

**KAJIAN VARIASI POLIPLIIDI PADA IKAN LELE AFRIKA
(*Clarias gariepinus*)**

**Rani Dwi Suci Hd Putri¹, Zuhratul Mardhiyah Amir², Lufri³, Yuni Ahda⁴,
Abdul Razak⁵**
Universitas Negeri Padang^{1,2,3,4,5}
ranidwisucihdputri@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan variasi jenis poliploid pada ikan lele. Metode penelitian ini adalah studi literatur dan tinjauan pustaka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa bentuk variasi poliploid yang sering dilakukan pada *Clarias gariepinus*. Hasil dari poliploid ikan akan menghasilkan bibit ikan yang mempunyai beberapa keunggulan seperti pertumbuhan cepat, tahan terhadap penyakit dan toleransi tinggi terhadap lingkungan. Simpulan, bentuk variasi yang sering dilakukan menghasilkan ikan lele tetraploid dan triploid.

Kata Kunci: Poliploid, Tetraploid, Triploid

ABSTRACT

*This study aims to explain the variation of polyploidy in catfish. This research method is literature study and literature review. The results showed that there were several forms of polyploid interpretation that were often performed on *Clarias gariepinus*. The effects of fish polyploidy will produce fish seeds with several advantages such as fast growth, resistance to disease and high tolerance to the environment. In conclusion, the form of variation that is often done produces tetraploid and triploid catfish.*

Keywords: Polyploidy, Tetraploid, Triploid

PENDAHULUAN

Poliploid merupakan salah satu teknik yang memanfaatkan prinsip rekayasa genetika (Ruiz et al., 2020). Poliploid adalah teknik menggandakan kromosom dengan menggunakan teknik tertentu (Zhou & Gui, 2017). Sifat dari poliploid ini permanen dan diwariskan. Normalnya, organisme hidup memiliki sepasang set kromosom untuk sebagian besar tahap hidupnya. Sepasang set kromosom ini disebut diploid (2n).

Berbeda dengan organisme diploid, organisme poliploid memiliki lebih dari set kromosom normal. Organisme yang mengalami poliploid disebut dengan poliploid, sedangkan poliploidisasi merupakan proses perubahan set kromosom tersebut. Kumpulan kromosom yang digandakan dapat berasal dari individu yang sama atau berkerabat dekat atau disebut dengan autopoliploid atau dari hibridisasi kedua spesies yang berbeda kromosom yang disebut dengan allopoliploid (Behling et al., 2020).

Variasi dalam jumlah kromosom poliploidi umum dijumpai di alam. Penyebab poliploidi di alam bisa terjadi secara alami ataupun dengan campur tangan manusia. Faktor pencemaran air, radiasi sinar ultraviolet, hormon yang berlebihan merupakan beberapa hal yang menyebabkan kasus poliploidi secara alami pada kromosom. Selain itu, bioklimatik dan ekogeografis seperti garis lintang, garis bujur, serta ketinggian tempat juga mempengaruhi poliploidi (Rejlová et al., 2019). Namun, pada saat ini poliploidi lebih banyak terjadi karena campur tangan manusia. Kebutuhan manusia mendasari peningkatan poliploidisasi pada hewan, terutama hewan budidaya.

Salah satu hewan budidaya yang sering dijadikan sebagai objek poliploidisasi adalah ikan lele. Jenis ikan lele yang sering dibudidayakan dengan teknik poliploidisasi adalah ikan lele Afrika atau lebih dikenal dengan nama ikan lele dumbo. Ikan lele dumbo memiliki nama latin *Clarias gariepinus*. Ikan jenis ini sudah lama dibudidayakan secara komersial oleh masyarakat Indonesia. Pembudidayaan ikan lele ini semakin meningkat karena naiknya permintaan. Permintaan terhadap lele berbanding lurus dengan permintaan terhadap benih yang bermutu baik kuantitas maupun kualitas dan harus tersedia setiap saat. Kenyataan ini mengakibatkan meningkatnya kegiatan usaha pembudidayaan ikan lele. Salah satu kegiatan usaha pembudidayaan untuk memenuhi permintaan tersebut adalah dengan cara penerapan teknik pemijahan buatan yang memanfaatkan prinsip-prinsip bioteknologi (Marsela et al., 2018).

Teknik yang sering dilakukan dalam pembibitan ikan lele adalah teknik poliploidi. Teknik poliploidi yang digunakan pada pembibitan lele adalah tetraploidi dan triploidi (Marsela et al., 2018; Okomoda et al., 2020). Variasi poliploidi ini menghasilkan ikan lele tetraploid dan ikan lele triploid. Tetraploidisasi merupakan metode rekayasa kromosom untuk membentuk ikan lele yang mempunyai set kromosom $4n$. Ikan lele tetraploid adalah individu yang bersifat fertil. Kromosom tetraploid dapat diperoleh dengan cara menggagalkan pembelahan mitosis pertama. Sedikit berbeda dengan tetraploidi, triploidi menghasilkan individu steril (Bi et al., 2020). Kesuburan individu triploid sangat rendah bahkan hampir tidak ada (Balashov et al., 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan variasi jenis poliploidi pada ikan lele. Hasil *review* dan studi literatur pada kajian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan tambahan informasi mengenai keanekaragaman kromosom poliploidi pada ikan lele. Kekayaan tipe kromosom ini menandakan bahwa ilmu rekayasa genetika sudah berkembang sangat pesat.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam menyusun penelitian *review* ini adalah metode studi pustaka atau studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan mencari sumber atau literatur dalam bentuk data primer berupa artikel yang berada pada jurnal nasional maupun jurnal internasional. Pencarian data dilakukan dengan menggunakan *database EBSCO, ScienceDirect, Karger, Proquest* dan sumber data lain. Data yang didapatkan dari berbagai sumber penelitian merupakan langkah awal dalam membuat kerangka penelitian. Data yang telah terkumpul dari sumber data akan dianalisis secara mendalam. Penelitian berfokus pada kajian poliploidi pada ikan lele Afrika atau ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Dari

data yang diperoleh didapatkan data variasi poliploid pada ikan lele. Terdapat dua variasi yang sering dilakukan yaitu tetraploid dan triploid.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil studi literatur didapatkan data bahwa terdapat variasi poliploid pada ikan lele *Clarias gariepinus*. Variasi kromosom yang ditemukan pada ikan lele dalam bentuk penambahan kromosom triploid dan tetraploid. Tabel 1 merincikan perbedaan tetraploid dengan triploid.

Tabel 1. Perbedaan Triploid dan Tetraploid

Author & Tahun	Hasil Penelitian	
	Triploid	Tetraploid
(Marsela et al., 2018) ¹ ;	3n kromosom ¹	4n kromosom ²
(Syahril et al., 2018) ² ;	Individu steril ³	Individu fertil ⁴
(Balashov et al., 2017) ³ ;	Jumlah kromosom 84 ⁵	Jumlah kromosom 112 ⁶
(Febrina et al., 2019) ⁴ ;		
(Okomoda et al., 2020) ⁵ ;	Berasal dari persilangan	Berasal dari persilangan
(Okomoda et al., 2021) ⁶ ;	individu tetraploid dan	individu diploid dan
(Behling et al., 2020) ⁷ ;	diploid ⁷	diploid ⁸
(Zhou & Gui, 2017) ⁸		

Berdasarkan tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat variasi poliploid pada ikan lele. Variasi poliploid yang dilakukan pada ikan lele adalah variasi triploid dan tetraploid. Terdapat perbedaan yang jelas antara kedua variasi ini. Selain berbeda dari jumlah kromosom, tingkat kesuburan hasil pembibitan, serta asal persilangan juga tampak berbeda.

PEMBAHASAN

Poliploidisasi terjadi jika ada peningkatan set kromosom yang disebabkan oleh warisan dari set tambahan kromosom (Fox et al., 2020; Ruiz et al., 2020). Poliploid merupakan salah satu teknik bioteknologi modern yang memanfaatkan prinsip rekayasa genetika (Marsela et al., 2018; Doyle, 2019). Poliploid pada ikan lele dipengaruhi oleh tipe fertilisasi. Tipe fertilisasi eksternal pada ikan ini menjadi salah satu alasan mengapa ikan sering dilakukan manipulasi poliploid.

Manipulasi poliploid pada ikan lele dilakukan untuk mendapatkan jenis yang mempunyai lebih dari 2 set kromosom (2n), berdasarkan pertimbangan pemuliaan terhadap ikan lele untuk memperbaiki mutu yang lebih baik dari jenis atau organisme sebelumnya. Manipulasi poliploid menghasilkan ikan yang dapat tumbuh lebih pesat dibandingkan individu diploid dan haploid. Individu triploid memiliki sifat steril dan individu tetraploid bersifat fertil.

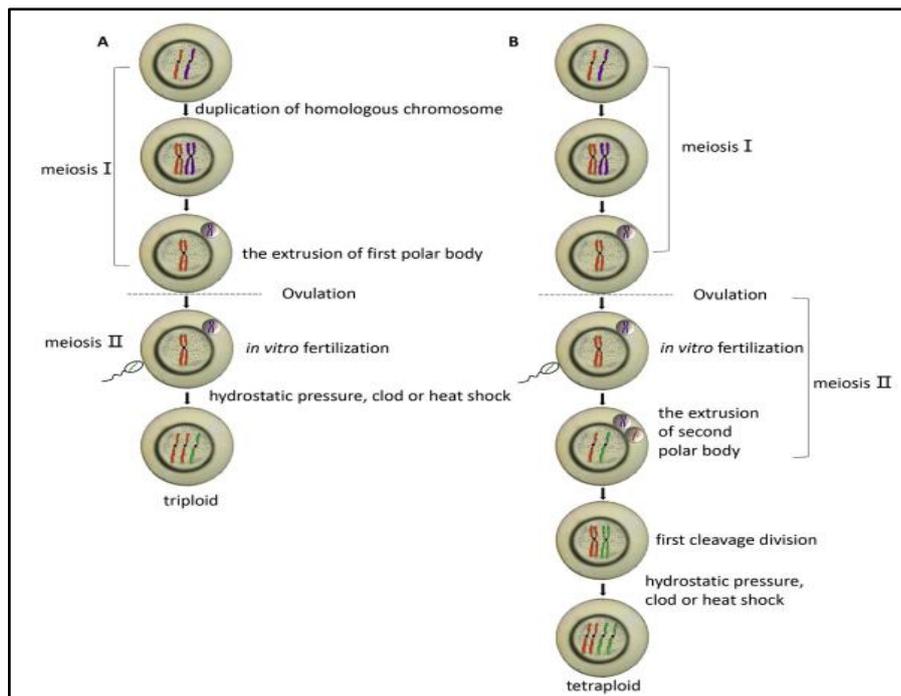
Kromosom ikan lele diploid normal berjumlah 56. Pada ikan lele triploid jumlah kromosom bertambah menjadi 84 buah ($3n = 84$) (Okomoda et al., 2020). Triploid adalah hasil bentukan rekayasa genetik dengan individu yang memiliki kromosom 3n (Mustami, 2017). Ikan triploid dapat dihasilkan dari persilangan ikan tetraploid dan ikan dengan jumlah kromosom normal 2n. Namun kesuburan individu triploid sangat rendah bahkan hampir tidak ada (Balashov et al., 2017).

Nomor kromosom yang tidak seimbang menyebabkan pembelahan meiosis kromosom menjadi tidak teratur. Hal inilah yang membuat ikan lele triploid menjadi steril (Marsela et al., 2018). Ikan lele triploid memiliki ukuran berat dan

panjang lebih dari pada ikan lele normal (Marsela et al., 2018; Okomoda et al., 2020). Hal ini juga tampak pada ukuran sel darah merah yang lebih besar dibandingkan ikan diploid (Okomoda et al., 2020). Ikan triploid memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dari hewan dengan kromosom normal.

Sedikit berbeda dengan triploid, ikan lele yang memiliki kromosom tetraploid dapat diperoleh dari persilangan individu diploid ($2n$) dan diploid ($2n$). Ikan lele tetraploid didapatkan dengan menggagalkan pembelahan mitosis pertama (Christopher et al., 2020). Kegagalan pembelahan ini diharapkan menghasilkan sel dengan inti yang mengandung empat perangkat kromosom ($4n$). Kegagalan pembelahan mitosis terjadi akibat pemberian kejutan pada pemijahan. Nantinya individu yang dihasilkan bersifat fertil (Febrina et al., 2019).

Tetraploidisasi diterapkan pada usaha budidaya karena alasan yaitu karena ikan yang dihasilkan cepat dan berkualitas bagus. Metode tetraploid sama halnya dengan metode gynogenesis (gynogenesis mitosis) yaitu perlakuan kejutan pada telur ikan setelah terjadinya peloncatan polar body II (Balashov et al., 2017; Zhou & Gui, 2017). Pemberian kejutan suhu setelah polar body II, akan membuat kromosom pada telur yang mempunyai $2n$ kromosom akan mengalami penggandaan menjadi $4n$ kromosom. Berikut terlihat perbedaan dari manipulasi triploid dan tetraploid pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Manipulasi Triploid dan Tetraploid
(Zhou & Gui, 2017)

Poliploidi bisa didapatkan dengan menggunakan bermacam teknik seperti kejutan suhu dingin, suhu panas, menggunakan tegangan tinggi atau di sebut radiasi ultraviolet. Selain itu, perlakuan terhadap waktu kejut akan mempengaruhi hasil poliploidi. Tiga menit setelah fertilisasi cocok untuk dilakukan triploidisasi. Untuk tetraploidisasi dilakukan pada 29 menit setelah fertilisasi (Marsela et al., 2018).

Metode kejut suhu panas dan metode kejut suhu dingin menjadi metode yang sering dilakukan karena prosesnya yang lebih sederhana dibanding yang lain (Christopher et al., 2020; Mustami, 2017; Susilo et al., 2018). Untuk mengetahui keberhasilan dari teknik ini, maka dilakukan analisis. Analisis poliploid dilakukan melalui penghitungan jumlah nukleolus pada ikan hasil perlakuan poliploidisasi (Daryanto et al., 2019; Morais et al., 2018).

Keuntungan dari teknik poliploid pada usaha pembibitan ikan lele adalah untuk mendapatkan benih unggul yang bagus dari segi kuantitas dan kualitas. Menghasilkan pertumbuhan ikan yang cepat, resisten terhadap penyakit, menghasilkan ikan dengan kualitas genetik yang unggul dan toleransi terhadap lingkungan (Marsela et al., 2018). Keturunan poliploid sering tampil lebih kuat daripada nenek moyang mereka (Fox et al., 2020).

Selain itu, efek langsung dari poliploidisasi ikan lele tidak bisa dilihat pada tingkat fenotipik (Fox et al., 2020). Efek poliploidisasi sering kali tidak terlihat jelas dan istimewa dibanding ikan sejenis. Perubahan signifikan poliploid baik dalam bentuk tetraploid dan triploid bisa dilihat dari morfologi dan volume sel. Volume sel umumnya meningkat dengan bertambahnya ukuran genom (Ruiz et al., 2020). Meskipun hubungan yang tepat antara poliploid dan volume sel bervariasi antar pada berbeda spesies dan tingkat taksa. Namun, volume sel yang lebih besar cenderung meningkatkan ukuran dan volume tubuh (Doyle, 2019; Ruiz et al., 2020).

Kelebihan hewan poliploid juga tampak pada keuntungan khusus karena memiliki tambahan salinan kode genetik. Pada ikan diploid, terjadi mutasi acak pada alel yang berperan penting dalam kelangsungan hidup suatu organisme akan memiliki efek merusak pada organisme tertentu, tetapi salinan tambahan alel pada ikan poliploid akan mengurangi kemungkinan efek negatif. Ini bisa memungkinkan gen untuk tidak menyimpang fungsinya atau menghasilkan ekspresi diferensial organisme selama pengembangan (Manan et al., 2020).

Beberapa penelitian memaparkan bahwa hewan-hewan poliploid banyak ditemukan di daerah dengan iklim yang sulit (Kundariati et al., 2018). Hewan yang memiliki kromosom poliploid dapat bertahan di wilayah kutub. Hal ini menandakan bahwa hewan yang memiliki jumlah kromosom yang banyak dapat beradaptasi dengan lebih baik (Ruiz et al., 2020). Jika dilihat dari segi perkembangan ilmu genetika, poliploid menjadi salah satu bukti berkembangnya ilmu genetika. Poliploid menjadi salah satu mekanisme kunci evolusi dan spesiasi genom. Banyak aspek poliploid menjadi instrumen dan alat dalam pengembangan ilmu genetika molekuler dan revolusi genomik (Doyle & Coate, 2019).

Dibalik kelebihan dan keuntungan poliploid ikan lele, terdapat juga beberapa kekurangan. Poliploid pada prinsipnya belum bisa menjelaskan lebih lanjut tentang penentuan jenis kelamin ikan (Okomoda et al., 2020; Ruiz et al., 2020). Dilihat dari segi fisiologis sel, salah satu konsekuensi langsung dari poliploidisasi adalah peningkatan ukuran sel. Peningkatan ukuran sel ini dapat mengubah fisiologis atau proses perkembangan sistem regulasi sel. Pandangan yang populer adalah bahwa perkembangan hewan lebih mudah terganggu oleh perubahan dalam jumlah salinan genom karena perkembangannya lebih rumit. Beberapa hewan poliploid tampaknya menderita secara berlebihan karena kelainan perkembangan. Metabolisme dan pertumbuhan akan terganggu dalam sel poliploid karena geometris sel yang berubah (Doyle & Coate, 2019).

SIMPULAN

Terdapat beberapa variasi yang dilakukan pada poliploidi ikan lele, yaitu tetraploidi dan triploidi. Variasi poliploidi dilakukan dalam rangka perbaikan kuantitas dan kualitas seperti pertumbuhan cepat, tahan terhadap penyakit dan toleransi tinggi terhadap lingkungan. Perbedaan dari tetraploidi dan triploidi terletak pada jumlah kromosom hasil individu ploidi. Selain itu tingkat kesuburan individu ploidi juga menjadi faktor pembedanya. Tetraploidi menghasilkan ikan lele fertil, sedangkan triploidi menghasilkan ikan lele steril. Faktor kesamaan dua variasi ini bisa dilihat dari teknik atau metode rekayasa yang dipakai.

DAFTAR PUSTAKA

- Balashov, D. A., Recoubratsky, A. V., Duma, L. N., Ivanekha, E. V., & Duma, V. V. (2017). Fertility of Triploid Hybrids of Prussian Carp (*Carassius gibelio*) with Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Russian Journal of Developmental Biology*, 48(5), 347–353. <https://doi.org/10.1134/S1062360417050034>
- Behling, A. H., Shepherd, L. D., & Cox, M. P. (2020). The Importance and Prevalence of Allopolyploidy in Aotearoa New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 50(2), 189–210. <https://doi.org/10.1080/03036758.2019.1676797>
- Bi, S., Lai, H., Wang, G., Guo, D., Liu, S., Chen, X., Zhao, X., Liu, X., & Li, G. (2020). Triploidy Induction by Hydrostatic Pressure Shock in Mandarin Fish (*Siniperca chuatsi*). *Aquaculture*, 520(1), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734979>
- Christopher, J. G., Siva, R., & Ezilrani, P. (2020). The Effect of Heat Shock and Timing on the Induction of Tetraploidy in Catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Journal of Applied Aquaculture*, 32(2), 186–192. <https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1707144>
- Daryanto, M. S., Carman, O., Soelistyowati, D. T. S., & Rahman, R. (2019). Ploidy Level Determination in Genetically Modified Polyploid Striped Catfish *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878 Based on the Number of Nucleoli Per Cell. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1), 43–52. <https://doi.org/10.32491/jii.v19i1.405>
- Doyle, J. J., & Coate, J. E. (2019). Polyploidy, the Nucleotype, and Novelty: The Impact of Genome Doubling on the Biology of the Cell. *International Journal of Plant Sciences*, 180(1) 1–52. <https://doi.org/10.1086/700636>
- Febrina, C. D., Sistina, Y., & Sulistyono, I. (2019). Efektivitas Tetraploidisasi Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* Valenciennes 1842) dengan Kejutan Temperatur Dingin 4° C. *Akuakultura*, 3(2) 1-10. <https://doi.org/10.35308/ja.v3i2.1644>
- Fox, D. T., Soltis, D. E., Soltis, P. S., Ashman, T. L., & Van de Peer, Y. (2020). Polyploidy: A Biological Force from Cells to Ecosystems. *Trends in Cell Biology*, 30(9), 688–694. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2020.06.006>
- Kundariati, M., Wulan, R. C., & Sudrajat, A. K. (2018). Kajian Poliploidi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) pada Tiga Ketinggian Tempat Berbeda di Daerah Banyuwangi, Malang dan Batu dengan Metode Penghitungan Nukleolus. *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(2), 76–85. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v1i2.855>
- Manan, H., Noor Hidayati, A. B., Lyana, N. A., Amin-Safwan, A., Ma, H., Kasan,

- N. A., & Ikhwanuddin, M. (2020). A Review of Gynogenesis Manipulation in Aquatic Animals. *Aquaculture and Fisheries*, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.11.006>
- Marsela, S., Ati, V. M., & Mauboy, R. S. (2018). Hatching Rate and Abnormality of Sangkuriang Catfish Larvae (*Clarias gariepinus*) which in the Induction. *Biotropikal Sains*, 15(3), 1–13. <https://ejurnal.undana.ac.id/biotropikal/issue/download/no3/Sesilia%20Marsela%2C%20Vinsensius%20M.%20Ati%2C%20Rony%20S.%20Mauboy>
- Morais, L. C., Souza Sobrinho, F., & Techio, V. H. (2018). Comparative Microsporogenesis between Diploid and Tetraploid Plants of *Brachiaria ruziziensis* and Their Progenies. *South African Journal of Botany*, 119, 258–264. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.09.018>
- Mustami, M. K. (2017). The Formation of Polyploidy on *Cyprinus carpio* Linn Punten Race by Heat Shocking Temperature. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 8(8), 8–11. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000503>
- Okomoda, V. T., Aminath, L., Oladimeji, S. A., Abol-Munafi, A. B., Korede, A. I., Ikhwanuddin, M., Umaru, J. A., Hassan, A., Martins, C. O., & Shahreza, S. M. (2020). First Report on Successful Triploidy Induction in *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Using Electroporation. *Scientific Reports*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59389-2>
- Okomoda, V. T., Olufeagba, S. O., Ataguba, G. A., Solomon, S. G., Oladimeji, S. A., Hassan, A., & Abol-Munafi, A. B. (2021). Tetraploid Induction in *Clarias gariepinus* Using Cold Shock Protocol. *Aquaculture*, 545. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737178>
- Rejlová, L., Chrtek, J., Trávníček, P., Lučanová, M., Vít, P., & Urfus, T. (2019). Polyploid Evolution: The Ultimate Way to Grasp the Nettle. *PLoS ONE*, 14(7), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218389>
- Ruiz, M., Oustric, J., Santini, J., & Morillon, R. (2020). Synthetic Polyploidy in Grafted Crops. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.540894>
- Susilo, R. H., Farikhah, F., & Rahim, A. R. (2018). Analisis Jumlah Kromosom pada Triploidisasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Ras Punten dengan Lama Perendaman Kejut Suhu Panas yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 1(1), 59-64. <https://doi.org/10.30587/jpp.v1i1.295>
- Syahril, A., Carman, O., & Soelistyowati, D. T. (2018). Tetraploidisasi Kejut Suhu Dingin pada Ikan Patin Siam *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) dengan Suhu dan Umur Zigot yang Berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(3), 13-22. <https://dx.doi.org/10.32491/jii.v20i3.528>
- Zhou, L., & Gui, J. (2017). Natural and Artificial Polyploids in Aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*, 2, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2017.04.003>