *spina neuralis* ke 19 dan 20 *Tor tambra* memiliki nilai rasio yang jauh lebih tinggi dibanding *Tor tambroides*. Sebaliknya, mulai dari *spina neuralis* ke 22 hingga akhir, *Tor tambroides* memiliki nilai rasio yang lebih tinggi dari *Tor tambra*.

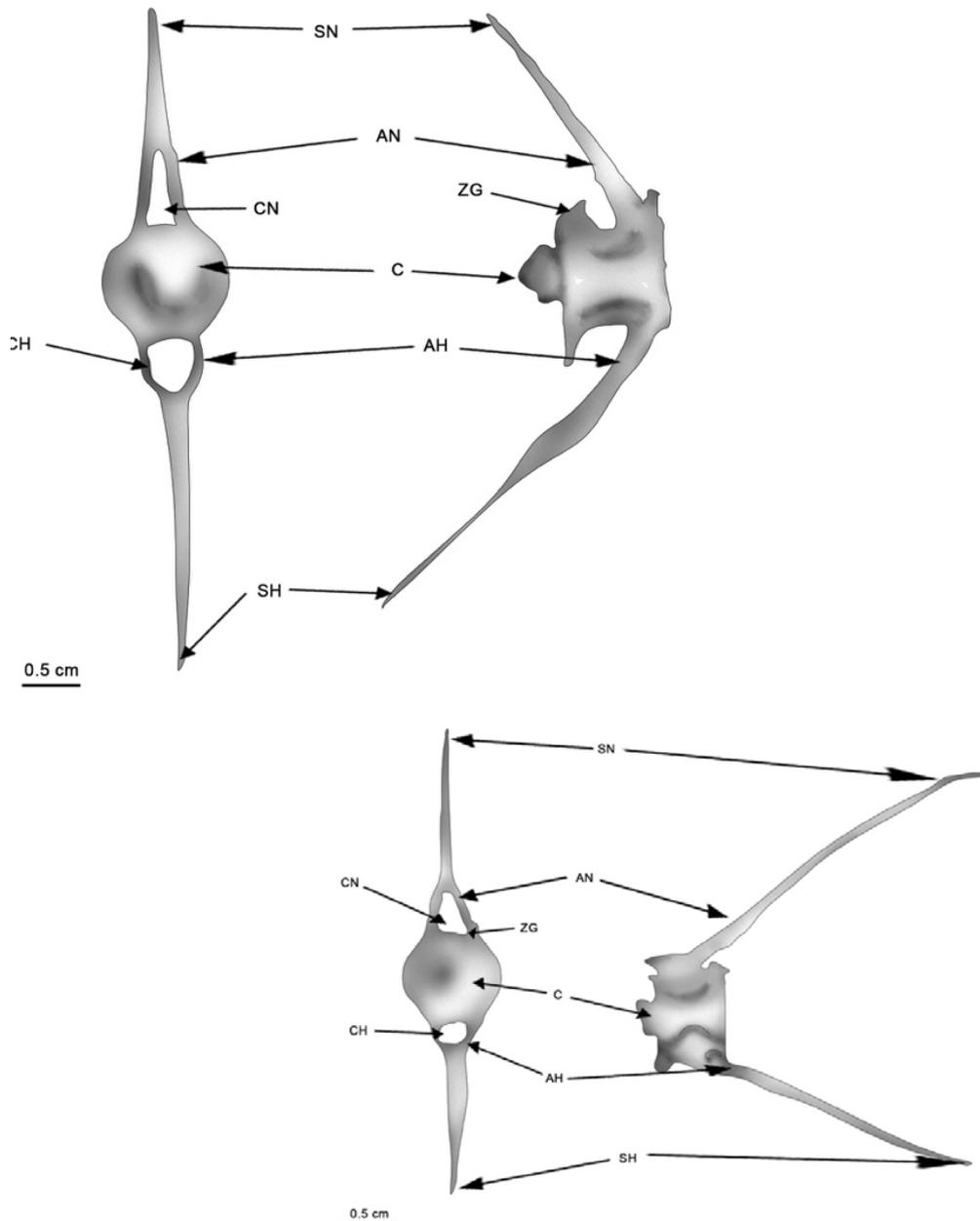
*Arcus neuralis* terletak dibagian dorsal dari *centrum*. *Spina neuralis* dari anterior sampai ke posterior mengalami perpanjangan dengan bentuk lebih miring ke belakang. *Arcus neuralis anterior* terlihat membesar dibandingkan dengan posterior. *Arcus neuralis* ini, menopang tulang *spina neuralis* yang semakin pendek dan mengecil. *Spina neuralis* terbentuk dari dasar *arcus neuralis*. *Spina haemalis* terletak di bagian *ventral* dari *centrum* dengan *canalis haemalis* yang terlihat jelas sebagai tempat lewatnya pembuluh darah. Pada bagian posterior, *canalis neuralis* dan *canalis haemalis* memiliki bentuk yang semakin mengecil dibandingkan pada bagian anterior (Gambar 4.21 dan 4.22).

Meskipun dalam famili yang sama (Cyprinidae), ikan keureling memiliki jumlah *ossa caudal vertebrae* yang lebih tinggi daripada *Pethia setnai* dengan 13 *ossa caudal vertebrae* (Katwate *et al.*, 2013) dan lebih rendah berbanding genus *Paedocypris* yang memiliki 21-23 *ossa caudal vertebrae* (Britz & Conway 2009). Akan tetapi jumlah *ossa caudal vertebrae* ikan keureling relatif sama apabila dibandingkan dengan jumlah *ossa caudal vertebrae* *Barboides gracilis* dan *B. britzi* (Cyprinidae) yaitu berkisar antara 17-19 (Conway *et al.*, 2017).

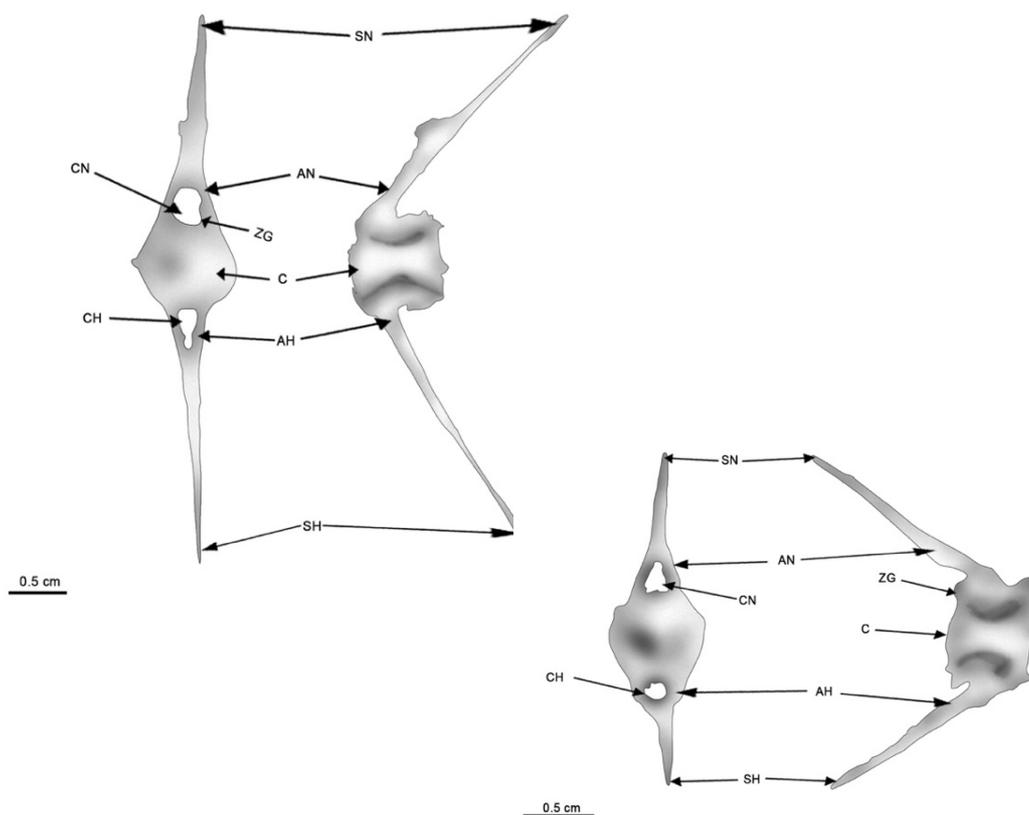
#### *Ossa caudal vertebrae dan os urostyles vertebrae*

Ikan keureling memiliki jumlah *ossa caudal vertebrae* lebih rendah berbanding genus *Priocharax* (famili Characidae) yang memiliki 19-21 *ossa caudal vertebrae* (Mattox *et al.*, 2016), spesies *Zaprora silenus* (Famili

Zaproridae) yang memiliki 35-37 *ossa caudal vertebrae* (Hilton & Stevenson, 2013) serta genus *Cryptacanthodes* (Famili Cryptacanthodidae) yang memiliki 53-55 *ossa caudal vertebrae* (Schnell dan Hilton, 2014).



Gambar 4.21 *Os vertebrae caudales* ke-1 (Kiri) dan *Os vertebrae caudales* ke-16 (kanan) *Tor tambroides*. SN: *spina neuralis*; AN: *arcus neuralis*; CN: *canalis neuralis*; ZG: *zygopophysis*; AH: *arcus haemalis*; SH: *spina haemalis*; C: *centrum*. Skala bar: 0,5 cm



Gambar 4.22 *Os vertebrae caudales* ke-1 (Kiri) dan *Os vertebrae caudales* ke-16 (kanan) *Tor tambra* SN: *spina neuralis*; AN: *arcus neuralis*; CN: *canalis neuralis*; ZG: *zygopophysis*; AH: *arcus haemalis*; SH: *spina haemalis*; C: *centrum*. Skala bar: 0,5 cm.

*Os urostylus* ikan keureling terletak pada *centrum* terakhir dengan posisi mengarah ke *dorsocaudal* serta miring ke belakang. Pada bagian dasar dari *os urostylus* melekat empat *ossa hypural* yaitu *os hypural* 3, 4, 5, dan 6. Sementara pada bagian atas dari *os urostylus* melekat *os epural* dengan arah yang sejajar. *Os urostylus* memiliki ukuran yang lebih tebal dibandingkan dengan *ossa hypural* dan *os epural*.

*Os urostyles vertebrae* ikan keureling memiliki bentuk yang serupa dengan ikan famili Cyprinidae lainnya (Jalili *et al.*, 2015) akan tetapi berbeda dengan ikan dari famili Percidae (Voskoboinikova & Grechanov, 2002). Perbedaan tersebut terletak pada jumlah *ossa hypural* yang melekat pada *os urostyles vertebrae*. Famili Percidae memiliki lima *ossa hypural* yang terpisah, tiga *os*

*epural* serta memiliki bentuk *os urostyles vertebrae* yang memanjang dan meruncing ke arah kaudal, sedangkan ikan keureling memiliki enam *ossa hypural* yang terpisah, satu *os epural* serta memiliki *os urostyles vertebrae* lebih pendek.

### **E. Morfologi Tulang Anggota Gerak Ikan Keureling**

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 didalam 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 pada 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).

Sirip merupakan alat gerak utama pada ikan dalam melakukan manuver didalam 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).

Tulang anggota gerak (*ossa appendiculare*) ikan kereuling terdiri atas sepasang sirip dada (*pinnae pectoralis*), sepasang sirip perut (*pinnae pelvicalis*), sirip punggung (*pinnae dorsalis*), sirip anal (*pinnae analis*), dan sirip ekor (*pinnae 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*). 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 dari famili Cichlidae (seperti ikan

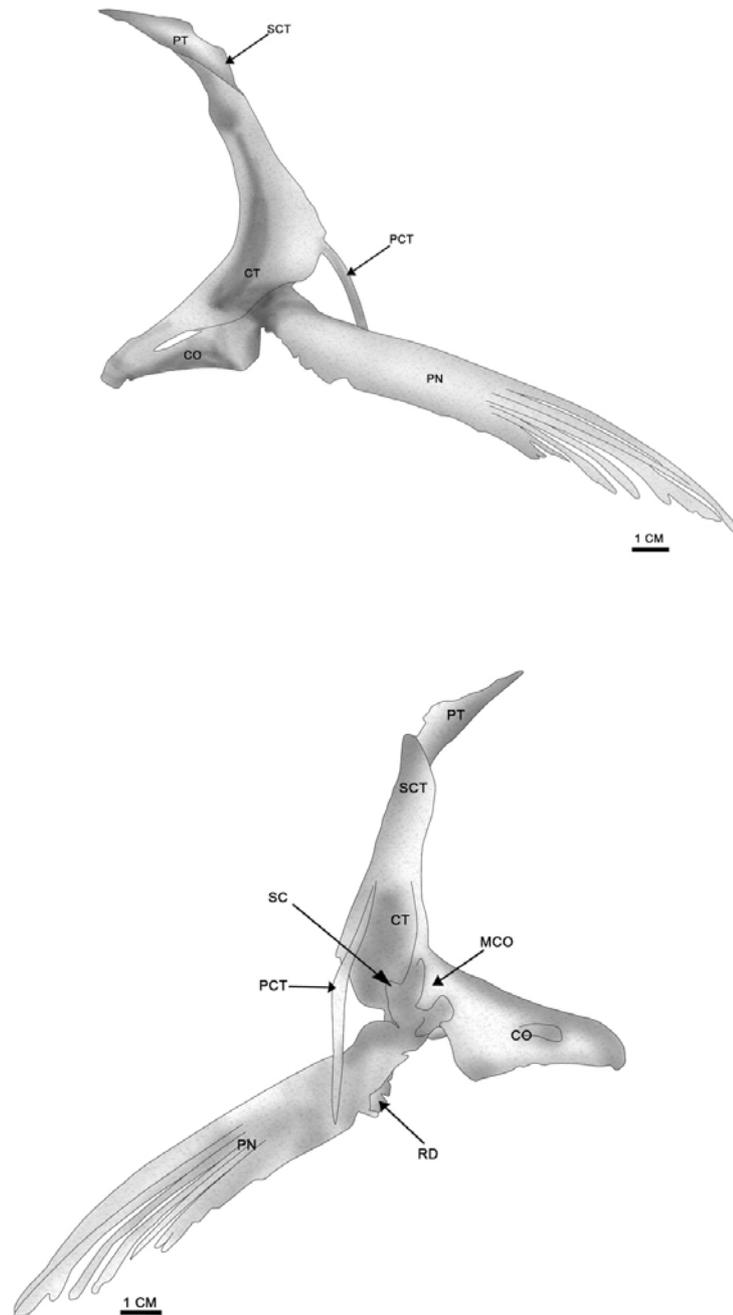
*Amphilophus citrinellus* dan *Oreochromis lorenzoi*) memiliki sirip dada yang terletak sejajar dengan sirip perut, sedangkan sirip dorsalnya memiliki jumlah jari jari sirip yang lebih banyak dan terletak disepanjang tubuh bagian dorsal (Carnevale *et al.*, 2003 & Klingenberg *et al.*, 2003). Disamping itu, ikan dari 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.

#### *Sirip dada*

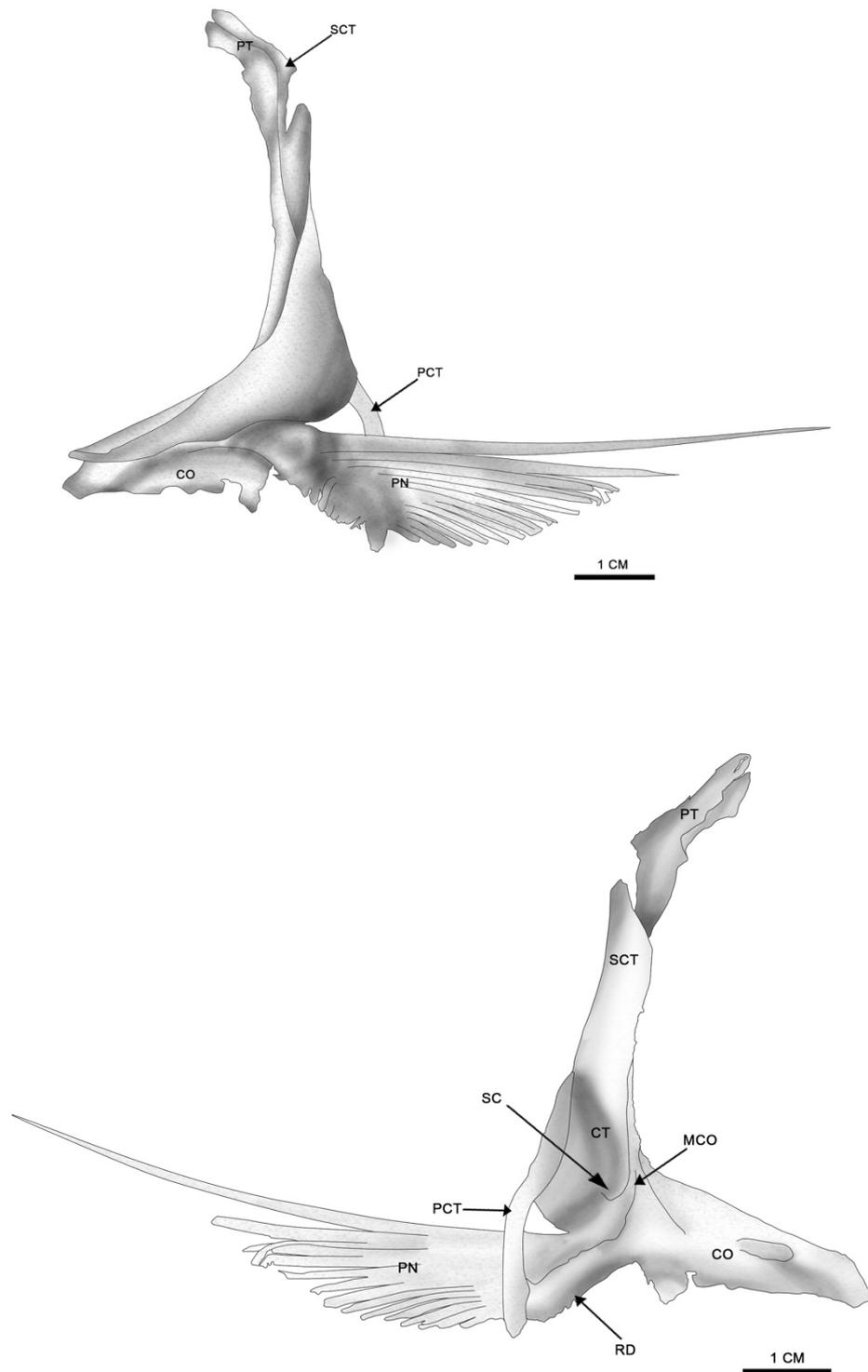
Sirip dada (*pinnae pectoralis*) ikan keureling tersusun dari *os cleithrum*, *os supracleithrum*, *os coracoideum*, *os mesocoracoideum*, *os scapula*, *os posttemporale*, *os supratemporale*, *os radiale* dan *pinnae*). Sirip ini terletak di daerah posterior dari *operculum* dan menumpu pada *os posttemporale*. Pada bagian ventral, sirip dada bertaut pada *os cranium* melalui *ligamentum intercalaris*. *Os cleithrum* merupakan bagian dari sirip dada dengan ukuran terbesar serta memiliki bentuk menyerupai huruf J (Gambar 4.23 dan 4.24). Bagian lekuk ventralnya lebih lebar daripada bagian anterior. Tulang ini berfungsi sebagai area bertautnya *os coracoideum*, *os scapula* serta otot pada sirip dada. *Os supracleithrum* merupakan bagian dari *os cleithrum* yang berhimpitan dengan bagian dorsal *os epiotik* dari *os cranium*.

*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 4.25 dan 4.26). 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 4.25 dan 4.26). 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.



Gambar 4.23 Morfologi sirip dada *Tor tambroides* tampak medial (bawah) dan tampak lateral (atas). Keterangan: Os coracoideum (CO); Os mesocoracoideum (MCO); Os radiale (RD); Os scapula (SC); Pinnae (PN); Os posttemporale (PT); Os postcleithrum (PCT); Os supracleithrum (SCT); Os cleithrum (CT). Skala Bar: 1 cm.



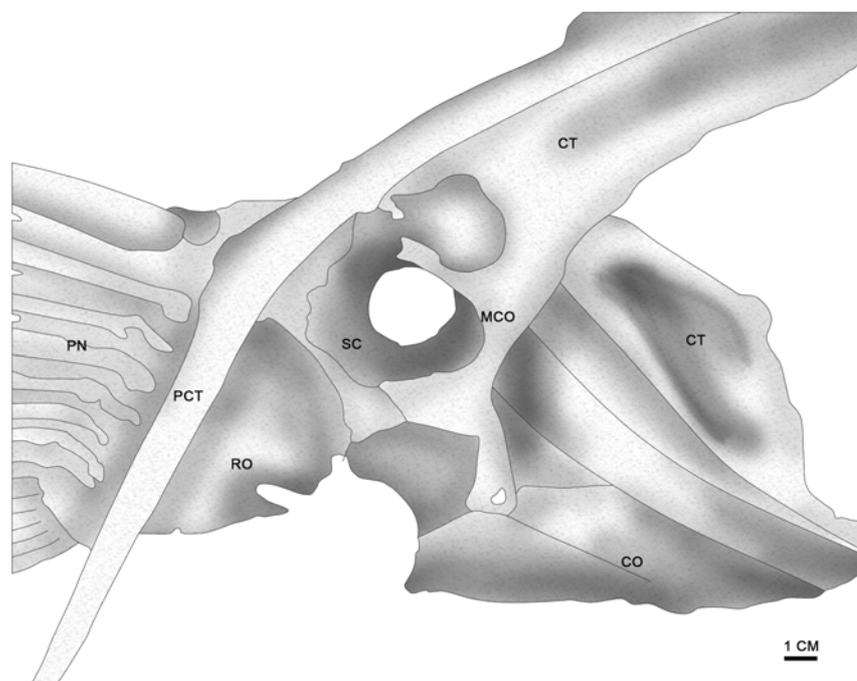
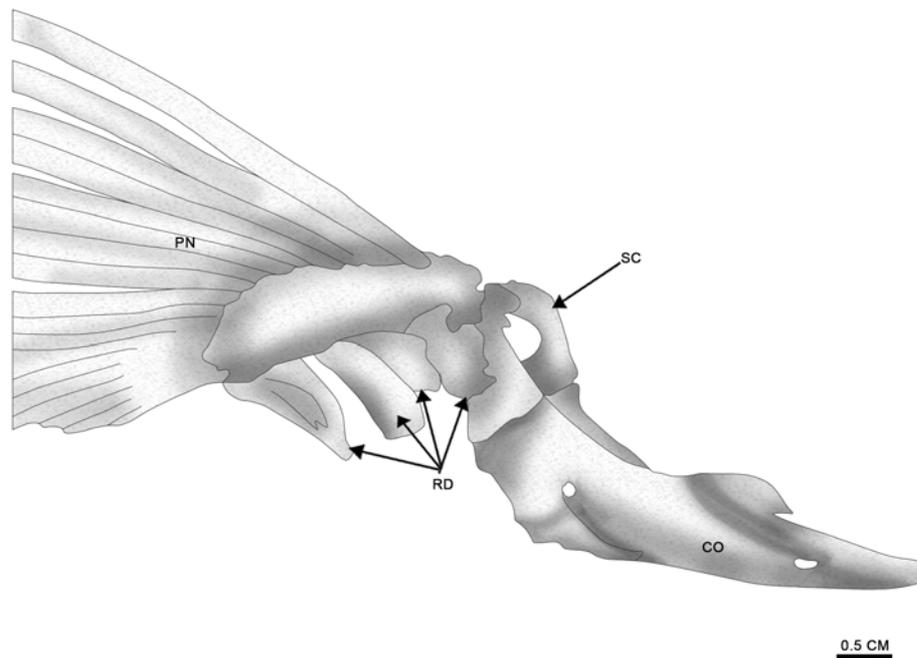
Gambar 4.24 Morfologi sirip dada *Tor tambra* tampak medial (bawah) dan tampak lateral (atas). Keterangan: *Os coracoideum* (CO); *Os mesocoracoideum* (MCO); *Os radiale* (RD); *Os scapula* (SC); *Pinnae* (PN); *Os posttemporale* (PT); *Os postcleithrum* (PCT); *Os supracleithrum* (SCT); *Os cleithrum* (CT). Skala Bar: 1 cm.

Tulang penyusun sirip dada ikan keureling baik *Tor tambroides* dan *Tor tambra* memiliki komposisi yang relatif sama dengan beberapa ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti ikan *Alburnus amirkabiri* akan tetapi 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 dibagian posterior (Nikmehr *et al.*, 2016).

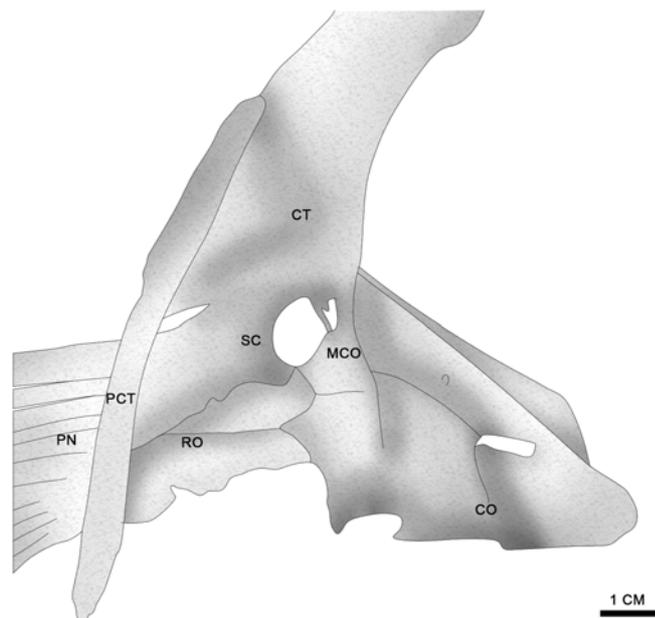
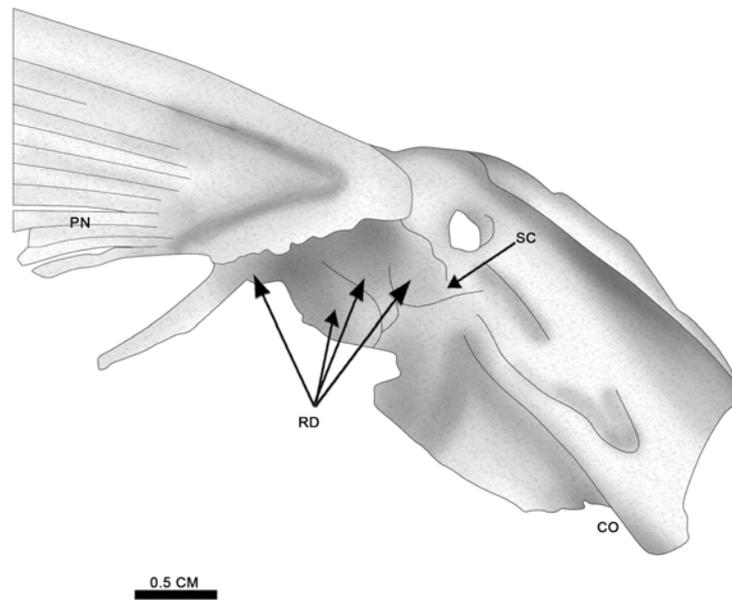
Dibandingkan dengan famili ikan lainnya, *os cleithrum* pada ikan *Alestes stuhlmannii* dari famili Alestidae memiliki bentuk lebih besar dengan sudut yang jelas serta dilengkapi dengan tiga *os postcleithrum* (Murray 2004). *Os supracleithrum* pada ikan keureling relatif sama dengan ikan famili Cyprinidae dimana terletak dibagian dorsal dari *epiotik* dan bagian ventral dari *os cleithrum*. Beberapa ikan dari famili Alestidae seperti ikan *Alestes stuhlmannii* memiliki ukuran *os supracleithrum* yang lebih panjang dibandingkan ikan keureling (Murray, 2004).

Jumlah *os radiale* ikan keureling *Tor tambroides* dan *Tor tambra* relatif sama dengan ikan dari famili Cyprinidae lainnya seperti pada *Barbus cyri* & *Barbus lacerta* (Jalili *et al.*, 2015b & Nikmehr *et al.*, 2016). Ikan *Alestes stuhlmannii* 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 *Tor tambroides* dan *Tor tambra* 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 stuhlmannii* dari famili Alestidae memiliki 13 – 17 jari-jari sirip dada (Murray 2004).



Gambar 4.25. Morfologi sirip dada *Tor tambroides* tampak dorsal. Keterangan: *Os coracoid* (CO); *Os mesocoracoid* (MCO); *Os radiale* (RD); *Os scapula* (SC); *Pinnae* (PN); *Os postcleithrum* (PCT); *Os cleithrum* (CT). Skala Bar: 1 cm



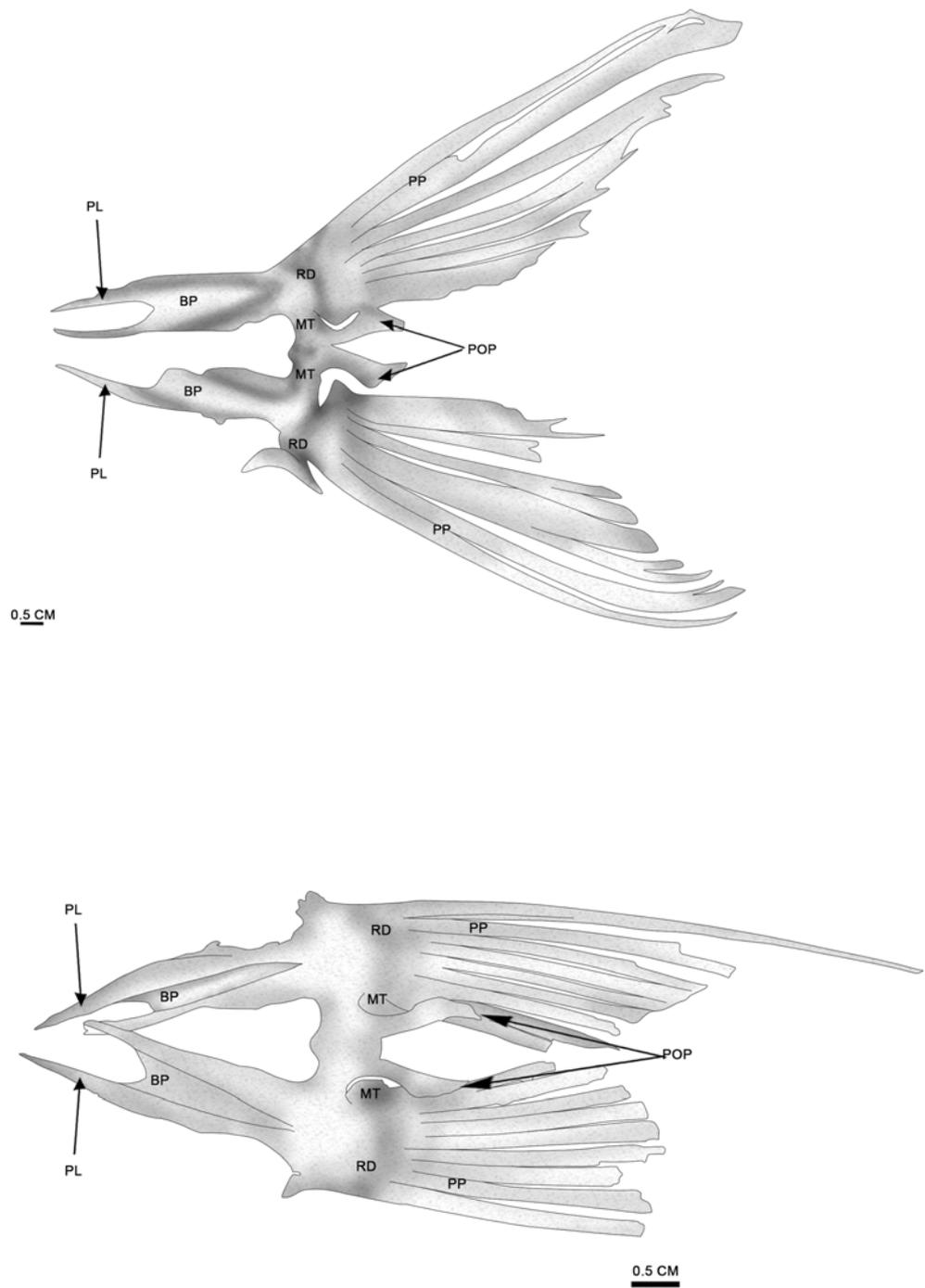
Gambar 4.26. Morfologi sirip dada *Tor tambra* tampak dorsal. Keterangan: *Os coracoid* (CO); *Os mesocoracoid* (MCO); *Os radiale* (RD); *Os scapula* (SC); *Pinnae* (PN); *Os postcleithrum* (PCT); *Os cleithrum* (CT). Skala Bar: 1 cm

### *Sirip perut*

Sirip perut (*pinna pelvis*) terletak diantara 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 4.27). *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 metaptrygium* 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.

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 lengkungan seperti halnya pada ikan keureling (Murray 2004). Menurut Britz dan Conway (2009) Ukuran *os basipterygium* pada genus *Paedocypris* dapat digunakan untuk membedakan ikan betina dan ikan jantan, dimana ikan jantan memiliki ukuran *os basipterygium* yang lebih besar.



Gambar 4.27. Morfologi sirip perut *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) 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.

*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 dan Mafakheri *et al.*, 2014).

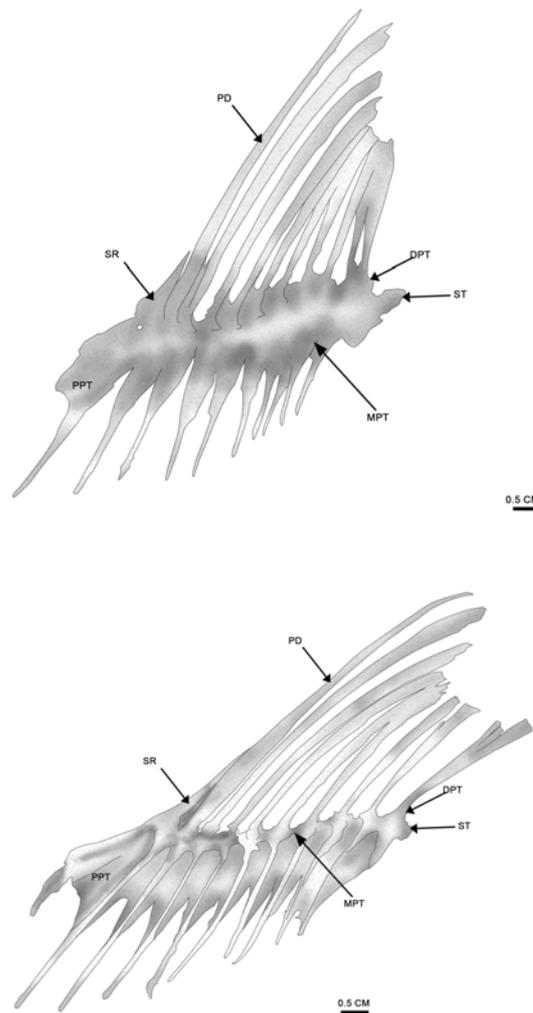
#### *Sirip punggung*

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 4.28). *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 dari *os pterygiophorus proximalis* dan lebih panjang dari *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 4.28. Morfologi sirip punggung *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) 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

*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.

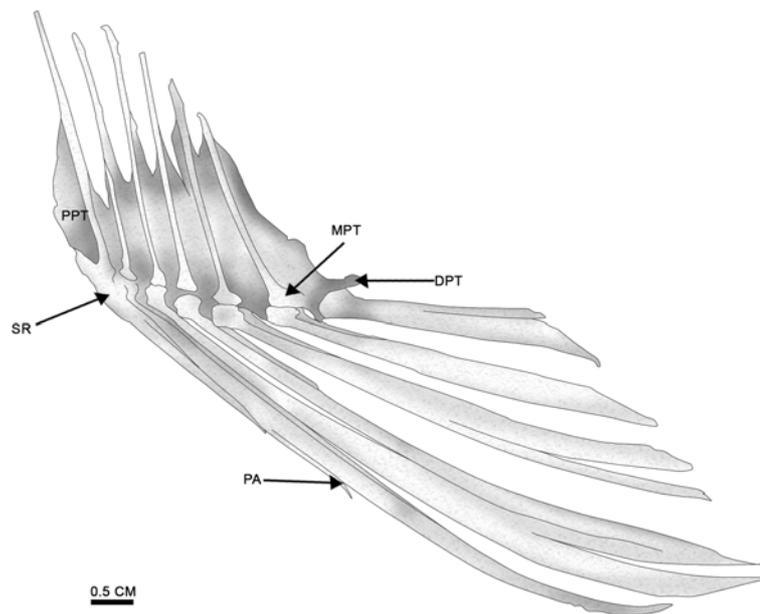
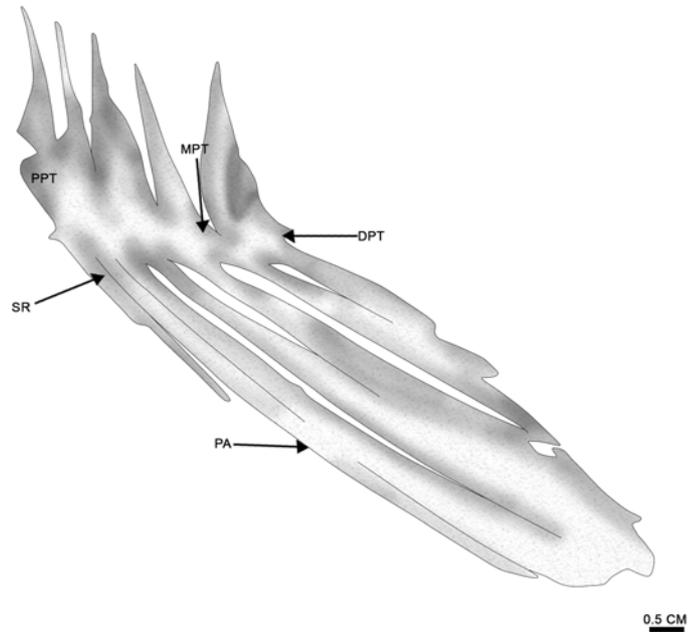
Sirip punggung (*pinna dorsalis*) ikan keureling terletak di antara *spina neuralis* ke - 10 dan ke - 11 dari *ossa vertebrae abdominalis*. *Os pterygiophorus* pertama memiliki ukuran terbesar dan berfungsi menopang jari - jari sirip punggung yang tidak bercabang (Jalili *et al.*, 2015a). Jumlah *os 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 macrostomum* yang memiliki jumlah *os pterygiophorus* yang lebih banyak (Nasri *et al.*, 2013).

Ikan kerling 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*

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 4.29). Sama seperti sirip punggung, *os pterygiophorus*

sirip anal terdiri atas tiga bagian yaitu *os pterygiophorus proximalis*, *os pterygiophorus medialis* dan *os pterygiophorus distalis*.



Gambar 4.29. Morfologi sirip anal punggung *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah). Keterangan: *Os pterygiophorus medialis* (PTM); *Os pterygiophorus proximalis* (PTP), *Os pterygiophorus distalis* (PTD), *Os supraneuralis* (SR), *Pinnae* (PN). Skala bar: 0,5 cm.

*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 dimana *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.

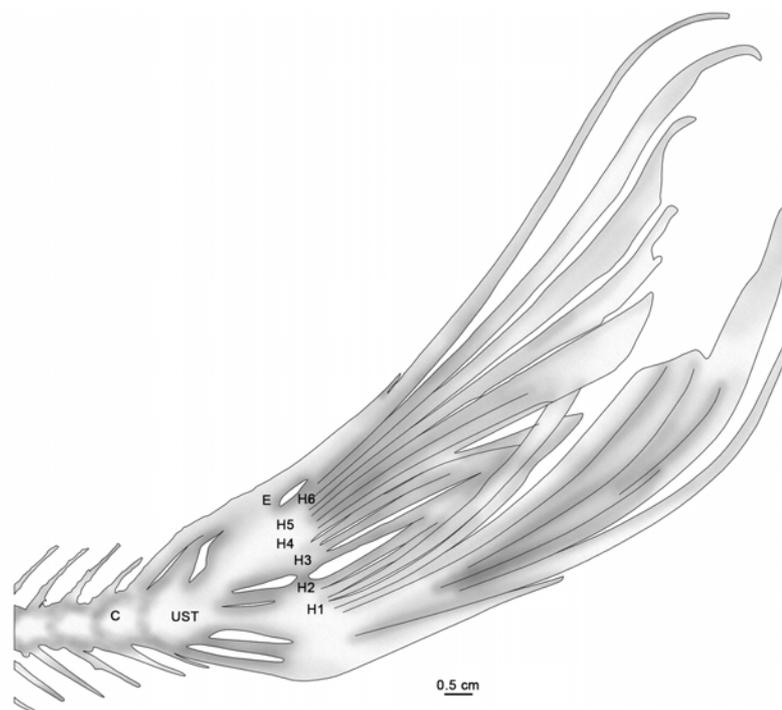
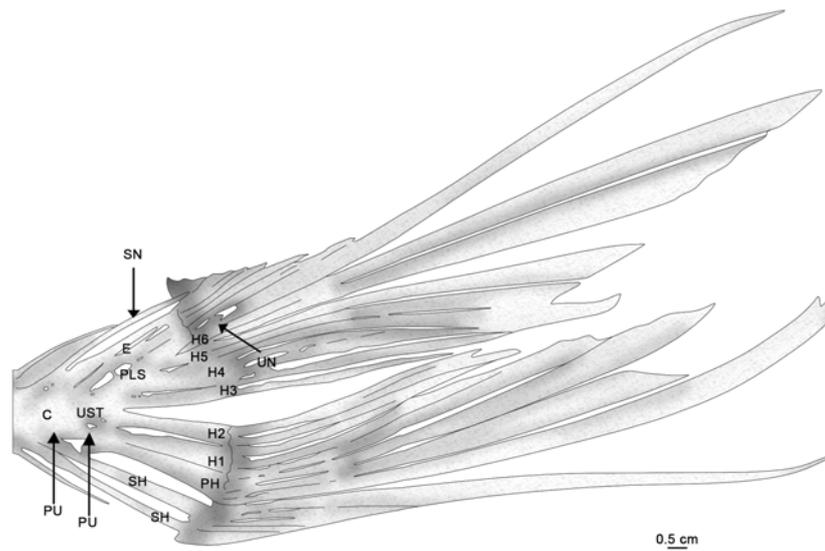
Sirip anal ikan keureling terletak pada lokasi yang sama dengan ikan *Barbus cyri* dari famili Cyprinidae yaitu pada centrum ke 28 dari *ossa vertebrae caudalis* (Jalili *et al.*, 2015b). Jumlah *os pterygiophorus* ikan keureling lebih sedikit jika dibandingkan dengan ikan *Cyprinion milesi* dari famili 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).

### *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 4.30). *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 4.30. Morfologi sirip ekor ikan *Tor tambroides* (atas) dan *Tor tambra* (bawah) 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.

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 kedalam 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 antar spesies dibandingkan tulang tulang penyusun anggota tubuh lainnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Tor tambroides* dan *Tor tambra* memiliki beberapa perbedaan karakteristik morfometrik meliputi panjang kepala, lebar kepala, jarak antar mata, panjang moncong, panjang sungut dan panjang sungut moncong. Secara umum dapat disimpulkan bahwa *Tor tambroides* memiliki rasio kepala yang lebih besar dibandingkan dengan *Tor tambra*.
2. Berdasarkan morfologi tulang kepala, *Tor tambra* cenderung memiliki tulang tulang pendukung penglihatan yang lebih berkembang dibandingkan dengan *Tor tambroides*. Hal ini ditandai dengan jumlah *ossa infraorbitale* yang lebih banyak pada *Tor tambra* dibandingkan dengan *Tor tambroides*. Sebaliknya *Tor tambroides* memiliki struktur *ossa splanchnocranii* yang lebih berkembang dibandingkan *Tor tambra*.
3. Studi komparatif pada tulang belakang menunjukkan bahwa *Tor tambroides* cenderung memiliki ukuran *dorsal costae* 1 yang lebih panjang dibanding *Tor tambra*. Disamping itu pada *os costale* ke tujuh, *Tor tambroides* memiliki lengkungan *os costale* yang saling berhimpitan antar pasangannya, sedangkan pada *Tor tambra*, terdapat jarak yang memisahkan antara lengkungan tersebut. Secara kuantitatif, *Tor tambroides* memiliki pola rasio *os costale* yang hampir serupa. Walaupun demikian, *Tor tambroides* memiliki nilai rasio *os costale* yang lebih tinggi dibanding *Tor tambra*.
4. Tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan pada tulang anggota gerak dari *Tor tambroides* dan *Tor tambra*.

## **5.2 Saran-Saran**

Perlu penelitian lanjutan terkait kompartif osteologi terhadap empat jenis ikan Tor yang hidup di Indonesia. Disamping itu, penelitian ini perlu di bukukan agar dapat menjadi bahan belajar terbaru khususnya bagi mahasiswa yang mendalami masalah osteologi, iktiologi dan biologi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adriaens D, Aerts P, Verraes W. 2001. Ontogenetic shift in mouth opening mechanisms in a catfish (Clariidae, Siluriformes): a response to increasing functional demands. *Journal of Morphology*, 247(3): 197 – 216.
- Aerts P (1991) Hyoid morphology and movements relative to abducting forces during feeding in *Astatotilapia elegans* (Teleostei, Cichlidae). *Journal of Morphology*, 208(3): 323 – 345.
- 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): jeb163360.
- 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
- 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.
- Anderson, PS, & Westneat, MW. 2007. Feeding mechanics and bite force modelling of the skull of *Dunkleosteus terrelli*, an ancient apex predator. *Biology Letters*, 3(1): 77-80.

- Antonucci F, Boglione C, Cerasari V, Caccia E, Costa C. 2012. 2016 External shape analyses in *Atherina boyeri* (Risso, 1810) from different environments. *Italian Journal of Zoology*, 79(1): 60-68.
- Aspinall V, Cappello M. 2015. Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology. Elsevier Health Sciences. 252p
- Azhar, Dahelmi, Zakaria IJ, Sukendi. 2013. The Study of Garing Fish Physical Habitat (*Tor tambra* C.V.: Cyprinidae) in Anai River West Sumatera. *International Journal of Science and Research*, 4(3): 116-122.
- Bird NC, Hernandez LP. 2007. Morphological variation in the weberian apparatus of Cypriniformes. *Journal of Morphology*, 268(9): 739 - 757.
- Bogutskaya NG, Naseka AM, Golovanova IV. 2008. Descriptive osteology of *Gymnocorymbus ternetzi* (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Zoosystematica 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.
- Cahu CL, Zambonito IJL, Takeuchi T. 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture*, 227 (1-4): 254-258.
- 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.
- Carroll AM, Wainwright PC, Huskey SH, Collar DC, & Turingan RG. 2004. Morphology predicts suction feeding performance in centrarchid fishes. *Journal of Experimental Biology*, 207(22): 3873-3881.

- Conway KW, Kubicek KM, Britz R. 2017. Morphological novelty and modest developmental truncation in *Barboides*, Africa's smallest vertebrates (Teleostei: Cyprinidae). *Journal of Morphology*, 278(6): 750 - 764.
- Cooper WJ & Westneat MW 2009. Form and function of damselfish skulls: rapid and repeated evolution into a limited number of trophic niches. *BMC Evolutionary Biology*, 9(1): 24. doi:10.1186/1471-2148-9-24
- Dawnay N, Ogden R, McEwing R, Carvalho GR, Thorpe RS. 2007. Validation of the carcoding gene COI for use in forensic genetic species identification. *Forensic Science International*, 173 (1): 1 - 6.
- De Iuliis G, & Pulerà D. 2011. The dissection of vertebrates, Second Edition A Laboratory Manual. Academic Press. Pp.79-82
- Deschamps MH, Sire JY. 2010. Histomorphometrical studies of vertebral bone condition in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Ichthyology*, 26 (2): 377-380.
- Dierickx K, Wouters, W, & Van Neer W .2017. Comparative osteological study of three species of distinct genera of *Haplotilapiini* (Cichlidae). *Cybium*, 41(3): 223-235.
- Diogo R, Bills R. 2006. Osteology and myology of the cephalic region and pectoral girdle of the South African cat fish *Austroglanis gilli*, with comments on the autapomorphies and phylogenetic relationships of the *Austroglanididae* (Teleostei: Siluriformes). *Animal Biology*, 56(1): 39 - 62.
- Diogo R, Oliveira C, & Chardon M. 2000. On the anatomy and function of the cephalic structures in *Phractura* (Siluriformes: Amphiliidae), with comments on some striking homoplasies occurring between the Doumeinae and some loricaroid catfishes. *Belgian Journal of Zoology*, 130(2): 117-130.

- 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.
- Drucker EG & Jensen J. S. 1991. Functional analysis of a specialized prey processing behavior: winnowing by surfperches (Teleostei: Embiotocidae). *Journal of Morphology*. 210: 267-287.
- 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.
- Eagderi S & Adriaens D. 2014. Cephalic morphology of *Ariosoma gilberti* (Bathymyrinae: Congridae). *Iranian Journal of Ichthyology* 1(1): 39-50.
- Eagderi S & Adriaens D. 2014. Cephalic morphology of *Ariosoma gilberti* (Bathymyrinae: Congridae). *Iranian Journal of Ichthyology* 1(1): 39-50.
- Eagderi S, & Adriaens D. 2010. Head morphology of the duckbill eel, *Hoplunnis punctata* (Regan, 1915; Nettastomatidae: Anguilliformes) in relation to jaw elongation. *Zoology*, 113(3): 148-157.
- Enghoff IB. 1991. Mesolithic eel-fishing at Bjornsholm, Denmark, spiced with exotic species. *Journal of Danish Archaeology*, 10(1): 105-118.
- Ferry-Graham LA, Lauder GV. 2001. Aquatic prey capture in ray-finned fishes: a century of progress and new directions. *Journal of Morphology*, 248 (2): 99-119.
- Flammang BE, Lauder GV. 2013. Pectoral fins aid in navigation of a complex environment by bluegill sunfish under sensory deprivation conditions. *The 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.
- Fugi R, Agostinho AA, & Hahn NS 2001. Trophic morphology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. *Revista brasileira de biologia*, 61(1): 27-33.
- Gidmark NJ, Staab KL, Brainerd EL & Hernandez LP. 2012. Flexibility in starting posture drives flexibility in kinematic behavior of the kinethmoid-mediated premaxillary protrusion mechanism in a cyprinid fish, *Cyprinus carpio*. *Journal of Experimental Biology*, 215(13): 2262-2272.
- Hardjamulia AN, Suhendra, Wahyudi E. 1995. Perkembangan Oosit Dan Ovari Ikan Semah (*Tor douronensis*) Di Sungai Selabung, Danau Ranau, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 1 (3): 36 - 46.
- 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*) yang eksotik dan langka sebagai dasar domestikasi. *Biodiversitas*, 7: 195- 198.
- Herbing IHV, Miyake T, Hall BK & Boutilier RG. 1996. Ontogeny of feeding and respiration in larval Atlantic cod *Gadus morhua* (Teleostei, Gadiformes): I. Morphology. *Journal of morphology*, 227(1): 15-35.
- Hernandez LP, Bird NC & Staab KL. 2007. Using zebrafish to investigate cypriniform evolutionary novelties: functional development and evolutionary diversification of the kinethmoid. *Journal of Experimental Zoology Part B Molecular and Developmental Evolution*, 308: 625-641.
- Hilton EJ, & Kley NJ. 2005. Osteology of the Quillfish, *Ptilichthys goodei* (Perciformes: Zoarcoidei: Ptilichthyidae). *Copeia*, 2005(3): 571-585.

- Hilton EJ, Stevenson DE. 2013. Osteology of the Prowfish, *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. The Skeleton Bony Fish Skeleton. Elsevier Inc. All rights reserved, Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point, VA, USA. 434-436p.
- Hossain MY, Ohtomi J, Ahmed ZF. 2016. Morphometric, Meristic Characteristics and Conservation of the Threatened Fish, *Puntius sarana* (Hamilton, 1822) (Cyprinidae) in the Ganges River, Northwestern Bangladesh. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 223-225.
- 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.
- 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.
- Kammerer CF, Grande L & Westneat MW. 2006. Comparative and developmental functional morphology of the jaws of living and

- fossil gars (Actinopterygii: Lepisosteidae). *Journal of morphology*, 267(9): 1017-1031.
- Katwate U, Paingankar MS, Jadhav S, Dahanukar N. 2013. Phylogenetic position and osteology of *Pethia setnai* (Chhapgar & Sane, 1992), an endemic barb (Teleostei: Cyprinidae) of the Western Ghats, India, with notes on its distribution and threats. *Journal of Threatened Taxa*, 5(17): 5214 - 5227.
- Keivany Y. 2014. Comparative osteology of the suspensorial and opercular series in representatives of the eurypterygian fishes. *Iranian Journal of Ichthyology*, 1(2): 73-89.
- Khayra A, Muchlisin ZA, Sarong MA. 2016. Morfometrik lima species ikan yang dominan tertangkap di Danau Aneuk Laot, Kota Sabang. *Depik*, 5 (2): 57-66.
- 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.
- Konow N, & Sanford CP. 2008. Biomechanics of a convergently derived prey-processing mechanism in fishes: evidence from comparative tongue bite apparatus morphology and raking kinematics. *Journal of Experimental Biology*, 211(21): 3378-3391.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi. Periplus, Singapore
- Koumoundouros G, Divanach P & Kentouri M. 2000. Development of the skull in *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae). *Marine Biology*, 136(1): 175-184.
- Lall SP, Lewis-McCrea LM. 2007. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish: an overview. *Aquaculture*, 267 (1): 3-19.
- 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, Bozkurttas M. 2006. Locomotion with flexible propulsors: I. Experimental analysis of pectoral fin swimming in sunfish. *Bioinspiration & Biomimetics*, 1(4): S25-S34.
- 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.
- 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.
- Löffler J, Ott A, Ahnelt H, & Keckeis H. 2008. Early development of the skull of *Sander lucioperca* (L.) (Teleostei: Percidae) relating to growth and mortality. *Journal of Fish Biology*, 72(1): 233-258.
- Lów P, Molnár K, Kriska G. 2016. *Atlas of Animal Anatomy and Histology*. Springer, pp17.
- 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.
- Mattox GMT, Britz B, Piza MT. 2016. Osteology of *Priocharax* and remarkable developmental truncation in a miniature Amazonian Fish (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Journal of Morphology*, 277(1): 65 - 85.
- Muchlisin ZA, Batubara AS, Siti-azizah MN, Adlim M, Hendri A, NurFadli, Muhammadar AA, Sugianto S. 2015. Feeding habit and length weight relationship of keureling fish, *Tor tambra*

- Valenciennes, 1842 (Cyprinidae) from the western region of Aceh Province, Indonesia. *Biodiversitas*, 16(1): 89-94.
- 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, 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.
- 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.
- 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.
- Ogale SN. 2002. Mahseer breeding and conservation and possibilities of commercial culture, the Indian experience. In: Petr T, Swar SB (eds.). *Cold Water Fisheries in the trans-Himalayan Countries*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome.
- 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.
- Ostrand GK, & Hopkins J. 2000. *The laboratory fish*. San Diego: Academic press. pp. 79-91
- Payne SL, Holliday CM, & Vickaryous MK. 2011. An osteological and histological investigation of cranial joints in geckos. *The Anatomical*

- Record: *Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 294 (3): 399-405.
- Rahardjo MF. 1985. Iktiologi Sebagai Pedoman Kerja Praktikum. IPB, Bogor.
- Rojo AL. 1991. Dictionary of Evolutionary Fish Osteology. Boca Raton, Florida. CRC Press. 273p.
- Rupawan AK, Gaffar, Husnah. 1999. Beberapa Sifat Biologi dan Ekologi Ikan Samah (*Tor douronensis*) di Danau Kurinci dan Sungai Merangin, Jambi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, (4): 1-5.
- Saanin H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Bina Cipta. Jakarta. 520 hal
- Saka, Ş, Çoban D, Kamacı HO, Süzer C & Fırat K. 2008. Early development of cephalic skeleton in hatchery-reared gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(2):341-345
- Sanger TJ, Mc Cune AR. 2002. Comparative osteology of the *Danio* (Cyprinidae: Ostariophysii) axial skeleton with comments on *Danio* relationships based on molecules and morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 135(4): 529 - 546.
- Sarkar SK, & De SK. 2011. Functional morphoanatomy of olfactory sensory epithelial cells of *Pseudapocryptes lanceolatus* (Bloch and Schneider). *Int J Sci Nat*, 2(2): 1-6.
- Schindler I & Schmidt J. 2006. Review of the mouthbrooding Betta (Teleostei, Osphronemidae) from Thailand, with descriptions of two new species. *Zeitschrift für Fischkunde*, (8): 47-69.
- Schmitz L & Wainwright PC. 2011. Ecomorphology of the eyes and skull in zooplanktivorous labrid fishes. *Coral Reefs*, 30(2): 415-428.
- Schnell NK, Hilton EJ. 2014. Osteology and ontogeny of the Wrymouths, Genus *Cryptacanthodes* (Cottiformes: Zoarcoidei: Cryptacanthodidae). *Journal of Morphology*, 276(6): 185 - 208.
- Singh AK. 2007. Biological and reproductive diversity in revereie as well ss lacustrine golden mahser, *Tor putitora* (Hamilton 1822) in central

- Malayas, India. In: Siraj SS, Christianus A, Kiat NC, De Silva SS. (eds.). Mahser, the biology, culture and conservation. Proceeding of the International Symposium on the Mahseer. Malaysian Fisheries Society. Kuala Lumpur, Malaysia.
- 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.
- Staab KL & Hernandez LP. 2010. Development of the Cypriniform protrusible jaw complex in *Danio rerio*: constructional insights for evolution. *J. Morphol.* 271: 814-825.
- 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*). *The Journal of Experimental Biology*, 211: 2931-2942.
- Standen EM. 2011. Buoyancy, Locomotion, and Movement in Fishes, Paired Fin Swimming. Elsevier Inc, McGill University, Canada. 564p.
- Stiassny ML. 2000. *The laboratory fish*, Chapter 6 - Skeletal system. Academic Press. pp. 109-118.
- 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 limbs. *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. *Cybiium* 9 (2): 107-119.
- Teletchea F. 2016. Molecular identification methods of fish species: reassessment and possible applications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19 (1): 263 - 293.
- Tomita T, Toda M, Yamamoto Y, Sato K, Uchida S, & Nakaya K. 2013. A novel pharyngeal expansion mechanism in the yellow-spotted fanray, *Platyrhina tangi* (Elasmobranchii: Batoidea), with special reference to the function of the fifth ceratobranchial cartilage in batoids. *Zoomorphology*, 132(3): 317-324.
- Van Wassenbergh S& De Rechter D. 2011. Piscivorous cyprinid fish modulates suction feeding kinematics to capture elusive prey. *Zoology*, 114(1): 46-52.
- Voskoboinikova OS, Grechanov IG. 2002. Development of the skeleton during the ontogenesis of the River Perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Ichthyology*, 42(4):322 - 333.
- Wainwright PC, Bellwood DR, Westneat MW, Grubich JR, & Hoey AS. 2004. A functional morphospace for the skull of labrid fishes: patterns of diversity in a complex biomechanical system. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82(1): 1-25.
- Walker JA, Westneat MW. 2002. Performance limits of labriform propulsion and correlates with fin shape and motion. *The Journal of Experimental Biology*, 205: 177-187.
- Walter BE. 2013. Cranial skeletogenesis and osteology of the redeye tetra *Moenkhausia sanctaefilomenae*. *Journal of Fish Biology*, 82: 69-95
- Webb PW. 1975. Hydrodynamics and energetics of fish propulsion. *Bulletin Fish Research*, (190): 1-159.
- Westneat MW. 2003. A biomechanical model for analysis of muscle force, power output and lower jaw motion in fishes. *Journal of Theoretical Biology*, 223(3): 269-281.

- Wilga CD. 2010. Hyoid and pharyngeal arch function during ventilation and feeding in elasmobranchs: conservation and modification in function. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(2): 162-166.
- Witten PE, Obach A, Huysseune A, Baeverfjord G, 2006. Vertebrae fusion in Atlantic salmon (*Salmo salar*): development, aggravation and pathways of containment. *Aquaculture*, 258 (1-4): 164- 172.
- Yamanoue Y, Setiamarga DHE, Matsuura K. 2010. Pelvic fins in teleosts: structure, function and evolution. *Journal of Fish Biology*, 77(6): 1173-1208.
- Zhang X, Shimoda K, Ura K, Adachi S, Takagi Y. 2012. Developmental structure of the vertebral column, fins, scutes and scales in bester sturgeon, a hybrid of beluga *Huso huso* and sterlet *Acipenser ruthenus*. *Journal of Fish Biology*, 81(6): 1985-2004.



**BIODATA PENELITI**  
**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH TAHUN 2019**

**A. Identitas Diri**

1.	Nama Lengkap <i>(dengan gelar)</i>	Ilham Zulfahmi, S. Kel., M. Si
2.	Jenis Kelamin L/P	Laki-Laki
3.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4.	NIP	-
5.	NIDN	1316078801
6.	NIPN <i>(ID Peneliti)</i>	131607880113000
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	Dayah Mesjid, Kab Bireuen, 16 Juli 1988
8.	E-mail	Ilhamgravel@yahoo.com
9.	Nomor Telepon/HP	085262743552
10.	Alamat Kantor	Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
11.	Nomor Telepon/Faks	
12.	Bidang Ilmu	Ekologi Perairan
13.	Program Studi	Biologi
14.	Fakultas	Sains dan Teknologi

**B. Riwayat Pendidikan**

No.	Uraian	S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	Universitas Syiah Kuala	Institut Pertanian Bogor	-
2.	Kota dan Negara PT	Banda Aceh, Indonesia	Bogor, Indonesia	-
3.	Bidang Ilmu/ Program Studi	Ilmu Kelautan	Pengelolaan Sumberdaya Perairan	-
4.	Tahun Lulus	2011	2014	-

**C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1.	2019	Komparatif Osteologi dari Ikan Keureling, <i>Tor tambroides</i> (Bleeker 1854) dan <i>Tor tambra</i> (Valenciennes 1842) yang Hidup di Perairan Aceh	DIPA UIN Ar-Raniry
2.	2019	Daya tetas, Kelangsungan hidup dan Abnormalitas Larva Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus	DPRM Ristekdikti

		1758) yang Dipapar Limbah Cair Kelapa Sawit	
3	2018	Ekstraksi Daun Ganja ( <i>Cannabis sativa</i> Linn) sebagai Agen Anestesi Ikan Koi ( <i>Cyprinus carpio</i> Koi): Sebuah Kebaruan Dalam Bidang Anestesi Perikanan	DIPA UIN Ar-Raniry
4.	2018	Kinerja Hormon Reproduksi dan Tingkat Abnormalitas Larva Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus 1758) yang Dipapar Limbah Cair Kelapa Sawit	DPRM Ristekdikti
5	2018	Iktiofauna Sungai Alas Kawasan Ekosistem Leuser Kota Subulussalam Provinsi Aceh	Forum Konservasi Leuser
6.	2017	Toksitasitas Limbah Cair Kelapa Sawit dan Pengaruhnya Terhadap Keragaan Reproduksi Dan Histopatologi Gonad Ikan Nila ( <i>Oreochromis Niloticus</i> Linnaeus 1758)	DPRM Ristekdikti
7.	2017	Anatomi Morfologi Skeleton Ikan Keureling ( <i>Tor tambra</i> Valenciennes 1842)	DIPA UIN Ar-Raniry
8.	2017	Kajian Teoritis Pengujian Kertas dari <i>Glaciraria Sp</i> yang Dibudidayakan pada Media yang Tercemar Limbah Cair Kelapa Sawit	Institut Teknologi dan Sains Bandung

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana
1.	2019	Bersih Pantai dan Laut Kawasan Wisata Goa Sarang, Kecamatan Iboih, Kotamadya Sabang	Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
2.	2018	Edukasi Pemanfaatan Rumput Laut di Gampong Pulo Raya Kecamatan Sampoinet Aceh Jaya	Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
3.	2017	Kampanye Masker dan Edukasi Bahaya Polutan Udara	Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
4.	2017	Restorasi Bakau Sebagai Upaya penyelamatan Wilayah Pesisir Alue	Yayasan Natural Aceh

**E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun/Url
1.	Palm Kernel Meal as a Fish-feed Ingredient for Milkfish ( <i>Chanos chanos</i> , Forskall 1755): Effect on Growth and Gut Health	Pakistan Journal of Nutrition	18(8): 753-760. 2019/DOI: 10.3923/pjn.2019.753.760
2.	Prevalence and Intensity of Ectoparasites on <i>Clarias gariepinus</i> from Aquaculture Pond in Aceh Besar District, Indonesia	Biodjati	4(1): 58-67. 2019/DOI: 10.15575/biodjati.v4i1.4328
3.	Pengaruh Penambahan Bioflok Dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fabricius 1798)	Al-Kauniyah: Journal of Biology	11(1), 2018, Hal 1-8 E-ISSN: 2502-6720
4.	Karakteristik Morfometrik dan Skeleton Ikan Keureling ( <i>Tor tambroides</i> Bleeker 1854)	Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika	Vol 2(1), Hal 35-44, 2018 E-ISSN: 2614-6738
5.	Morfologi tulang belakang ( <i>ossa vertebrae</i> ) ikan keureling, <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854)	Jurnal Iktiologi Indonesia	18(2): Hal 139-149, 2018 E-ISSN: 2579-8634
6.	Reproductive performance and gonad histopathology of female Nile tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus 1758) exposed to palm oil mill effluent	Egyptian Journal of Aquatic Research	2018, doi.org/10.1016/j.ejar.2018.09.003
7.	Morfologi tulang anggota gerak ( <i>ossa appendicularis</i> ) ikan keureling, <i>Tor tambroides</i> (Bleeker, 1854)	Jurnal Iktiologi Indonesia	18(3): 2018 E-ISSN: 2579-8634

8.	Pengaruh Padat Tebar Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Udang Windu ( <i>Penaeus Monodon Fabricius, 1798</i> ) Yang Dipelihara Pada Media Bioflok	Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains	Vol 6 (1): Juni 2017 Hal. 62-66 ISSN: 2303- 1530
9.	Bioremediasi Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Menggunakan <i>Spirogyra</i> sp	Jurnal Biotik	Vol. 5, No. 2, September <b>2017</b> , Hal. 125-134 ISSN: 2337-9812
10.	Sifat pulp berbahan baku alga merah <i>gracilaria</i> sp. Dan <i>eucheuma</i> sp.	Jurnal Selulosa	Vol. 7 No. 1 Juni 2017 Hal. 27-32 e-ISSN: 2527 - 6662
11.	Toksisitas Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Ikan Nila ( <i>Oreochromis Niloticus</i> Linneus 1758) dan Ikan Bandeng ( <i>Chanos Chanos</i> Froskall 1755)	Jurnal Agricola	Vol. 7 No. 1, Maret 2017. ISSN 2088-1673
12.	Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Komunitas Fitoplankton di Sungai Krueng Mane Kabupaten Aceh Utara	Jurnal Perikanan dan Kelautan	Vol. 6 No. 2, Desember 2016. ISSN 2540-9484
13.	Pengaruh Suhu Terhadap Derajat Penetasan Telur Dan Perkembangan Larva Ikan Lele Sangkuriang ( <i>Clarias gariepinus</i> var. sangkuriang)	Jurnal Edukasi dan Sains Biologi	Vol. V No. 1, Mei 2016 ISSN 2302-1705
14.	Perubahan Struktur Histologis Insang dan Hati Ikan Nila <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758) yang Terpapar Merkuri	Jurnal Edukasi dan Sains Biologi	Vol. IV, No.1, Mei 2015 ISSN 2302-1705
15.	Kondisi biometrik Ikan Nila <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758) yang terpapar merkuri	Jurnal Iktiologi Indonesia	14, No.1 Februari 2014 ISSN 1693-0399

#### F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Tebal Halaman	Penerbit
1.	Osteologi Ikan Keureling ( <i>Tor tambroides</i> )	2019	92	IPB Press
2.	Ekotoksikologi Akuatik	2019	154	IPB Press

#### G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	Morfologi Tulang Belakang (Ossa Vertebrae) Ikan Keureling ( <i>Tor Tambroides</i> Bleeker 1854)	2018	Hak Cipta	EC00201809232
2.	Ekstraksi Daun Ganja ( <i>Cannabis Sativa</i> Linn) Sebagai Agen Anestesi Ikan Koi ( <i>Cyprinus Carpio Koi</i> ): Sebuah Kebaruan Dalam Bidang Anestesi Perikanan	2018	Hak Cipta	EC00201852822

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Banda Aceh, 30 Oktober 2019  
Ketua Peneliti,

**Iham Zulfahmi, S. Kel., M. Si**  
NIDN. 1316078801

**FORM PENYERAHAN PRODUK, DAN ATAU DRAFT DAN BUKTI SUBMIT  
PRODUK PENELITIAN PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M  
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH TAHUN 2019**

NO.	IDENTITAS	URAIAN
1	Nama Ketua Peneliti	Ilham Zulfahmi, M. Si
2	NIDN	1316078801
3	Nama Anggota Peneliti	1. drh. Yusrizal Akmal, M. Si 2. M. Radhi
4	Kategori Penelitian	Penelitian Dasar Pengembangan Program Studi
5	Nomor Registrasi	191150000015621
6	Judul Penelitian	Komparatif Osteologi dari Ikan Keureling, <i>Tor Tambroides</i> (Bleeker, 1854) dan <i>Tor Tambra</i> (Valenciennes, 1842) yang Hidup di Perairan Aceh
7	Judul Artikel/Buku	Osteocranium of Keureling, <i>Tor tambroides</i> (Cypriniformes: Cyprinidae) From Tangse River, Province of Aceh, Indonesia
8	Jumlah Halaman	82
9	Target Capaian Luaran <i>(Untuk Jurnal minimal bukti submit harus diserahkan saat pelaporan)</i>	1. Laporan Penelitian <i>(wajib sesuai juknis)</i> 2. Publikasi Jurnal <i>(wajib sesuai Juknis)</i> 3. HKI <i>(wajib sesuai kontrak)</i>
10	Rencana Publikasi di <i>(Tulis Nama Jurnal dan atau penerbit buku) **</i>	Biodiversitas: Journal of Biological Diversity
11	HKI <i>(Wajib)*</i>	1. Nomor Pengajuan: ..... 2. Sertifikat HKI Nomor P/ID: ..... 3. Pengajuan Ciptaan dilakukan melalui Sentra HKI UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

*\*Nomor Pengajuan dan nomor sertifikat di isi oleh pihak Puslitpne setelah menerima daftar dari pihak Sentra HKI UINAR.*

*\*\*Bukti fisik artikeldan atau buku yang dipublikasikan wajib diserahkan ke puslitpen dalam waktu yang telah ditentukan sesuai dengan juknis.*

Banda Aceh, 30 oktober 2019  
Peneliti,

(Ilham Zulfahmi, M. Si)



## SURAT PERNYATAAN PENYERAHAN *OUTCOME*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Zulfahmi, M. Si  
NIDN : 1316078801  
NIPN (ID Peneliti) : 131607880113000  
Jabatan dalam Penelitian : Ketua Peneliti/Pengusul  
Pangkat/ Golongan : III/b  
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Anggota Peneliti : 1. drh. Yusrizal Akmal, M.Si.  
2. M. Radhi

Dengan ini menyatakan sebagai berikut:

No. Registrasi : 191150000015621  
Judul Penelitian : Komparatif Osteologi dari Ikan Keureling, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) dan *Tor Tambra* (Valenciennes, 1842) yang Hidup di Perairan Aceh  
Kategori Penelitian : Penelitian Dasar Pengembangan Program Studi  
Jumlah Dana : Rp. 25.000.000, -  
Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Tahun Anggaran : 2019  
Outcome : Publikasi pada Jurnal Ilmiah sesuai dengan kategori penelitian dan ketentuan yang beraku pada UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Saya bersedia dan berjanji akan menyelesaikan dan menyerahkan *outcome* dari hasil penelitian saya sebagaimana tersebut di atas dalam waktu yang telah ditentukan sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Penelitian yang telah saya tanda tangani kepada Pusat Penelitian dan Penerbitan LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Jika target *outcome* tersebut belum dan atau tidak bisa saya penuhi, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan dalam keadaan sadar serta tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 30 Oktober 2019  
Yang Menyatakan,

Materai  
Rp.6000

**Ilham Zulfahmi, M. Si**  
NIDN. 1316078801