

**KERAGAMAN GENETIK GUPPY (*Poecilia reticulata*)
MENGUNAKAN METODE RAPD (*Random Amplified Polymorphic
DNA*)**

**GENETIC DIVERSITY OF GUPPY (*Poecilia reticulata*) USING RAPD
(*Random Amplified Polymorphic DNA*) METHOD**

Anandita Ekasanti^{1*}, Hamdan Syakuri¹, Muslih Muslih², Emyliana Listiowati¹

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*Korespondensi email: anandita.ekasanti@unsoed.ac.id

(Received; 6 Oktober 2023; Accepted 5 Desember 2023)

ABSTRAK

Guppy (*Poecilia reticulata*) merupakan ikan hias yang memiliki variasi warna yang unik dan bentuk ekor yang menarik. Puluhan bahkan mungkin ratusan strain sudah dihasilkan oleh pembudidaya di berbagai daerah. Tujuan penelitian adalah mengetahui keragaman genetik beberapa strain Guppy dari Tangerang, Depok, dan Purwokerto. Penelitian dilakukan dengan metode eksplorasi. Lima belas individu Guppy dengan strain berbeda yaitu Albino Full Red (AFR), Black Moscow, Lemongrass, HB Red, dan Platinum Red diamati keragaman genetiknya. Sampel Guppy diperoleh dari daerah Tangerang, Depok, dan Purwokerto. Sampel DNA diekstraksi dari sirip ekor. Analisis polimorfisme DNA menggunakan teknik RAPD dengan primer OPA-7 dan OPA-2. Hasil RAPD-PCR dianalisis menggunakan software PyElph 1.4. Hasil penelitian menunjukkan ukuran pita DNA pada primer OPA-7 berkisar 700-1300 bp dan primer OPA-2 berkisar 450-1500 bp. Kedua primer menghasilkan masing-masing 5 pita DNA. Analisis filogenetik pada kedua primer menghasilkan dua kelompok besar dan dua sub kelompok pada salah satu kelompok besar. Hasil analisis filogenetik menunjukkan distribusi strain secara acak dalam kelompok yang terbentuk. Keragaman genetik ikan Guppy dengan teknik RAPD-PCR menggunakan primer OPA-7 dan OPA-2 pada penelitian ini belum dapat menghasilkan penanda genetik spesifik untuk kelima strain yang diteliti.

Kata Kunci: Guppy, Keragaman Genetik, OPA-7, OPA-2, *Poecilia reticulata*.

ABSTRACT

Guppy (*Poecilia reticulata*) is an ornamental fish known for its captivating variation in color and tail shapes. The variation of color exhibited by Guppy is extensive and unique, with dozens, or even hundreds, of strains having been cultivated by breeders in various regions. The

objective of this study was to investigate the genetic diversity among several Guppy strains. The research was conducted through an exploratory approach, focusing on 15 individuals Guppy from different strains, namely Albino Full Red (AFR), Black Moscow, Lemongrass, HB Red, and Platinum Red. Guppy samples were obtained from Tangerang, Depok, and Purwokerto. DNA samples were extracted from their tail fins. Polymorphism analysis of DNA was performed using the RAPD technique with OPA-7 and OPA-2 primers. The results of the RAPD-PCR analysis were processed using PyElph 1.4 software. The findings revealed DNA fragment sizes ranging from 700 to 1300 bp for OPA-7 and 450 to 1500 bp for OPA-2. Each primer generating five distinct DNA bands. Phylogenetic analysis based on both primers revealed two major cluster and two sub clusters within one of the major clusters. The phylogenetic analysis indicated a random distribution of strains within the formed clusters. However, it is important to note that the genetic diversity assessment of Guppy using the RAPD-PCR technique with OPA-7 and OPA-2 primers in this study did not yield specific genetic markers for the five examined strains.

Key words: Genetic Diversity, Guppy, OPA-7, OPA-2, *Poecilia reticulata*

PENDAHULUAN

Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) merupakan ikan hias air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan banyak dibudidayakan (Sudha & Gokula, 2014; Yustiati et al., 2021). Variasi warna yang dimiliki ikan Guppy sangat beragam, unik, dan sangat menarik dengan corak sirip yang beragam di bagian ekornya (Apriasih et al., 2021; Hasyim et al., 2018). Ikan Guppy ada yang berwarna merah, biru, kuning, hijau, hitam, putih, atau warna yang lain. Bentuk ekornya pun beragam, misalnya mirip kipas, membulat, ataupun melebar (Pratama et al., 2018; Haq et al., 2022). Harga ikan hias sangat ditentukan oleh penampilan dan keunikan warna yang dimiliki. Semakin cerah dan unik warna maka semakin tinggi harganya (Oktaviani et al., 2020; Jalila et al., 2021; Barua et al., 2021).

Penampilan warna pada ikan dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan dan interaksi antara faktor genetik dan lingkungan (Uribe et al., 2018). Pola warna dikontrol oleh gen dan diturunkan dari induk kepada keturunannya (Laimheriwa et al., 2019). Guppy merupakan salah satu ikan yang digunakan sebagai model untuk mempelajari genetika populasi, inbreeding, dan heterosis (Mohammadabadi et al., 2021). Penelitian terkait variasi genetik pada beberapa strain ikan Guppy, diantaranya polimorfisme pada guppy jantan (Blows et al., 2003); variasi genetik gen pengontrol pigmen melanin (Tezuka et al., 2011); serta hubungan genetik empat strain Guppy yaitu Albino Full Platinum (AFP), Albino German Yellow (AGY), Top Sword (TS) dan Guppy Yellow Cobra (GYC) menggunakan metode RAPD-PCR (Nuradha et al., 2021).

Pengetahuan terkait variasi genetik pada ikan Guppy masih sangat diperlukan untuk menghindari terjadinya persilangan antara individu yang memiliki hubungan kekerabatan

sangat dekat (inbreeding) (Nuradha et al., 2021). Inbreeding dapat menimbulkan konsekuensi negatif seperti menurunnya keragaman genetik (Mohammadabadi et al., 2021). Salah satu teknik yang digunakan untuk mengetahui hubungan kekerabatan tersebut adalah dengan teknik RAPD-PCR. Teknik *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) merupakan teknik yang umum digunakan untuk mengetahui polimorfisme DNA (Utomo et al., 2020). RAPD dapat digunakan untuk menganalisis variasi genetik (Hafidah et al., 2021; Neekhra et al., 2014). Polimorfisme DNA dapat berfungsi sebagai penanda molekuler untuk membedakan antar populasi ikan (Utomo et al., 2020). Teknik ini juga digunakan untuk menentukan keragaman genetik pada ikan Rainbow Kurumoi (Hayuningtyas & Kadarini, 2016) dan empat strain Guppy yaitu Japan Blue Double Sword (JBD), Japan Blue Tiger Double Sword (JBTD), Blue Moscow (BM), dan Panda Guppy (PG) (Hafidah et al., 2021). Keunggulan teknik RAPD yaitu 1) dapat digunakan untuk mendeteksi sekuen nukleotida hanya dengan satu primer, 2) menghasilkan polimorfisme yang tinggi, dan 3) dapat digunakan tanpa mengetahui asal genome sebelumnya (Hafidah et al., 2021).

Guppy termasuk ikan hias yang banyak dikembangkan dan tersebar di berbagai wilayah (Sasanami et al., 2021). Para pembudidaya secara rutin melakukan persilangan untuk meningkatkan variasi pola dan warna tubuh. Dengan demikian, maka penelitian ini masih perlu dilakukan untuk menambah informasi terkait keragaman genetik pada ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) strain Albino Full Red (AFR), Black Moscow, Lemongrass, HB Red, dan Platinum Red.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni hingga September 2023. Pemeliharaan ikan Guppy, proses isolasi DNA, preparasi sampel untuk PCR-RAPD dan elektroforesis dilakukan di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Analisis PCR dilakukan di Laboratorium Riset Terpadu Universitas Jenderal Soedirman.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain microtube, mikropipet, micropestle, vortex, water bath, sentrifuge, spindown, collection tube, GS column, PCR, elektroforesis, UV transilluminator, dan kamera digital. Bahan yang digunakan antara lain adalah Genomic DNA Mini Kit (Tissue, Geneaid), *distilled water* dan My Taq® HS Mix (Bioline), agarose, TBE, Sybr safe dan akuades.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksplorasi. Lima belas individu Guppy yang berasal dari 5 strain (Albino Full Red (AFR); Black Moscow; Lemongrass; HB Red, dan Platinum Red) diperoleh dari pembudidaya di Tangerang, Depok, dan Purwokerto. Prosedur penelitian meliputi : ekstraksi dan analisis polimorfisme DNA.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi DNA

Sampel DNA diekstraksi dari sirip ekor ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dengan menggunakan *Genomic DNA Mini Kit (Tissue, Geneaid)* sesuai dengan petunjuk. Sirip ekor dipotong dari setiap sampel ikan, diambil sebanyak ± 30 mg dan kemudian dimasukkan ke dalam *microtube* 1,5 mL. Jaringan dihaluskan dengan *micropestle*, Sebanyak 200 μ L GT Buffer ditambahkan ke *tube* dan dihomogenkan. Sebanyak 20 μ L Proteinase K kemudian ditambahkan ke dalam *tube* sampel dan dihomogenkan dengan *vortexing*. Sampel diinkubasi pada *water bath* dengan suhu 60°C selama 30 menit. Selama diinkubasi, sampel dihomogenkan setiap 5 menit sekali. Pada tahap lisis, sebanyak 200 μ L GBT Buffer ditambahkan dan dihomogenkan dengan *vortexing*. Sampel diinkubasi kembali pada suhu 60°C selama 20 menit supaya lisis sempurna. Jika terdapat bagian sampel yang tidak lisis maka dilakukan sentrifuse kembali selama 2 menit pada 14-16000 x g dan supernatan dipindahkan ke *microtube* 1,5 mL yang baru. Sebanyak 200 μ L ethanol absolut ditambahkan kemudian divortex dan spindown selama 10 detik. GS Column disiapkan dalam 2 mL *collection tube*. Sampel selanjutnya dipindahkan ke dalam GS Column kemudian disentrifuse pada 14-16000 x g selama 2 menit. *Collection tube* dibuang kemudian GS Column dipindahkan ke 2 mL *collection tube* yang baru. Pencucian dilakukan dengan menambahkan 400 μ L W1 buffer ke dalam GS Column kemudian disentrifuse pada 14-16000 x g selama 30 detik. Filtrat dibuang dan GS Column ditempatkan kembali pada 2 mL *collection tube*. Sebanyak 600 μ L Wash Buffer kemudian ditambahkan ke GS Column, kemudian disentrifuse pada 14-16000 x g selama 30 detik. Filtrat dibuang kemudian GS Column diletakkan kembali pada 2 mL *collection tube*. *Collection tube* disentrifuse selama 3 menit pada 14-16000 x g. Pada tahap akhir adalah DNA elution, GS Column dipindahkan ke *microtube* 1,5 mL. Sebanyak 100 μ L *pre-heated elution buffer* ditambahkan ke bagian tengah GS column dan sampel diinkubasi pada suhu ruang selama 5 menit. Sentrifuse dilakukan selama 30 detik pada 14-16000 x g dan sampel DNA disimpan pada suhu -20° C sampai digunakan.

Analisis Polimorfisme DNA

Analisis polimorfisme DNA dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu amplifikasi DNA, elektroforesis dan analisis polimorfisme. Tahapan awal amplifikasi DNA dilakukan menggunakan teknik RAPD-PCR dengan primer OPA-7 (GAAACGGGTG) dan OPA-2 (TGCCGAGCTG) (Gustiano dkk., 2013). Amplifikasi dilakukan dengan volume 25 μ L yang terdiri atas 2 μ L DNA template (sampel) hasil isolasi, 2 μ L primer, 8,5 μ L *distilled water* dan dicampur 12,5 μ L My Taq® HS Mix (Bioline). Program PCR meliputi pre denaturasi (suhu 94°C selama 2 menit); denaturasi (suhu 94°C selama 1 menit); annealing (suhu 34°C selama 1 menit); elongasi (suhu 72°C selama 2 menit 30 detik); dan elongasi akhir (suhu 72°C selama 7 menit). Program PCR dijalankan untuk 35 siklus. Tahapan kedua yaitu elektroforesis. Tahap ini dilakukan menggunakan gel agarose 1,5% dalam larutan TBE 1x. Gel agarose dibuat menggunakan bubuk agarose sebanyak 1,2 g dengan dicampurkan ke dalam larutan TBE buffer

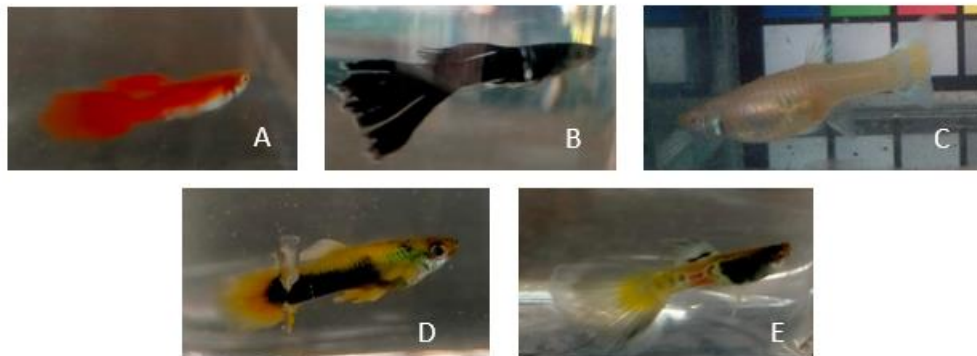
10x sebanyak 8 mL dan larutan akuades sebanyak 72 mL. Kemudian campuran agarose tersebut dipanaskan dengan *microwave* hingga mendidih. Gel agarose didiamkan pada suhu ruang hingga hangat kuku dan ditambahkan 5 μ L Sybr safe gel staining. Cetakan gel agarose disiapkan dan dipasang sisir. Gel agarose dituang pada cetakan yang telah disiapkan hingga temperatur ruang selama ± 30 menit. Sisir dilepas dari gel agarose dan selanjutnya gel agarose diletakkan pada chamber elektroforesis. Larutan TBE buffer 1x dituang hingga menggenangi permukaan gel agarose. Hasil PCR RAPD dimasukkan ke dalam sumuran. Chamber elektroforesis ditutup dan dilakukan elektroforesis selama 45 menit pada tegangan 125 volt. Setelah itu gel agarose diambil dengan hati-hati. Langkah terakhir adalah visualisasi hasil elektroforesis menggunakan UV *transilluminator* dan kemudian didokumentasikan dengan kamera digital.

Analisis Data

Data polimorfisme DNA berupa gambar pita DNA hasil RAPD dianalisis menggunakan software PyElph (Pavel & Vasile, 2012). Tahapan analisis menggunakan software tersebut meliputi penentuan lajur, deteksi pita DNA, pengelompokan pita DNA, dan pembentukan pohon filogenetik.

HASIL

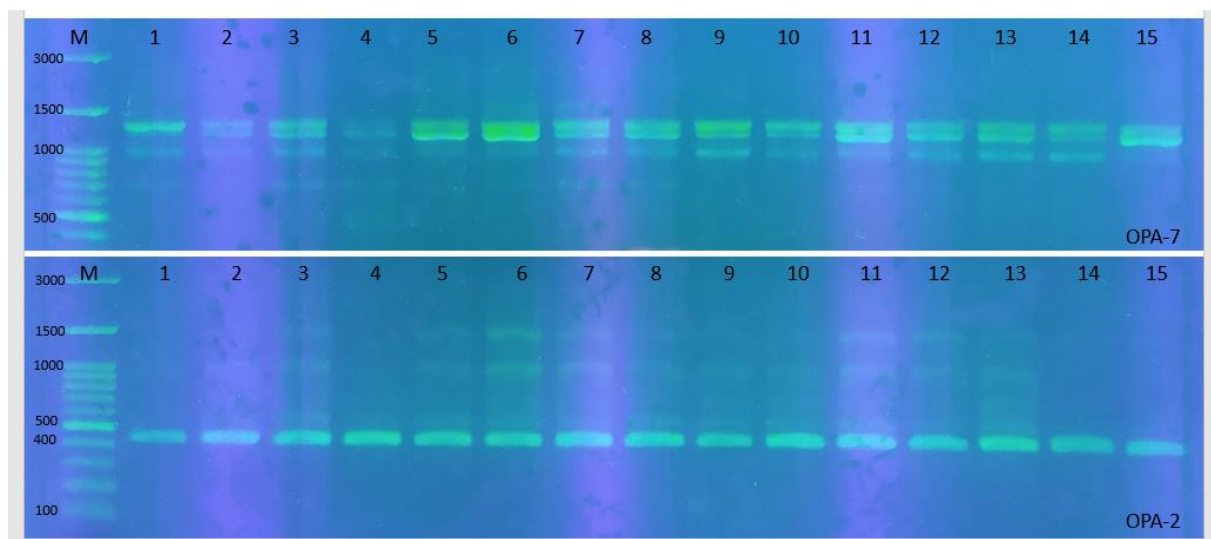
Guppy (*Poecilia reticulata*) yang diamati terdiri dari 15 individu dari lima strain yang berbeda yaitu Albino Full Red (AFR), Black Moscow, Lemongrass, HB Red, dan Platinum Red (**Gambar 1**). Kelima belas sampel ini diperoleh dari daerah Tangerang, Depok, dan Purwokerto.



Gambar 1. Strain sampel ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) : (A) AFR; (B) Black Moscow; (C) Lemongrass; (D) HB Red; dan (E) Platinum Red

Pengamatan keragaman genetik Guppy pada beberapa strain dilakukan dengan metode RAPD-PCR. Sampel DNA Guppy diisolasi dari bagian sirip ekor. Sirip ekor merupakan jaringan yang mudah dihancurkan sehingga DNANYa mudah diperoleh (Nuradha et al., 2021).

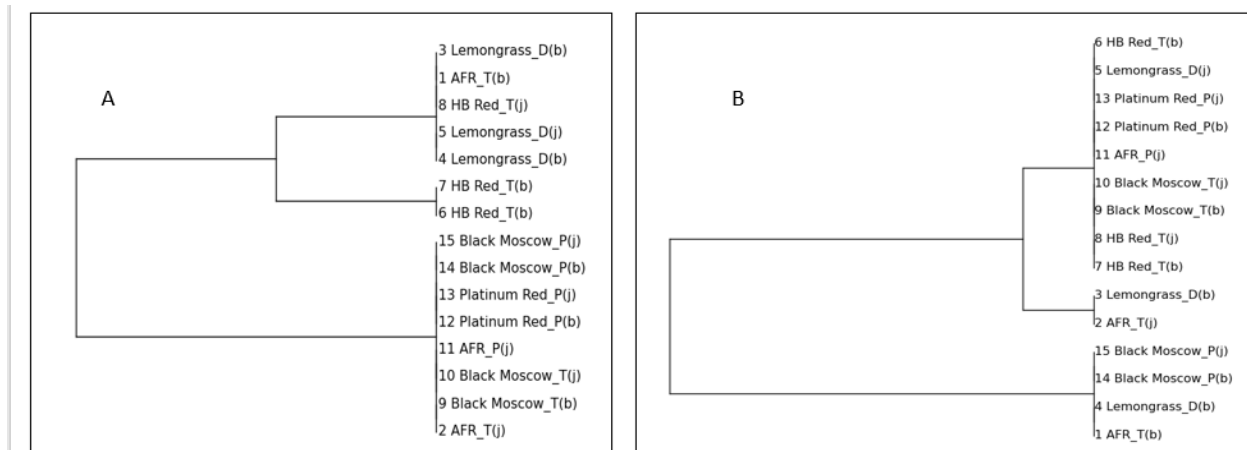
Hasil isolasi DNA dari kelima strain Guppy dapat dilihat berdasarkan kenampakan pita DNA dari hasil elektroforesis. Hasil elektroforesis tersaji pada **Gambar 2**. Salah satu cara untuk mengetahui variasi genetik hasil dari amplifikasi DNA yaitu menggunakan OPA (Operon Primer setA). Metode RAPD-PCR pada penelitian ini menggunakan dua jenis primer yaitu OPA-7 dan OPA-2. Jumlah total pita DNA yang muncul dari kedua primer tersaji pada **Tabel 1**. Selanjutnya, hasil elektroforesis dianalisis untuk membentuk pohon filogenetik. Pohon filogenetik yang dihasilkan dari program PyElph tersaji pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Hasil elektroforesis 15 sampel ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) menggunakan primer OPA-7 dan OPA-2

Tabel 1. Jumlah pita DNA yang dihasilkan

Primer	Pita Monomorfik	Pita Polimorfik	Total Pita DNA
OPA-7	3	2	5
OPA-2	1	4	5



Gambar 3. Pohon Filogenetik ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) menggunakan primer OPA-7 (A) dan OPA-2 (B)

PEMBAHASAN

Hasil elektroforesis DNA Guppy strain Albino Full Red (AFR), Black Moscow, Lemongrass, HB Red, dan Platinum Red menampakkan pita DNA baik pada penggunaan primer OPA-7 maupun OPA-2. Ukuran pita DNA pada primer OPA-7 berkisar 700 - 1300 bp dan primer OPA-2 berkisar 450 - 1500 bp. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil amplifikasi pita DNA Guppy strain Albino Full Platinum (AFP), Albino German Yellow (AGY), Top Sword (TS), dan Guppy Yellow Cobra (GYC) pada penelitian (Nuradha et al., 2021) menggunakan primer OPA-3 menghasilkan ukuran berkisar 216,70 - 4850,45 bp.

Jumlah total pita DNA yang dihasilkan oleh kedua primer yaitu OPA-7 dan OPA-2 adalah masing-masing 5 pita. Kedua primer menghasilkan pita DNA monomorfik dan pita DNA polimorfik. Pita monomorfik adalah pita DNA yang ditemukan muncul di semua sampel strain yang diamati. Sedangkan pita DNA yang hanya ditemukan muncul di beberapa sampel yang diamati (tidak muncul di semua sampel) disebut pita polimorfik (Nuradha et al., 2021; Yustiati et al., 2021). Primer OPA-7 menghasilkan 3 pita monomorfik dan 2 pita polimorfik. Sedangkan primer OPA-2 menghasilkan 1 pita monomorfik dan 4 pita polimorfik. Pita DNA polimorfik yang dihasilkan oleh primer OPA-7 lebih sedikit daripada OPA-2. Namun demikian, pada kedua primer tidak ditemukan pita polimorfik yang spesifik muncul pada salah satu strain Guppy yang diteliti. Hal ini menunjukkan bahwa pita DNA polimorfik tersebut tidak terkait dengan strain tertentu. Penelitian (Yustiati et al., 2021) menunjukkan bahwa strain Albino Full Red (AFR) yang diamplifikasi menggunakan primer OPA-3 tidak menghasilkan pita DNA polimorfik. Dua pita DNA polimorfik yang dihasilkan primer OPA-7 dan empat

pita DNA polimorfik yang dihasilkan primer OPA-2 kemungkinan merupakan penanda molekuler untuk ciri fenotip. Ciri fenotip diantaranya meliputi ukuran tubuh, warna tubuh, bentuk sirip, dan warna sirip (Yustiati et al., 2021). Penanda molekuler DNA pada dasarnya merupakan bagian khusus dari rangkaian DNA yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi variasi genetik antar individu dalam satu spesies. Variasi genetik ini tercermin dalam fragmen DNA yang memiliki panjang tertentu, yang muncul pada satu individu, tetapi tidak ditemukan dalam sampel lain pada ukuran yang sama. Penanda molekuler yang sensitif dapat memberikan informasi tentang variasi alel yang terkait ciri-ciri fenotip dominan sesuai dengan prinsip-prinsip hukum Mendel yang berlaku untuk karakteristik tertentu dalam suatu spesies, dan bermanfaat untuk seleksi strain (Danish & Singh, 2018).

Hasil analisis pohon filogenetik menggunakan PyElph menunjukkan bahwa terdapat dua kelompok besar baik yang menggunakan primer OPA-7 maupun OPA-2. Kelompok besar pertama dari primer OPA-7 terbagi menjadi 2 sub kelompok. Sub kelompok pertama terdiri dari 3 individu strain Guppy Lemongrass dari daerah Depok, 1 individu strain AFR dari Tangerang, dan 1 individu strain HB Red dari Tangerang. Sub kelompok kedua terdiri dari 2 individu strain HB Red dari Tangerang. Kelompok besar kedua terdiri dari 4 individu strain Black Moscow dan 1 individu strain AFR dari Tangerang dan Purwokerto, serta 2 individu strain Platinum Red dari Purwokerto.

Hasil pohon filogenetik dari primer OPA-2 juga menunjukkan bahwa pada kelompok besar pertama terbagi menjadi 2 sub kelompok. Namun, individu-individu yang terdapat pada sub kelompok tersebut berbeda dengan hasil pohon filogenetik dari primer OPA-7. Sub kelompok pertama terdiri dari 1 individu strain Lemongrass dari Depok, 1 individu strain AFR dari Purwokerto, 3 individu strain HB Red dari Tangerang, 2 individu strain Black Moscow dari Tangerang, dan 2 individu strain Platinum Red dari Purwokerto. Sub kelompok kedua terdiri dari 1 individu strain Lemongrass dari Depok dan 1 individu strain AFR dari Tangerang. Kelompok besar kedua terdiri dari 1 individu strain Lemongrass dari Depok, 1 individu strain AFR dari Tangerang, dan 2 individu strain Black Moscow dari Purwokerto. Hasil analisis filogenetik pada penelitian ini menunjukkan distribusi strain secara acak dalam kelompok. Hal ini menunjukkan bahwa primer OPA-7 dan OPA-2 belum dapat digunakan untuk membedakan strain yang berbeda pada sampel Guppy yang diteliti.

KESIMPULAN

Keragaman genetik ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dengan teknik RAPD-PCR menggunakan primer OPA-7 dan OPA-2 pada penelitian ini belum dapat menghasilkan penanda genetik spesifik untuk kelima strain (AFR, Black Moscow, Lemongrass, HB Red, dan Platinum Red). Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan sekuensing misalnya dengan menggunakan gen COI untuk melihat penanda genetik spesifiknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini bersumber dari dana BLU Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman melalui Hibah Penelitian Skim Peningkatan Kompetensi tahun 2023 berdasarkan Surat Keputusan Rektor Nomor : 1220/UN23/PT.01.02/2023 dengan kontrak Nomor 27.386/UN23.37/PT.01.03/II/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriasih, H. P., Sofia, A., Cahyo, L. D., Sakinah, S. N., Anisa, Z., Armando, E., Mujtahidah, T., & Ayuningtyas, A. (2021). The influence of the addition of red pepper (*Capsicum annuum* L.) and red amaranth (*Alternanthera amoena* Voss) on the feed for color acumen of the guppies fish (*Poecilia reticulata*). *Journal of Aquaculture Science*, 6(1), 68–75. <https://doi.org/10.31093/joas.v6i1.146>
- Barua, A., Rana, S., Shawon, F. I., Muntaha, M. K., Ahmed, S. I., Shimul, S. A., & Nahid, S. A. AL. (2021). Effect of background color on the growth pattern and coloration of guppy (*Poecilia reticulata*). *Bangladesh Journal of Fisheries*, 33(1), 13–20. <https://doi.org/10.52168/bjf.2021.33.02>
- Blows, M. W., Brooks, R., & Kraft, P. G. (2003). Exploring Complex Fitness Surfaces: Multiple Ornamentation And Polymorphism In Male Guppies. *Evolution*, 57(7), 1622–1630. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2003.tb00369.x>
- Danish, M., & Singh, I. J. (2018). Assessment of Genetic Diversity of Two Populations of Catfish *Clarias batrachus* L . Using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 2345–2352.
- Hafidah, R., Yustiati, A., Mulyani, Y., & Suryadi, I. B. B. (2021). Determination of Genetic Diversity of Four Guppy Strains Using the Random Amplified Polymorphic DNA-PCR. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2021/v8i130183>
- Haq, I. A., Nirmala, K., Hastuti, Y. P., & Supriyono, E. (2022). Color Quality, Behavioral Response, And Blood Glucose Levels of Guppies *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) With The Addition of Indian Almond Leaves (*Terminalia catappa*) In Fish Containers. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 22(1), 49–64. <https://doi.org/10.32491/jii.v22i1.581>
- Hasyim, Z., Ambeng, I. A., & Andi, R. S. (2018). Potensi Pemberian Pakan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Terhadap Warna Pada Ikan Guppy *Poecilia reticulata*. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 9(17), 14–21. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=753546&val=11965&title=>
- Hayuningtyas, E. P., & Kadarini, T. (2016). Keragaman Genotipe Tiga Generasi Ikan Rainbow Kurumoi (*Melanotaenia parva*) Hasil Domestikasi Berdasarkan RAPD. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(2), 107–114. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

- Jalila, R. S., Scabra, A. R., & Cokrowati, N. (2021). Pengaruh Perbedaan Warna Wadah Pada Performa Produksi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Indonesian Journal Of Aquaculture Medium*, 1(2), 83–97. <https://doi.org/10.29303/mediaakuakultur.v1i2.490>
- Laimeheriwa, B. M., Tawari, A., & Borut, R. R. (2019). Karakterisasi dan Performa Fenotipe Warna Clown Fish, *Amphiprion percula*, Yang Dipelihara Pada Sistem Terkontrol. *Jurnal Mari-Kultur*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.0172/2055-9046.1.15>
- Mohammadabadi, M., Oleshko, V., Oleshko, O., Heiko, L., Starostenko, I., Kunovskii, J., Bazaeva, A., & Roudbari, Z. (2021). Using Inter Simple Sequence Repeat Multi-Loci Markers For Studying Genetic Diversity In Guppy Fish. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(12), 603–613. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v21_12_03
- Neekhara, B., Aa, M., Verma, S., & Rk, K. (2014). RAPD-PCR Based Biomarker Study in Fish Species (Family : Cyprinidae) of Madhya Pradesh , India. *Molecular and Cell Biology*, 1(1), 1–6.
- Nuradha, I. T., Yustiati, A., Handaka, A. A., & Bangkit, I. (2021). Genetic Relationship of Four Strains of Guppy (*Poecilia reticulata* Peters, 1859) Using RAPD-PCR Method. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, April, 15–24. <https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2021/v7i430180>
- Oktaviani, I., Junaidi, M., & Hari Setyono, B. D. (2020). Variety of Tank Colours to Enhance the Colour Quality of Platyfish (*Xyphophorus helleri*). *Jurnal Biologi Tropis*, 20(3), 340–346. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i3.1630>
- Pavel, A. B., & Vasile, C. I. (2012). PyElph - a software tool for gel images analysis and phylogenetics. *BMC Bioinformatics*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2105-13-9>
- Pratama, D. R., Wijayanti, H., & Yulianto, H. (2018). Pengaruh Warna Wadah Pemeliharaan Terhadap Peningkatan Intensitas Warna Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 7(1), 775. <https://doi.org/10.23960/jrtbp.v7i1.p775-782>
- Sasanami, M., Hustedt, J., Alexander, N., Horstick, O., Bowman, L., Hii, J., Echaubard, P., Braack, L., & Overgaard, H. J. (2021). Does Anthropogenic Introduction of Guppy Fish (*Poecilia reticulata*) Impact Faunal Species Diversity And Abundance In Natural Aquatic Habitats? A Systematic Review Protocol. *Environmental Evidence*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13750-021-00248-6>
- Sudha, C., & Gokula, V. (2014). Reproductive Response of The Guppy Fish *Poecilia reticulata* For Homeopathic Medicine, *Natrum muriaticum*. *Biolife*, 2(3), 932–935. [http://biolifejournal.com/389 SUDHA 932-935.pdf](http://biolifejournal.com/389%20SUDHA%20932-935.pdf)
- Tezuka, A., Yamamoto, H., Yokoyama, J., Van Oosterhout, C., & Kawata, M. (2011). The MC1R Gene In The Guppy (*Poecilia reticulata*): Genotypic And Ghenotypic Polymorphisms. *BMC Research Notes*, 4, 1–8. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-31>
- Uribe, E. A., Franco Archundia, M. P., & Luna-Figueroa, J. (2018). The Effect of Live Food on the Coloration and Growth in Guppy Fish, *Poecilia reticulata*. *Agricultural Sciences*, 09(02), 171–179. <https://doi.org/10.4236/as.2018.92013>
- Utomo, A. H. P., Budhi Pramono, T., Tjahja Soedibya, H., Sukardi, P., Syakuri, H. (2020).

Analisis Polimorfisme DNA Ikan Gabus (*Channa striata*) Berbeda Ukuran Menggunakan Teknik RAPD. *Sainteks*, 17(2), 133–143.

Yustiati, A., Nuryanti, A., Suryadi, I. B. B., & Mulyani, Y. (2021). Genetic Distance of Four Strains of Guppy Fish (*Poecilia reticulata*) Using RAPD PCR Method. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, 9(4), 1–8. <https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2021/v10i130228>