

Filogeografi *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan Catatan di Paparan Sunda berdasarkan gen COI

Phylogeography of Trigonopoma gracile from Sungai Gedong, Bangka and Records in Sundaland based on the COI gene

Ardiansyah Kurniawan¹⁾, Rina Apriyanti¹⁾, Alya Maisan Safitri¹⁾, Siti Puan NIK Almaghribi¹⁾, Ahmad Fahrul Syarif¹⁾, Andri Kurniawan¹⁾,

¹⁾Jurusan Akuakultur, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung, Kampus Teradu Balunijuk, Merawang, Bangka.

Korespondensi : email : ardian_turen@yahoo.co.id

(Diterima November 2022 /Disetujui Maret 2023)

ABSTRAK

Trigonopoma gracile merupakan salah satu spesies ikan air tawar yang ditemukan hidup di perairan Pulau Bangka yang terdampak penambangan timah. Perlu dilakukan kajian terkait hubungan genetik ikan ini dengan wilayah lainnya di paparan Sunda. Sampel ikan dari Sungai Gedong, Bangka diidentifikasi karakteristik molekulernya dengan menggunakan gen COI (sitokrom oksidase I) dan dibandingkan dengan temuan di wilayah Sundaland lainnya. *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka memiliki hubungan yang dekat dengan ikan *T. gracile* dari Kalimantan Barat, Serawak, Belitung, dan Sempan, Bangka dengan jarak antara 0,93 – 1,89 %, namun berbeda kluster dengan Selangor, Bangka Selatan, Kemuja-Bangka, Trengganu, dan Sarawak dengan jarak genetik 3,69 – 5,44 %. Hubungan antar pulau pada *T. gracile* diprediksi terjadi akibat hubungan sungai purba Sunda Utara dimasa lampau. Variasi genetik yang muncul di Pulau Bangka dimungkinkan sebagai adaptasi terhadap kondisi lingkungannya.

Kata kunci: *trigonopoma gracile*, DNA barcoding, bangka, sundaland

ABSTRACT

Trigonopoma gracile is one of the freshwater fish species found living in the waters of Bangka Island which is affected by tin mining. It is necessary to study the genetic relationship of this fish with other areas in the Sunda Shelf. Fish samples from the Gedong River, Bangka identified DNA barcoding using the COI (cytochrome oxidase I) gene and compared with findings from other Sundaland areas. *Trigonopoma gracile* from the Gedong River, Bangka has a close relationship with fish from the Kapuas River - West Kalimantan, Sarawak, Belitung, and Sempan, Bangka with a distance between 0.93 - 1.89%, but different clusters with Selangor, South Bangka, Kemuja-Bangka, Trengganu, and Sarawak with a genetic distance of 3.69 – 5.44%. The relationship between islands in *T. gracile* is predicted to occur due to the connection of ancient North Sunda rivers in the past. Genetic variation that appears on Bangka Island is possible as an adaptation to environmental conditions.

Keywords: *trigonopoma gracile*, DNA barcoding, bangka, sundaland

PENDAHULUAN

Kepulauan Bangka Belitung merupakan salah satu daerah tambang timah yang mempunyai banyak sekali kolong-kolong pasca tambang timah. Kolong adalah lubang yang berbentuk cekungan bekas pertambangan timah yang berisi air. Perairan terdampak penambangan timah umumnya memiliki pH yang cenderung rendah atau asam (Muslih *et al.*, 2016). Mentari *et al.* (2017) memaparkan bahwa sungai yang tercemar penambangan timah dalam kategori sedang

To Cite this Paper: Kurniawan A, Apriyanti R, Safitri AM, Almaghribi SPNIK, Syarif AF, Kurniawan A. 2023. Filogeografi *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan Catatan di Paparan Sunda berdasarkan gen COI. Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 14 (1) : 47-53.

Journal Homepage: <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>

<http://dx.doi.org/10.35316/jsapi.v14i1.2396>

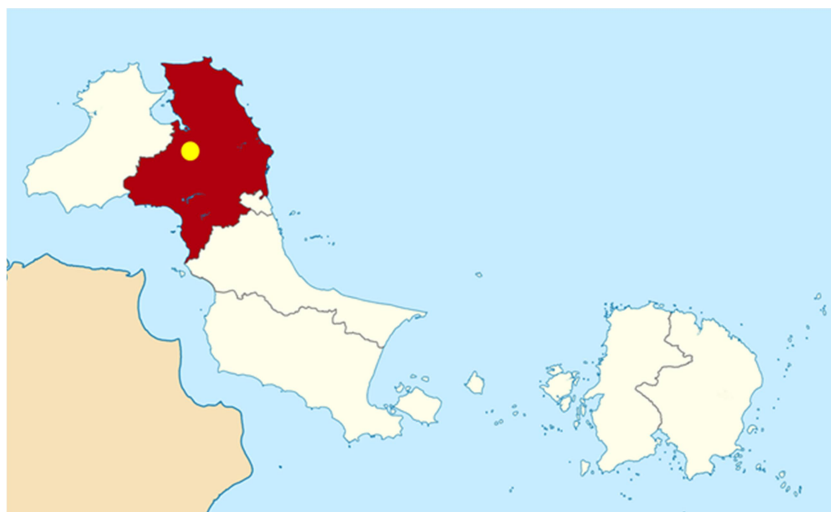
mengalami peningkatan kandungan *Total Dissolved Solid*, logam berat Cu dan Zn. Kondisi perairan asam dengan kandungan logam berat yang tinggi tentunya juga didapati pada kolong belas penambang timah. Kondisi ini menandakan bahwa perairan pada kolong pasca tambang timah memiliki kualitas air yang buruk untuk kehidupan organisme akuatik (Asriani dan Kurniawan, 2015; Sukarman *et al.* 2020). Perairan kolong pasca tambang timah secara umum memiliki pH bersifat asam, yaitu mencapai pH < 3, oksigen terlarut sangat rendah dan memiliki tingkat kontaminasi logam berat yang tinggi (Hashim *et al.* 2018; Kurniawan dan Mustikasari, 2019).

Pada kondisi perairan kolong tersebut dapat menjadi faktor pemicu tekanan lingkungan ekstrem yang serius bagi kehidupan organisme akuatik (Thompson *et al.* 2017; Igiri *et al.* 2018). Namun, ada beberapa ikan yang ditemukan pada perairan pasca tambang timah seperti ikan Kepala Timah (*Aplocheilichthys* sp.), Tempala (*Betta* sp.), Cere (*Gambusia* sp.), Seluang (*Rasbora* sp.), Selinca (*Belontia* sp.), Berenet (*Brevibora* sp.), Mata Tiga (*Oryzias* sp.), Kemuring (*Puntius* sp.), Betok (*Anabas* sp.) dan Sepat Rawa (*Trichogaster* sp.) (Kurniawan dan Kurniawan, 2012; Kurniawan *et al.* 2020). Adanya sejumlah ikan yang dapat beradaptasi dan hidup di lingkungan perairan pasca tambang timah yang termasuk jenis perairan ekstrem dikelompokkan sebagai ikan ekstremofil. Berdasarkan temuan tersebut, ikan seluang (*Trigonopoma gracile*) merupakan salah satu spesies ikan yang termasuk dalam kelompok ikan ekstremofil. *T. gracile* merupakan spesies ikan lokal yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai ikan hias lokal dan menjadi salah satu spesies khas utama kepulauan Bangka Belitung (Syarif & Prasetyono, 2019).

Keberadaan organisme tersebut mendorong peneliti untuk mengkaji terkait hubungan kekerabatan dari spesies ikan seluang yaitu *Trigonopoma gracile* asal Pulau Bangka dan hubungan kekerabatannya dengan spesies yang sama dari wilayah lainnya. Suatu spesies pada umumnya dapat dipelajari secara pendekatan morfologi (Rafsanjani, 2011). Namun, pada pendekatan secara morfologi memiliki tingkat subjektifitas yang sangat tinggi, sehingga tingkat keakuratannya sangat rendah (Lee dan Palci, 2015). Oleh karena itu, perlu dilakukan pendekatan secara genetik. Pendekatan ini menggunakan metode DNA Barcoding yang memanfaatkan gen COI (Cytochrome Oxidase Subunit I) sebagai penanda genetik yang sering digunakan untuk mengetahui diversitas genetik hingga kekerabatan organisme (Hajibabaei *et al.*, 2006).

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus hingga November 2022. Satu sampel ikan diperoleh dari aliran Sungai Gedong, Desa Banyu Asin, Kecamatan Riau Silip, Kabupaten Bangka (Gambar 1). Ekstraksi DNA pada sampel ikan dilakukan di Laboratorium Biologi, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung. Sampel ikan *Trigonopoma gracile* ditangkap menggunakan bubu dengan umpan kelapa sawit. sampel yang didapatkan dari Sungai Gedong Desa Banyu Asin Kecamatan Riau Silip Kabupaten Bangka selanjutnya dimasukkan ke dalam Alkohol 95% dan disimpan pada suhu dingin untuk analisis DNA.



Gambar 1. Lokasi sampling *Trigonopoma gracile* di Sungai Gedong, Riau Silip, Bangka

To Cite this Paper: Kurniawan A, Apriyanti R, Safitri AM, Almaghribi SPNIK, Syarif AF, Kurniawan A. 2023. Filogeografi *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan Catatan di Paparan Sunda berdasarkan gen COI. Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 14 (1) : 47-53.

Journal Homepage: <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>

<http://dx.doi.org/10.35316/jsapi.v14i1.2396>

Ekstraksi DNA menggunakan Nexpro DNA Kit. Hasil ekstraksi diamplifikasi di lokus COI (cytochrome C oxidase I) menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR). Proses amplifikasi melalui tahapan pre-denaturasi 95° selama 2 menit, denaturasi pada suhu 94°C selama 30 detik, annealing pada suhu 54°C selama 30 detik, ekstensi pada suhu 72°C selama 60 detik dan post ekstensi 72°C selama 10 menit, proses PCR diulang sebanyak 35 siklus. Pada metode ini menggunakan sepasang primer yaitu primer forward FISH F1 : TCAACCAACCACAAAGACATTGGACAC dan primer reverse FISH R1 : TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA (Ward *et al.*, 2005). PCR produk disequensing di 1st Base.

Sekuens nukleotida yang diperoleh dilakukan penjajaran kemudian di masukan ke GenBank di NCBI (National Center for Biotechnology Information) dan dilakukan perbandingan untuk meningkatkan akurasi data melalui metode BLAST (Basic Local Alignment Search Tool-nucleotide). Hasil penyusunan sekuens yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi MEGA 11 (Molecular Evolutionary Genetic Analysis). Konstruksi filogenetik menggunakan metode Maximum Likelihood model evolusi Temura Nei model dengan boots trap sebanyak 1000x. Terdapat 14 sekuens yang di unduh sebagai pembanding termasuk (1) outgroup (Tabel 1).

Tabel 1. Sekuen Pembanding Untuk Kontruksi Filogenetik

No	Accession number	Sumber	Asal
1	ADY4282	BoldSystem	Sempang, Bangka, Indonesia
2	ADO0069	BoldSystem	Sungai Kapuas, Semitau, Kalimantan Barat, Indonesia
3	MN869096.1	NCBI	Sungai Kapuas, Semitau, Kalimantan Barat, Indonesia
4	MN869347.1	NCBI	Badau, Belitung, Indonesia
5	MN86707.1	NCBI	Malaysia, Sarawak
6	MN869649.1	NCBI	Putussibau, Kalimantan Barat, Indonesia
7	MW232488.1	NCBI	Malaysia, Johor
8	MN869327	NCBI	Trengganu, Malaysia
9	MN869833	NCBI	Trengganu, Malaysia
10	MN869585	NCBI	Selangor, Malaysia
11	MN869371	NCBI	Bangka, Selatan
12	MN869495	NCBI	Kemuja_Bangka
13	MN869193	NCBI	Kemuja_Bangka
14	MN869015.1	NCBI	Rasbora_pauciperforata_Jambi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil elektroforesis pada produk PCR menunjukkan DNA *T. gracile* dari Sungai Gedong, Bangka tervisualisasi dengan pita yang tebal (Gambar2). Hasil sekuensing dibandingkan dengan data genbank melalui proses BLAST pada NCBI menunjukkan *T. gracile* memiliki persentase tingkat kemiripan tertinggi dengan query cover 99% dan nilai per ident 97,35%. Hasil BLAST sampel *T. gracile* dapat dilihat pada Tabel 2.

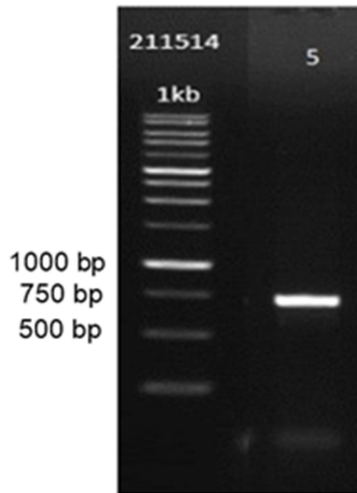
Tabel 2. Hasil Blast *Trigonopoma gracile*

Spesies	Query Cover	E Value	Per;ident	Accession
<i>Trigonopoma gracile</i>	99%	0,0	97.35%	NC_063898.1
<i>Trigonopoma gracile</i>	95%	0,0	98.01%	MN869831.1
<i>Trigonopoma gracile</i>	95%	0,0	98.01%	MN869096.1
<i>Trigonopoma gracile</i>	96%	0,0	98,17%	MN869137.1
<i>Trigonopoma gracile</i>	96%	0,0	97,71%	MN869347.1

To Cite this Paper: Kurniawan A, Apriyanti R, Safitri AM, Almaghribi SPNIK, Syarif AF, Kurniawan A. 2023. Filogeografi *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan Catatan di Paparan Sunda berdasarkan gen COI. Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 14 (1) : 47-53.

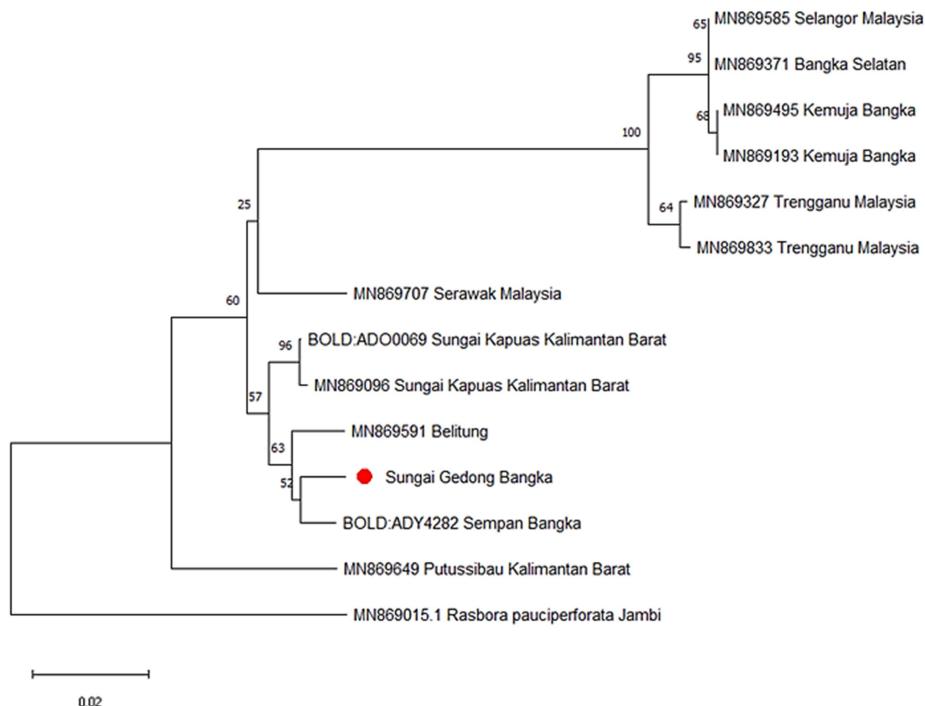
Journal Homepage: <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>

<http://dx.doi.org/10.35316/jsapi.v14i1.2396>



Gambar 2. Tampilan hasil elektroforesis DNA *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka

Sampel ikan seluang dari Sungai Gedong memiliki kemiripan dengan *T. gracile* yang ditemukan di Sempan dengan daratan yang sama yaitu Pulau Bangka senilai 98,17%. Similaritas yang tinggi hingga 98,1% juga ditemukan pada perbandingan terhadap *T. gracile* dari Kalimantan Barat. Kondisi ini menunjukkan bahwa *T. gracile* di Bangka dan Kalimantan Barat memiliki kemiripan genetik yang sangat dekat. Hal ini sesuai dengan Maduppa *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai presentase identity antarspesies maka menunjukkan kesamaan genetik yang sangat dekat. Nilai identity yang lebih besar dari 95% dan mendekati 100% menunjukkan tingkat kesamaan genetik antar spesies yang tinggi. *T. gracile* yang ditemukan di Perairan Pulau Bangka memiliki kesamaan dengan *T. gracile* yang ditemukan di Perairan Kalimantan Barat. Hal itu dikarenakan Kepulauan Bangka Belitung dan Kalimantan pernah terhubung dimasa lampau daratan yang sama yaitu paparan Sunda. Voris (2000) menyatakan bahwa daerah Sumatra, Jawa dan Kalimantan merupakan Sundaland.



Gambar 3. Pohon filogenetik *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan catatan lainnya di Paparan Sunda.

To Cite this Paper: Kurniawan A, Apriyanti R, Safitri AM, Almaghribi SPNIK, Syarif AF, Kurniawan A. 2023. Filogeografi *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan Catatan di Paparan Sunda berdasarkan gen COI. Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 14 (1) : 47-53.

Journal Homepage: <https://journal.ibrahimiy.ac.id/index.php/JSAPI>

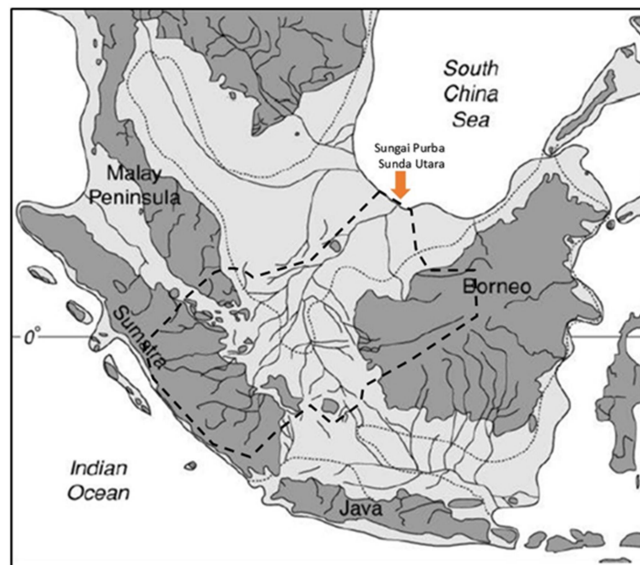
<http://dx.doi.org/10.35316/jsapi.v14i1.2396>

Tabel 3. Jarak Genetik *T. gracile* di Paparan Sunda

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Sungai_Gedong												
2 Sempan_Bangka	0,0093											
3 Kapuas_Kalbar	0,0103	0,0110										
4 Kapuas_Kalbar	0,0113	0,0120	0,0010									
5 Belitung	0,0124	0,0110	0,0120	0,0131								
6 Serawak_Malaysia	0,0189	0,0182	0,0172	0,0173	0,0193							
7 Putussibau_Kalbar	0,0369	0,0364	0,0329	0,0330	0,0365	0,0343						
8 Trengganu_Malaysia	0,0509	0,0570	0,0503	0,0515	0,0546	0,0561	0,0729					
9 Trengganu_Malaysia	0,0521	0,0581	0,0514	0,0527	0,0558	0,0584	0,0741	0,0020				
10 Selangor_Malaysia	0,0533	0,0616	0,0548	0,0561	0,0568	0,0630	0,0728	0,0110	0,0110			
11 Bangka_Selatan	0,0533	0,0616	0,0548	0,0561	0,0568	0,0630	0,0728	0,0110	0,0110	0,0000		
12 Kemuja_Bangka	0,0544	0,0604	0,0537	0,0550	0,0557	0,0618	0,0740	0,0120	0,0120	0,0010	0,0010	
13 Kemuja_Bangka	0,0544	0,0604	0,0537	0,0550	0,0557	0,0618	0,0740	0,0120	0,0120	0,0010	0,0010	0,0000

Rekonstruksi pohon filogenetik merupakan salah satu cara menentukan hubungan genetik antar spesies dalam satu populasi dan antar populasi (Pramono *et al.*, 2017; Saleky *et al.*, 2021). *T. gracile* dari Sungai Gedong, Bangka berada pada cabang yang sama dengan ikan dari Sungai Kapuas - Kalimantan Barat, Serawak, Belitung, dan Sempan, Bangka dengan jarak genetik antara 0,93 – 1,89 %. Namun *T. gracile* dari Selangor, Bangka Selatan, Kemuja-Bangka, Trengganu, dan Serawak berada pada cabang berbeda dengan jarak genetik 3,69 – 5,44 %. Perbedaan ini menunjukkan adanya variasi genetik pada spesies ini. Semakin tinggi nilai matriks antarspesies menunjukkan bahwa kekerabatan genetik tersebut semakin jauh, begitupun sebaliknya (Juliantari 2015). Jarak genetik antarspesies yang terpisahkan pulau berbeda menunjukkan variasi genetik juga terjadi pada sesama famili Cyprinidae, *Osteochilus spilurus*, yang jarak genetiknya mencapai 8% (Kurniawan *et al.*, 2022). Terdapat hubungan intraspesifik antara populasi Sungai Gedong dan Sempan Bangka dengan Badau-Belitung dan Kapuas-Kalimantan Barat. Aminan *et al.* (2020) menyatakan hubungan intraspesifik terjadi pada jarak genetik dibawah 3%.

Penyebaran *T. gracile* diprediksi terjadi akibat hubungan sungai purba Sunda Utara di masa lampau. Hal ini dibuktikan dengan tidak ditemukannya temuan spesies ikan ini di Jawa, Bali dan Kalimantan bagian selatan dan timur. Sungai purba Sunda Utara memiliki jangkauan di Kalimantan Barat, Bangka, Belitung, Jambi, dan Riau (Hutama *et al.*, 2016). Temuan di Selangor dan Trengganu dimungkinkan juga akibat hubungan dengan sungai purba tersebut. Berdasarkan pendapat Harrison *et al.* (2006), terdapat anak sungai purba Sunda Utara yang mengarah ke Semenanjung Malaya (Gambar 4). Luasnya sebaran *T. gracile* juga disebabkan kemampuan spesies ini beradaptasi pada lingkungan dengan keasaman tinggi (Inocencia *et al.*, 2021).



Gambar 4. Jangkauan wilayah Sungai Purba Sunda Utara (Harrison *et al.*, 2006).

To Cite this Paper: Kurniawan A, Apriyanti R, Safitri AM, Almaghribi SPNIK, Syarif AF, Kurniawan A. 2023. Filogeografi *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan Catatan di Paparan Sunda berdasarkan gen COI. Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 14 (1) : 47-53.

Journal Homepage: <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>

<http://dx.doi.org/10.35316/jsapi.v14i1.2396>

Variasi genetik yang muncul antara *T. gracile* dari Sungai Gedong dan Sempan dengan *T. gracile* dari Kemuja dan Bangka Selatan dimungkinkan adanya kriptik spesies. Penamaan spesies berdasarkan morfologi yang belum dideskripsikan secara akurat diprediksi menyebabkan adanya perbedaan klaster dari pulau yang sama ini. Bangka termasuk dalam paparan Sunda yang menurut Ng dan Tan (2021) memiliki jumlah temuan kriptik spesies tinggi akibat deskripsi holotipe spesies yang kurang kritis berdasarkan catatan lama. Identifikasi molekuler yang berkembang lebih akurat menunjukkan gap taksonomi yang lebar sebagai kriptik diversitas (Hubert *et al.*, 2019). Beberapa genus Cyprinidae masuk dalam wilayah abu-abu atau meragukan dalam penentuan spesies akibat kriptik (Kottelat dan Lim, 2021). *T. gracile* merupakan salah satu diantara Cyprinidae yang memiliki perbedaan genetik yang besar hingga 13% dan memunculkan kriptik spesies (Sholihah *et al.*, 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Trigonopoma gracile dari Sungai Gedong, Bangka memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dengan ikan dari Sungai Kapuas - Kalimantan Barat, Serawak, Belitung, dan Sempan, Bangka dengan jarak antara 0,93 – 1,89 %, namun berbeda kluster dengan Selangor, Bangka Selatan, Kemuja-Bangka, Trengganu, dan Serawak dengan jarak genetik 3,69 – 5,44 %. Hubungan antarpulau pada *T. gracile* diprediksi terjadi akibat hubungan sungai purba Sunda Utara dimasa lampau. Variasi genetik yang muncul di Pulau Bangka dimungkinkan sebagai adaptasi terhadap kondisi lingkungannya. Perlu penambahan wilayah sampling genetik spesies ini untuk memberikan gambaran filogeografinya lebih lengkap.

REFERENSI

- Aminan, A. W., Kit, L. L. W., Hui, C. H., & Sulaiman, B. (2020). Morphometric Analysis and Genetic Relationship of *Rasbora* spp. in Sarawak, Malaysia. *Tropical life sciences research*, 31(2), 33.
- Asriani, E., & Kurniawan, A. (2015). Determinasi nilai pH untuk memprediksi kualitas perairan pada kolong pascatambang timah di Pulau Bangka. *Journal of Aquatropica Asia*, 1(2).
- Harrison, T., Krigbaum, J., & Manser, J. 2006. Primate biogeography and ecology on the Sunda Shelf Islands: a paleontological and zooarchaeological perspective. In *Primate biogeography* (pp. 331-372). Springer, Boston, MA.
- Hashim, M., Nayan, N., Saleh, Y., Mahat, H., Shiang, W. F. 2018. Water quality assessment of former tin mining lakes for recreational purposes in Ipoh City, Perak, Malaysia. *Indonesian Journal of Geography* 50(1): 25- 33
- Hubert, N., Lumbantobing, D., Sholihah, A., Dahrudin, H., Delrieu-Trottin, E., Busson, F., ... & 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*, 20, 517-529.
- Hutama A.A. Hadiaty R.K., & Hubert N. 2016. Biogeography Of Indonesian Freshwater Fishes: Current Progress. *Treubia*. 43: 17–30
- Igiri, B.E., Okoduwa, S.I., Idoko, G.O., Akabuogu, E.P., Adeyi, A.O., Ejiogu, I.K. 2018. Toxicity and bioremediation of heavy metals contaminated ecosystem from tannery wastewater: a review. *Journal of Toxicology* 2018: 1-16
- Inocencia, A., Gonggoli, A. D., Rangin, A. R., Dendie, D., Putra, E. D., Lorensi, M., ... & Kadafi, A. M. (2021). Inventarisasi Jenis Ikan Air Tawar di Kawasan Kampus Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Hayat*, 5(1), 35-42.
- Juliantari E. 2015. Studi Filogenetik Mangifera Sumatera Tengah Berdasarkan Sekuen rbcL [Skripsi]. Pekanbaru: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Kottelat, M., & Lim, K. K. (2021). Two new species of Barbodes from the Malay Peninsula and comments on 'cryptic species' in the *B. binotatus* group (Teleostei: Cyprinidae). *RAFFLES BULLETIN OF ZOOLOGY*, 69(1), 522-540.

To Cite this Paper: Kurniawan A, Apriyanti R, Safitri AM, Almaghribi SPNIK, Syarif AF, Kurniawan A. 2023. Filogeografi *Trigonopoma gracile* dari Sungai Gedong, Bangka dan Catatan di Paparan Sunda berdasarkan gen COI. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 14 (1) : 47-53.

Journal Homepage: <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>

<http://dx.doi.org/10.35316/jsapi.v14i1.2396>

- Kurniawan, A., & Mustikasari, D. (2019). Review: Mekanisme akumulasi logam berat di ekosistem pascatambang timah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 408-415.
- Kurniawan, A., Kurniawan, A. 2012. Analisis variasi genetik ikan di kolong pascatambang timah dengan metode elektroforesis. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan* 6(2): 6-10
- Kurniawan, A., Kurniawan, A., Hariati, A. M., Kurniawan, N., Nugroho, T. W., Bidayani, E., ... & Wiadnya, D. G. R. (2022). Genetic diversity analysis and phylogeography of *Osteochilus spilurus* (Cyprinidae: Labeoninae) from Bangka, Belitung, and Kalimantan Islands using Cytochrome b gene. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(9).
- Lee, M. S., & Palci, A. (2015). Morphological phylogenetics in the genomic age. *Current Biology*, 25(19), R922-R929.
- Mentari, M., Umroh, U., & Kurniawan, K. (2017). Pengaruh aktivitas penambangan timah terhadap kualitas air di Sungai Baturusa Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(2), 23-30.
- Muslih, K., Adiwilaga, E. M., & Adiwibowo, S. 2016. Pengaruh penambangan timah terhadap keanekaragaman ikan sungai dan kearifan lokal masyarakat di Kabupaten Bangka. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, 21(1).
- Ng, C. K. C., & Tan, J. (2021). Cryptic species and grey zone speciation of the *Barbodes binotatus* complex (Teleostei, Cyprinidae) in Sundaland. *Journal of fish biology*, 99(4), 1256-1273.
- Pramono, T.B., Arfiati, D.A., Widodo, M.S., Yanuhar, U.Y., 2017. Identifikasi Ikan Genus *Mystus* Dengan Pendekatan Genetik. *Jurnal Kelautan Tropis*. 24(1):141-150
- Rafsanjani, A., 2011. Analisis Keragaman Genetic Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Di Waduk Saguling Dengan Menggunakan Metode Rapt-Pcr. Skripsi. Universitas Padjajaran.
- Sholihah, A., Delrieu-Trottin, E., Sukmono, T., Dahruddin, H., Risdawati, R., Elvyra, R., ... & Hubert, N. (2020). Disentangling the taxonomy of the subfamily Rasborinae (Cypriniformes, Danionidae) in Sundaland using DNA barcodes. *Scientific reports*, 10(1), 1-14.
- Sukarman., Gani, R.A., Asmarhansyah. 2020. Tin mining process and its effects on soils in Bangka Belitung Islands Province, Indonesia. *Sains Tanah Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 17(2): 180-189
- Syarif A. F. & Prasetyono E. (2019). Karakter morfometrik, pertumbuhan, dan sintasan tiga spesies ikan seluang (Famili: Cyprinidae) asal Pulau Bangka. *Media Akuakultur*, 14 (1), 1-7.
- Thompson, A.W., Hayes, A., Podrabsky, J.E., Orti, G. 2017. Gene expression during delayed hatching in fish-out-ofwater. *Ecological Genetics and Genomics* 3-5(2-17): 52-59.
- Voris, 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, 27, 1153–1167
- Ward R.D., Zemlak T.S., Innes B.H., Last P. and Hebert P.D.N. (2005). DNA Barcoding Australia's Fish Species. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360: 1847-1857.