

Identifikasi Kekerabatan Berdasarkan Karakter Sisik pada Wader Bintik (*Barbodes binotatus*) dan Wader Pari (*Rasbora argyrotaenia*)

Hasyim As'ari¹, Fuad Ardiyansyah², Whita Syukrya Arini³
Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas PGRI Banyuwangi
Jl. Ikan Tongkol No. 22, Kertosari, Banyuwangi Indonesia
e-mail: hasyim.asari22@gmail.com; fuad.bio87@gmail.com

Abstrak

Indonesia memiliki perairan air tawar yang luas, mencapai 141.690 hektar. Hal tersebut mendukung keanekaragaman spesies ikan air tawar yang sangat tinggi, dengan 1.700 spesies telah ditemukan, dimana 1.258 spesies tercatat dalam database *FishBase* dan 442 spesies lainnya belum teridentifikasi dengan jelas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kekerabatan pada ikan wader bintik (*B. binotatus*) dan wader pari (*R. argyrotaenia*) melalui karakteristik sisik ikan secara makroskopik dan mikroskopik. Pengamatan makroskopik dilakukan langsung pada permukaan tubuh ikan, sedangkan pengamatan mikroskopik dilakukan untuk menentukan tipe sisik, bentuk sisik pada bagian ventral, dorsal, dan caudal, serta perbedaan ruas antar-circuli. Prosedur penelitian mencakup pembuatan preparat sisik pada masing-masing bagian tubuh ikan, pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100x, dan dilakukan pemfotografan dengan plastik milimeter blok, dan pengukuran ruas antar-circuli menggunakan aplikasi *ImageJ versi 13.0.6*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sisik *B. binotatus* berwarna perak atau keemasan dengan bintik pada pangkal ekor sebagai ciri khas. Sisik *B. binotatus* pada sisi bagian dorsal, ventral, dan caudal menunjukkan bentuk sisik membulat (*oblonga*), dan dijumpai *Lateral Line Canal* pada sisi caudal. Sisik *R. argyrotaenia* berwarna perak atau keabu-abuan dengan kilauan metalik dan garis horizontal berwarna keunguan, bagian dorsal, ventral, dan caudal dari *R. argyrotaenia* memiliki fokus dengan bentuk sisik bulat di bagian dorsal, lonjong di bagian ventral, dan persegi di bagian caudal. Rata-rata jarak antar-circuli pada *B. binotatus* adalah 22,96 μm , dan *R. argyrotaenia* adalah 29,89 μm . Kesimpulan penelitian identifikasi kekerabatan berdasarkan karakteristik sisik ikan *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* menunjukkan kekerabatan yang jauh. Berdasarkan kajian tersebut informasi yang didapatkan penting dalam kajian morfometrik dan meristik, serta membantu dalam pengidentifikasian dan pengklasifikasian jenis ikan.

Kata Kunci—Kekerabatan, karakteristik sisik, *B. binotatus*), *R. argyrotaenia*.

Abstract

Indonesia has extensive freshwater bodies, covering 141,690 hectares. This supports a high diversity of freshwater fish species, with 1,700 species discovered, 1,258 of which are recorded in the *FishBase* database, while 442 species remain unidentified. This study aims to identify the phylogenetic relationships of the spotted barb (*B. binotatus*) and the silver rasbora (*R. argyrotaenia*) through macroscopic and microscopic scale characteristics. Macroscopic observations were made directly on the fish's body surface, while microscopic observations were conducted to determine scale types, scale shapes in the ventral, dorsal, and caudal regions, and differences in inter-circuli spaces. The research procedure includes the preparation of scale samples from each body part of the fish, observation under a microscope with 40x and 100x magnification, documentation with a millimeter plastic block, and measurement of inter-circuli spaces using the *ImageJ version 13.0.6* application. The results showed that the scales of *B. binotatus* are silver or golden with a characteristic spot at the base of the tail. The scales of *B. binotatus* on the dorsal, ventral, and caudal sides show a rounded (*oblong*) shape and the presence of the *Lateral Line Canal* on the caudal side. The scales of *R. argyrotaenia* are silver or grayish with a metallic sheen and a horizontal purple stripe. The dorsal, ventral, and caudal parts of *R. argyrotaenia* have focus points with rounded scales on the dorsal part, elongated scales on the ventral part, and square scales on the caudal part. The average inter-circuli distance in *B. binotatus* is 22.96 μm , and in *R. argyrotaenia* it is 29.89 μm . The conclusion of the study on the identification of relatedness based on the scale characteristics of *B. binotatus* and *R. argyrotaenia* indicates a distant relationship. Based on this study, the information obtained is important in morphometric and meristic studies, and it helps in the identification and classification of fish species.

Keywords: phylogenetic relationships, scale characteristics, *B. binotatus*), *R. argyrotaenia*

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki perairan air tawar yang luas dengan kisaran mencapai 141.690 hektar (Dirham & Trianto, 2020). Perairan air tawar tersebut dapat dibedakan menjadi perairan lentik dan lotik, adapun perairan lentik terdiri dari; danau, kolam, dan rawa, sedangkan perairan lotik terdiri dari mata air dan sungai (Dharmawibawa, 2023). Berdasarkan habitat perairan air tawar tersebut, Indonesia dikenal memiliki keanekaragaman spesies ikan air tawar yang sangat tinggi (As'ari *et al.*, 2023), dimana telah ditemukan sebanyak 1.700 spesies ikan air tawar, dan sebanyak 1.258 spesies diantaranya telah tercatat dalam *FishBase*, sedangkan sebanyak 442 spesies lainnya belum tercatat dengan baik (Gustiano *et al.*, 2021).

Syafei (2017), menjelaskan bahwa berbagai jenis ikan air tawar yang ada di Indonesia telah tersebar dalam tiga daerah geografis yaitu Paparan Sunda, Daerah Wallace, dan Paparan Sahul. Wilayah yang termasuk daerah Paparan Sunda terdiri dari Pulau Sumatera, Kalimantan, Bali, Mindanao, Jawa, serta pulau-pulau kecil di sekitarnya (Akhrianti & Gustomi, 2018). Karakteristik dan spesies ikan air tawar yang terdapat di Paparan Sunda memiliki kemiripan dengan ikan-ikan di daratan Asia lainnya (Pricillia & Sugiyono, 2020). Diantaranya spesies ikan air tawar yang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, dan beberapa spesies merupakan endemik di wilayah Paparan Sunda yaitu famili Cyprinidae (Prianto *et al.*, 2015). Ikan famili Cyprinidae tersebar di seluruh dunia dengan jumlah spesies yang telah ditemukan mencapai 3.025 spesies (Fishbase, 2012), dan terbagi menjadi 220 genera (Restanti *et al.*, 2023).

Firmansyah *et al.* (2015), menyatakan bahwa famili Cyprinidae merupakan ikan air tawar yang paling mudah ditemukan baik di kolam-kolam, waduk, serta sungai dengan air yang jernih, diantaranya spesies yang umum ditemukan adalah wader bintik (*Barbodes binotatus*) dan wader pari (*R. argyrotaenia*) (Trijoko *et al.*, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Damayanti *et al.* (2022), terkait identifikasi kekerabatan fenotipe dari 5 spesies ikan famili Cyprinidae yaitu *B. binotatus*, *Barbonymus balleroides*, *Osteochilus vittatus*, *Puntius sp.*, dan *R. argyrotaenia*, dengan pengamatan morfologi serta metode morfometrik dan meristik menunjukkan bahwa

spesies *R. argyrotaenia* dan *B. binotatus* memiliki kekerabatan terjauh dibandingkan spesies lainnya.

Mantiri *et al.*, (2023), menjelaskan bahwa hubungan kekerabatan serta penentuan variasi dalam taksonomi ikan dapat ditentukan berdasarkan karakter morfologi. Sedangkan pengamatan karakter morfologi dapat meliputi metode morfometrik dan meristik (Valen *et al.*, 2022; Mantiri *et al.*, 2023). Metode morfometrik merupakan suatu metode identifikasi ikan berdasarkan pengukuran bentuk-bentuk luar tubuh ikan, seperti lebar, panjang standar, tinggi badan dan bagian lain, yang digunakan sebagai dasar membandingkan ukuran ikan (Suryana *et al.*, 2015). Sedangkan, metode meristik adalah suatu metode untuk mengetahui ciri ikan yang didasarkan pada jumlah bagian luar tubuh ikan (Prananda *et al.*, 2022), seperti jumlah sisik dan jumlah jari-jari sirip pada berbagai sisi tubuh ikan (Damayanti *et al.*, 2022). Menurut Akmal *et al.* (2018), dalam mendukung metode morfometrik dan meristik, untuk menentukan kekerabatan dan taksonomi ikan sangat penting dalam mengamati tipe sisik dan pigmentasi sisik ikan. Berdasarkan uraian di atas maka untuk mendukung identifikasi kekerabatan pada ikan wader bintik (*B. binotatus*) dan wader pari (*R. argyrotaenia*), penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik sisik ikan secara makroskopik dan mikroskopik untuk menentukan karakter khusus, bentuk sisik, tipe sisik, dan keberadaan circuli sisik.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set alat seksio, kaca benda dan kaca penutup, mikroskop, serta plastik milimeter blok. Sedangkan bahan yang digunakan adalah wader bintik (*B. binotatus*) dan wader pari (*R. argyrotaenia*) dengan ukuran yang sama \pm 7,8cm yang diambil dari Sungai Kalilo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi, Universitas PGRI Banyuwangi yang dilakukan pada bulan Mei 2024.

C. Metode Penelitian

Dalam mendukung metode meristik untuk mengetahui kekerabatan dari sampel uji, pada penelitian ini dilakukan identifikasi karakteristi sisik baik secara makroskopik maupun mikroskopik. Dimana dalam pengamatan makroskopik melakukan pengamatan sisik secara langsung pada permukaan tubuh hewan uji, sedangkan pengamatan secara mikroskopik dilakukan untuk menentukan tipe sisik, bentuk sisik pada bagian ventral, dorsal, dan caudal, serta perbedaan ruas antar-*circuli*. Prosedur penelitian dilakukan dengan tahapan pembuatan preparat sisik pada masing-masing bagian tubuh hewan uji yang telah ditentukan, kemudian dilakukan pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100x, untuk mengetahui jarak antar-*circuli* dilakukan pemfotoan dengan plastik milimeter blok, selanjutnya dalam melakukan perhitungan jarak antar-*circuli* pada masing-masing hewan uji menggunakan aplikasi *ImageJ versi 13.0.6*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

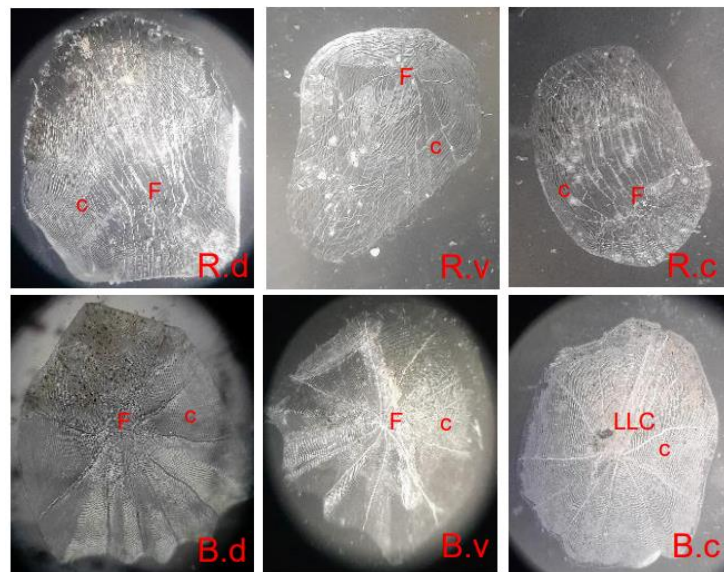
Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopik yang dilakukan pada permukaan sisik wader bintik (*B. binotatus*) dan wader pari (*R. argyrotaenia*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ikan Wader: A. *B. binotatus*; a1. titik hitam dibagian pangka ekor; B. *R. argyrotaenia*; a2. garis horizontal tubuh

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa karakteristik sisik secara makroskopik pada *B. binotatus* berwarna perak atau keemasan dengan bintik pada pangkal ekor sebagai ciri khas. Fishbase (2019), menjelaskan bahwa *B. binotatus* dapat memiliki warna yang bervariasi dari abu-abu keperakan hingga abu-abu kehijauan, dimana pada bagian dorsal lebih gelap dan bagian ventral lebih pucat atau hampir putih. Iqbal *et al.* (2018), juga menyatakan bahwa pada *B. binotatus* terdapat bintik bulat pada bagian depan sirip punggung serta dijumpai juga dibagian tengah batang ekor. Umumnya pada ikan muda dan sebagian dewasa dijumpai bintik hingga 2- 4 dengan bentuk bulat sampai lonjong di tengah badannya. Sedangkan pada *R. argyrotaenia* berwarna perak atau keabu-abuan dengan kilauan metalik, serta mempunyai garis horizontal berwarna keunguan yang membentang dari bagian anterior hingga posterior. Fishbase (2020), menjelaskan bahwa *R. argyrotaenia* berwarna coklat kekuningan dengan kilauan keperakan, lebih gelap di bagian atas. Suryani *et al.* (2019), juga menjelaskan *R. argyrotaenia* dapat memiliki warna sisik kuning cerah hingga kuning pudar, serta dijumpai adanya pita keperakan atau garis berwarna keunguan di sepanjang tubuh (Damayanti *et al.*, 2022).

B. binotatus dan *R. argyrotaenia* memiliki perbedaan yang signifikan dalam struktur dan warna sisik (Damayanti *et al.*, 2022), keadaan tersebut mencerminkan adaptasi spesies terhadap lingkungan dan ekologi yang berbeda. Hasil penelitian yang dilakukan Smith *et al.* (2021), terkait analisis filogenetik molekuler menunjukkan bahwa *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* membentuk kelompok yang berbeda dalam pohon filogenetik, menunjukkan bahwa spesies tersebut telah mengalami divergensi evolusioner yang signifikan. Perbedaan signifikan antara spesies *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* menunjukkan perbedaan taksonomi, serta memberikan informasi terkait struktur populasi dan variasi genetik dalam spesies tersebut (Hubert *et al.*, 2019).



Gambar 2. *R. argyrotaenia*: R.d (sisik dorsal), R.v (sisik ventral), R.c (sisik caudal); *B. binotatus*; B.d (sisik dorsal), B.v (sisik ventral), B.c (sisik caudal); F (Fokus); C (Circuli); LLC (Lateral Line Canal)

Berdasarkan Gambar 2. di atas menunjukkan bagian sisik dorsal (R.d), ventral (R.v), dan caudal (R.c) sisik *R. argyrotaenia* yang menunjukkan bentuk yang beragam. Sempel sisik bagian dorsal (R.d) lebih membulat, bentuk sisik tersebut dikenal sebagai (*round*) (Ganzon *et al.*, 2012; Al Jufaili *et al.*, 2021). Bagian sisik ventral (R.v) *R. argyrotaenia* berbentuk lebih memanjang, jenis bentuk sisik tersebut dikenal sebagai bentuk (*oblonga*). Sedangkan pada bagian caudal (R.c) sisik lebih berbentuk persegi, yang dikenal sebagai bentuk (*square*) (Wainwright & Lauder, 2016). Sedangkan berdasarkan hasil pengamatan pada sisik *B. binotatus* pada bagian dorsal (B.d), ventral (B.v), dan caudal (B.c) menunjukkan bentuk sisik yang relatif sama yang berbentuk lebih membulat (*oblonga*). Hasil penelitian As'ari *et al.* (2023), menunjukkan bahwa bentuk sisik pada *B. binotatus* di bagian dorsal, ventral, dan caudal yang ditemukan berbentuk persegi (*square*), memanjang (*oblonga*), dan membulat (*round*). Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan terdapat perbedaan dalam bentuk sisik *B. binotatus* khususnya pada bagian dorsal dan ventral.

Menurut Heidinger (1991), bentuk sisik yang berbeda dalam satu spesies dapat disebabkan oleh variasi morfologi maupun adanya mikrostruktur sisik pada ikan tersebut. Selain itu, hasil penelitian dari Meng *et al.* (2018)

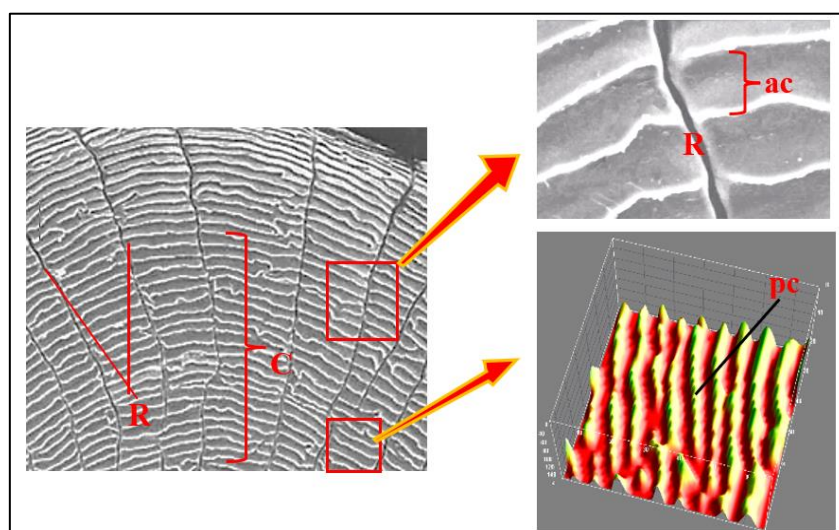
terkait studi pada *Myxocyprinus asiaticus* terdapat variasi intraspesifik dalam morfologi sisik. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan struktur dan bentuk sisik dalam satu spesies ikan sangat mungkin terjadi. Gisbert & Williot (1997), menjelaskan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan struktur dan bentuk sisik tersebut dapat disebabkan oleh faktor seperti genetik, lingkungan, dan pertumbuhan. Faktor genetik dapat menyebabkan variasi dalam ukuran, bentuk, dan struktur sisik. Sedangkan faktor lingkungan seperti suhu air, sifat hara, keasaman, dan salinitas juga dapat mempengaruhi perkembangan sisik pada individu (Teimori, 2016).

Gambar 2. di atas juga menunjukkan bagian-bagian sisik dari *R. argyrotaenia* dan *B. binotatus*, dimana sisik di bagian dorsal, ventral, dan caudal pada spesies *R. argyrotaenia* dijumpai fokus, sedangkan pada spesies *B. binotatus* pada sampel sisik yang diamati tidak ditemukan fokus, namun cenderung ditemukan LLC (*Lateral Line Canal*). Berdasarkan hal tersebut, perbedaan struktur dan bagian-bagian sisik dapat disebabkan karena adanya adaptasi spesies terhadap lingkungan dan ekologi yang berbeda (Damayanti *et al.*, 2022). Perbedaan secara karakter sisik tersebut menunjukkan bahwa spesies *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia*

berpotensi memiliki kekerabatan yang jauh. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Smith *et al.* (2021), menunjukkan bahwa *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* membentuk kelompok yang berbeda dalam pohon filogenetik.

Gambar 2. Juga menunjukkan bahwa *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* memiliki struktur *circuli* dan tidak dijumpai duri di ujung sisik, hal tersebut menunjukkan *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* memiliki tipe sisik *cycloid*. Sisik tipe *cycloid* memiliki karakteristik terdapat ruas pertambahan sisik yang berbentuk melingkar, yang terbentuk dengan bertambah ukuran seiring pertumbuhan ikan (Anwar *et al.*, 2017). Menurut Esmaeili *et al.* (2012), sisik tipe

cycloid memiliki ciri dengan adanya *circuli*, yaitu lapisan penebalan yang melingkar yang terdapat pada permukaan sisik yang setiap saat akan bertambah seiring dengan pertumbuhan ikan (Gambar 3.). Sehingga dengan penambahan *circuli* tersebut, terdapat ruas atau jarak antar-*circuli* (As'ari *et al.*, 2023). Ruas antar-*circuli* tersebut akan mempunyai jarak yang berbeda, dimana keadaan tersebut akan mempengaruhi pelebaran sisik ikan (Alaska Department of Fish and Game, 2021). Sempit dan lebarnya ruas antar-*circuli* tersebut dapat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan perairan seperti fluktuasi suhu, pola curah hujan, atau tingkat pencemaran (As'ari *et al.*, 2023)



Gambar 3. Struktur permukaan Sisik; R (radii); C (Circuli); ac (antar-circuli); pc (struktur permukaan *circuli*) dalam bentuk 3D

Hasil pengukuran ruas antar-*circuli* *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* pada sampel sisik yang diambil di daerah dorsal tubuh ikan, dapat dilihat pada Tabel 1. Berikut.

Tabel 1. Pengukuran ruas antar-*circuli* pada sisik dorsal *B. binotatus* dan *R. Argyrotaenia*

No	Anatar- <i>circuli</i>	Panjang Ruas (µm)	
		<i>B. binotatus</i>	<i>R. argyrotaenia</i>
1	ac-1	20,32	30,28
2	ac-2	19,41	30,28
3	ac-3	20,95	25,86
4	ac-4	23,19	28,33

5	ac-5	24,05	26,55
6	ac-6	20,46	25,86
7	ac-7	25,51	34,93
8	ac-8	27,31	30,48
9	ac-9	22,12	34,93
10	ac-10	26,27	31,44
Mean		22,96	29,89
SD		2,75	3,33
Min		19,41	25,86
Max		27,31	34,93

Keterangan: ac (antar-*circuli*); min (nilai terkecil), Max (nilai terbesar)

Berdasarkan pengukuran ruas antar-*circuli* pada sampel sisik dorsal dengan ukuran sampel yang relatif sama yaitu 7,8 cm didapatkan, pada sisik dorsal *B. binotatus* memiliki ruas antar-*circuli* dengan rata-rata 22,96 μm , sedangkan pada *R. argyrotaenia* memiliki rata-rata yang lebih besar yaitu 29,89 μm atau dengan selisih kurang lebih 9 μm . Perbedaan ruas antar-*circuli* sisik *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* dapat dipengaruhi dapat dipengaruhi banyak factor termasuk aspek genetis Smith *et al.* (2021), nutrisi (Alaska Department of Fish and Game, 2021), stress pada ikan, dan faktor perubahan lingkungan perairan seperti; fperubahan suhu, pola curah hujan, atau tingkat pencemaran(As'ari *et al.*, 2023). Dengan kesamaan tipe sisik dan ukuran ikan *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* dengan, didapatkan hasil pengukuran ruas antar-*circuli* yang berbeda, hal tersebut menjadi pendukung bahwa spesies *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* berpotensi memiliki kekerabatan yang jauh. Hal tersebut didukung dengan penelitian Smith *et al.* (2021), yang menunjukkan bahwa *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* membentuk kelompok yang berbeda dalam pohon filogenetik.

Berdasarkan hasil analisis karakteristik sisik secara makroskopik dan mikroskopik, berdasarkan warna sisik, tipe sisik, bentuk sisik, bagian-bagian sisik, serta ruas antar-*circuli* menunjukkan bahwa *B. binotatus* dan *R. Argyrotaenia* memiliki kekerabatan yang jauh, hal tersebut didukung dengan karakteristik sisik baik secara makroskopik maupun mikroskopik (Gambar 2 & 3). Perbedaan karateristik pada suatu spesies dapat disebabkan oleh ekspresi gen dari masing-masing spesies yang menunjukkan gen dari setiap spesies tersebut berbeda. Pavey *et al.* (2010), menjelaskan bahwa ekspresi gen organisme akan berdampak terhadap sifat fenotipik dan divergensi genetik adaptif. Perubahan fenotip pada spesies dapat terjadi akibat adanya perbedaan habitat atau faktor lain yang membuat spesies tersebut adaptasi terhadap perubahan yang terjadi (Val, *et al.*, 2024), termasuk pada karakteritik sisik pada *B. binotatus* dan *R. Argyrotaenia*. Perubahan yang berangsur-angsur tersebut membentuk aliran gen suatu populasi dapat berevolusi sehingga pada generasi berikutnya sangat berbeda dengan generasi sebelumnya (Pavey *et al.*, 2010). Keadaan tersebut akan

mempengaruhi kedudukan spesies dalam pohon filogenik (Hubert *et al.*, 2019).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan makroskopik dan mikroskopik karakterisitik sisik *B. binotatus* dan *R. argyrotaenia* memiliki kekerabatan yang jauh, hal tersebut dapat dilihat pada beberapa karakter sisik yang berbeda baik pada warna sisik, bentuk sisik, serta ruas antar-*circuli*, walupun memiliki tipe sisik yang cenderung sama. Adapun karakter sisik pada *B. binotatus* yaitu sisik berwarna perak atau keemasan dengan bintik pada pangkal ekor sebagai ciri khas. *R. argyrotaenia* berwarna perak atau keabu-abuan dengan kilauan metalik, serta mempunyai garis horizontal berwarna keunguan. Bagian sisik *R. argyrotaenia* tidak mempunyai *Lateral Line Canal* bagian sisik dorsal, ventral dan caudal ditemukan fokus, dengan bentuk sisik *round* bagian dorsal, *oblonga* bagian ventral, dan *square* pada bagian caudal. Hasil pengukuran ruas antar-*circuli* didapatkan *B. binotatus* memiliki ruas antar-*circuli* dengan rata-rata 22,96 μm , sedangkan pada *R. argyrotaenia* memiliki rata-rata yang lebih besar yaitu 29,89 μm . Hal tersebut menunjukk

Identifikasi kekerabatan berdasarkan karakteritik sisik ikan, dapat memberikan dukungan informasi yang menyeluruh terkait kajian morfometrik dan meristik dalam menganalisis kekerabatan ikan, sehingga berpotensi dalam membantu dalam pengidentifikasian dan pengklasifikasian ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhrianti, I., & Gustomi, A. (2018). Identifikasi Keanekaragaman dan Potensi Jenis-Jenis Ikan Air Tawar Pulau Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(1), 74–80. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v12i1.694>
- Akmal, Y., Saifuddin, F., & Zulfahmi, I. (2018). Karakteristik Morfometrik dan Studi Osteologi Ikan Keureling. In *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.
- Al Jufaili, S. M., Masoumi, A. H., Esmaeili, H. R., Jawad, L., & Teimori, A. (2021). Morphological and microstructural characteristics of scales in longnose goby *Awaous jayakari* (Teleostei: Gobiidae):

- Light and scanning electron microscopy approaches. *Microscopy Research and Technique*, 84(12), 3128–3149. <https://doi.org/10.1002/jemt.23871>
- Alaska Department of Fish and Game. (2021). *Morphology*. <https://www.adfg.alaska.gov/index.cfm?adfg=chinookscaleagestudy.morphology>
- Anwar, Kardhinata, E. H., & Mutia, H. (2017). Identifikasi Jenis - Jenis Ikan di Sungai Batang Gadis Kecamatan Muarasipongi Kabupaten Mandailing Natal Sumatera Utara. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 2(1), 38–46. <https://doi.org/10.31289/biolink.v2i1.765>
- As'ari, H., Kholisah, S., Syukrya, V., Imamah, N., & Agustin, E. (2023). Identifikasi Karakteristik Penebalan dan Jarak Antarcirculi pada Sisik Ikan Wader Bintik (*Barbodes binotatus*). *BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio*, 8(1), 6–13.
- Damayanti, P., Bhagawati, D., & Setyaningrum, N. (2022). Identifikasi dan Kekerabatan Fenotipe Ikan Familia Cyprinidae Asal Waduk Sempor, Jawa Tengah. *EKOTONIA: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi Dan Mikrobiologi*, 7(1), 01–14. <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v7i1.3138>
- Dharmawibawa, I. D. (2023). Kemelimpahan Zooplankton di Sepanjang Perairan Kali Jangkok Kota Mataram. *Jurnal Pedago Biologi*, 11(1), 43 – 56. <https://doi.org/https://doi.org/10.30651/pb:jppb.v11i1.19368>
- Dirham, & Trianto, M. (2020). Analisis Isi Lambung Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Perairan Danau Talaga Kabupaten Donggala. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(3), 118–128.
- Esmaili, H. R., Gholamifard, A., Zarei, N., & Arshadi, A. (2012). Scale structure of a cyprinid fish, *Garra Rossica* (Nikol'skii, 1900) using scanning electron microscope (SEM). *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A: Science*, 44, 487–492.
- Firmansyah, M. A., Werdiningsih, I., & Purwanto. (2015). Perbedaan Daya Makan Ikan Wader Pari (*Rasbora argyrotaenia*), Ikan Wader Bintik Dua (*Puntius binotatus*), dan Ikan Kepala Timah (*Aplocheilus panchax*) Sebagai Predator Jentik Nyamuk *Aedes* sp. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 6(4), 151–156.
- Fishbase. (2012). *List of Nominal Species of Cyprinidae (Minnows or carps)*. <https://www.fishbase.se/Nomenclature/NominalSpeciesList.php?Family=Cyprinidae>
- Fishbase. (2019). *Morphology Data of Barbodes binotatus*. <https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=5180&lang=bahasa>
- Fishbase. (2020). *Rasbora argyrotaenia*. <https://www.fishbase.se/summary/Rasbora-argyrotaenia.html>
- Ganzon, M. A. M., Torres, M. A. J., Gorospe, J. J., & Demayo, C. G. (2012). Variations in scale morphology between sexes of the Spotted Barb, *Puntius binotatus* (Velenciennes, 1842) (Actinopterygii: Cyprinidae). *2nd International Conference on Environment and BioScience*.
- Gisbert, E., & Williot, P. (1997). Variability of Squamation Patterns in Early Stages of Sturgeon (*Acipenser* spp.). *Journal of Applied Ichthyology*, 13(1–6), 97–104. <https://doi.org/DOI:10.1111/j.1439-0426.1997.tb00160.x>
- Gustiano, R., Kurniawan, K., & Haryono, H. (2021). Optimizing the Utilization of Genetic Resources of Indonesian Native Freshwater Fish. *Asian Journal of Conservation Biology*, 10(2), 189–196. <https://doi.org/10.53562/ajcb.67022>
- Heidinger, R. C. (1991). Genetic variation in scale pattern and growth rate among sympatric populations of creek chubs (*Semotilus atromaculatus*). *Transactions of the American Fisheries Society*, 120(3), 356–362. [https://doi.org/DOI:10.1577/1548-8659\(1991\)120<0356>2.3.CO;2](https://doi.org/DOI:10.1577/1548-8659(1991)120<0356>2.3.CO;2)
- Hubert, N., Lumbantobing, D., Sholihah, A., Dahrudin, H., Delrieu-Trottin, E., Busson, F., Sauri, S., Hadiaty, R., & Keith, P. (2019). Revisiting species boundaries and distribution ranges of *Nemacheilus* spp. (Cypriniformes: Nemacheilidae) and *Rasbora* spp. (Cypriniformes: Cyprinidae) in Java, Bali and Lombok through DNA

- barcodes: implications for conservation in a biodiversity hotspot. *Conservation Genetics*. <https://doi.org/10.1007/s10592-019-01152-w>
- Iqbal, M., Yustian, I., Setiawan, A., & Setiawan, D. (2018). *Ikan-Ikan Di Sungai Musi Dan Pesisir Timur Sumatera Selatan*.
- Mantiri, N. R. K., Tilaar, F. F., Pratasik, S. B., Sinjal, H., Lohoo, A. V., & Rondonuwu, A. B. (2023). Morphological characteristics of dolphinfish *Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758 landed in Kalinaun Village, East of Likupang District, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, *11*(1), 114–121. <https://doi.org/10.35800/jip.v11i1.44916>
- Meng, F., Wang, X., & Zhang, X. (2018). Intraspecific variability in scale morphology of the Chinese high fin banded shark, *Myxocyprinus asiaticus* (Cypriniformes: Catostomidae). *Journal of Applied Ichthyology*, *34*(2), 432–436. <https://doi.org/DOI: 10.1111/jai.13505>
- Pavey, S. A., Collin, H., Nosil, P., & Rogers, S. M. (2010). The role of gene expression in ecological speciation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1206*(1), 110–129.
- Prananda, M., Azizah, N., Firnanda, T., & Sil Valen, F. (2022). *Studi Morfometrik dan Meristik Barbodes sellifer (Kottelat & Lim 2021) (Cypriniformes; Cyprinidae) Sebagai Tahap Awal Domestikasi*. 7.
- Prianto, E., Puspasari, R., Kartamihardja, E. S., & Zulfia, N. (2015). Kajian Kebijakan Konservasi Sumberdaya Ikan di Paparan Sunda. *Prosiding Seminar Nasional Ikan Ke 8*, 29–40.
- Pricillia, V., & Sugiyono, S. (2020). Knigayo Canape (Produk Olahan Roti Tawar Penambahan Ikan Patin) untuk Meningkatkan Konsumsi Ikan Di Masyarakat. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, *1*, 1–7. <https://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/article/view/35958%0Ahttps://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/article/download/35958/14673>
- Restanti, A. D., Muryanto, B. S., Pramudita, D. A., Fadzilah, F. P. A., Zuani, P. A. K., Ohee, H. L., & Setyawan, A. D. (2023). Biodiversitas ikan hias dan status konservasinya di Kota Surakarta Jawa Tengah, Indonesia Ornamental fish biodiversity and conservation status in Surakarta City, Central Java, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, *9*(1), 97–106. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m090115>
- Smith, A. B., Doe, J. C., & Johnson, E. F. (2021). Morphological and Genetic Differentiation of Scales in *Barbodes binotatus* and *Rasbora argyrotaenia*. *Journal of Fish Biology*, *89*(3), 1321–1335. <https://doi.org/DOI: 10.1111/jfb.14875>
- Suryana, E., Elvyra, R., & Yusfiati. (2015). Karakteristik Morfometrik dan Meristik Ikan Lais (*Kryptopterus limpok*, Bleeker 1852) di Sungai Tapung Dan Sungaikampar Kiri Provinsi Riau. *Jom Fmipa*, *2*(1), 67–77.
- Suryani, F. Y., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2019). Struktur Populasi Ikan Seluang (*Rasbora argyrotaenia*) di Hilir Sungai Sekadau Kecamatan Sekadau Hilir Kabupaten Sekadau. *Jurnal Protobiont*, *8*(2), 74–81. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i2.34031>
- Syafei, L. S. (2017). Keanekaragaman Hayati dan Konservasi Ikan Air Tawar. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, *11*(1), 48–62. <https://doi.org/10.33378/jppik.v11i1.85>
- Teimori, A. (2016). Scanning electron microscopy of scale and body morphology as taxonomic characteristics of two closely related cyprinid species of genus *Capoeta* Valenciennes, 1842 in southern Iran. *Current Science*, *111*(7), 1214–1219. <https://doi.org/10.18520/cs/v111/i7/1214-1219>
- Trijoko, T., Yudha, D. S., Eprilurahman, R., & Pambudi, S. S. (2016). Keanekaragaman Jenis Ikan di Sepanjang Sungai Boyong – Code Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, *1*(1), 21–29. <https://doi.org/10.22146/jtbb.12930>
- Valen, F. S., Prananda, M., Qothrunnada, Q., Azizah, N., Yupita, Y., Firnanda, T., & Swarlana, S. (2022). Studi Morfometrik Dan Meristik *Barbodes Sellifer* (Kottelat

- & Lim 2021) (Cypriniformes; Cyprinidae) Sebagai Tahap Awal Domestikasi. *Journal of Aquatropica Asia*, 7(2), 92–98. <https://doi.org/10.33019/joaa.v7i2.3500>
- Val, C. d., Guardia-Bolívar, E. D., Zwir, I., Mishra, P. P., Mesa, A., Salas, R., Kloning, C. R. (2024). Gene expression networks regulated by human personality. *Molecular Psychiatry*, 1-20.
- Wainwright, D. K., & Lauder, G. V. (2016). Three-dimensional analysis of scale morphology in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Zoology*, 119(3), 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2016.02.006>