

SKRIPSI

**DNA BARCODING IKAN BOTIA (*Chromobotia macracanthus*)
ASAL SUNGAI OGAN DAN MUSI BERDASARKAN GEN
SITOKROM C OKSIDASE SUBUNIT I (COI)**

***DNA BARCODING OF CLOWN LOACH FISH (*Chromobotia
macracanthus*) FROM OGAN AND MUSI RIVER BASED ON
CYTOCHROME C OXIDASE SUBUNIT I (COI) GENE***



**Risky Nur Aulia Pratama
05051181823005**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

RISKY NUR AULIA PRATAMA. DNA Barcoding of Botia Fish (*Chromobotia macracanthus*) from the Ogan and Musi Rivers Based on the Cytochrome C Oxidase Subunit I (COI) Gene (supervised by **MOCHAMAD SYAIFUDIN and MARINI WIJAYANTI**)

Clownloach fish (*Chromobotia macracanthus*) is a type of ornamental fish belonging to the *Cobitidae* tribe. Botia fish in Indonesia live in Sumatra (the Batanghari Jambi and the Musi-Ogan rivers of South Sumatra). Genetic studies of botia fish species from Sumatra are out of exploration. DNA (Deoxyribonucleic acid) barcoding programs are needed as genetic conservation, cultivation and domestication purposes that can preserve botia fish in nature. This study aims to determine the nucleotide sequence of the COI (Cytochrome C oxidase subunit I) gene. These research methods include DNA isolation, DNA amplification using PCR (Polymerase Chain Reaction), sequencing, constructed phylogenetic and genetic distance and water quality measurement. The results of this study indicated that samples of 10 juvenile botia fish have morphometric measurements of total length average from 13-14 cm, a standard length of 8,9 cm and meristic measurements were, 11 dorsal (D) fingers, 17 caudal (C), 8 anal (A), 16 pectoral (P), 9 ventral (V), 8 antennae. The size of the DNA band was 636 bp with annealing temperature 51°C. The results of BLASTn LK 2,3,4,5. dan SK 1,2,3,5 had the highest similarity with Indian *C. macracanthus* (98.80%), except on LK 3 (98,11%). The genetic distance 0.000 and the phylogenetics tree had a BV (*Bootstrap value*) 98% against the same genus of *C. macracanthus*. The results of the measurement water quality parameters from 2 rivers ie, temperature ranged from 29.8-31.1° C, pH 5.50-7.20, DO 5.47-6.76 mg L⁻¹, ammonia 0.0189-0.2115 mg L⁻¹, TDS 0.012- 0.172 mg L⁻¹, salinity 0.5 ppt, total alkalinity 8-18 ppm, water transparent 20-38.5 cm, and current velocity 2.9-10.2 cm s⁻¹.

Key words : Clownloach, DNA, gene COI, PCR

RINGKASAN

RISKY NUR AULIA PRATAMA. DNA *Barcoding* Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus*) Asal Sungai Ogan dan Musi Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI) (dibimbing oleh **MOCHAMAD SYAIFUDIN dan MARINI WIJAYANTI**)

Ikan botia (*C. macracanthus*) merupakan salah satu jenis ikan hias yang termasuk dalam suku *cobitidae*. Ikan botia di Indonesia berhabitat di Sumatera (DAS Batanghari Jambi dan DAS Musi-Ogan Sumatera Selatan). Kajian genetik spesies ikan botia asal Sumatera masih jarang dilakukan sehingga diperlukan upaya *barcoding* DNA (*Deoxyribonucleic acid*) sebagai bagian dari program konservasi genetik, yang dapat menunjang keperluan budidaya dan domestikasi, untuk menjaga kelestarian ikan botia di alam liar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sekuen nukleotida gen COI (*Cytochrome C oxidase subunit I*) ikan botia. Metode penelitian ini diantaranya isolasi DNA, amplifikasi DNA menggunakan PCR (*Polymerase Chain Reaction*), sekuensing, mengkonstruksi filogenetik dan jarak genetik serta pengukuran parameter kualitas air, asal Sungai Ogan dan Musi. Hasil penelitian ini didapatkan 10 ekor ikan botia berstadia *juvenile*, mempunyai hasil pengukuran morfometrik panjang total yang berkisar 13-15 cm, serta panjang standar 8,9 cm dan pengukuran meristik diantaranya, jari-jari dorsal (D) yang berjumlah 11 buah, kaudal (C) 17 buah, anal (A) 8 buah, pektoral (P) 16 buah, ventral (V) 9 buah, sungut 8 buah. Selain itu ikan botia asal Sungai Ogan dan Musi mempunyai panjang pita DNA hasil amplifikasi PCR sebesar 638bp dengan suhu *annealing* 51°C. Hasil BLASTn menunjukkan bahwa sampel LK 2,3,4,5 dan SK 1,2,3,5 memiliki kemiripan tertinggi dengan *C. macracanthus* India (98,80%) terkecuali LK 3 (98,11%) serta hasil jarak genetik sebesar 0,000 dan pohon filogenetik yang mempunyai nilai BV (*Bootstrap value*) sebesar 98%. Hasil pengukuran parameter kualitas air meliputi suhu berkisar 29,8-31,1° C, pH 5,50-7,20, DO 5,47-6,76 mg L⁻¹, amonia 0,0189-0,2115 mg L⁻¹, TDS 0,012-0,172 mg L⁻¹, salinitas 0,5 ppt, total alkalinitas 8-18 ppm, kecerahan 20-38,5 cm, dan kecepatan arus 2,9- 10,2 cm det⁻¹.

Kata kunci : Ikan botia, DNA, gen COI, PCR

LEMBAR PENGESAHAN

**DNA *BARCODING* IKAN BOTIA (*Chromobotia macracanthus*)
ASAL SUNGAI OGAN DAN SUNGAI MUSI BERDASARKAN
GEN SITOKROM C OKSIDASE SUBUNIT I (COI)**

SKRIPSI


Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Risky Nur Aulia Pratama
05051181823005

Inderalaya, Juli 2022
Pembimbing II

Pembimbing I


Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D
NIP. 197603032001121001


Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP.197609102001122003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul "DNA Barcode Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus*) asal Sungai Ogan dan Musi Berdasarkan Gen Sitokrom C Subunit Oksidase I COI" Oleh Risky Nur Aulia Pratama telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Juli 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji

Komisi Penguji

Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D Ketua
NIP. 197603032001121001

(.....)

Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. Sekretaris
NIP. 197609102001122003

(.....)

Mirna Fitrani S.Pi., M.Si., Ph.D Anggota
NIP. 198403202008122002

(.....)

Indralaya, Juli 2022
Ketua Jurusan Perikanan



Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si.
NIP.197602082001121003

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan salah satu mahasiswa Universitas Sriwijaya angkatan 2018 yang sedang menempuh pendidikan S1 di Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan. Penulis berasal dari Kelurahan Kedaung, Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten. Penulis dilahirkan di Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten pada Tanggal 25 Februari 2000. Saat ini penulis bertempat tinggal di Laboratorium Percobaan Praktek Lapangan Budidaya Perairan

Penulis merupakan anak pertama dan satu-satunya dari pasangan Bapak Sigit Tri Nur Cahyo dan Ibu Anny Kurniawati Somawinata. Riwayat pendidikan penulis antara lain pernah bersekolah di SDN 06 Ciputat, SMPN 03 Tangerang Selatan, kemudian di SMA 6 Yadika Pondok Aren, dan saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan sarjana (S1) nya di Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Selama berkuliah penulis secara aktif pernah mengikuti beberapa organisasi dan memegang jabatan penting seperti Menejer Ristek (Riset dan Teknologi) Badan Otonom Keilmiahan Kreativitas Mahasiswa Fakultas Pertanian Tahun 2019-2020. Selain itu penulis juga pernah menjadi bagian dari staff pengurus Komunitas Pecinta Ikan Hias Ogan Ilir

Penulis mempunyai banyak hobi seperti bermain futsal, *fitness*, bermain gitar, bermain *airsoftgun*, *riding* motor dan *travelling* serta yang paling utama adalah bermain game dan mendengarkan musik.

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Risky Nur Aulia Pratama

Nim : 05051181823005

Judul : DNA Barcoding Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus*) Asal Sungai Ogan dan Musi Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukannya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2022



(Risky Nur Aulia Pratama)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya dan Thanks to me for believe in myself sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “DNA Barcoding Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus*) Asal Sungai Ogan dan Sungai Musi Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit (COI) I”.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bimbingan, dorongan, nasihat serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada diri saya pribadi dan :

1. Keluarga tersayang, terimakasih untuk kedua orang tua tercinta terutama mama dan papa yang selalu menjadi motivasi terbesar penulis, yang telah memberikan doa, kasih sayang, pengertian dan dukungan moril maupun materil sehingga menjadi kekuatan penulis untuk bertahan sejauh ini dan menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. Selaku Koordinator Program Studi Budidaya Perikanan dan Ketua Jurusan Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Bapak M. Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D. dan Ibu Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. Selaku pembimbing dan orang tua kedua saya, yang telah memberikan bimbingan arahan, motivasi, support sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
4. Seluruh dosen dan staf administrasi Program Studi Budidaya Perairan yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, saran, masukan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Tim DNA *Barcoding* 2018 sebagai teman seperjuangan, dan teman bertukar pikiran. Serta kepada Tim DNA *Barcode* 2016 (Naya, Yullianti, Ria. O, Alta. R.) yang telah turut membantu dan mengajarkan ilmu penelitian yang berharga ini, untuk saya dan rekan-rekan.
6. Untuk kawan-kawan dan sahabat 1 kost Griya. Nurul Fuady, Edo Saputera, Inka K.D.C, R.A Juliantico. O, Rupi Sanjaya, Khoiri, K, Lingga, R.S. dan Isty. H (sebagai sahabat perempuan tempat saya bertukar pikiran). Dan seluruh rekan-

rekan Budidaya Perairan 2018 yang saya hormati.

7. Untuk saudara setanah, senasib, sehati, Friederich, O' banon (Fidelis Banon Segara), Chris Evans (Adam Sutanto, S), Dapuk (Daffa. F), Bims (Bima Bastanta), John Erick Mjurberg (Ary. K), James Ramirez (Rifky Alifa), Ryuci Okuda (Raihan. H), Sandman (Mochamad Farhan), Yamanaka Murata (Rizky Maulana. A), Frost (Timotius), Proach Posner (Alamsyah. N.M) dan semua kawan-kawan serta sahabat saya yang selalu mensupport dan menunggu kepulangan saya di Jakarta yang tidak bisa saya sebutkan.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan informasi bagi yang membacanya.

Juli, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kerangka Pemikiran	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sistematika dan Morfologi Ikan Botia (<i>Chromobotia macrahantus</i>)...4	
2.2. DNA Barcoding	5
2.2.1. Kekerabatan Genetik (Filogenetik)	6
2.3. Konservasi Genetik.....	8
BAB 3 METODE PELAKSANAAN PENELITIAN	10
3.1. Tempat dan Waktu	10
3.2. Bahan dan Metoda	10
3.3. Analisis Data	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1. Morfometrik dan Meristik Ikan Botia	17
4.2. Pita DNA Ikan Botia Asal Sungai Ogan dan Musi	19
4.3. Kemurnian dan Konsentrai DNA Ikan Sampel Botia.....	21
4.4. Persentase Kemiripan Ikan Botia Asal Sungai Ogan dan Musi Terhadap Data <i>Genbank</i>	22
4.5. Jarak Genetik Sampel Ikan Botia	27
4.6. Konstruksi Filogenetik Ikan Botia Asal Sungai Ogan dan Musi	30
4.7. Parameter Kualitas Air	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	37

5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan Botia (<i>Chromobotia Macracanthus</i>).....	4
Gambar 2.2. Posisi relatif DNA <i>Barcode</i> terletak antara genetika populasi dan filogenetika.....	6
Gambar 3.1. Lokasi Pengambilan sampel ikan botia Sungai Ogan Desa Lubuk Keliat dan Sungai Musi Desa Sekayu.....	12
Gambar 3.2. Ikan botia asal Sungai Ogan Kecamatan Lubuk keliat	13
Gambar 4.1. Gambar pita DNA ikan botia Sungai Ogan dan Musi Banyuasin....	19
Gambar 4.2. Pohon filogenetik ikan botia asal Sungai Ogan dan Musi terhadap hasil BLASTn.....	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Alat yang digunakan dalam penelitian	10
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian	11
Tabel 4.1. Morfometrik dan meristik Ikan Botia	17
Tabel 4.2. Kemurnian dan konsentrasi DNA ikan botia	20
Tabel 4.3. Hasil BLASTn LK4, LK5, LK6 dan SK1,SK2,SK3, SK5 sampel ikan botia asal Sungai Ogan dan Musi terhadap data Genbank	23
Tabel 4.4. BLASTn LK3 ikan botia asal Sungai Ogan terhadap data Genbank...	24
Tabel 4.5. Jarak genetik antara Ikan Botia dan spesies hasil BLASTn.....	27
Tabel 4.6. Parameter kualitas Air.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur ekstraksi DNA dengan <i>Kit Genaid</i>	51
Lampiran 2. Hasil uji kemurnian dan konsentrasi DNA sampel berdasarkan nanodrop.....	52
Lampiran 3. Perhitungan pita DNA berdasarkan analisa regresi.....	53
Lampiran 4. Persentase kemiripan DNA sampel terhadap Hasil BLASTn	54
Lampiran 5. Variasi nukleotida sampel LK 3	56
Lampiran 6. Gambar morfologi ikan dan famili <i>Cobitidae</i>	57
Lampiran 7. Susunan asam basa nukelotida sampel ikan botia	61
Lampiran 8. Dokumentasi kegiatan penelitian.....	65
Lampiran 9. Gambar ukuran <i>Marker</i> DNA 1 kb.....	66
Lampiran 10. Parameter kualitas air	67

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Pendahuluan

Sungai Musi mempunyai beberapa cabang anak sungai yang melewati beberapa wilayah di Sumatera Selatan, salah satunya adalah DAS Ogan yang berada di Kabupaten Ogan Ilir, kecamatan Indralaya serta melewati beberapa Desa di Indralaya Mulya, Tanjung Seteko dan Lubuk Keliat (Harmilia dan Dharyati 2017). Potensi keanekaragaman ikan di wilayah perairan air tawar Sumatera Selatan sangat tinggi. Menurut Iqbal *et al.* (2018), sepanjang kawasan sungai Musi dan Pesisir Timur Sumatera Selatan telah ditemukan dan teridentifikasi sebanyak 620 jenis ikan.

Tingginya aktivitas di Sungai Musi membuat ikan-ikan beruaya kebagian anak sungai serta rawa, dan terjadi hampir setiap musim atau setiap hari (Nizar *et al.*, 2014). Kawasan anak sungai dan rawa lebak merupakan kawasan *nursery ground* (pembesaran) bagi beberapa ikan seperti baung, gabus dan lainnya (Muslim, 2017). Menurut Patriono *et al.* (2010) terdapat 43 jenis spesies hidup di Sungai Ogan. Salah satunya adalah spesies ikan endemik asal Sumatera Selatan yaitu ikan badut (*Chromobotia macracanthus*) yang ditemukan pada aliran sungai Ogan (Robin, 2018). Tingginya permintaan dari dalam dan luar negeri, membuat penangkapan ikan botia di alam liar masih sering terjadi di perairan. Penangkapan berlebih yang dibiarkan dapat menyebabkan *overfishing* dan membahayakan kelestarian ikan tersebut (Gusrina, 2014). Budidaya ikan botia telah dilakukan oleh Balai Riset Pembenihan Ikan Hias Kota Depok dengan hormonal. Produksi budidaya ikan botia masih membutuhkan suplai indukan yang diambil dari alam (Putra *et al.*, 2017), sehingga berpotensi terjadi persilangan genetik dan berkurangnya kemurnian genetik spesies (Hidonis, 2008). Maka dari itu diperlukan upaya konservasi sumberdaya ikan botia dari aspek genetik.

Upaya konservasi genetik bisa dilakukan dengan cara mengetahui karakteristik genetik yang terdapat pada ikan botia dengan menganalisis DNA mitokondria nya, dimana gen mtDNA yang telah dianalisis dapat memberikan informasi secara biologis dalam melakukan identifikasi, klasifikasi taksonomi dan

menentukan sebaran populasi spesies hewan (Herbert *et al.*, 2003). Identifikasi spesies yang umum digunakan adalah dengan pendekatan morfologi dan karakteristik spesies (Rafsanjani, 2011). Namun, teknik ini mempunyai kelemahan karena bersifat subjektif dan hasil yang kurang akurat dan tumpang tindih terhadap beberapa karakter spesies dari taksa terdekat (Ramussen *et al.*, 2011). Maka dari itu diperlukan identifikasi pada level molekular sebagai upaya menentukan genetik spesies dan konservasi sumberdaya genetika melalui teknik DNA *Barcoding* menggunakan gen COI (*Cytochrome C Oxidase Subunit I*). Teknik ini dapat diaplikasikan secara luas kepada semua stadia hidup ikan dari telur sampai ikan dewasa (Fahmi *et al.*, 2016).

Penelitian tentang DNA barcoding ikan botia asal Perairan India telah dilakukan oleh Panpromin *et al.* (2013) yang menghasilkan panjang nukleotida DNA sebesar 636 bp. Selain itu juga dilakukan pada ikan botia dari pulau Sumatera dan Kalimantan, namun menggunakan gen mtDNA sitokrom B dan nukleus DNA RAG 2, dan ditemukan perbedaan karakteristik genetik dan fisiologi antara spesies ikan botia Kalimantan dan Sumatera (Hidonis, 2008). Identifikasi dan status genetika ikan botia asal Sumatera masih belum banyak diketahui secara umum, sehingga perlu dilakukan DNA *Barcoding* yang bertujuan untuk mengetahui persentase kemiripan ikan botia asal Sungai Musi dan Ogan sampai ke tingkat molekular dan menganalisis jarak genetik dan kekerabatannya secara filogenetik dengan spesies ikan lainnya berdasarkan gen COI.

1.2. Kerangka Pemikiran

Penelitian DNA *barcoding* ikan botia asal Sumatera dan Kalimantan pernah dilakukan menggunakan teknik *sequencing* yang didasarkan pada gen mtDNA sitokrom B dan nukleus DNA RAG 2 (Hidonis 2008) dan mendapatkan perbedaan karakteristik genetik antara keduanya. DNA *barcode* mempunyai fungsi untuk memetakan keluarga dan spesies pada ikan botia secara taksa dan filogenetik serta jarak genetik sehingga dapat dijadikan sebagai identitas asal ikan tersebut berdasarkan hasil dan urutan *sequence* nukleotida dari DNA *barcode* dan menjadi *output* data pada *Genbank*, teknik *sequencing* terhadap gen COI Ikan botia Sumatera belum pernah dilakukan sebelumnya. Maka dari itu perlu dilakukan

penelitian untuk mengetahui sekuens nukleotida gen COI, jarak genetik dan kekerabatan ikan botia asal Sungai Ogan dan Sungai Musi dengan ikan lain yang terdapat di *Genbank* sebagai bagian dari upaya Konservasi Genetik.

1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui variasi sekuens gen COI DNA mitokondria pada ikan botia dari Sungai Ogan dan Sungai Musi Banyuasin di Sumatera Selatan.
2. Mengetahui jarak dan kekerabatan genetik antar spesies ikan botia di perairan Sumatera Selatan dengan pusat data genbank.
3. Mengetahui parameter fisika kimia air dan habitat ikan botia di Sungai Ogan dan Sungai Musi Banyuasin.
4. Sebagai bagian dari upaya budidaya, domestikasi dan pemuliaan ikan botia Sumatera demi menjaga kelestarian habitat alami dari tindakan *Overfishing*.

1.4. Manfaat

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai karakteristik sekuens, jarak dan kekerabatan genetik antar spesies ikan botia berdasarkan gen sitokrom C oksidase subunit I DNA mitokondria yang terdapat di sungai Ogan dan Sungai Musi Banyuasin dalam upaya domestikasi dan budidaya ikan endemik di perairan Sumatera Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abascal, F., Posada D. and Zardoya R., 2012. The evolution of the mitochondrial genetic code in arthropods revisited. *Mitochondria DNA*, 23, 84 -9.
- Abdulrahman, N. M. and Ameen, H. J. H., 2014. Replacement of fishmeal with microalgae *Spirulina* on common carp weight gain, meat and sensitive composition and survival. *Pakistan Journal of Nutrition*, 13 (2), 93-100.
- Ariyanto, D., Carman, O., Soelistyowati, T.D., Zairin, M.J.R. dan Syukur, M., 2018. Karakteristik fenotipe dan genotipe lima strain ikan mas di Jawa Barat dan Banten, *Jurnal Riset Akuakultur*, 13 (2), 93-103.
- Alotaibi, M.A., Ahmad, Z., Farooq, M., Albalawi, F.H. and Alrefaei, F.A., 2020. Phylogenetic analysis of three endogenous species of fish from Saudi Arabia verified that *Cyprinion acinaes hijazi* is a sub-species of *Cyprinion acinaces-acinases*. *Journal Of King Saud University*, 20 (4),1-20.
- Adriany, T.D., Bakry, A.A. dan Bungalim, I.M., 2020. Perbandingan metode isolasi DNA terhadap nilai kemurnian DNA untuk Pengujian White Spot syndrom virus (WSSV) pada lobster bambu (*Panulirus versicolor*). *Jurnal Universitas Hasanudin*, 7 (6), 239-246.
- Achmad, M.J., Subur, R. dan Akbar, N., 2020. DNA barcode and phylogenetics of green humphead parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) in North Maluku waters. *AAFL Bioflux*, 13 (5), 2779–2787.
- Arisuyanti, T. dan Kasayev, T., 2022. COI-based DNA barcoding of *selais* fish from arut river central kalimantan, Indonesia. *Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 7 (1), 1-12.
- Boore, J.L., 2006. The use of genome-level characters for phylogenetic reconstruction. *Trends Ecol Evol*, 21, 439–446.
- Bernt, M.B.A., Schierwater, B. and Stadler, P.F., 2013. Genetic aspects of mitochondrial genome evolution. *Mol Phylogenet Evol*, 69, 328–33.
- Boonkusol, D. and Tongbai W ., 2016. Genetic variation of striped snakehead fish (*Channa striata*) in river basin of central Thailand inferred from mtDNA COI gene sequences analysis. *J Biol Sci*, 16 (3), 37–43.
- Bingpeng, X., Heshan, L, Zhilan, Z., Chunguang, W., Yanguo, W. and Jianjun W ., 2018. DNA barcoding for identification of fish species in the Taiwan Strait. *PLoS ONE*, 136, 192-201.
- Byrne. M.A., 2018. Molecular journey in conservation genetics. *Pacific Conservation Biology*, 24, 235-253.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. and Mitchell, L.G., 2003. *Penerbit Erlangga Biologi*.

Jilid 2. Edisi Kelima. Jakarta:

- Cheng, C.H., Yang, F.F., Ling, R.Z., Liao, S.A., Miao, Y.T., Ye, C.X. and Wang, A.L. 2015. Effects of ammonia exposure on apoptosis, oxidative stress and immune response in pufferfish (*Takifugu obscurus*). *Aquatic Toxicology*, 164, 61–71.
- Chang, C.H., Lin, Y.H., Ren, Q., Lin, S.Y. and Shao, K., 2016. DNA barcode identification of fish products in Taiwan government commissioned authentication case. *Food control*, 66 (4), 38-43.
- Chen, C., Ding, Y., Jing, Z., Lu, C., Zhang, L., Chen, Z. and Zhu, C., 2021. DNA barcoding of yellow croakers (*Larimichthys spp.*) and morphologically similar fish species for authentication. *Food Control*, 127 (4), 90-98.
- Dharmayanti, I., 2011. Filogentik molekular metode taksonomi organisme berdasarkan sejarah evolusi. *Wartazoa*, 21 (1), 1-10.
- Djamhuriyah, S., Said. dan Hidayat., 2012. Kekerabatan beberapa spesies ikan pelangi irian (*famili melanot aeniidae*) berdasarkan karyotipe. *Jurnal Ikhtiologi*, 5, 31-42.
- Dwi, S., Nadjmi, J., Abulias. dan Bagiat, D., 2014. Studi kekerabatan ikan familia *cyprinidae* yang tertangkap di Sungai Serayu Kabupaten Banyumas. *Jurnal LIPPI*, 1, 129-135.
- Dey, A., Verma, R., Signh, M. and Barat, S., 2015. Evolutionary and taxonomic relationships in loach (Genus: *Botia*) through molecular characterization in a river of Terai region of West Bengal India. *European Journal of Biotechnology and Bioscience*, 3 (9), 12-17.
- Dailami, M., Artika, M.I., Kusrini, D.M. dan Safari, D., 2016. Phylogenetic analysis of cytochrome oxidase I from buduk toads (*Duttaphrynus melanostictus*) and (*Phrynoidis asper*) from Bogor. *Current Biochemistry*, 3 (2), 54-65.
- Davis, C.D., Garza, J.C. dan Banks, M.A., 2017. Identification of multiple genetically distinct populations of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in a small coastal watershed. *Environ Biol Fish.* 100, 923–933.
- Dailami, M., Santi, D., Murtihapsari., Abubakar, H., Ahmad, H.A. dan Toha., 2018. Analisis genetik fragmen gen sitrokrom oksidase subunit 1 dari *Cirrhilabrus cf. ryukyuensis* Ishikawa 1904 (*Labridae*) asal Teluk Cenderawasih dan Raja Ampat. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 18 (3), 209-222.
- Folmer, O. M., Black, W., Hoeh, R., Lutz. and Vrijenhoek, R., 1994. DNA primersfor amplification of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3 (5), 294-299.

- Fahmi, M. R., Prasetio, A.B., Kusumah, R.V., Hayuningtyas, E.P. dan Ardi, I., 2016. Barcoding DNA ikan hias lahan gambut. *Jurnal Riset Akuakultur*, (2), 137-145.
- Filho, M.A.V., Freitas V.M., Ariede B. A., Lira G.V.L., Mendes J.M. and Hashimoto, T.D., 2017. Genetic applications in the conservation of neotropical freshwater fish, *Biological resources of water*. (online) [Intechopen.com/books/biological-resources-of-water/genetic-applications-in-the-conservation-of-neotropical-freshwater-fish](https://www.intechopen.com/books/biological-resources-of-water/genetic-applications-in-the-conservation-of-neotropical-freshwater-fish) [Diakses 10 Juni 2021 pukul 22:10 WIB].
- Froese, R. dan Pauly, D., 2018, Fishbase. Worldwide web electronic publication. <https://fishbase.org> [Diakses 18 Februari 2021].
- Gusrina, 2014. *Genetika dan Reproduksi Ikan*. Deepublish: Yogyakarta.
- Gill, Christina., Janneke, H.H.M., Vande, W., Frances, B., Alistair, C. and Darby., 2016. Evaluation of lysis methods for the extraction of bacterial DNA for analysis of the vaginal microbiota. *Journal Plos One*, 11 (9) 1-16.
- Gaol, A.S.T., Diansyah G. dan Purwiyanto A.I.S., 2017. Analisis kualitas air laut di perairan selat Bangka Bagian Selatan. *Maspari Journal*, 9 (1), 9-16.
- Gopi, K.C., Mishra, S.S. and Kosygin, L., 2017. Pisces in current status of freshwater faunal diversity in India, *Zoological Survey of India*, 33 (4), 527-570.
- Ghofur, M. dan Harianto E., 2018. Kinerja produksi ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) padat tebar tinggi dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 3 (1), 17-25.
- Ghoury, Z.M., Ismail, M., Javed, A.M., Khan, A.S., Munawar, N., Umar, B.A., Nisa, U.M., Aftab, O.S., Amin, S., Khan, Z. and Ahmad, A., 2020. Identification of edible fish species of Pakistan through DNA barcoding. *Frontiers in marine science*, 10 (8), 57-64.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L. and de Waard, J.R., 2003. *Biological identifications through DNA barcodes*. University of Guelph. Canada.
- Handoyono, D. dan Rudiretna, A., 2000. *Prinsip Umum dan Pelaksanaan Polymerase Chain Reaction (PCR)*. Ubaya. Surabaya
- Hidonis, K., 2008. *DNA Differentiation Among Population of Chromobotia macracanthus Bleeker From Sumatera And Kalimantan Based On Sequencing Gene MtDNA Cytochrome B and Nucleus DNA RAG 2*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Hanafi, Zahara, T.A. dan Yusuf, W., 2016. Optimasi filter cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk meningkatkan pH air gambut. *Jurnal Teknologi*

Lingkungan Lahan Basah, 4 (1), 1-10.

- Hariyadi, S., Narulita, E. dan Amien R, M., 2018. Perbandingan metode lisis jaringan hewan dalam proses isolasi dna genom pada organ liver tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Proceeding biology education conference*, 15(1): 689-692.
- Haryanto, A. dan Sofia M., 2012. Isolasi dan Amplifikasi gen penyandi domain c-terminus latent membrane protein (LMP-I) *Epstein-barr Virus* (EBV) dari Penderita Karsinoma Nasofaring (KNF). *J Sain Vet*, 18(2), 1-7.
- Hubert, N., Meyer, C.P., Bruggemann, H.J., Guérin, F., Komeno, R.J.L., Espiau, B., Causse, R., Williams, J.T. and Planes, S., 2012. Cryptic diversity in indo-pacific coral reef fishes revealed by DNA-barcoding provides new support to the centre of overlap hypothesis. *PLoS One*, 7 (3), 265-273.
- Hubert, N., Kadarusman, Wibowo, A., Busson, F., Caruso, D., Sulandari, S., Nafiqoh, N., Pouyaud, L., Ruber, L., Avarre, J., Herder, F., Natasya, N., Hanner, R., Keith, P. and Hadiaty, R. K., 2015. DNA barcoding Indonesian freshwater fishes: challenges and prospects. *De Gruyter Open*, 3, 144-169.
- Harmilia, D.E. dan Dharyati. E., 2017. Kajian pendahuluan kualitas perairan fisika-kimia sungai Ogan kecamatan Indralaya kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. *Fisheries*, 6 (1), 7-11.
- Harahap, S.A., 2017. Uji kualitas dan kuantitas DNA beberapa populasi pohon kapur Sumatera, *Journal of Animal Science and Agronomy Panca Budi*, 2 (2), 1-6.
- Hidayah, E.N., Djalalembah, A., Asmar, G.A. dan Cahyunogroho, O.H., 2018. Pengaruh aerasi dalam constructed wetland pada pengolahan air limbah domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16 (2), 155-161.
- Iqbal M, Buwono, I. D. dan Kurniawati N., 2016. Analisis perbandingan metode isolasi DNA untuk deteksi white spote syndrome virus (WSSV) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Universitas Padjadjaran*, 7 (1), 54-65.
- Iqbal, M., Yustian, I., Setiawan, A. dan Setiawan D., 2018. *Ikan - Ikan di Sungai Musi dan Pesisir Timur Sumatera Selatan*. Yayasan Kelompok Pengamat Burung Spirit of South Sumatra. Palembang.
- Jusmaldi, N.F.N., Duryadi, D. Affandy, R. dan Gustiano, R., 2017. Kode batang DNA ikan lais genus *Kryptopterus* asal Sungai Mahakam, Kalimantan Timur [Barcoding DNA of catfish species genus *Kryptopterus* from Mahakam River, East Kalimantan]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14 (3), 191-199.
- Kottelat, M. dan Whitten, A. J., 1993. *Freshwater Fishes of Indonesian and Sulawesi*. Periplus Editions Limited.

- Kottelat, M., 2004. *Botia kubotai*, a new species of loach (*Teleostei: Cobitidae*) from the Ataran river basin (Myanmar), with comments on *cobitidae* nomenclature and diagnosis of a new genus. *Zootaxa*, 401: 1-18.
- Kumar, S., Filipski, A.J., Battistuzzi F.U., Kosakovsky., Pond, S.L. dan Tamura, K., 2012. Statistics and truth in phylogenomics. *Mol Biol Evol*, 29 (9), 457–472.
- Kottelat, M., 2012. Conspectum *Cobiditus* an inventory of loaches the world (*Teleostei Of cypriniformes : Cobitoidei*). *The Rifles Buletin Of zoology Supplemen*, 26, 1-199.
- Karthikeyan, P., Sampathkumar P., Manimaran, K. and Rameshkumar, L., 2013. Growth and nutrient removal properties of the diatoms, *Chaetoceros curvisetus* and *C. simplex* under different nitrogen sources. *Applied Water Science*, 3 (1), 49–55.
- Khumaidi A., 2016, Mikroalga laut *nannochloropsis oculata* sebagai alternatif antivirus viral nervous necrotic (VNN) pada ikan kerapu tikus (*Cromileptes Altivelis*), *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 7 (1), 45-50.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan)., 2017. Upaya *restocking* berbagai jenis benih ikan endemik pada Sungai Musi Provinsi Sumatera Selatan. (*online*). http://djpb.kkp.go.id/index.php/mobile///arsip/c/616/PULIHKAN-IKAN-ENDEMIK-SUNGAI-MUSI-KKP-LAKUKAN-RESTOCKING//category_id=10 [Diakses pada tanggal 18 Maret 2021]
- Kurniawan., Ardiansyah. dan Triswiyana, I., 2021. Keragaman genetik hiu barong (*Rhina ancylostoma*) dan potensi kepunahannya di Indonesia : *Review* berdasarkan gen COI. *Jurnal Biogenerasi*, 6 (2), 109-115.
- Legendre, M., Satyani, D., Subandiyah, S., Sudarto, Pouyau, L., Barras, E. and Jackues, S., 2012. Biology and culture of the clown loach *Chromobotia macracanthus* (*Cypriniformes, Cobitidae*): 1- Hormonal induced breeding, unusual latency response and egg production in two populations from Sumatra and Borneo Islands. *Aquat Living Resour*, 25 (5), 95-108.
- Litaay, C., 2014. Sebaran dan keragaman komunitas *macroalgae* di perairan teluk ambon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6 (1), 131-142.
- Ludyasari, A., 2014. *Pengaruh suhu annealing pada program PCR terhadap keberhasilan amplifikasi DNA udang jari (Metapenaeus elegans De Man, 1907) laguna segara anakan, cilacap, Jawa Tengah*. Skripsi. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Liu, L., Xi, Z., Wu S., Davis, C.C. and Edwards, S.V., 2015. Estimating phylogenetic trees from genome-scale data. *Ann N Y Acad Sci*, 360 (2) 36–53.

- Lima, D.C.C.M., Lima, C.S., Savada, S.C., Suzuki, M.K., Orsi, L.M. dan Almeida, D.S.F., 2020 Use of DNA barcode in the identification of fish eggs in tributaries of the Parapanema River basin. *Genetics and Molecular Biology*, 43 (3), 1-16.
- Mailinda, 2012. *Kelimpahan populasi ikan hias botia (Chromobotia macracantha) dan persepsi masyarakat terhadap pemanfaatannya di Sungai Batanghari Kota Jambi*. Tesis. Universitas Indonesia,
- Modesta, R. dan Maturbongs., 2015. Pengaruh tingkat kekeruhan perairan terhadap komposisi spesies *macroalgae* kaitannya dengan proses *upwelling* pada perairan rutong-leahari. *Agricola*, 5 (1), 21-31.
- Maggs, J.Q. and Cowley, P.D., 2016. Nine decades of fish movement research in southern Africa: a synthesis of research and findings from 1928 to 2014. *Rev Fish Biol Fisheries*, 26, 287–302.
- Martinez, A.S., Willoughby, J.R. and Christie, M.R., 2018. Genetic diversity in fishes is influenced by habitat type and life-history variation. *Ecology and Evolution*, 8 (23), 122–134.
- Muslim., 2017. *Budidaya Ikan Gabus*. *Unsri Press*. Palembang.
- Mahendra, M., 2018. *DNA Barcode dan Analisis Filogenetik Ikan Gabus (Channa striata) dan Ikan Serandang (Channa Pleurophthalma) Asal Sungai Kelekar Berdasarkan Gen COI*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Miramontes, E., Kempisty, B., petite, J., Dasarathy, S., Kulus, M., Wiczirkiewicz, M., and Mozdziak, P., 2020. Myogenic response to increasing concentrations of ammonia differs between Mammalian, Avian, and Fish Species: cell differentiation and genetic study, *Pubmed NCBI GOV*, 4 (32), 88-96.
- Muslim, M., Heltonika, M. dan Sahulisawane, H.A., Rifai, R., 2020. *Ikan Lokal Perairan Air Tawar Indonesia Yang Prospektif Dibudidayakan*. CV Pena Persada. Jawa Tengah.
- Nizar, M., Kamal, M.M. dan Adiwilaga, M. E., 2014. Komposisi jenis dan struktur komunitas ikan yang bermigrasi melewati tangga ikan pada Bendung Perjaya, Sungai Komerang, Sumatera Selatan. *DEPIK Jurnal Ilmu - Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 3 (1), 27-35.
- Nurmadinah., 2016. *Studi Ciri Mormfometrik dan Meristik Ikan Penja Asal Polewali Mandar dan Ikan Nike (Awaous melanocephalus) Asal Gorontalo*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Gorontalo Makassar.
- Ningsih, T.Y., Wahyono, J.D. dan Gumilas, A.S.N., 2016. Deteksi molekuler gen litik *BRLF1 EPSTEIN-BARR* virus pada penderita *karsinoma nasofaring*. *BIOSFERA*, 35 (1), 1-9.

- Nurhayati, B. dan Darmawati, S., 2017. Biologi Sel Dan Molekuler. *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*. Jakarta.
- Noman, S., 2018. *Use of Spirulina in Fish Culture*. Bangbadhu sheikh mujibur rahman Agricultural University salna gazipur. Press.
- Nurasiah., Junianto., Yustiati, A. dan Sukendi., 2018. Morphometric and Meristicof Kalabau fish (*Osteochilus melanopleurus*) from the Kampar River, Riau Province. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 23 (1), 47-56.
- Oktarinie, N., 2018. *DNA Barcoding Ikan Beringit (Mystus singaringan) Asal Sungai Batanghari Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)*. Skripsi. Universitas Srwijiwaja.
- Patriono, E., Junaidi, E. dan Rustina., 2010. Inventarisasi Jenis Ikan Di Sungai Kelekar Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan, *Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Propinsi Sumatera Selatan*.
- Privman, E., Penn, O. and Pupko, T., 2012. Improving the performance of positive selection inference by filtering unreliable alignment regions. *Mol Biol Evol*, 29 (1), 1–5.
- Panprommin, D., Dangsing, M. and Panprommin, N., 2013. *DNA Barcoding for Species Identification of 14 loaches*. (online). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucore/KF738205.1> [Diakses pada tanggal 3 Juni 2021]
- Priyadi, A., Permana, A. dan Nurhidayat, N., 2013. Produksi massal benih ikan hias botia (*Chromobotia macracanthus*) melalui pendekatan padat tebar dan ketinggian air media pemeliharaan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 8 (1), 65-75.
- Pangestika, Y., Budiharjo, A. dan Kusumaningrum P.H., 2015. Analisis filogenetik *Curcuma zedoaria* (TEMU PUTIH) berdasarkan gen internal transcribed spacer (ITS). *Jurnal Biologi*, 4 (4), 3-13.
- Petrov, N.B., Vladychenskaya, I.P, Drozdov, A.L. and Kedrova, O.S., 2016. Molecular genetic markers of intra- and interspecific divergence within starfish and sea urchins (*Echinodermata*). *Biochem (Moscow)*, 81 (9), 972–980.
- Putra, E.F.H., Rahardjo, P.S.S. dan Permana, A., 2017. Pemijahan ikan hias botia (*Chromobotia macracanthus Bleeker*) secara buatan dengan injeksi hormon HCG (*Human Chorionic Gonadotrophin*) dan LHRH-A (*Luteinizing Hormone Releasig Hormone Analog*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6 (3), 101-106.
- Pratama, M.R.N., 2017. *Aplikasi DNA Barcode pada Ikan PatinSsiam (Pangasius hypophthalmus) dan Patin Juara (Pangasius macronema) Berdasarkan Gen Sitokrom C Oksidase Subunit I (COI)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.

- Pramono, T.B., Arfiati, D., Widodo, M.S. dan Yanuhar, U., 2017. Identifikasi ikan genus *Mystus* dengan pendekatan genetik. *J.S.A.I.*, 1 (2). 25-32.
- Putu Y. D., Putu Sanna, S. dan Inna, N., 2018. Teknik perancangan primer untuk sekuen gen *mdr-1* varian 1199 pada sampel *buffy coat* pasien anak dengan Ila. *Jurnal Metamorfosa*, 1 (6), 105-111.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021. Badan Baku Mutu Air Nasional (online) https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/176367/Lampiran_VI_Salinan_PP_Nomor_22_Tahun_2021 [Diakses 18 Maret 2022]
- Puspitasari, W.A., Saputra, B.A., Ramadanti, A., Samber, E.F., Rohman, N.H., Arfiati, D. dan Safitri, M.N., 2021. Pengaruh perendaman ekstrak daun ketapang terhadap mutasi warna ikan cupang (*Betta spp.*). *Journal of Biology Education Technology and Science*, 4 (2), 353-359.
- Puluhuwa, R., Budiardi, T., Diatin, I. dan Effendi, I., 2021. Kinerja produksi dan analisis usaha ikan botia, *Chromobotia macracanthus* (Bleeker 1852) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar dan debit air berbeda. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 21 (2), 89-104.
- Rybicky, E.P., 1996. PCR Primer Design and Reaction Optimisation. In *Molecular Biology Techniques Manual*. Ed. *Microbiology*. University Cape Town.
- Rasmussen, M.D. and Kellis, M., 2011. Accurate gene tree reconstruction by learning gene-and species-specific substitution rates across multiple 59 complete genomes. *Genome Res published by Cold Spring Harbor Laboratory Press*, 9 (17), 19-32.
- Rafsanjani, A., 2011. *Analisi Keragaman Genetik Ikan Mas (Cyprinus carpio) Diwaduk Sagulig Dengan Menggunakan Metode Rpd-Pcr*. Skripsi. Universitas Padjajaran.
- Robin, 2018. Inventarisasi parasit pada ikan hias botia (*Botia macracanthus*) di sungai Kelekar, Kabupaten Ogan Ilir, provinsi Sumatera Selatan, *Akuatik Jurnal Sumber Daya Perairan*, 2 (1), 1-7.
- Rosita, L., Agus, C.A. dan Arfira, R.F., 2019. *Hematologi Dasar*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Rahayu, A. D. dan Jannah, M., 2019. *DNA BARCODE HEWAN DAN TUMBUHAN INDONESIA*. Yayasan Inspirasi Ide Berkarya. Jakarta.
- Rizki, R.R.N., Diatin, I., Budiardi, T. dan Effendi, I., 2020. Peningkatan kinerja produksi ikan botia *Chromobotia macracanthus* dengan pemanfaatan cangkang kerang darah pada sistem resirkulasi. *Jurnal Riset Akuakultur*, 19 (2), 160-170.
- Saanin, H., 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Vol 1*. Jakarta. Penerbit

Bina Cipta.

- Sudarto, S. dan Rizal, M., 2007. Variasi morfometri ikan botia (*Botia macracanthus Bleeker*) dari perairan Sumatera dan Kalimantan. *Jurnal Perikanan*, 9 (2), 214-216.
- Shetty, M., Maiti, B., Santhosh, S.K., Venugopal, N.M. and Karunasagar, I., 2012. *Betanodavirus* of marine and freshwater fish : distribution, genomic organization, diagnosis and control measures. *Indian journal of virology an official organ of Indian Virological Society*, 23 (2), 114–23.
- Sengupta, S. and Homechaudhuri S., 2013. DNA barcodes of some threatened freshwater indigenous fishes in India. *Current Science*, 105 (1), 84-90.
- Setiawan, A, A., Emilia, I. dan Suheryanto., 2013. Kandungan Merkuri Total pada berbagai jenis ikan Catfish di perairan Sungai Musi Kota Palembang. *Jurnal Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lembaga Penelitian Universitas Lampung*
- Sasmito, D.E.K. Kurniawan, R. dan Muhimmah, I., 2014. Karakteristik primer pada Polymerase Chain Reaction (PCR) untuk sekuensing DNA: mini review. *Seminar Nasional Informatika Medis (SNIMed) V, Magister Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia*.
- Shamar, K.N., Mir, I.J., Pandey, N. and Ravindra, S., 2014 Morphometric and meristic characteristics of birdi loach, *botia birdi* from a tributary of indus basin, jammu and kashmir, india. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 6 (3), 262-266.
- Sela. I., Ashkenazy, H., Katoh, K. and Pupko. T., 2015. Guidance 2 accurate detection of unreliable alignment regions accounting for the uncertainty of multiple parameters. *Nucleic Acids Res*, 43 (1), 1-7.
- Syaifudin, M., 2015. *Spesies-specific DNA markers for improving the genetic management of tilapia*. Thesis. University of Stirling.
- Safitri, N., 2016 *Teknik Pemijahan Ikan Botia (C. maacracanthus) di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias (BPPIH) Depok, Jawa Barat*. Skripsi, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan Pangkep
- Shen ,Y., Guan, L., Wang, D. and Gan, X., 2016. DNA barcoding and evaluation of genetic diversity in *Cyprinidae* fish in the midstream of the Yangtze River. *Ecol Evol*, 6 (9), 2702–2713.
- Sukmono, T. dan Margaretha., M., 2017. *Ikan air tawar di ekosistem bukit tigapuluh*. Yayasan konservasi ekosistem hutan Sumatera dan Frankfruit Zoological Society. Jambi.
- Syaifudin, M., Jubaedah, D., Muslim, M. dan Daryani, A., 2017. DNA authentication of Asian redbtail catfish *Hemibagrus nemurus* from musu and penulak river, South Sumatra Indonesia. *Genetics of Aquatic Organisms*, 1,

43-48.

- Sirait, R., Mahadi, I. dan Suryawati., 2018. Isolation of DNA from local malay plants Riau as a design of student worksheet based on a scientific approach on the subject of genetic material for 12TH grade of highschool. *JOM FKIP*, 5 (2), 1-14.
- Septiadi, L., 2019. *Analisis Filogenetik dan Estimasi Waktu Divergensi amolops cope 1865 Sensu Lato Paparan Sunda Secara Insilico*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Syaifudin, M., Jubaedah, D., Yonarta, D. and Hastuti, Z., 2019. DNA barcoding of snakeskin gourami *Trichogaster pectoralis* and blue gourami *Trichogaster trichopterus* based on Cythochrome C Oxidase Subunit I (COI) gene. *Journal Earth and Environmental Science*, 1-7.
- Saleky, D., Supriyatin, F.S. E. dan Dailami, M., 2020. Pola Pertumbuhan dan Identifikasi Genetik *Turbo setosus Gmelin*, 1791 (*Turbinidae, Gastropoda*). *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 305–315.
- Saleky, D. dan Dailamy, M., 2021. Konservasi genetik ikan kakap putih (*Lates calcarifer, Bloch, 1790*) melalui pendekatan DNA barcoding dan analisis filogenetik di sungai Kumbe Merauke Papua. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24 (2), 141-151.
- Syafei, L. S., 2017. Keanekaragaman hayati dan koservasi ikan air tawar. *Jurnal penyuluhan kelautan dan perikanan Indonesia*, 11 (1), 48-62.
- Solihin, D.D., Persada, P.A. dan Affandy, R., 2020. Karakteristik genetik ikan belida *Chitala lopis* (Bleeker, 1851) asal Lampung dan Kalimantan berdasarkan gen COI. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 21 (1), 49-60.
- Seraliev, B., Allayarov, S. and Peng, Z., 2021. DNA barcoding revealed a wider distribution of *Alburnoides holciki* (*Teleostei: Leuciscidae*) in the inland waters of Uzbekistan, *Journal of Applied Ichthyology*, 37 (4), 601-606.
- Ude, G.N., Igwe, D.O. and Brown, C., 2020. DNA barcoding for identification of fish species from freshwater in Enugu and Anambra States of Nigeria. *Conservation Genet Resour*, 12 (1), 643–658.
- Tang, R.W., Yaum, C. and Nguyen, W.C., 2010. Identification of stomatopod larvae (*Crustacea : Stomatopoda*) from Hong Kong waters using DNA barcodes. *Molecular Ecology Resources*, 10 (3), 439-448.
- Todd, C. and Lorenz., 2012. Polymerase chain reaction basic protocol plus troubleshooting and optimization strategies. *Journal of Visualized Experiment* , 60 (1), 1-14.
- Tarigan, P.R., 2014. *Laju Pertumbuhan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Botia (Chromobotia macachanthus) Dengan Pemberian Pakan Cacing Sutera (Tubifex sp.) Yang Dikultur Dengan Beberapa Jenis Pupuk Kandang*.

Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

- Tahapari, E., Darmawan, J., Nurlaela, I., Pamungkas, W. dan Marnis, H., 2016 Performa ikan patin hibrida pasupati (*PANGASIID*) dari induk terseleksi pada sistem budidaya berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11 (1), 56-62.
- Thu, P.T., Huang, W.C., Chou, T.K., Van Quan, N., Van Chien, P., Li, F., Shao, K.T. and Liao, T.Y., 2019. DNA barcoding of coastal ray-finned fishes in Vietnam. *PLoS ONE*, 14 (9),1-13.
- Torres, R.A. and Artoni, R.F., 2019. Genetics, Evolution, and Conservation of Neotropical Fishes. *Front Genet*, 10 (1), 11-24.
- Tsoupas, A., Papavasileiou, S., Minoudi,S., Gkagkavouzis,K., Petriki, O. and Bobori, D., 2022. DNA barcoding identification of Greek freshwater fishes. *PLoS One*, 17 (1), 1-21.
- Virgiawan, S.Y., Samidjan, I. dan Hastuti, S., 2020. Pengaruh cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda terhadap kualitas warna ikan botia (*Chromobotia macracanthus BLEEKER*) dengan sistem resirkulasi. *Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 4 (2), 119-128.
- Watson, J.D., M. Gilman., Witkowski, J. and Zohler, M., 1992. *Recombinant DNA*. Scientific American Books. USA
- Ward. R.D., Zemplak, T.S., Innes B.H, Last, P.R. and Hebert P.D.N., 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360, 1887-1857.
- Ward, R.D., Holmes, B.H. dan Yearsley, G.K., 2008. DNA barcoding reveals a likely second species of Asian sea bass (*barramundi*) (*Lates calcarifer*). *Journal of Fish Biology*, 72 (2), 458-463.
- Wu, M., Chatterji, S. and Eisen, J.A., 2012. Accounting for alignment uncertainty in phylogenomics. *PLoS One*, 7 (4) 56-61.
- Wang, Z.D., Guo, Y.S., Liu, X.M., Fan, Y.B. and Liu, C.W., 2012. DNA barcoding South China Sea fishes. *Mitochondrial DNA*, 23 (5), 405-410.
- Wibowo, A., Sloterdjik, H. and Ulrich, S.P., 2015. Identifying Sumatran peat swamp fish larvae thorough DNA barcoding, evidence of complete life history pattern. *2nd Humboldt Kolleg in conjunction with International Conference on Natural Sciences. Procedia Chemistry*, 14, 76-84.
- Wirdateti., Indriyani, E. dan Handayani., 2016. Analisis sekuen DNA mitokondria *cytochrome Oxidase I (COI) mtDNA* pada kukang Indonesia (*Nycticebus spp*) sebagai penanda guna pengembangan identifikasi spesies. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12 (1), 119-128.

- Wolfgang, J.P.D., 2017. The biogeography and ecology of Sri Lankan mammals point to conservation priorities. *Ceylon Journal of Science 46 (Special Issue)*, 46 (33), 33-64.
- Wibowo, A. dan Rachman A.R., 2020. Kajian kualitas perairan laut sekitar muara sungai jelitik kecamatan Sungailiat – Kabupaten Bangka. *Jurnal Presipitasi*, 17 (1), 29-37.
- Yusuf, S.E., 2010. *Ragam Jenis Ikan Air Tawar Populer*. Jakarta. Penerbit Putra Danayu Publisher.
- Yanuhar, U., Gusman E. and Arfiati, D., 2012. The exposure immunogenic protein of viral nervous necrotic on humpback grouper that influences to proliferation and expression of immune. cells (Interferon γ and NFKb Cell). *Advances in Environmental Biology*, 6 (1), 388-396.
- Yoon, J.M., 2018. Genetic variations of intrapopulations and between razor clam *Solen corneus* population identified by PCR analysis. *Dev Reprod*, 22 (2), 193-198.
- Yan, X., Chen, Y., Dong, X., Tan, B., Liu, H., Zhang, S., Chi, S., Yang, Q., Liu, H. and Yang, Y., 2021. Ammonia toxicity induces oxidative stress, inflammatory response and apoptosis in hybrid grouper (female *Epinephelus fuscoguttatus* \times male *E. lanceolatu*). *Front. Mar. Sci.* 8:667432.
- Zein, M.S.A. dan Pradwilingga, D.M., 2013. *DNA barcode Fauna Indonesia*. Jakarta. Kencana Prenadamedia Group.