

**STUDI TAKSONOMI CUPANG ALAM GENUS *BETTA*
BLEEKER, 1850 (Anabantiformes : Osphronemidae) DI
KALIMANTAN**

SKRIPSI



OLEH:

NADIA ROSAINA MAHRIZA

223010903010

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PALANGKARAYA**

2026

**STUDI TAKSONOMI CUPANG ALAM GENUS *BETTA*
BLEEKER, 1850 (Anabantiformes : Osphronemidae) DI
KALIMANTAN**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

OLEH:

NADIA ROSAINA MAHRIZA

223010903010

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PALANGKARAYA

2026

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN KELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Studi Taksonomi Cupang Alam Genus *Betta* Bleeker, 1850 (Anabantiformes : Osphronemidae) Di Kalimantan” adalah karya saya sendiri yang dibuat dengan arahan dari dosen pembimbing, semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk dalam skripsi ini telah saya nyatakan dengan benar. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Palangka Raya.

Palangka Raya, 06 Juli 2026

Nama : Nadia Rosaina Mahriza

NIM : 223010903010

Tanda Tangan :



HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Studi Taksonomi Cupang Alam Genus *Betta* Bleeker, 1850
(Anabantiformes : Osphronomidae) Di Kalimantan
Nama : Nadia Rosaina Mahriza
NIM : 223010903010

Palangka Raya, 06 Juli 2026

Disetujui Oleh:

1. Pembimbing I : Ahmad Muammar Kadafi S.Si., M.Si

2. Pembimbing II : Kunto Wibowo S.Si., M.Si., Ph.D

3. Penguji I : Dr. Adventus Panda S.Si., M.Si

4. Penguji II : Ir. Ardianor M.Si., Ph.D

Diketahui Oleh:

Dekan FMIPA

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Agus Haryono, M.Si
NIP. 196408051089031003

Wahyu Anggar Wanto, S.Si., M.Si
NIP. 199412272022031006

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, kasih karunia, serta penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Studi Taksonomi Cupang Alam Genus *Betta* Bleeker, 1850 (Anabantiformes: Osphronemidae) di Kalimantan**" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Agus Haryono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Palangka Raya periode 2024–2028 yang telah memberikan dukungan terhadap penyelenggaraan pendidikan di lingkungan fakultas.
2. Ibu Dr. Siti Sunariyati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Palangka Raya periode 2020–2024 yang telah memberikan arahan dan dukungan selama masa studi penulis.
3. Bapak Wahyu Anggar Wanto, S.Si., M.Si., selaku Koordinator Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Palangka Raya periode 2026–2028 yang telah memberikan arahan, perhatian, serta dukungan kepada penulis selama proses penyelesaian studi.
4. Bapak Ahmad Muammar Kadafi, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang dengan penuh dedikasi senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, kepedulian, serta komitmen Bapak yang selalu mengikuti perkembangan penelitian penulis, memberikan arahan dan masukan kapan pun diperlukan, serta selalu mudah

dihubungi untuk berdiskusi. Kepercayaan, motivasi, dan dukungan yang Bapak berikan menjadi penyemangat bagi penulis untuk terus belajar dan menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik-baiknya.

5. Bapak Kunto Wibowo, S.Si., M.Fish.Sc., Ph.D., dari Pusat Riset Biosistematika dan evolusi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan kepercayaan besar kepada penulis untuk mengemban penelitian mengenai taksonomi cupang alam genus *Betta* di Kalimantan. Kepercayaan tersebut menjadi kehormatan sekaligus tanggung jawab yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih atas bimbingan, ilmu, kesempatan belajar, penyediaan spesimen penelitian, serta jejaring akademik yang Bapak berikan selama penelitian ini berlangsung. Kepedulian Bapak yang selalu mengikuti dan menantikan perkembangan penelitian memberikan semangat bagi penulis untuk terus berusaha menyelesaikan penelitian ini dengan hasil yang terbaik.
6. Bapak Dr. Adventus Panda, S.Si., M.Si. dan Bapak Ir. Ardianor, M.Si., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan kritik, saran, serta masukan yang konstruktif selama proses ujian dan penyempurnaan skripsi ini. Setiap arahan dan koreksi yang diberikan menjadi bahan evaluasi yang sangat berharga sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat tersusun dengan lebih baik.
7. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Palangka Raya yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pelayanan, dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
8. *Museum Zoologicum Bogoriense* (MZB), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberikan kesempatan, fasilitas penelitian, serta akses terhadap koleksi spesimen yang menjadi bagian penting dalam penyelesaian penelitian ini.

9. Bapak Drs. Agus Priyadi dari Pusat Riset Sistem Biota, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), atas bantuan dalam penyediaan spesimen penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.
10. Untuk kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, kepercayaan, serta dukungan tanpa henti kepada penulis. Terima kasih karena tidak pernah mengekang setiap langkah yang penulis pilih, selalu memberikan ruang untuk bertumbuh dan belajar, serta selalu hadir dengan dukungan moral maupun finansial dalam setiap proses penyelesaian studi ini. Tanpa pengorbanan, kesabaran, dan cinta kasih yang diberikan, penulis tidak akan mampu menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
11. Kepada sahabat terkasih penulis, Cindy Patricia, Ayu Triya Napri, dan Morishita, terima kasih atas doa, dukungan, semangat, dan kebersamaan yang selalu menyertai penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman Biologi Angkatan 2022 yang telah menjadi keluarga selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, dukungan, pengalaman, serta kenangan yang telah dibangun bersama.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, doa, maupun dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
14. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas segala perjuangan, kesabaran, dan ketekunan selama menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini. Semoga setiap proses yang telah dilalui menjadi bekal untuk terus bertumbuh dan berkarya di masa mendatang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang taksonomi ikan, serta menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Palangka Raya, 03 Juli 2026

Penulis

Nama : Nadia Rosaina Mahriza
Program Studi : Biologi
Pembimbing I : Ahmad Muammar Kadafi, S.Si., M.Si
Pembimbing II : Kunto Wibowo, S.Si., M.Fish.Sc., Ph.D.
Judul Skripsi : Studi Taksonomi Ikan Cupang Alam Genus *Betta* Bleeker, 1850 (Anabantiformes: Osphronemidae) Di Kalimantan

ABSTRAK

Genus *Betta* merupakan salah satu kelompok ikan air tawar dengan keanekaragaman tinggi di Kalimantan yang persebarannya dipengaruhi oleh dinamika fluktuasi iklim pada masa Pleistosen. Namun kemiripan morfologi antarspesies serta perubahan pola warna pada spesimen awetan sering menyulitkan proses identifikasi. Minimnya kajian komparatif lintas spesies menyebabkan karakter diagnostik yang konsisten belum tersedia berdasarkan koleksi Museum Zoologicum Bogoriense (MZB). Penelitian dilakukan terhadap 270 spesimen yang mewakili 28 spesies (2 spesies diduga spesies baru) dan 10 kelompok spesies. Pengamatan meliputi karakter morfologi, morfometrik, dan meristik, sedangkan data morfometrik dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi pada karakter morfologi, morfometrik, dan meristik antarspesies. Analisis PCA menggambarkan pola variasi morfologi, meskipun masih menunjukkan tumpang tindih pada beberapa spesies yang berkerabat dekat. Analisis LDA menunjukkan bahwa karakter kepala (HW, HL, ML, L JL, IO, MW, dan POL) serta proporsi tubuh (PDL, BD, BW, DB, CB, dan TL) merupakan karakter morfometrik yang paling diagnostik dalam membedakan spesies. Penelitian ini menghasilkan beberapa catatan sebaran baru, sehingga memberikan informasi baru bagi kajian taksonomi dan keanekaragaman genus *Betta* di Kalimantan.

Kata kunci: *Betta*, Kalimantan, morfometri, meristik, *Principal Component Analysis* (PCA), *Linear Discriminant Analysis* (LDA), taksonomi.

Nama : Nadia Rosaina Mahriza
Program Studi : Biologi
Pembimbing I : Ahmad Muammar Kadafi, S.Si., M.Si
Pembimbing II : Kunto Wibowo, S.Si., M.Fish.Sc., Ph.D.
Judul Skripsi : Studi Taksonomi Ikan Cupang Alam Genus *Betta* Bleeker, 1850 (Anabantiformes: Osphronemidae) Di Kalimantan

ABSTRACT

The genus Betta is one of the most diverse groups of freshwater fish in Kalimantan, whose distribution was influenced by climatic fluctuations during the Pleistocene. However, morphological similarities among species and changes in color patterns in preserved specimens often complicate the identification process. The lack of comparative cross-species studies has resulted in the absence of consistent diagnostic characters based on the collections of the Museum Zoologicum Bogoriense (MZB). The study was conducted on 270 specimens representing 28 species (2 of which are suspected to be new species) and 10 species groups. Observations included morphological, morphometric, and meristic characters, while morphometric data were analyzed using Principal Component Analysis (PCA) and Linear Discriminant Analysis (LDA). The results showed variation in morphological, morphometric, and meristic characters among species. PCA analysis illustrated patterns of morphological variation, although some overlap was still observed among closely related species. LDA analysis showed that head characteristics (HW, HL, ML, L JL, IO, MW, and POL) and body proportions (PDL, BD, BW, DB, CB, and TL) were the most diagnostic morphometric characters for species differentiation. This study yielded several new distribution records, thereby providing new information for the taxonomic study and biodiversity of the genus Betta in Kalimantan.

Keywords: *Betta, Kalimantan, morphometrics, meristics, Principal Component Analysis (PCA), Linear Discriminant Analysis (LDA), taxonomy.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS DAN KELIMPAHAN HAK CIPTA	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sundaland sebagai Hotspot Keanekaragaman Hayati dan Distribusi Ikan Air Tawar	6
2.3 Anabantiformes.....	8
2.4 Suborder Anabantoidei	11
2.5 Famili Osphronomidae dan sub-famili Macropodusinae.....	14
2.6 Genus <i>Betta</i> Bleeker 1850	16
2.7 Taksonomi	20
2.8 Kelompok Spesies <i>Betta</i>	21
2.8.1 Kelompok <i>Betta pugnax</i>	22
2.8.2 Kelompok <i>Betta akarensis</i>	23
2.8.3 Kelompok <i>Betta unimaculata</i>	25
2.8.4 Kelompok <i>Betta coccina</i>	26
2.8.5 Kelompok <i>Betta foerschi</i>	27
2.8.6 Kelompok <i>Betta anabatooides</i>	28
2.8.7 Kelompok <i>Betta albimarginata</i>	30
2.8.8 Kelompok <i>Betta dimidiata</i>	31
2.8.9 Kelompok <i>Betta edithae</i>	32

2.8.10 kelompok <i>Betta picta</i>	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Waktu dan Tempat	35
3.2 Alat dan Bahan	35
3.3 Prosedur Kerja	36
3.3.1 Prosedur Penelitian	36
3.3.2 Pengukuran Morfometri.....	36
3.3.3 Identifikasi Jenis Kelamin	40
3.3.4 Penghitungan Karakter Meristik.....	40
3.3.5 Identifikasi Pola warna, kepala, dan sirip	42
3.3.6 Identifikasi Profil Kepala.....	45
3.3.7 Analisis Data	49
3.3.8 Analisis Morfometrik.....	49
3.3.9 Analisis Meristik.....	49
3.3.10 Analisis morfologi deskriptif	50
3.3.11 Analisis menggunakan <i>Principal Componen Analysis</i> (PCA) dan <i>Linear Discriminant Analysis</i> (LDA).....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Kunci Identifikasi Kelompok Spesies	55
4.2 Kunci Identifikasi Spesies	57
4.3 Variasi Karakter Morfometrik dan Meristik	62
4.3.1 Variasi Kelompok <i>Betta pugnax</i>	62
4.3.2 Variasi Kelompok <i>Betta coccina</i>	63
4.3.3 Variasi Kelompok <i>Betta foerschi</i>	66
4.3.4 Variasi Kelompok <i>Betta akarensis</i>	67
4.3.5 Variasi Kelompok <i>Betta unimaculata</i>	69
4.3.6 Variasi Kelompok <i>Betta anabatooides</i>	73
4.3.7 Variasi Kelompok <i>Betta albimarginata</i>	75
4.3.8 Variasi Kelompok <i>Betta dimidiata</i>	76
4.3.9 Variasi Kelompok <i>Betta picta</i>	77
4.4 Analisis Morfometrik <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) dan <i>Linear Discriminan Analysis</i> (LDA).....	79
4.4.1 Analisis Morfometrik <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	79
4.4.2 Analisis Morfometrik <i>Linear Discriminan Analysis</i> (LDA).....	89

4.5 Deskripsi Spesies.....	106
4.5.1 Kelompok <i>Betta pugnax</i>	107
4.5.2 Kelompok <i>Betta akarensis</i>	119
4.5.3 Kelompok <i>Betta coccina</i>	131
4.5.4 Kelompok <i>Betta foerschi</i>	148
4.5.5 Kelompok <i>Betta dimidiata</i>	155
4.5.6 Kelompok <i>Betta picta</i>	161
4.5.7 Kelompok <i>Betta anabatooides</i>	165
4.5.8 Kelompok <i>Betta unimaculata</i>	171
4.5.9 Kelompok <i>Betta albimarginata</i>	211
4.5.10 Kelompok <i>Betta edithae</i>	219
4.6 Variasi Morfologi pada Spesies <i>Betta</i> yang Diteliti	222
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	225
5.1 Kesimpulan.....	225
5.2 Saran.....	226
DAFTAR PUSTAKA.....	227
LAMPIRAN.....	236
Lampiran 1. Morfometrik ikan cupang alam (<i>Betta</i>).....	236
Lampiran 2. Meristik (sisik) ikan cupang alam (<i>Betta</i>).....	269
Lampiran 3. Meristik (jumlah sirip) ikan cupang alam (<i>Betta</i>).....	280
Lampiran 4. Data log 10 karakter morfometrik pada seluruh spesies dalam genus <i>Betta</i>	293
Lampiran 5. Script PCA	311
Lampiran 6. Script LDA.....	315
RIWAYAT HIDUP	323

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta paleografi Sundaland pada 20 juta tahun terakhir (Myr) selama Pleistosen, termasuk tingkat permukaan laut dan sungai purba yang terkait.	7
Gambar 2. 2 Organ labirin dari ikan <i>Africans climbing perch</i> . Tutup insang dipotong untuk menunjukkan lengkung insang pertama (C), insang (B), dan organ labirin yang kompleks (A) (sumber: Vierke, 1988).	8
Gambar 2.3 Tampak <i>lateral</i> rongga suprabranchial pada ikan anabantoid yang mewakili menunjukkan struktur internal setelah bagian samping kepala diangkat.	9
Gambar 2.4 Hasil X– Ray <i>Betta andrei</i> oleh Tan (2023) yang meperlihatkan gelembung renang yang memanjang hingga bagian parhypural pada sirip ekor (Britz 2010).	10
Gambar 2.5 Larva dari <i>Badis badis</i> (Anabantiformes) yang memperlihatkan vesikula minyak (sumber: Barlow <i>et al.</i> , 1968).	10
Gambar 2.6 Organ pernapasan tambahan pada <i>Osphronemus goramy</i> (gurami), yang termasuk dalam kelompok Anabantoidei, disebut organ suprabranchial atau organ labirin Setelah bagian lengkung hyopalatinal diangkat, organ ini tampak jelas dari sisi <i>lateral</i> (sumber: Britz, 2010).	12
Gambar 2.7 Aspek <i>lateral</i> dari neurokranium dan enam ruas tulang belakang pertama <i>Belontia hasselti</i>	13
Gambar 2.8 <i>Hiyobranchium</i> pada <i>Sandelia capensis</i> (A) dan <i>Ctenopoma multispinis</i> (B). Tampak <i>lateral</i> dari aparatus hioid.	14
Gambar 2.9 Kekerabatan internal famili Osphronemidae berdasarkan Britz (1995, 2001) dalam Rüber <i>et al.</i> (2006).	15
Gambar 2.10 <i>Betta andrei</i> yang telah diawetkan (Tan, 2023).	18
Gambar 2.11 Aspek <i>lateral</i> tengkorak utuh <i>Betta splendens</i>	19
Gambar 2.12 Rekonstruksi filogeni genus <i>Betta</i> Dua takson Luciocephalinae digunakan sebagai <i>outgroup</i>	20

Gambar 2.13 <i>Betta kuehnei</i> ; jantan (A) dan betina (B) (sumber: Schindler & Schmidt, 2008).	23
Gambar 2.14 <i>Betta antoni</i> ; jantan (A) dan betina (B) (sumber: Tan & Ng, 2006).	25
Gambar 2.15 <i>Betta compuncta</i> ; jantan (A) dan betina (B) (sumber: Tan & Ng, 2006).	26
Gambar 2.16 <i>Betta iaspis</i> ; jantan (A) dan betina (B) (sumber: Ding <i>et al.</i> , 2025).	27
Gambar 2.17 <i>Betta mandor</i> ; jantan (A) dan Betina (B) (sumber: Tan & Ng, 2006).	28
Gambar 2.18 <i>Betta midas</i> (Tan, 2009).	30
Gambar 2.19 <i>Betta albimarginata</i> ; jantan (A) dan betina (B) (sumber: Kottelat & Ng, 1994).	31
Gambar 2.20 <i>Betta krataios</i> jantan (A); perbasaran bagian kepala (B) (sumber: Tan & Ng, 2006)	32
Gambar 2.21 <i>Betta edithae</i> . Jantan (A) dan betina (B) (sumber: Aquablog, 2007; Choy, 2006).	33
Gambar 2.22 <i>Betta falx</i> (sumber: Mikael Håkansson; Zoopet, n.d).	34
 Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	36
Gambar 3.2 Karakteristik pengukuran morfologi Betta (Witte & Schmidt, 1922).	37
Gambar 3.3 Bentuk dan Profil Kepala	46
Gambar 3.4 Karakter penting untuk identifikasi.	47
Gambar 3.5 Karakter penting untuk identifikasi.	48
 Gambar 4.1 Distribusi spesies <i>Betta</i> di wilayah Kalimantan	55
Gambar 4.2 Kontribusi karakter (variabel) di Dim 1 dan 2.	79
Gambar 4.3 Hasil analisis PCA seluruh kelompok ikan cupang alam genus <i>Betta</i> berdasarkan data morfometrik penelitian.	80
Gambar 4.4 Distribusi arah vektor karakter pada analisis PCA.	80
Gambar 4.5 Hasil analisis Biplot: A, Kelompok <i>B. pugnax</i> ; B, Kelompok <i>B. akarensis</i> ; C, kelompok <i>B. coccina</i> ; D, kelompok <i>B. unimaculata</i> ; E,	

kelompok <i>B. foerschi</i> ; F, kelompok <i>B. albimarginata</i> ; G, kelompok <i>B. dimidiata</i> ; H, Kelompok <i>B. anabatooides</i> ; dan I, kelompok <i>B. edithae</i> dan <i>B. picta</i>	82
Gambar 4.6 Hasil analisis LDA seluruh spesies <i>Betta</i> di Kalimantan (A), Kontribusi variabel top 10 LD1 (B), dan kontribusi variabel top 10 LD2.	89
Gambar 4.7 Hasil analisis LDA kelompok <i>Betta pugnax</i> (A), Kontribusi variabel top 10 LD1 (B), dan kontribusi variabel top 10 LD2.	92
Gambar 4.8 Hasil analisis LDA kelompok <i>Betta balunga</i> (A), Kontribusi variabel top 10 LD1 (B), dan kontribusi variabel top 10 LD2.	95
Gambar 4.9 Hasil analisis LDA Kelompok <i>Betta unimaculata</i> (A), Kontribusi variabel top 10 LD1 (B), dan kontribusi variabel top 10 LD2.	97
Gambar 4.10 Hasil analisis LDA Kelompok <i>Betta coccina</i> (A), Kontribusi variabel top 10 LD1 (B), dan kontribusi variabel top 10 LD2.	100
Gambar 4.11 Hasil analisis LDA Kelompok <i>Betta albimarginata</i> , <i>B. foerschi</i> , <i>B. dimidiata</i> , <i>B. anabatooides</i> , <i>B. edithae</i> , dan <i>B. picta</i> (A), Kontribusi variabel top 10 LD1 (B), dan kontribusi variabel top 10 LD2. ...	103
Gambar 4.12 Spesimen segar <i>Betta enisae</i> . A, jantan (INA 538, 35,36 mm SL); B, betina (INA 536, 45, 34 mm SL); C, jantan (MZB 28617 A, 44, 24 mm SL); D, betina (MZB 28617 B, 41,51 mm SL).	110
Gambar 4.13 Spesimen awetan <i>Betta enisae</i> jantan (INA 538 35,36 mm SL). ...	111
Gambar 4.14 Spesimen segar <i>Betta breviobesus</i> . A, jantan (INA 2287, 57,82 mm SL); B, betina (INA 2286, 57,82 mm SL).	111
Gambar 4.15 Spesimen awetan <i>Betta breviobesus</i> jantan (A dan B; INA 2287, 57,82 mm SL) dan Betina (C dan D; INA 2286, 49,2 mm SL).	114
Gambar 4.16 Spesimen segar <i>Betta lehi</i> . A, jantan (INA 2288 20,05 mm SL); B, betina (INA 2289 19,53 mm SL).	115
Gambar 4.17 Spesimen awetan <i>Betta lehi</i> jantan (INA 2288, 20,05 mm SL).	118
Gambar 4.18 Spesimen segar <i>Betta balunga</i> . A, jantan (INA 530 53,45 mm SL); B, betina (INA 529 46,78 mm SL). C, jantan (INA 507 45,98 mm SL); D, betina (INA 508 45,29 mm SL).	119
Gambar 4.19 Penampakan pada sisi ventral <i>Betta balunga</i> (INA 507; 45,98 mm SL).	122

Gambar 4.20 Spesimen awetan <i>Betta balunga</i> . A, betina (INA 530, 53,45 mm SL); B, jantan (INA 508, 45,29 mm SL).	123
Gambar 4.21 Spesimen segar <i>Betta obscura</i> . A, jantan (INA 2387 40,56 mm SL); B, betina (INA 2388 46,42 mm SL).	123
Gambar 4.22 Spesimen segar <i>Betta obscura</i> betina (INA 2388 46,42 mm SL).	127
Gambar 4.23 Spesimen segar <i>Betta antoni</i> . A, jantan (INA 534, 47 mm SL); B, betina (INA 535, 47,25 mm SL).	130
Gambar 4.24 Penampakan pada sisi ventral <i>Betta antoni</i> (INA 533 46,64 mm SL).	130
Gambar 4.25 Spesimen awetan <i>Betta antoni</i> betina (INA 535, 47,25 mm SL)..	131
Gambar 4.26 Spesimen segar <i>Betta uberis</i> . A, jantan INA 2294 20,05 mm SL); B, betina (INA 2295 19,53 mm SL).	134
Gambar 4.27 Spesimen awetan <i>Betta uberis</i> jantan (INA 2294; 20,05 mm SL).	134
Gambar 4.28 Spesimen segar <i>Betta rutilans</i> . A, jantan (INA 713 26,6 mm SL); B, betina (INA 2296 19,86 mm SL).	136
Gambar 4.29 Spesimen awetan <i>Betta rutilans</i> jantan (INA 713, 26,6 mm SL)..	137
Gambar 4.30 Spesimen segar <i>Betta brownorum</i> . A, jantan (INA 548 20,34 mm SL); B, betina (INA 549 20,99 mm SL).	140
Gambar 4.31 Spesimen awetan <i>Betta brownorum</i> jantan (INA 548 20,34 mm SL).	140
Gambar 4.32 Spesimen segar <i>Betta hendra</i> . A, jantan (INA 546 25,85 mm SL); B, betina (INA 545 22,97 mm SL).	143
Gambar 4.33 Spesimen awetan <i>Betta hendra</i> jantan (INA 546 25,85 mm SL)..	143
Gambar 4.34 Spesimen segar <i>Betta</i> sp 2: A, jantan (MZB 28601 A; 28,88 mm SL); B, jantan (MZB 28601 B; 29,19 mm SL).	145
Gambar 4.35 Spesimen segar <i>Betta</i> sp 2: A, betina (MZB 28601 C; 31,88 mm SL); B, betina (MZB 28601 D; 25,11 mm SL).	146
Gambar 4.36 Spesimen awetan <i>Betta</i> sp 2 (MZB 28601 A; 28,88 mm SL).	147
Gambar 4.37 Spesimen awetan <i>Betta</i> sp 2 (MZB 28601 C; 25,11 mm SL).	147
Gambar 4.38 Spesimen segar <i>Betta mandor</i> . A, jantan (INA 543 32,3 mm SL) dan B, betina (INA 544 35,44 mm SL).	151
Gambar 4.39 Spesimen awetan <i>Betta mandor</i> betina (INA 544 35,44 mm SL).	151

Gambar 4.40 Spesimen segar <i>Betta foerschi</i> . A, jantan (INA 2389 29,7 mm SL); B, betina (INA 544 35,44 mm SL).	154
Gambar 4.41 Spesimen awetan <i>Betta foerschi</i> . A, jantan (MZB 28404 36,38 mm SL); B, betina (INA 544 23,39 mm SL).	155
Gambar 4.42 Spesimen segar <i>Betta krataios</i> . A, jantan (INA 2290; 28,29 mm SL); B, betina (INA 2291, 25,16; mm SL).	157
Gambar 4.43 Spesimen awetan <i>Betta krataios</i> jantan (INA 2290; 28,29 mm SL).	158
Gambar 4.44 Spesimen segar <i>Betta dimidiata</i> . A, jantan (INA 513; 47,53 mm SL); B, jantan (INA 514; 49,98 mm SL); C, betina (INA 515; 48,57 mm SL).	160
Gambar 4.45 Spesimen awetan <i>Betta dimidiata</i> jantan (INA 514; 49,98 mm SL).	161
Gambar 4.46 Spesimen segar <i>Betta taeniata</i> : (A) jantan (INA 540 38,57 mm SL) dan (B) betina (INA 539 36,98 mm SL).	164
Gambar 4.47 Spesimen awetan <i>Betta taeniata</i> jantan (INA 540; 38,57 mm SL).	165
Gambar 4.48 Spesimen segar (A) dan awetan (B) <i>Betta midas</i> (INA 1381 42,45 mm SL).	168
Gambar 4.49 Spesimen awetan <i>Betta anabatoides</i> (INA 726 65,06 mm SL).	171
Gambar 4.50 Spesimen segar <i>Betta unimaculata</i> jantan (INA 2292, 37,29 mm SL): (A) penampakan sisi lateral dan (B) penampakan sisi ventral. ...	174
Gambar 4.51 Spesimen segar <i>Betta unimaculata</i> betina (INA 2293, 36,07 mm SL): (A) penampakan sisi lateral dan (B) penampakan sisi ventral. ...	175
Gambar 4.52 spesimen awetan <i>Betta unimaculata</i> . A, jantan (INA 2292); B, betina (INA 2293).	176
Gambar 4.53 Spesimen segar <i>Betta patoti</i> : (A) INA 518 (44,86 mm SL) dan (B) INA 504 (49,11 mm SL).	181
Gambar 4.54 Spesimen awetan <i>Betta patoti</i> : (A) INA 518 (44,86 mm SL) dan (B) INA 504 (49,11 mm SL).	182
Gambar 4.55 Spesimen segar <i>Betta ideii</i> . A, jantan (INA 531, 68,12 mm SL); B, betina (INA 532, 56,37 mm SL).	185

Gambar 4.56 Spesimen awetan <i>Betta ideii</i> . A, jantan (INA 53, 68,12 mm SL); B, betina (INA 532, 56,37 mm SL).	186
Gambar 4.57 Spesimen segar <i>Betta pallifina</i> : A, jantan (INA 528 52,71 mm SL) dan B, betina (INA 712 65,98 mm SL).	190
Gambar 4.58 Spesimen awetan <i>Betta pallifina</i> . A, jantan (INA 528 52,71 mm SL); B, betina (INA 712 65,98 mm SL).	191
Gambar 4.59 Spesimen segar <i>Betta ocellata</i> (INA 521; 64,3 mm SL): A, penampakan sisi lateral; B, penampakan sisi dorsal; C penampakan sisi ventral.....	195
Gambar 4.60 Spesimen segar <i>Betta ocellata</i> (INA 519, 66,82 mm SL): A, penampakan sisi lateral; B, penampakan sisi dorsal; C penampakan sisi ventral.....	196
Gambar 4.61 Spesimen awetan <i>Betta ocellata</i> : A, jantan (INA 521, 64,3 mm SL); B, betina (INA 519, 66,82 mm SL).	197
Gambar 4.62 Spesimen segar <i>Betta compuncta</i> jantan (INA 522, 45,89 mm SL). A, penampakan sisi lateral; B, penampakan sisi dorsal; C penampakan sisi ventral.....	200
Gambar 4.63 Spesimen segar <i>Betta compuncta</i> betina (INA 523; 42,71 mm SL): A, penampakan sisi lateral; B, penampakan sisi dorsal; C penampakan sisi ventral.....	201
Gambar 4.64 Spesimen awetan <i>Betta compuncta</i> . A, jantan (INA 2384, 61,49 mm SL); B, betina (INA 2385, 56,43 mm SL).	202
Gambar 4.65 Spesimen segar jantan <i>Betta</i> sp 1 (INA 509 69,03 mm SL). A, tampak lateral; B, tampak dorsal; C, tampak lateral.	206
Gambar 4.66 Spesimen segar betina <i>Betta</i> sp 1 (INA 512, 67,97 mm SL). A, tampak lateral; B, tampak dorsal; C, tampak lateral.	207
Gambar 4.67 Spesimen terawetkan jantan <i>Betta</i> sp 1 (INA 509, 69,03 mm SL).208	
Gambar 4.68 Spesimen awetan betina <i>Betta</i> sp 1 (INA 512, 67,97 mm SL).....	209
Gambar 4.69 Spesimen segar <i>Betta albimarginata</i> : A, jantan dewasa (INA 716; 24,26 mm SL); B, jantan juvenil (INA 718; 22,24 mm SL).....	213
Gambar 4.70 Spesimen awetan <i>Betta albimarginata</i> jantan dewasa (INA 716; 24,26 mm SL).....	213

Gambar 4.71 Spesimen segar <i>Betta channoides</i> : A, INA 482 (30,68 mm SL); B, INA 492 (30,68 mm SL) spesimen dari Desa Pampang.....	217
Gambar 4.72 Spesimen segar <i>Betta channoides</i> : A, INA 525 (31,20 mm SL); B, INA 526 (26,99 mm SL) spesimen dari Hulu Mahakam.....	218
Gambar 4.73 Spesimen awetan <i>Betta channoides</i> INA 483 (31,48 mm SL).....	218
Gambar 4.74 Spesimen awetan <i>Betta edithae</i> (INA 724; 38,33 mm SL).	222

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Karakter pada pengukuran morfometri dari Witte & Schimidt (1992).....	38
Tabel 3.2 <i>Package</i> yang digunakan di perangkat lunak <i>Rstudio</i>	52
Tabel 4.1 Daftar kelompok spesies, spesies, dan jumlah spesimen genus <i>Betta</i> yang dianalisis dalam penelitian ini.	54

DAFTAR PUSTAKA

- Aquablog, J. (2007). *Male Betta edithae- photo by Aquablog, J.* Diakses pada 27, Oktober, 2025, from <https://www.fishbase.se/summary/Betta-edithae>
- Artuso, S., Gamisch, A., Staedler, Y.M., Schonenberger, J., & Comes, H.P., 2026. Phylogenetic constraints, conservatism, and convergence, shape three-dimensional variation in flower morphology of a tropical orchid radiation. *The Plant Journal*. 126, e70883.
- Azis, A., Ibrahim, J., Iromo, H., Rachmawani, D., & Achyani, R. (2022). Identification of diversity and potential of freshwater fish species in the peatlands of Sembakung, North Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1083(1), 012092. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1083/1/012092>
- Backström, T., Heynen, M., Brännäs, E., Nilsson, J., Magnhagen, C., & Winberg, S. (2017). Anaesthesia and handling stress effects on pigmentation and monoamines in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Environmental Biology of Fishes*, 100: 987–997.
- Barlow, G. W., Liem, K. F., & Wickler, W. (1968). Badidae, a new fish family—behavioral, osteological, and developmental evidence. *J. zool*, 156, 415–447.
- Beck, S. V., Carvalho, G. R., Barlow, A., Rüber, L., Tan, H. H., Nugroho, E., Wowor, D., Mohd Nor, S. A., Herder, F., Muchlisin, Z. A., & de Bruyn, M. (2017). Plio–Pleistocene phylogeography of the Southeast Asian Blue Panchax killifish, *Aplocheilichthys panchax*. *PLOS ONE*, 12(7), e0179557. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179557>
- Bleeker, P., 1850. Bijdrage tot de kennis der visschen met doolhofvormige kieuwen van den Soenda–Molukschen Archipel. *Verhandelingen Batavia Genootschap*, 23: 1–15.
- Britz, R. (2010). *Teleostei, Knochenfische i.e.S.* Spezielle Zoologie Teil 2: wirbel oder Schadeltiere. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg. 281–286 pp.

- Cadrin, S.X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 91–112.
- Choy Heng Wah. (2006). *Betta edithae* Wild–collected female specimen from Bintan Island, Indonesia. Seriously Fish. Retrieved October 27, 2025, from <https://www.seriouslyfish.com/species/Betta-edithae/#gallery-1>
- Cuvier, G., & Valenciennes, A. (1846). Histoire naturelle des poissons. Levrault, Paris, 18: xix + 505pp., pls. 520–553.
- Ding, J., Lei, W., Haryono, H., Shi, W., & Zhang, W. (2025). Phylogenetic *analysis* of *Betta coccina* complex (Teleostei, Osphronemidae) from Peninsular Malaysia and Sumatra Island with descriptions of two new species. *ZooKeys*, 1238, 161–181. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1238.142857>
- Ebach, M.C. and Holdrege, C., 2005. DNA barcoding is no substitute for taxonomy. *Nature*, 434. <https://doi.org/10.1038/434697b>
- Fahmi, M. R., Kusriani, E., Hayuningtiyas, E. P., Sinansari, S., & Gustiano, R. (2020). DNA barcoding using COI gene sequences of wild *Betta* fighting fish from Indonesia: Phylogeny, status and diversity. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 26(2), 111–120. <https://doi.org/10.15578/ifrj.v26i2.8346>
- Fattah, M., Purwanti, P., Susilo, E., Utami, T. N., & Sofiawati, D. (2021). Komoditas Unggulan Ikan Air Tawar Pulau Kalimantan. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(1), 239–245.
- Fisher, R. A. (1936). The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*, 7(2), 179–188.
- Gupta, D., Dwivedi, A.K., Tripathi, M. (2018). Taxonomic validation of five fish species of subfamily Barbinae from the Ganga river system of northern India using traditional and truss *analyses*. *PLoS ONE*, 13(10): e0206031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206031>
- Huberty, C.J. and Olejnik, S. (2006). Discriminant Analysis in Research. In Applied MANOVA and Discriminant *Analysis* (eds W.A. Shewhart, S.S. Wilks, C.J. Huberty and S. Olejnik). <https://doi.org/10.1002/9780471789475.ch1>

- Iwatsubo, H. & Motomura, H. (2013). A restoration method of blue color in damselfishes (Pomacentridae). *Japanese Journal of Ichthyology*, 60(1): 49–53.
- Härdle, W.K., Simar, L., Fengler, M.R. (2024). Discriminant *Analysis*. In: Applied Multivariate Statistical *Analysis*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63833-6_14
- Jordan, D. S., 1919. New genera of fishes. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia*, 70, 341–344.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). Discrimination and classification. In *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed., pp. 575–657). Pearson Education.
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2026). *factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses* (Version 2.0.0) [R package]. Comprehensive R Archive Network (CRAN). <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Keat-Chuan Ng, C. Ooi, A. C. P., Wong, W. L., Khoo, G. (2017). A Review of Fish Taxonomy Conventions and Species Identification Techniques. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 4(1), 54–93.
- Kottelat, M., & Ng, P. K. L. (1994). Diagnoses of five new species of fighting fishes from Banka and Borneo (Teleostei: Belontiidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 5: 65–78.
- Kottelat, M. (1995). Four New Species Of Fishes From The Middle Kapuas Basin, Indonesian Borneo (Osteichthyes: Cyprinidae And Belonidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 43(1): 51–64
- Kottelat, M. and E. Widjanarti, 2005. The fishes of Danau Sentarum National Park and the Kapuas Lakes area, Kalimantan Barat, Indonesia. *Raffles Bull. Zool. Supplement*, (13):139–173.
- Lauder, C.V., & Liem, K. F. (1983). The Evolution and Interrelationships of The Actinopterygian Fishes. *Bull. Mus. Comp. Zool*, 150(3), 95–197

- Li, F., Li, S., Paleocene–Eocene and Plio–Pleistocene sea–level changes as “species pumps” in Southeast Asia: Evidence from *Althepus* spiders, *Molecular Phylogenetics and Evolution* (2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.05.014>
- Liem, K. F. (1963). *The Comparative Osteology and Phylogeny of the Anabantoidei (Teleostei, Pisces)*. The University Of Illinois Press Urbana, Pp 89–119
- Lim, D. H. M. M., Mat Diah, N., Ibrahim, Z., & Kasiran, Z. (2025). *Betta* fish species classification using light weight deep learning algorithm. *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 14(1), 28–38.
<https://doi.org/10.11591/ijaas.v14.i1.pp28-38>
- Lohman K., De Bruyn M., Page T., Von Rintelen K., Hall R., Ng P.K.L., ShihH.–T.,CarvalhoG.R.,VonRintelenT.2011.Biogeography of the Indo–Australian archipelago. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 42:205–226.
- Losos J. B. (2011). Convergence, adaptation, and constraint. *Evolution; international journal of organic evolution*, 65(7), 1827–1840.
<https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2011.01289.x>
- McKittrick, M. C., 1993. Phylogenetic Constraint in Evolutionary Theory: Has it Any Explanatory Power?. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 24: 307-330.
- Monvises, A., Nuangsaeng, B., Sriwattanothai, N., Panijpan, B., 2009. The Siamese fighting fish: well-known generally but little-known scientifically. *Sci. Asia* 35, 8e16. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2009.35.008>.
- Nelson, J., Grande, T., & Wilson, M. V. H., (2016). *Fishes of the world (5th ed)*. John Wiley & Sons. 392–393 Pp.
- Popta, C. M. L., (1905). Suite des descriptions préliminaires des nouvelles espèces de poissons recueillies au Bornéo central par M. le Dr. A. W. Nieuwenhuis en 1898 et en 1900. *Notes from Leyden Museum*, 25, 171–186.

- Prasadi, O. (2019). Pemanfaatan lahan sempit sebagai tempat budidaya ikan cupang di Mertasinga, Cilacap. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 113–123. <https://doi.org/10.30651/aks.v3i2.1473>
- R Core Team. (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Regan, C. T., 1910. The Asiatic fishes of the family Anabantidae. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1909[1910]:767–787, pls. 77–79.
- Richter, H. J., 1981. Einführung eines neuen Gattungsnamens für die maulbrutenden Kampffische. *Die Aquarien- und Terrarien Zeitschrift*, 28: 272–275.
- Riehl, R., & Kokoscha, M. (1993). A unique surface pattern and micropylar apparatus in the eggs of *Luciocephalus* sp. (Perciformes, Luciocephalidae). *Journal of Fish Biology*, 43, 617–620.
- Roberts, T. R., 1981. Identification of the presumed African freshwater fishes *Micracanthus marcheii* (Belontiidae) and *Chonerhinos africanus* (Tetraodontidae). *Cybiu*, 5: 91–92.
- Robins, C.R., R.M. Bailey, C.E. Bond, J.R. Brooker, E.A. Lachner, R.N. Lea & W.B. Scott, 1991. World fishes important to North Americans. Exclusive of species from the continental waters of the United States and Canada. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.* (21), 243 Pp.
- Rüber, L. (2009). *Labyrinth fishes (Anabantoidei)*. In S. B. Hedges & S. Kumar (Eds.), *The timetree of life*. Oxford University Press. 344 pp. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199535033.003.0046>
- Rüber, L., Britz, R., & Zardoya, R. (2006). Molecular phylogenetics and evolutionary diversification of labyrinth fishes (Perciformes: Anabantoidei). *Systematic Biology*, 55(3), 374–397. <https://doi.org/10.1080/10635150500541664>

- Rüber, L., R. Britz, H. H. Tan, P. K. L. Ng & R. Zardoya, 2004. Evolution of mouthbrooding and life–history correlates in the fighting fish genus *Betta*. *Evolution*, 58 (4): 799–813.
- Rusmilyansari., Wahab, A. A., Wiryono., & Cahyati, R. (2021). Fish species composition and diversity in a river, a swamp, and a reservoir in Banjar District, South Kalimantan Province. *AACL Bioflux*, 14(1), 412–423.
- Sandall, E. L., Maureaud, A. A., Guralnick, R., McGeoch, M. A., Sica, Y. V., Rogan, M. S., Booher, D. B., Edwards, R., Franz, N., Ingenloff, K., Lucas, M., Marsh, C. J., McGowan, J., Pinkert, S., Ranipeta, A., Uetz, P., Wieczorek, J., & Jetz, W. (2023). A globally integrated structure of taxonomy to support biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(12), 1143–1153. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.08.004>
- Sauvage, H.–E., 1879. Notice sur la faune ichthyologique de l’Ogooué. *Bulletin de la Société Philomathique de Paris*, 7, 3, 90–103.
- Schaller, V. D., & Kottelat, M. (1990). *Betta strohi* sp. n., ein neuer kampffisch aus südborneo. *Ichthyologie*, 31–36.
- Schindler, I., & Linke, H. (2013). *Betta hendra* – a new species of fighting fish (Teleostei: Osphronemidae) from Kalimantan Tengah (Borneo, Indonesia). *Vertebrate Zoology*, 63(1), 35–40.
- Schindler, I., & Schmidt, J. (2008). *Betta kuehnei*, a new species of fighting fish (Teleostei, Osphronemidae) from the Malay Peninsula. *Bulletin of Fish Biology*, 10(1/2), 39–46
- Sholihah, A., Delrieu–Trottin, E., Condamine, F. L., Wowor, D., Rüber, L., Pouyaud, L., Agnèse, J. F., & Hubert, N. (2021). Impact of Pleistocene Eustatic Fluctuations on Evolutionary Dynamics in Southeast Asian Biodiversity Hotspots. *Systematic biology*, 70(5), 940–960. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syab006>
- Sievert, C. (2020). *Interactive web-based data visualization with R, plotly, and shiny*. Chapman and Hall/CRC. <https://plotly-r.com>

- Srikulnath, K., Singchat, W., Laopichienpong, N., Ahmad, S. F., Jehangir, M., Subpayakom, N., Suntronpong, A., Jangtarwan, K., Pongsanarm, T., Panthum, T., Ariyaraphong, N., Camcuan, J., Duengkae, P., Dokkaew, S., & Muangmai, N. (2021). Overview of the *Betta* fish genome regarding species radiation, parental care, behavioral aggression, and pigmentation model relevant to humans. *Genes & genomics*, 43(2), 91–104. <https://doi.org/10.1007/s13258-020-01027-2>
- Syarif, A. F., Valen, F. S., Kurniawan, A., Rudiansyah, Herjayanto, M., Mamat, N. B., Ottoni, F. P., Andriyono, S., & Hasan, V. (2025). Unveiling the first DNA barcoding of *Betta cf. uberis* fish (Anabantiformes: Osphronemidae) from Belitung Island, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 29(1), 2023–2036. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2025.411476>
- Tan, H. H. & P. K. L. Ng. (1998). Two New Species of *Betta* (Teleostei: Osphronemidae) From Kapuas Basin, Kalimantan Barat, Borneo. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 46(1), 41–51.
- Tan, H. H. & P. K. L. Ng. (2000). *Betta* Bleeker, 1850 (Osteichthyes, Perciformes): proposed conservation of the specific names by the suppression of *Micracanthus marcheii* Sauvage, 1879. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, 57: 29–31.
- Tan, H. H. (2009). Redescription of *Betta anabatoides* Bleeker, and a new species of *Betta* from West Kalimantan, Borneo (Teleostei: Osphronemidae). *Zootaxa*, 2165, 59–68. <https://doi.org/10.5281/zenodo.189074>
- Tan, H. H., & Ng, P. K. L. (2005). The Fighting Fishes (Teleostei: Osphronemidae: Genus *Betta*) Of Singapore, Malaysia And Brunei . *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 13, 43–99.
- Tan, H. H., & Ng, P. K. L. (2006). Six new species of fighting fish (Teleostei: Osphronemidae: *Betta*) from Borneo. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 17(2), 97–114.

- Turan, C. 2004. Stock identification of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) using morphometric and meristic characters. *ICES Journal of Marine Science* 61(5): 774–781.
- Valen, F. S., Bidayani, E., Alfian, R. A., Prananda, M., Notonegoro, H., Susilo, N. B., Ardi, W. D., Swarlanda, Aziz, M. A., Puryoso, Widodo, M. S., Faqih, A. R., & Hasan, V. (2023). Unveiling the close relationship between *Betta burdigala* and *Betta uberis* through DNA barcoding based on COI gene. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1267(1), 012066. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1267/1/012066>
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S* (4th ed.). Springer.
- Vierke, J. (1988). *Bettas, Gouramis and Other Anabantoids Labyrinth Fishes Of The World*. German; Franckh'sche Verlagshandlung, 6 Pp.
- Voris, H. K. (2000). Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27, 153–167.
- Waugh, J., 2007. DNA barcoding in animal species: Progress, potential and pitfalls. *BioEssays*, 29, 188–197. <https://doi.org/10.1002/bies.20529>
- Weber, M., & Beaufort, L. F. (1992). *The Fishes of Indo–Australian Archipelago (IV Heteromi Solanichthyes: Synentognathi Percosoces, Labyrinthici Microcyprini)*. Leiden: E. J. Brill Ltd. 352–353 Pp.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. Springer. <https://ggplot2.tidyverse.org>
- Wickham, H. (2025). *stringr: Simple, consistent wrappers for common string operations* (Version 1.6.0) [R package]. Comprehensive R Archive Network (CRAN). <https://CRAN.R-project.org/package=stringr>
- Wickham, H., Pedersen, T. L., & Seidel, D. (2025). *scales: Scale functions for visualization* (Version 1.4.0) [R package]. Comprehensive R Archive Network (CRAN). <https://CRAN.R-project.org/package=scales>

- Witte, K. E. and J. Schmidt. (1992). *Betta brownorum*, a new species of anabantoids (Teleostei: Belontiidae) from northwestern Borneo, with a key to the genus. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 2(4), 305–330.
- Zoopet. (n.d.). *Betta falx* [Photograph by Mikael Håkansson]. Zoopet. Retrieved February 17, 2026, from <https://www.zoopet.com/fiskar/fisk.php?NR=2644>