

**ANATOMI KOMPARATIF SISTEM PERNAPASAN
IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DAN IKAN
BETOK (*Anabas testudineus*) BESERTA
PEMBUATAN BOOKLET SEBAGAI SUMBER
BELAJAR SISWA KELAS XI SMA/MA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat Sarjana-1

Disusun oleh:

Muhammad Adrick Adiel Shidqi Albarisy
22104070031

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

Yogyakarta

2026

PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1560/U.n.02/DT/PP.00.9/06/2026

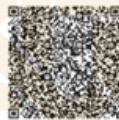
Tugas Akhir dengan judul : ANATOMI KOMPARATIF SISTEM PERNAPASAN IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*) BESERTA PEMBUATAN BOOKLET SEBAGAI SUMBER BELAJAR SISWA KELAS XI SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD ADRICK ADIEL SHIDQI ALBARISY
Nomor Induk Mahasiswa : 22104070031
Telah diujikan pada : Rabu, 20 Mei 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

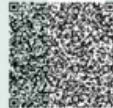
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Dr. Muhammad Ja'far Luthfi, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a1a93ca3b3e1



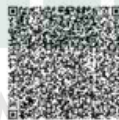
Penguji I
Runtut Prib Utami, S.Pd., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a1a93ca940f9



Penguji II
Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a1a93ca123ba90



Yogyakarta, 20 Mei 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.L., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6a1a93ca06181d1

STATE ISLAM UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI TUGAS AKHIR

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp. : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

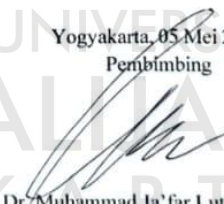
Nama : Muhammad Adrick Adiel Shidqi Albarisy
NIM : 22104070031
Judul Skripsi : Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Beserta Pembuatan Booklet Sebagai Sumber Belajar Siswa Kelas XI SMA/MA

Sudah dapat diajukan kepada Program Studi Pendidikan Biologi Islam Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara/i tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 05 Mei 2026
Pembimbing


Dr. Muhammad Ja'far Luthfi, M. Si
NIP. 197410262003121001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Adrick Adiel Shidqi Albarisy

NIM : 22104070031

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "ANATOMI KOMPARATIF SISTEM PERNAPASAN IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*) BESERTA PEMBUATAN BOOKLET SEBAGAI SUMBER BELAJAR SISWA KELAS XI SMA/MA" adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 12 Mei 2026

Penyusun,



Muhammad Adrick Adiel Shidqi Albarisy

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**ANATOMI KOMPARATIF SISTEM PERNAPASAN IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) DAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)
BESERTA PEMBUATAN BOOKLET SEBAGAI SUMBER BELAJAR
SISWA**

Muhammad Adrick Adiel Shidqi Albarisy
22104070031

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui struktur anatomi sistem pernapasan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*), (2) mengetahui pengembangan *booklet* anatomi komparatif sistem pernapasan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*) sebagai sumber belajar, dan (3) mengetahui kelayakan *booklet* sebagai sumber belajar Biologi SMA.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang dimodifikasi hingga tahap *Development*. Data penelitian anatomi diperoleh melalui observasi dan dokumentasi makroskopik organ pernapasan hasil pembedahan ikan mujair dan ikan betok. Pengembangan *booklet* dilakukan melalui tahapan *analysis*, *design*, dan *development*. Uji kelayakan *booklet* dilakukan oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 peer reviewer, 1 guru Biologi, dan 15 peserta didik kelas XI SMA IT Abu Bakar menggunakan angket penilaian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur anatomi sistem pernapasan ikan mujair dan ikan betok memiliki perbedaan sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan hidupnya. Ikan mujair memiliki 4 pasang insang dengan filamen branchialis yang panjang dan rapat untuk mendukung respirasi akuatik. Sementara itu, ikan betok memiliki 3 pasang insang dengan filamen lebih pendek serta dilengkapi organ labirin sebagai alat pernapasan tambahan yang memungkinkan respirasi pada kondisi kadar oksigen rendah. Hasil pengembangan menghasilkan *booklet* anatomi komparatif sistem pernapasan yang memuat materi, gambar anatomi, mekanisme pernapasan, dan perbandingan struktur organ kedua ikan. Hasil uji kelayakan *booklet* memperoleh rata-rata persentase sebesar 91,8% dengan kategori “Sangat Layak”, yang terdiri atas penilaian ahli materi sebesar 97%, ahli media 80%, *peer reviewer* 96%, guru Biologi 97%, dan respon peserta didik 89%.

Kata kunci: anatomi komparatif, sistem pernapasan, ikan mujair, ikan betok, organ labirin, *booklet*, sumber belajar

**COMPARATIVE ANATOMY OF THE RESPIRATORY SYSTEM OF
MOZAMBIQUE TILAPIA (*Oreochromis mossambicus*) AND CLIMBING
PERCH (*Anabas testudineus*) AND THE DEVELOPMENT OF A
BOOKLET AS A STUDENT LEARNING RESOURCE**

Muhammad Adrick Adiel Shidqi Albarisy
22104070031

ABSTRACT

This study aims to: (1) determine the anatomical structure of the respiratory system of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and climbing perch (*Anabas testudineus*), (2) develop a comparative anatomy booklet on the respiratory systems of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and climbing perch (*Anabas testudineus*) as a learning resource, and (3) determine the booklet's suitability as a high school biology learning resource.

This study used the *Research and Development* (R&D) method with the ADDIE *development* model modified to the *Development* stage. Anatomical research data was obtained through macroscopic observation and documentation of the respiratory organs of tilapia and climbing perch dissected fish. The booklet development was conducted through the stages of analysis, design, and development. The *booklet's* feasibility was tested by one material expert, one media expert, five *peer reviewers*, one biology teacher, and 15 11th-grade students of SMA IT Abu Bakar using an assessment questionnaire.

The results of the study indicate that the anatomical structure of the respiratory systems of tilapia and climbing perch differs as a form of adaptation to their environment. Tilapia fish have 4 pairs of gills with long and dense branchial filaments to support aquatic respiration. Meanwhile, climbing perch have 3 pairs of gills with shorter filaments and are equipped with a labyrinth organ as an additional respiratory organ that allows respiration in low oxygen conditions. The results of the development produced a comparative anatomy *booklet* of the respiratory system containing materials, anatomical images, respiratory mechanisms, and a comparison of the organ structures of the two fish. The results of the booklet feasibility test obtained an average percentage of 91.8% with the category of "Very Feasible", consisting of assessments from material experts of 97%, media experts 80%, *peer reviewers* 96%, Biology teachers 97%, and student responses 89%.

Keywords: *comparative anatomy, respiratory system, Mozambique tilapia, climbing perch, labyrinth organ, booklet, learning resource*

MOTTO

“Everything will be okey, no need to worry”

-Rixside-



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk: Kedua orang tua, kakak-kakakku sebagai motivasi terbesar dalam hidup, yang tidak pernah lelah memberikan dukungan, do'a, dan semangat untuk terus berjuang hingga saat ini.

Sahabat yang selalu menemani, selalu memberikan semangat, dan selalu berdo'a yang terbaik dalam keadaan apapun.

Teman-teman seperjuangan, Pendidikan Biologi 2022. Seluruh civitas akademika Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Indonesia Sunan Kalijaga, Yogyakarta.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur senantiasa penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah senantiasa melimpahkan segala pertolongan, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul “Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) Dan Ikan Betok (*Anabas Testudineus*) Beserta Pembuatan Booklet Sebagai Sumber Belajar”. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu kita nantikan syafaatnya. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu bentuk tanggung jawab dan dedikasi penulis selama 8 semester masa perkuliahan. Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terima kasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

1. Prof. Noorhaidi, S. Ag., M. A., M. Phil., Ph. D selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Sigit Purnama, M. Pd., selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Muhammad Ja'far Luthfi, M. Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi 2026 dan selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing peneliti dalam proses penyusunan tugas akhir.
4. Kedua orang tua tersayang, bapak Subari dan ibu Siti Ngaisah yang

senantiasa memberi semangat, nasihat, dan doa terhebat selama menjalankan perkuliahan.

5. Kedua Kakakku tercinta, Kakak pertama Muhammad Rifki Adam Albarisy dan Kakak ke 2 Wafiq Isna Maulya Adha yang senantiasa memberi dukungan terbaik dalam menjalani masa akhir perkuliahan dst.
6. Sahabat terdekat Udin, Adi, Hendri, Habib, Ataka, Avord, Wahyu, Ucup.
7. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan skripsi ini.

Dukungan dan do'a tulus selama ini menjadikan semangat utama peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini. Peneliti tidak mampu memberikan balasan apa-apa selain ucapan terima kasih dan do'a. Semoga kebaikan dan keikhlasan semua pihak mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Penyusunan skripsi ini tentu belum sempurna, sehingga peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyusunan karya yang lebih baik lagi.

Yogyakarta, 22 April 2026

Penyusun

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Spesifikasi produk yang dikembangkan	6

G. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Kajian Pustaka.....	9
1. Hakikat Pembelajaran Biologi	9
2. Sumber Belajar.....	11
3. <i>Booklet</i>	18
4. Pisces.....	20
5. Karakteristik Pisces.....	21
7. Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	25
8. Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	28
9. Anatomi Sistem Pernapasan Ikan.....	31
10. Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) Dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	39
11. Perbandingan Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) Dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	42
12. Korelasi Berat dan Panjang Insang dengan Berat Tubuh Ikan.....	43
B. Penelitian yang Relevan.....	44
C. Kerangka Berpikir.....	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	48

A. Penelitian Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	48
1. Desain Penelitian.....	48
2. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	48
3. Alat dan Bahan.....	49
4. Prosedur Penelitian.....	49
5. Teknik Analisis Data	50
B. Pengembangan <i>Booklet</i> Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mussambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	52
1. Prosedur Pengembangan <i>Booklet</i>	52
2. Uji Coba Produk.....	58
3. Instrumen Penelitian.....	59
4. Teknik Analisis Data	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
A. Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	63
1. Deskripsi Morfologi Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	63
2. Anatomi Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	65
3. Mekanisme Sistem Pernapasan Ikan Mujair	83

(<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	83
4. Korelasi Berat Dan Panjang Ikan Dengan Insangnya	89
B. Pengembangan Hasil Penelitian Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	94
1. Tahap Pengembangan Produk	94
2. Hasil Pengembangan Produk	103
C. Uji Kelayakan Booklet Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>) ...	116
a) Ahli Materi	116
b) Ahli Media	117
c) Peer Reviewer	121
d) Guru Biologi	122
e) Peserta Didik	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	126
A. Kesimpulan	126
B. Saran	128
DAFTAR PUSTAKA	129
LAMPIRAN	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	25
Gambar 2. Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	28
Gambar 3. Alur pengembangan model.....	52
Gambar 4. Ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) tampak lateral	63
Gambar 5. Ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>) tampak lateral.	63
Gambar 6. Ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) tampak ventral	63
Gambar 7. Ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>) tampak ventral	63
Gambar 8. Kepala Ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	63
Gambar 9. Kepala Ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	63
Gambar 10. Insang Ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) tampak dari luar ..	63
Gambar 11. Insang Ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>) tampak dari luar	63
Gambar 12. Sistem Pernapasan Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>), a. Letak insang ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	65
Gambar 13. Sistem Pernapasan ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>), a. Letak insang ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>), b. Letak labirin (organ pernapasan tambahan ikan betok <i>Anabas testudineus</i>).....	65
Gambar 14 1. Insang ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	66
Gambar 15 1. insang ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>), 2. Labirin (organ pernapasan tambahan ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	66
Gambar 16. Insang Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) berjumlah 4.....	67
Gambar 17. Insang ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>) berjumlah 3 pasang	67
Gambar 18 a. Operkulum Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	68

Gambar 19 a. Operkulum Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	68
Gambar 20 a. Membran branchiostegal Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>),	
b. Ramus branchiostegal ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	71
Gambar 21 a. Ramus branchiostegal, b. Membran penghubung	71
Gambar 22 a. Arcus branchialis (lengkung insang) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	74
Gambar 23 a. Arcus branchialis (lengkung insang) Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	74
Gambar 24 a. Filamen branchialis (filamen insang) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	77
Gambar 25 a. Filamen branchialis (filamen insang Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	77
Gambar 26 a. Branchiospinalis (tapis insang/gill rakers) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	80
Gambar 27 a. Branchiospinalis (tapis insang/gill rakers) Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	80
Gambar 28 a. insang ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>),	82
Gambar 29. Morfologi Organ Labirin Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)..	82
Gambar 30. Detail Struktur Membran Labirin Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>	82
Gambar 31. Cover depan.....	100
Gambar 32. Cover belakang.....	100
Gambar 33. Kata pengantar.....	100
Gambar 34. Daftar isi.....	100

Gambar 35. CP dan TP.....	100
Gambar 36. Uraian materi.....	100
Gambar 37. Uraian materi.....	101
Gambar 38. Tabel perbandingan	101
Gambar 39. Quiz	101
Gambar 40. Glosarium.....	101
Gambar 41. Daftar pustaka	101
Gambar 42. Biodata penulis.....	101
Gambar 43. Sampul depan dan belakang.....	104
Gambar 44. Redaksi Sampul.....	105
Gambar 45. Kata pengantar.....	106
Gambar 46. Daftar Isi.....	107
Gambar 47. Capaian dan Tujuan Pembelajaran	108
Gambar 48. Pengenalan Ikan Mujair dan Ikan Betok	109
Gambar 49. Penjelasan Anatomi Sistem Pernapasan Ikan Mujair dan Ikan Betok	110
Gambar 50. Tabel perbandingan	111
Gambar 51. Quiz	112
Gambar 52. Glosarium.....	113
Gambar 53. Daftar Pustaka	114
Gambar 54. Biodata penulis.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tujuan Pembelajaran	55
Tabel 2. Aturan pemberian skor para ahli, guru biologi, dan peer reviewer	61
Tabel 3. Aturan pemberian skor untuk respon dari peserta didik.....	61
Tabel 4. Pengkonversian nilai (Arikunto, 2010)	62
Tabel 5. Perbandingan Operkulum Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	70
Tabel 6. Perbandingan Membran branchiostegal Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	73
Tabel 7. Perbandingan Arcus branchialis (lengkung insang) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	75
Tabel 8. Perbandingan Filamen branchialis (filamen insang) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	79
Tabel 9. Perbandingan Branchiospinalis (tapis insang/gill rakers) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dan Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>).....	81
Tabel 10. Tujuan Pembelajaran	97
Tabel 11. Skor penilaian ahli materi.....	117
Tabel 12. Skor penilaian ahli media	118
Tabel 13. Saran perbaikan oleh ahli media	118
Tabel 14. Perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan	119
Tabel 15. Skor penilaian peer reviewer.....	121
Tabel 16. Skor penilaian guru biologi.....	123
Tabel 17. Skor penilaian peserta didik	124

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penilaian Ahli Materi.....	133
Lampiran 2. Instrumen penilaian ahli media.....	142
Lampiran 3. Instrumen penilaian peer reviewer	153
Lampiran 4. Instrumen penilaian guru biologi.....	168
Lampiran 5. Instrumen respon peserta didik.....	182
Lampiran 6. Hasil penilaian ahli materi.....	191
Lampiran 7. Hasil penilaian ahli media	191
Lampiran 8. Hasil penilaian peer reviewer	192
Lampiran 9. Hasil penilaian guru biologi	193
Lampiran 10. Hasil respon peserta didik.....	194
Lampiran 11. Foto dokumentasi.....	195
Lampiran 12. Biodata.....	197

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kekayaan keanekaragaman hayati ikan air tawar yang sangat tinggi. Tercatat, Indonesia memiliki sekitar 1.193 spesies ikan air tawar, menempati urutan ketiga terkaya di dunia setelah Amerika Selatan dan Afrika (Froese & Pauly 2013). Ikan merupakan salah satu keanekaragaman hayati yang menyusun ekosistem (Wahyuni & Zakaria, 2018). Habitat yang paling banyak ditempati oleh ikan air tawar ialah seperti sungai, danau, ataupun rawa-rawa (Nurudin et al., 2013). Sungai banyak hidup berbagai jenis ikan yang selama ini banyak dimanfaatkan oleh penduduk disekitar, baik sebagai mata pencaharian maupun sekedar mencakup kebutuhan protein hewani sehari-hari. Keanekaragaman spesies ikan menggambarkan seluruh cakupan adaptasi ekologi, serta menggambarkan evolusi spesies terhadap lingkungan tertentu. Maka dapat dipahami bila keanekaragaman ikan dapat berbeda dari satu lokasi ke lokasi lain. Persebaran ikan yang didasarkan atau dipandang dari sudut lokasi (letak geografis) disebut persebaran geografis atau sering diistilahkan sebagai iktiogeografi (Syafei, 2017).

Pisces merupakan kelompok Vertebrata yang hidup di perairan dengan menggunakan sirip untuk bergerak dan menjaga keseimbangan tubuh dan memiliki jumlah spesies yang beranekaragam. Ciri Umum dari pisces yaitu bernapas dengan insang, rangka tersusun atas tulang sejati, sebagian tubuh ditutupi oleh sisik, dan

berlendir. Sedangkan ciri khususnya adalah jantung terdiri atas dua ruang yaitu satu serambi dan satu bilik, memiliki gurat sisi untuk menentukan arah dan posisi berenang, Pisces disebut juga hewan poikiloterm karena suhu tubuhnya tidak tetap (berdarah dingin), yaitu terpengaruh suhu di sekelilingnya (Desi Ratnasari, 2019).

Anatomi adalah ilmu yang mempelajari struktur tubuh dengan cara menguraikan tubuh menjadi bagian yang paling kecil. Pembagian yang dapat dilakukan yaitu dengan memotong atau mengiris tubuh kemudian diangkat, dipelajari dan diperiksa menggunakan mikroskop. Tubuh manusia tersusun oleh serangkaian sistem yang kompleks sehingga menjadi sebuah sistem organ yang mempunyai fungsi dan peran tersendiri dalam tubuh Manusia. Peran dan fungsi dari organ tubuh saling berhubungan dengan beberapa organ tubuh lainnya. Materi anatomi dan sistem organ ini dikaji di pembelajaran biologi pada SMA/MA.

Pembelajaran Biologi SMA Fase F pada materi sistem organ selama ini memfokuskan pembahasan pada sistem pernapasan manusia. Materi tersebut membantu peserta didik memahami struktur dan fungsi organ pernapasan manusia, namun kajian mengenai sistem pernapasan pada hewan belum dikembangkan sebagai sumber belajar tambahan. Pembelajaran mengenai sistem pernapasan hewan sebenarnya dapat memperluas wawasan peserta didik tentang keanekaragaman struktur organ, fungsi, serta bentuk adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya. Kondisi tersebut ditemukan di SMA IT Abu Bakar, berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru Biologi kelas XI pada tanggal 23 September 2025. Hasil observasi menunjukkan bahwa peserta didik telah memahami materi sistem

pernapasan manusia yang dipelajari dalam pembelajaran Biologi, tetapi pemahaman mengenai sistem pernapasan pada hewan, khususnya kelas Pisces, masih terbatas sehingga diperlukan pengayaan materi untuk mendukung pembelajaran.

Kelas Pisces memiliki berbagai jenis ikan yang dapat dipelajari, salah satunya ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*). Pemilihan kedua jenis ikan tersebut didasarkan pada potensi lokal di sekitar sekolah yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber belajar. Keberadaan ikan mujair dan ikan betok yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dan dekat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik.

Perbedaan struktur organ pernapasan pada kedua ikan mujair dan ikan betok juga dapat membantu peserta didik memahami hubungan antara struktur organ, fungsi, dan bentuk adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya. Ikan mujair menggunakan insang sebagai alat pernapasan utama, sedangkan ikan betok memiliki organ pernapasan tambahan berupa labirin yang memungkinkan ikan bertahan hidup pada perairan dengan kadar oksigen rendah. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sumber belajar tambahan yang mampu membantu peserta didik memahami anatomi sistem pernapasan ikan secara lebih konkret dan kontekstual.

Salah satu sumber belajar yang dapat digunakan yaitu *booklet*. Pengembangan booklet anatomi komparatif ini didasarkan pada karakteristik media cetak yang efisien dalam menyampaikan materi pengayaan secara mandiri. Menurut Prastowo (2015), *booklet* merupakan media pembelajaran cetak yang menyajikan informasi

secara ringkas, padat, dan sistematis, sehingga memudahkan peserta didik untuk memahami substansi materi tanpa harus membaca buku teks yang tebal. Sifatnya yang ringkas (*concise*) ini membuat *booklet* menjadi alternatif yang tidak menjenuhkan bagi peserta didik dalam mempelajari detail anatomi sistem pernapasan ikan. *Booklet* tersebut diharapkan dapat membantu peserta didik mengidentifikasi struktur anatomi sistem pernapasan kedua ikan sekaligus memperkaya pemahaman mengenai bentuk adaptasi fisiologis ikan terhadap lingkungan yang berbeda.

B. Identifikasi Masalah

1. Pembelajaran Biologi pada materi sistem pernapasan di SMA masih berfokus pada sistem pernapasan manusia sehingga pembahasan sistem pernapasan pada hewan, khususnya kelas Pisces, belum diajarkan.
2. Belum tersedia sumber belajar berbentuk *booklet* yang membahas anatomi komparatif sistem pernapasan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*) untuk siswa SMA.
3. Perbedaan struktur sistem pernapasan ikan mujair dan ikan betok sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan serta potensi lokal yang mudah ditemukan di sekitar peserta didik belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber belajar kontekstual dalam pembelajaran Biologi.

C. Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada gambaran struktur anatomi sistem pernapasan pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*)
2. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan dan penilaian kelayakan *booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) sebagai sumber belajar siswa SMA. Penilaian kelayakan dilakukan oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 *peer reviewer*, kemudian uji kepraktisan secara terbatas dilakukan dengan guru biologi dan 15 siswa kelas XI F1 SMA IT Abu Bakar.
3. Desain penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D (*Research and Development*) dengan model pengembangan ADDIE yang dibatasi sampai tahap *Development* untuk pembuatan *bookletnya*.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana struktur anatomi sistem pernapasan pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*)?
2. Bagaimana pengembangan *Booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) sebagai sumber belajar?
3. Bagaimana kelayakan *Booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) sebagai sumber belajar siswa?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui struktur anatomi sistem pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*).
2. Mengetahui pengembangan *booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Sebagai Sumber Belajar.
3. Mengetahui kelayakan *booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernafasan Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Sebagai Sumber Belajar.

F. Spesifikasi produk yang dikembangkan

1. *Booklet* berbentuk media cetak yang berisi materi anatomi sistem pernapasan pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)
2. Materi anatomi sistem pernapasan pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*) yang berada dalam *booklet* berupa gambar yang disertai deskripsi dan keterangan bagian-bagian sistem pernapasannya.
3. *Booklet* yang dibuat disusun berdasarkan aspek kegrafisan/penyajian, kelayakan isi, kelayakan bahasa, keterlaksanaan dan ketertarikan.
4. *Booklet* terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian pembuka, inti dan penutup. Bagian pembuka meliputi cover, kata pengantar dan daftar isi. Bagian inti meliputi materi sistem pernapasan pada ikan, deskripsi bagian anatomi sistem

pernapasan pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) dan mekanisme sistem pernapasan pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*). Sedangkan bagian penutup meliputi glosarium, daftar pustaka, dan biodata penulis.

5. *Booklet* ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar tambahan bagi siswa SMA IT Abu Bakar yang membantu menjelaskan materi sistem pernapasan animalia.

G. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Menambah wawasan keilmuan di bidang biologi, khususnya dalam kajian anatomi komparatif sistem pernapasan hewan air tawar. Perbandingan antara ikan betok (*Anabas testudineus*) dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dapat menambah pemahaman terhadap adaptasi fisiologis ikan terhadap lingkungan yang berbeda.

2. Bagi Sekolah

Menambah alternatif sumber belajar berupa *booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) yang dapat digunakan oleh guru biologi dalam menjelaskan materi kepada peserta didik

3. Bagi Peserta didik

Menambah wawasan keilmuan di bidang biologi, khususnya dalam kajian anatomi komparatif sistem pernapasan hewan air tawar. Perbandingan antara

ikan betok (*Anabas testudineus*) dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dapat menambah pemahaman terhadap adaptasi fisiologis ikan terhadap lingkungan yang berbeda.

4. Bagi Guru

Booklet ini dapat digunakan sebagai sumber belajar tambahan untuk membantu menjelaskan materi sistem pernapasan animalia khususnya pada kelas pisces.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis komparatif yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada struktur anatomi dan mekanisme sistem pernapasan antara ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan betok (*Anabas testudineus*). Perbedaan tersebut mencerminkan bentuk adaptasi masing-masing spesies terhadap kondisi lingkungan hidupnya. Ikan mujair memiliki struktur sistem pernapasan yang relatif sederhana dan khas ikan teleostei pada umumnya, dengan operkulum yang halus dan menyatu kuat, membran branchiostegal yang berfungsi sebagai katup ventilasi, serta lengkung insang dan filamen yang berkembang baik untuk mendukung pertukaran gas di dalam air. Mekanisme pernapasan ikan mujair sepenuhnya bergantung pada insang melalui sistem pompa ganda (buccal-opercular pump) yang memungkinkan aliran air berlangsung secara kontinu dan efisien. Sebaliknya, ikan betok menunjukkan modifikasi struktural yang lebih kompleks pada sistem pernapasannya. Operkulum yang keras dan berduri, serta hubungan fleksibel antara operkulum dan suboperculum, memberikan kemampuan mobilitas yang lebih tinggi dan bahkan mendukung aktivitas di darat. Selain itu, keberadaan organ labirin sebagai alat pernapasan tambahan

memungkinkan ikan betok melakukan respirasi bimodal, yaitu memanfaatkan oksigen dari air dan udara. Struktur insang pada ikan betok cenderung lebih sederhana dibandingkan ikan mujair, karena fungsi utama pengambilan oksigen sebagian besar telah dialihkan ke organ labirin. Perbedaan juga terlihat pada komponen insang lainnya, seperti arcus branchialis, filamen branchialis, dan branchiospinalis. Ikan mujair memiliki struktur yang lebih panjang, halus, dan rapat untuk optimalisasi pertukaran gas di lingkungan perairan yang cukup oksigen. Sementara itu, ikan betok memiliki struktur yang lebih pendek, tebal, dan jarang sebagai bentuk penyesuaian terhadap lingkungan dengan kadar oksigen rendah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ikan mujair merupakan ikan air tawar yang sepenuhnya bergantung pada respirasi akuatik, sedangkan ikan betok merupakan ikan dengan adaptasi khusus yang memungkinkan respirasi udara (aerial breathing) melalui organ labirin. Perbedaan ini menunjukkan adanya keanekaragaman adaptasi biologis pada ikan air tawar dalam mempertahankan kelangsungan hidup di lingkungan yang berbeda.

2. Pengembangan *booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) dilakukan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang dibatasi sampai tahap *Development*. Tahapan pengembangan meliputi *analysis*, *design*, dan *development* yang menghasilkan *booklet* berisi materi anatomi sistem pernapasan ikan mujair dan ikan betok disertai gambar, deskripsi struktur organ, mekanisme

pernapasan, dan perbandingan anatomi kedua ikan sebagai sumber belajar Biologi SMA.

3. *Booklet* yang dibuat memiliki kelayakan setelah dilakukan uji validitas oleh ahli materi sebesar 97% (Sangat Layak), ahli media sebesar 80% (Layak), peer reviewer sebesar 96% (Sangat Layak), guru biologi sebesar 97% (Sangat Layak), dan respon peserta didik sebesar 89% (Sangat Layak). dengan presentase rata-rata 91,8% dan dapat dikategorikan "Sangat Layak" untuk digunakan sebagai sumber belajar.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Penelitian Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) Dan Ikan Betok (*Anabas Testudineus*) membutuhkan teknik foto yang lebih baik lagi.
2. *Booklet* Anatomi Komparatif Sistem Pernapasan Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) Dan Ikan Betok (*Anabas Testudineus*) dapat terus dikembangkan dengan inovasi yang lebih baik lagi bisa ke media selain cetak.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrina, D., Gani, A., & Suhaeni. (2020). Variasi Morfometrik Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Ekosistem Rawa Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.4.No.1.95>
- Aini, C. N., dan Habibi, M. W. (2020). Development of Booklet Based Science Learning Media for Junior High School. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*. <https://doi.org/10.21154/insecta.v1i2.2269>.
- Akbar, A. S., Fran, S., & Sidik, A. S. (2016). Deskripsi Ikan Papuyu (*Anabas testudineus* Bloch) di Perairan Umum Kalimantan Selatan. *Jurnal Akuatika*, 7(1).
- Apriyeni, O., & Gusti, U. A. (2021). Urgensi pengembangan booklet tentang materi bakteri untuk siswa kelas X SMA. *Journal Of Biology Education*, 4(1), 23.
- Arain, M. B., Kazi, T. G., Jamali, M. K., Jalbani, N., Afridi, H. I., & Shah, A. (2008). Total dissolved and bioavailable elements in water and sediment samples and their accumulation in *Oreochromis mossambicus* of polluted Manchar Lake. *Chemosphere*, 70(10), 1845-1856.
- Aryono. (2016). Awal Mula Ikan Mujair. <https://historia.id/ekonomi/articles/awal-mula-ikanmujair-vJd2b>
- Asyari. (2007). Fauna Ikan di Perairan Rawa Banjiran Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(1), 21-31.
- Asyari. (2007). Fauna Ikan di Perairan Rawa Banjiran Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(1), 21-31.
- Azrianto, Z. (2018). Studi Karakteristik Morfometrik dan Meristik Ikan Betok (*Anabas testudineus*). [Skripsi, sesuaikan dengan universitas rujukan Anda].
- Basuki, F., & Rejeki, S. (2015). Analysis on the Survival Rate and Growth of Larasati Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) F5 Seed in Saline Media. *Procedia Environmental Sciences*, 23(Ictcred 2014), 142–147. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.022>
- Bond, C. E. (1996). *Biology of Fishes*. Saunders College Publishing. (Referensi utama untuk tipe sisik dan sistem reproduksi).
- Cahyono, I. B. (2000). *Budi daya ikan air tawar: ikan gurami, ikan nila, ikan mas*. Kanisius.
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2020). *Biology* (12th ed.). Pearson. (Sumber standar untuk sistem peredaran darah tunggal dan karakteristik poikiloterm).
- Dadrasnia, A., Usman, M. M., Omar, R., Ismail, S., & Abdullah, R. (2020). Potential use of *Bacillus* genus to control of bananas diseases: Approaches toward high yield production and sustainable management. *Journal of King Saud University-Science*, 32(4), 2336-2342.
- Darmoko. (2012). Pengaruh Media Booklet Terhadap Peningkatan Pengetahuan Petani. *Jurnal Penelitian Pertanian*. 2(13): 57-68.
- Davenport, J., & Matin, A. K. M. A. (1990). Terrestrial locomotion in the climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch) (Anabantidea, Pisces). *Journal of Fish*

- Biology, 37(2), 175-184. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05938.x>
- Dewi, B., Hamidah, A., & Sukmono, T. (2020). Pengembangan Booklet Keanekaragaman Kupu-Kupu Di Kabupaten Kerinci dan Sekitarnya Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Animalia Kelas X SMA:(Booklet Development of Butterfly Biodiversity in Kerinci Regency and its Surroundings as Learning Resource in Chapter Animalia Class X Senior High School). *BIODIK*, 6(4), 492-506.
- Djumanto. (2019). *Ikan Invasif di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.
- Ernita, E., Marsaulina, I., & Pulungan, C. P. (2020). Morphometric of Gills of Several Freshwater Fish from North Sumatra, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1542(1).
- FishBase. (2024). *Anabas testudineus*, Climbing perch: fisheries, aquaculture, aquarium. Diakses dari <https://www.fishbase.se/summary/Anabas-testudineus.htm>
- Froese R & Pauly D. Editors. 2013. Fish Base. Worl Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (04/2013)
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2024). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- Graham, J. B. (1997). *Air-Breathing Fishes: Evolution, Diversity, and Adaptation*. Academic Press.
- Graham, J.B. (1997). *Air-Breathing Fishes: Evolution, Diversity, and Adaptation*. San Diego: Academic Press.
- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., & Bowen, B. W. (2009). *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*. Wiley-Blackwell.
- Hughes, G. M. & Singh, B. N. (1970). Respiration in an air-breathing fish, the climbing perch *Anabas testudineus*. *Journal of Experimental Biology*, 53(2), 265–280. <https://doi.org/10.1242/jeb.53.2.265>
- Hughes, G.M. dan Munshi, J.S.D. (1968). Fine Structure of the Respiratory Surfaces of an Air-breathing Fish, the Climbing Perch *Anabas testudineus* (Bloch). *Nature*, 219, 1382-1384.
- Hughes, G.M. dan Munshi, J.S.D. (1973). Fine Structure of the Respiratory Organs of the Climbing Perch *Anabas testudineus* (Pisces: Anabantidae). *Journal of Zoology*, 170(2), 201-225.
- Hughes, G.M., Dube, S.C., dan Munshi, J.S.D. (1973). Surface Area of the Respiratory Organs of the Climbing Perch *Anabas testudineus* (Pisces: Anabantidae). *Journal of Zoology*, 170(2), 227-243.
- Ishikawa, N. M., Ranzani-Paiva, M. J. T., Lombardi, J. V., & Ferreira, C. M. (2007). Hematological parameters in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* exposed to sub-lethal concentrations of mercury. *Brazilian archives of biology and technology*, 50, 619-626.
- Katz, M. G., Fagnoli, A. S., Gubara, S. M., Fish, K., Weber, T., Bridges, C. R., ... & Ishikawa, K. (2019). Targeted gene delivery through the respiratory system: rationale for intratracheal gene transfer. *Journal of cardiovascular development and disease*, 6(1), 8.

- Keyombe, J. L., Manyala, J. O., & Outa, N. O. (2024). Morphological Adaptation of Fish Gills to Environmental Stress: A Review. *African Journal of Aquatic Science*.
- Kottelat, M., Whitten, A. J., Kartikasari, S. N., & Wirjoatmodjo, S. (1993). Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi (Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi). Periplus Editions & Proyek EMDI (Environmental Management Development in Indonesia).
- Kottelat, M., Whitten, A. J., Kartikasari, S. N., & Wirjoatmodjo, S. (1993). Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi. Periplus Editions.
- Kottelat, Maurice & Whitten, A.J.. (1996). Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi: additions and corrections.
- Malini, D. M., Octaviani, R., & Rosada, K. K. (2023). PERBANDINGAN ANATOMI INSANG IKAN BERDASARKAN HABITAT YANG BERBEDA. *BIOTIKA Jurnal Ilmiah Biologi*, 21(1), 80-88.
- Malini, R., Syasri, A., & Herawati, T. (2023). Hubungan Indeks Somatik Insang (Gill Somatic Index) terhadap Kualitas Perairan pada Ikan Air Tawar. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*.
- Moyle, P. B., & Cech, J. J. (2004). *Fishes: An Introduction to Ichthyology*. Pearson Prentice Hall. (Membahas mengenai fungsi sirip dan hidrodinamika tubuh ikan).
- Munshi, J.S.D., & Hughes, G.M. (1992). *Air-Breathing Fishes of India: Their Structure, Function and Life History*. New Delhi: Oxford & IBH Publishing.
- Munshi, J.S.D., Olson, K.R., Roy, P.K., dan Ghosh, T.K. (1986). Morphology and Vascular Anatomy of the Accessory Respiratory Organs of the Air-breathing Climbing Perch, *Anabas testudineus* (Bloch). *American Journal of Anatomy*, 176(3), 321-331.
- Munshi, J.S.D., Roy, P.K., & Ghosh, T.K. (1986). Morphometrics of the respiratory organs of an air-breathing climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch) in relation to body weight. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, B52(3), 315-323.
- Munshi, R.N., Dewi, S., dan Mumpuni, F.S. (2019). The Anatomy of Respiratory Organ of Climbing Perch (*Anabas testudineus*). *Proceedings of the 2nd International Conference on Biosciences and Medical Engineering (ICBME2019)*, Bali, Indonesia.
- Nuralam, E. & Luthfi, M.J. (2019). The anatomy of respiratory organ of climbing perch (*Anabas testudineus*). *Proceedings ICSE UIN Sunan Kalijaga*, 59/60.
- Nuralam, E. (2018). *Handout Anatomi Organ Pernapasan Ikan Betok (Anabas testudineus) sebagai Sumber Belajar*. Skripsi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Nurudin, F.A., Martuti N.K.T. & Irsandi, A. (2013). Keanekaragaman Jenis Ikan Di Sungai Sekonyer Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Journal Of Biology In Life Science*, 2(2), 118-125.
- Pralisaputri, K. R., Soegiyanto, H., & Muryani, C. (2016). Pengembangan Media Booklet Berbasis Sets pada Materi Pokok Mitigasi dan Adaptasi Bencana Alam Untuk Kelas X SMA. *Jurnal GoEco*.
- Pratomo, H., & Rosadi, B. (2010). *Identifikasi Pisces*. Jakarta: Universitas Terbuka.

- Pribadi, B. 2017. *Media dan Teknologi dalam Pembelajaran Edisi Pertama*. Jakarta: Kencana.
- Rahmadina, R. (2020). Modul Ajar Taksonomi Vertebrata.
- Ratnasari, D. (2019). Identifikasi jenis ikan air tawar di pasar masuka sintang kalimantan barat. *Edumedia: Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 3(2).
- Ratnasari, D. (2019). Identifikasi jenis ikan air tawar di pasar masuka sintang kalimantan barat. *Edumedia: Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 3(2).
- Rayanto, Y. H. (2020). Penelitian pengembangan model addie dan r2d2: teori & praktek. Lembaga Academic & Research Institute.
- Rehusisma, L. A., Indriwati, S. E., & Suarsini, E. (2017). Pengembangan media pembelajaran booklet dan video sebagai penguatan karakter hidup bersih dan sehat. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 2(9), 1238-1243.
- Saanin, H. (1984). *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Binacipta.
- Schuster, W. H. (1952). *Fish-culture in Brackish-water Ponds of Java*. Indo-Pacific Fisheries Council, Special Publications No. 1.
- Siregar, H. R. D. (2019). IDENTIFIKASI JENIS MAKANAN IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) YANG TERTANGKAP DI DANAU SIOMBAK KECAMATAN MEDAN MARELAN PROVINSI SUMATERA UTARA. Universitas Sumatera Utara.
- Stickney, R. R. (2005). *Tilapia Culture*. CABI Publishing.
- Stickney, R. R. (2005). *Tilapia Culture*. CABI Publishing.
- Sugiyono, P. D. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suriansyah. (2010). Analisis Kebiasaan Makan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) di Perairan Rawa.
- Syafei, L. S. (2017). Keanekaragaman Hayati Dan Konservasi Ikan Air Tawar. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*. 11(1), 48–62.
- Syulfia, R., Putra, I., & Rusliadi. (n.d.). Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Dengan Padat Tebar Yang Berbeda. 1.
- Trewavas, E. (1983). Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. *British Museum (Natural History)*.
- Utomo dan Samuel, 2005. Status Keragaman Ikan Di Perairan Umum. *Prosiding Forum Perairan Umum Indonesia*. BRKP -DKP. 465 hlm.
- Wahyuni, T. T., & Zakaria, A. (2018). Keanekaragaman Ikan Di Sungai Luk Ulo Kabupaten Kebumen. *Biosfera*, 35 (1), 23.
<https://doi.org/10.20884/1.Mib.2018.35.1.592>
- Wilson, J.M. dan Laurent, P. (2002). Fish Gill Morphology: Inside Out. *Journal of Experimental Zoology*, 293(3), 192-213.
- Zwemer, J., Gallagher, E., & Hedrick, M.S. (2011). Ontogeny of air-breathing and development of the respiratory control system in the anabantoid fish, *Trichopodus trichopterus*. *Journal of Experimental Biology*, 214(19), 3297-3305. <https://doi.org/10.1242/jeb.057638>