

## Optimization of Hatching Rate in Zebrafish (*Danio rerio*) Through Aquatic Plant Substrate Combinations

Galih Faadhillah<sup>1</sup>, Rangga Idris Affandi<sup>1\*</sup>, Muhammad Junaidi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

### Article History

Received : February 16<sup>th</sup>, 2026

Revised : March 23<sup>th</sup>, 2026

Accepted : April 15<sup>th</sup>, 2026

\*Corresponding Author:

**Rangga Idris Affandi,**

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Email:

[ranggaidrissaffandi@unram.ac.id](mailto:ranggaidrissaffandi@unram.ac.id)

**Abstract:** Fisheries are an important sector in providing animal protein sources and supporting national food security. The success of fish reproduction is a crucial factor that determines the continuity of production and the sustainability of cultivation businesses. Zebrafish (*Danio rerio*) is a freshwater fish that is often used in biomedical research and reproductive biology due to its fast reproductive cycle, embryo transparency, and ease of maintenance process. The study was conducted for 45 days at Andar Farm Lingsar. The method used was an experimental Completely Randomized Design (CRD) consisting of 6 treatments and 3 replications, resulting in 18 experimental units. The treatments tested were a combination of various types of aquatic plants. The parameters measured included fecundity growth, fertilization rate, hatching rate, and gonadosomatic index. Data analysis was performed using ANOVA. If there were significant differences, Duncan's further test was used to identify significantly different treatments. The results showed that in the fecundity parameter, the Water hyacinth + cabomba substrate type produced the highest fecundity ( $117.6 \pm 13.0$  grains). In terms of Fertilization Rate (FR) and Hatching Rate (HR), the water hyacinth substrate produced the highest FR (79.96%), and HR (62.47%). Meanwhile, the Gonadosomatic Index (GSI) parameter also produced the highest results in the combination of water hyacinth + cabomba (20.4%). Water quality obtained during the study was within the optimal range with a temperature of 25-26 °C, Ph 7, and 6 mg/L.

**Keywords:** Fecundity, Fertilization Rate, Gonadosomatic Index, Hatching Rate, Zebrafish.

### Pendahuluan

Akuakultur merupakan salah satu sektor produksi pangan yang berkembang paling pesat di dunia dan kini menjadi tumpuan utama dalam memenuhi kebutuhan protein hewani bagi populasi global yang terus meningkat. Dalam perspektif ilmu biologi terapan, keberhasilan sistem akuakultur secara fundamental bergantung pada penguasaan prinsip-prinsip reproduksi organisme akuatik, yang mencakup mekanisme fertilisasi, embriogenesis, dan ekologi pemijahan. Reproduksi merupakan proses biologis universal yang menjadi tolok ukur keberlanjutan suatu spesies, baik di habitat alamnya maupun dalam sistem budidaya yang dikelola secara intensif (Permatasari & Sukandar, 2023). Salah satu prinsip terpenting

dalam ekologi dan fisiologi adalah interaksi organisme dengan lingkungannya, yang menegaskan bahwa kondisi fisik dan biologis lingkungan secara langsung memengaruhi keberhasilan proses reproduksi, mulai dari kematangan gonad, perilaku pemijahan, kualitas telur, hingga tingkat penetasan dan kelangsungan hidup larva (Oktaviani *et al.*, 2017).

Dalam pembenihan ikan, substrat pemijahan merupakan salah satu komponen lingkungan yang berperan kritis. Substrat tidak sekadar berfungsi sebagai media fisik tempat telur diletakkan, melainkan juga sebagai elemen biologis yang mempengaruhi perilaku reproduksi indukan, stabilnya kualitas air, serta kondisi inkubasi embrio secara keseluruhan. Substrat yang tepat dapat meminimalisir stres pada indukan, meningkatkan persentase penempelan

telur, dan menciptakan kondisi mikro-habitat yang kondusif bagi perkembangan embrio hingga menetas (Nurhidayat, 2016).

Ikan zebra (*Danio rerio*) adalah spesies ikan air tawar dari famili Cyprinidae yang berasal dari perairan Asia Selatan, banyak ditemukan di Sungai Gangga di India, Bangladesh, Nepal, dan Pakistan. Spesies ikan ini dijadikan sebagai penelitian biomedis, genetika, toksikologi, dan neurobiologi. Keunggulan utamanya terletak pada siklus reproduksi yang cepat, dengan kematangan gonad pada usia 3-4 bulan, kemampuan bertelur periodik hingga 200–300 butir per pemijahan, ikan ini memiliki embrio yang transparan sehingga mudah untuk di observasi perkembangan embrionya, serta adaptabilitas tinggi terhadap kondisi laboratorium maupun kolam budidaya (William, 2017). Secara biologis, ikan zebra termasuk ikan ovipar yang melakukan fertilisasi eksternal, dengan telur-telurnya bersifat adhesif dan secara alami menempel pada substrat vegetasi di sekitar area pemijahan.

Dalam ekosistem alamnya, Ikan Zebra menunjukkan kenyamanan terhadap area bervegetasi lebat dengan substrat halus dan lunak, karena kondisi tersebut memberikan perlindungan bagi telur dari kanibalisme indukan maupun ancaman predator (William, 2017). Tiga tanaman air yang digunakan sebagai substrat pemijahan dalam penelitian ini adalah *Hydrilla* sp., *Cabomba caroliniana*, dan *Eichhornia crassipes* (eceng gondok). *Hydrilla* sp. memiliki tekstur daun yang halus dan batang rimbun yang meminimalkan trauma fisik pada telur, sekaligus mampu meningkatkan oksigen terlarut dan menurunkan total amonia nitrogen (TAN) di perairan (Dwiputra et al., 2021). *Cabomba* memiliki daun lebat dan bercabang kompleks yang menyediakan permukaan penempelan optimal sekaligus ruang perlindungan bagi larva (Ardiansyah et al., 2024). Eceng gondok, dengan akar yang panjang, lembut, rimbun, dan mudah bergerak, menyediakan permukaan penempelan luas sambil memperbaiki kualitas air melalui penyerapan nitrogen, fosfat, dan penurunan nilai COD (Rizmauliana et al., 2023). Selain itu juga parameter kualitas air sebagai parameter penunjang yang memiliki kisaran yang optimal yaitu suhu 26–30°C, pH 7–8, dan oksigen terlarut 5,1-6,2 mg/l menjadikan hal yang penting untuk diperhatikan bagi keberhasilan penetasan, karena

fluktuasi suhu mendadak turun sebesar 5°C saja dapat menginduksi stres fisiologis hingga kematian pada ikan zebra (Khosim et al., 2023).

Meskipun potensi substrat alami telah banyak dikaji, terdapat kesenjangan ilmiah yang signifikan yang perlu diatasi. Penelitian-penelitian terdahulu umumnya menguji efektivitas substrat secara individual dan terpisah. Laila (2020), menjelaskan bahwa keunggulan eceng gondok dalam menghasilkan fertilisasi tinggi karena memiliki sifat yang lentur dan tidak melukai indukan. Afriza et al. (2020) mengidentifikasi *Cabomba* sebagai substrat potensial karena struktur daunnya yang kompleks, sehingga indukan nyaman untuk melakukan pemijahan. Dadiono et al. (2023) dan Dwiputra et al. (2021) menjelaskan bahwa kontribusi *Hydrilla* sp. berpengaruh terhadap reproduksi ikan hias karena memiliki tekstur yang menyerupai lingkungan aslinya. Namun, sejauh ini belum ada penelitian yang secara komprehensif dan sistematis mengkaji efektivitas kombinasi dari ketiga tanaman air tersebut dalam satu rancangan percobaan yang terkontrol.

Kesenjangan ini menimbulkan permasalahan ilmiah yang mendasar, substrat tunggal berpotensi tidak mampu mengakomodasi seluruh kebutuhan biologis ikan zebra secara optimal sekaligus. Substrat yang unggul dalam hal luas permukaan penempelan belum tentu optimal dalam menstabilkan kualitas air, dan sebaliknya. Kombinasi substrat secara hipotetis dapat memberikan manfaat sinergis yang melampaui keunggulan masing-masing substrat secara individual, namun hipotesis ini belum pernah diuji secara empiris. Variabilitas tingkat penetasan yang masih tinggi dalam proses pembenihan mengakibatkan ketidakpastian pasokan benih dan produksi yang signifikan (Putri et al., 2022).

penelitian ini menggunakan pendekatan integratif dan komparatif, yaitu membandingkan enam perlakuan substrat tunggal (*hydrilla* sp., *cabomba*, eceng gondok) maupun kombinasi dua tanaman (*hydrilla*+*cabomba*, *cabomba*+eceng gondok, *hydrilla*+eceng gondok) menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kombinasi tanaman air sebagai substrat pemijahan terhadap fekunditas, *fertilization rate* (FR), *hatching rate* (HR), dan

*gonadosomatic index* (GSI) ikan zebra (*Danio rerio*), sekaligus mengidentifikasi perlakuan substrat yang paling optimal sebagai rekomendasi praktis bagi pembudidaya dan peneliti selanjutnya.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan selama 45 hari (5 November sampai 19 Desember 2025) di Andar Farm, Desa Peteluan Indah, Kecamatan Lingsar, Lombok Barat.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan saat pelaksanaan penelitian ini terdiri dari alat tulis, Cutter/gunting, Handphone, pH meter, Mikroskop, Senter, Toples. Dan bahan yaitu Air Tawar, Cabomba, Eceng gondok, *Hydrilla*, Ikan zebra.

### Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Perlakuan yang akan diuji cobakan sebagai berikut :

P1: *Hydrilla*

P2: Cabomba

P3: Eceng gondok

P4: *Hydrilla* dan Cabomba

P5: Eceng gondok dan Cabomba

P6: *Hydrilla* dan Eceng gondok

### Prosedur Penelitian

#### a. Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan

Persiapan wadah pemeliharaan Ikan Zebra menggunakan toples yang berukuran 10 liter air. Dimulai dengan membersihkan toples dengan menggunakan sabun dan spons lalu digosokkan hingga bersih kemudian dibilas dengan air tawar dan dikeringkan, setelah dikeringkan dimasukkan air tawar secukupnya dan dimasukkan garam untuk mensterilkan air sebelum digunakan, air didiamkan selama satu hari satu malam. Adapun sistem aerasi dipasang untuk menjaga kualitas air dan menyediakan oksigen yang cukup bagi larva.

#### b. Persiapan Hewan Uji

Indukan ikan zebra yang digunakan pada penelitian ini diambil dari kolam budidaya yang telah dipelihara di Andar Aarm selama kurang lebih 3-6 bulan dan memijah. Setelah itu indukan ikan zebra dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan untuk mengevaluasi kemampuan mereka untuk bertelur dan menempelkan telurnya pada substrat yang telah disediakan. Adapun frekuensi indukan yang digunakan untuk keberhasilan sebuah pemijahan yaitu 2:1, yang artinya jantan 2 ekor dan betina 1 ekor.

#### c. Persiapan Media Pembuatan Substrat

Prosedur penelitian untuk mempersiapkan media penempelan telur ikan zebra dimulai dengan pemilihan bahan-bahan yang tepat. Adapun bahan-bahannya yaitu tanaman cabomba, *hydrilla*, dan eceng gondok, bahan-bahan tersebut didapatkan dari kolamnya andar farm yang tumbuh pada kolam tersebut, kecuali tanaman cabomba yang didapatkan dengan cara membeli di pasar rembiga, Kota Mataram.

1. Pertama, disiapkan cabomba dan eceng gondok
2. Selanjutnya, bersihkan cabomba, eceng gondok, dan *hydrilla* kemudian potong cabomba dan *hydrilla* dengan ukuran 6 cm sebanyak 18 batang
3. Dimasukkan kedalam toples yang sudah steril, didiamkan selama 24 jam
4. Penempatan substrat diatur sedemikian rupa sehingga tersusun rapi di dalam toples.

### Parameter penelitian

#### Fekunditas

Fekunditas adalah kemampuan reproduksi ikan betina dalam menghasilkan jumlah telur yang siap dilepaskan saat pemijahan, sering diukur sebagai indikator potensi produksi benih ikan (Manurung *et al.*, 2022).

$$F = \frac{Wg}{Ws} \times fs$$

Keterangan :

F : Fekunditas

Wg : Berat total gonad (g)

Ws : Berat sampel gonad (g)

Fs : Jumlah telur dalam sampel gonad (butir)

### Fertilization Rate (FR)

*Fertilization Rate* (FR) atau bisa juga disebut dengan derajat pembuahan telur merupakan persentase telur yang terbuahi dari jumlah telur yang dikeluarkan pada saat proses pemijahan (Nurhayati *et al.*, 2022).

$$FR = \frac{\text{Jumlah telur yang terbuahi}}{\text{jumlah total telur}} \times 100\%$$

### Hatching Rate (HR)

*Hatching Rate* adalah jumlah telur yang menetas. Penetasan telur dapat disebabkan oleh perubahan suhu, intensitas cahaya dan kadar oksigen terlarut (Fauzan *et al.*, 2018). Rumusnya sebagai berikut:

$$HR = \frac{\text{Jumlah Telur Menetas}}{\text{Jumlah Telur Keseluruhan}} \times 100\%$$

Keterangan:

HR = daya tetas telur

### Gonadosomatic Index (GSI)

*Gonadosomatik Index* (GSI) dihitung berdasarkan perbandingan bobot dengan bobot ikan uji (Syarif *et al.*, 2021).

$$GSI (\%) = \frac{Bg}{Bt} \times 100\%$$

Keterangan :

GSI = Indeks kematangan gonad

Bg = Berat gonad

Bt = Berat tubuh ikan

### Kualitas Air

**Tabel 1.** Kisaran kualitas air

No	Nama	satuan	Alat ukur	Optimal
1	Suhu	°C	Termometer	25°C-30°C (Putri <i>et al.</i> , 2022)
2	pH	-	pH meter	6,5–8 (Rahman <i>et al.</i> , 2021)
3	DO	mg/L	DO meter	5,1-6,2 mg/L (Fauzan <i>et al.</i> , 2024)

### Analisis Data

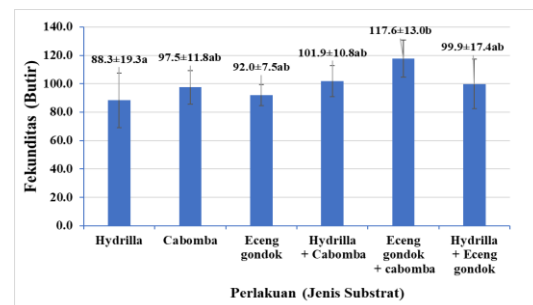
Hasil data penelitian dianalisis dengan analisis ANOVA pada taraf kepercayaan 95%. Apabila hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan akan dilanjutkan pada uji lanjut Duncan dengan menggunakan SPSS versi 25.

### Hasil dan Pembahasan

#### Hasil

#### Fekunditas

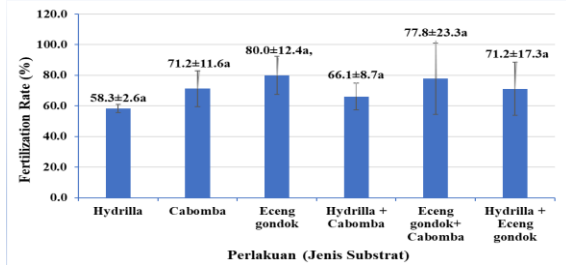
Fekunditas ikan zebra tertinggi terdapat pada perlakuan P5 (eceng gondok+cabomba) dengan nilai 117.6 butir, diikuti P4 (*hydrilla*+cabomba) sebesar 101.9 butir, P6 (*hydrilla*+eceng gondok) 99.9 butir, P2 (cabomba) 97.5 butir, P3 (eceng gondok) 92.0 butir, sementara itu fekunditas terendah pada P1 (*hydrilla*) yaitu 88.3 butir. Lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Fekunditas

#### Fertilization Rate (FR)

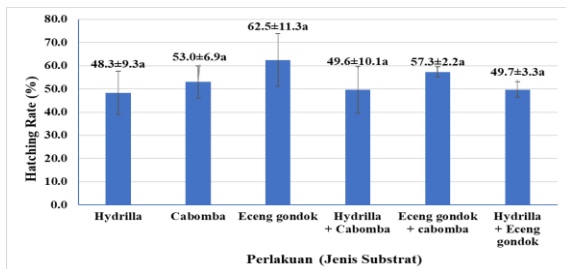
*Fertilization rate* ikan zebra tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (eceng gondok) dengan nilai 80%, diikuti P5 (eceng gondok+cabomba) dengan nilai 77,8%, diikuti P2 (cabomba) 71,2%, dan P6 (*hydrilla*+eceng gondok) 71,2% kemudian P4 (*hydrilla*+cabomba) sebesar 66,1%, sementara itu FR terendah pada P1 (*hydrilla*) yaitu 58,3%. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fertilization rate (FR)

### Hatching Rate (HR)

Hatching rate ikan zebra tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (eceng gondok) dengan nilai 62,5%, diikuti P5 (eceng gondok+cabomba) dengan nilai 57,3%, diikuti P2 (cabomba) 53,0%, dan P4 (hydrilla+cabomba) sebesar 49,6%, kemudian P6 (hydrilla+eceng gondok) 49,7% sementara itu FR terendah pada P1 (hydrilla) yaitu 48,3%.



Gambar 3. Hatching rate (HR)

Tabel 2. Nilai kualitas air

Parameter	Nilai	Kisaran optimal	Sumber
Suhu	25-26°C	25-30°C	(Putri et al., 2022)
pH	7	6,5-8	(Rahman et al., 2021)
DO	6 mg/L	5,1-6,2 mg/L	(Fauzan et al., 2024)

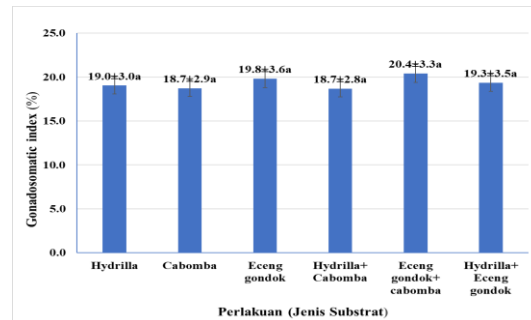
## Pembahasan

### Fekunditas

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan selama 45 hari menunjukkan bahwa penggunaan jenis substrat tanaman air berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap fekunditas ikan zebra (*Danio rerio*) yang dimana *hydrilla*  $88.3 \pm 19.3a$ , *cabomba*  $97.5 \pm 11.8ab$ , *eceng gondok*  $92.0 \pm 7.5ab$ , kombinasi *hydrilla* & *cabomba*  $101.9 \pm 10.8ab$ , kombinasi *eceng gondok* & *cabomba*  $117.6 \pm 13.0b$ , dan kombinasi *hydrilla* & *eceng gondok*  $99.9 \pm 17.4ab$  (gambar 1). Substrat kombinasi *eceng gondok* (*Eichhornia crassipes*) dan *cabomba* (*Cabomba caroliniana*) menunjukkan fekunditas tertinggi dibandingkan substrat tunggal dan kombinasi substrat lainnya. sejalan dengan penelitian yang

### Gonadosomatic Index (GSI)

Gonadosomatic Index ikan zebra tertinggi terdapat pada perlakuan P5 (eceng gondok+cabomba) dengan nilai 20,4%, diikuti P3 (eceng gondok) 19,8%, , P6 (*hydrilla*+*eceng gondok*) 19,3%, P1 (*hydrilla*) 19,0%, sementara itu Gonadosomatic Index terendah pada P4 (*hydrilla*+*cabomba*) dan P2 (*cabomba*) yaitu 18,7%.



Gambar 4. Gonadosomatic index (GSI)

### Kualitas Air

Nilai kualitas air yang didapatkan selama 45 hari masa pemeliharaan terlampir pada Tabel 2.

dilakukan oleh Wafer et al., (2016) yang menyatakan bahwa adanya rekayasa lingkungan (*environmental enrichment*) berupa tanaman dalam kontainer atau bak pemijahan dapat meningkatkan fertilitas dan fekunditas ikan zebra.

Kombinasi *eceng gondok* dan *cabomba* memiliki kelebihan karakteristik yang berbeda akan tetapi kombinasi tanaman ini saling melengkapi. *Eceng gondok* sebagai tanaman mengapung memiliki sistem akar yang panjang, berbulu, dan berwarna ungu-kehitaman Ilhamdi et al. (2021). Akar *eceng gondok* dapat memberikan perlindungan yang optimal bagi telur dari predasi dan tubuh indukan ikan tidak terluka. Sementara itu, *cabomba* memiliki daun yang halus dan bercabang-cabang, menyediakan permukaan penempelan tambahan di bagian bawah kolom air. Kombinasi *eceng gondok* dan

cabomba menciptakan mikrohabitat ganda sehingga dapat meningkatkan area penempelan telur. Hoo *et al.* (2016) menjelaskan bahwa performa reproduksi ikan zebra dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti kepadatan ikan, serta keberadaan substrat seperti tanaman akuatik.

Kemampuan eceng gondok dalam memperbaiki kualitas air juga berkontribusi pada peningkatan fekunditas. Menurut Murphy (2018), eceng gondok memiliki kapasitas tinggi untuk menyerap nitrogen dan fosfor dari kolom air, yang dapat meningkatkan kualitas air dan mengurangi tingkat amonia yang berbahaya. Kondisi kualitas air yang lebih baik mendukung kesehatan fisiologis induk ikan pada saat meningkatkan produksi telur Longkumer *et al.* (2024) menjelaskan bahwa kondisi lingkungan optimal dan ketersediaan substrat pemijahan yang sesuai sangat penting untuk memaksimalkan produksi telur dalam kondisi optimal.

#### **Fertilization Rate (FR)**

Hasil yang didapat pada saat penelitian menunjukkan bahwa *hydrilla*  $58.3 \pm 2.6a$ , cabomba  $71.2 \pm 11.6a$ , eceng gondok  $80.0 \pm 12.4a$ , kombinasi *hydrilla* & cabomba  $66.1 \pm 8.7a$ , kombinasi eceng gondok & cabomba  $77.8 \pm 23.3a$ , dan kombinasi *hydrilla* & eceng gondok  $71.2 \pm 17.3a$  (gambar 2). Substrat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menghasilkan tingkat pembuahan FR (*fertilization rate*) tertinggi dibandingkan dengan substrat lainnya. Tingkat pembuahan merupakan proporsi telur yang berhasil dibuahi dari total telur yang dihasilkan selama pemijahan. Pada ikan zebra, pembuahan terjadi secara eksternal di mana betina melepaskan telur dan jantan melepaskan sperma secara bersamaan di lingkungan perairan.

Keunggulan eceng gondok dalam meningkatkan tingkat pembuahan dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme. Pertama, sistem akar eceng gondok yang panjang dan berbulu menciptakan jalur aliran air yang kompleks yang memfasilitasi dispersi dan kontak antara gamet. Menurut Hoo *et al.* (2016) Ikan zebra jantan menghasilkan jejak sperma (*sperm trails*) pada permukaan substrat, di mana sperma tertanam dalam mukosubstansi yang disekresikan oleh vesikula seminalis. Struktur akar eceng gondok yang kompleks menyediakan

permukaan yang lebih luas untuk penempelan jejak sperma, meningkatkan durasi viabilitas sperma dalam kolom air.

Eceng gondok memiliki kemampuan untuk menstabilkan kondisi fisiko-kimia air melalui kemampuan fitoremediasi. Penelitian yang dilaksanakan oleh Murphy (2018) menunjukkan bahwa eceng gondok dapat menyerap nutrisi yang berlebihan dan mengurangi tingkat amonia dalam air. Kondisi kualitas air yang lebih baik mendukung viabilitas dan motilitas sperma, yang merupakan faktor krusial dalam keberhasilan fertilisasi. Longkumer *et al.* (2024) menjelaskan bahwa kondisi kualitas air optimal sangat mempengaruhi keberhasilan pembuahan pada ikan zebra.

Struktur mikrohabitat yang diciptakan oleh akar eceng gondok mengurangi guncangan air yang berlebihan, menciptakan zona tenang di mana telur dan sperma memiliki waktu kontak yang lebih lama. Kossack *et al.* (2024) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa metodologi riset fertilitas ikan zebra menyatakan bahwa tingkat fertilitas dipengaruhi oleh kualitas gamet dan kondisi lingkungan mikro saat pemijahan. Zona tenang yang diciptakan oleh substrat eceng gondok memberikan kondisi ideal untuk interaksi gamet. Berdasarkan dari hasil penelitian terdahulu juga menjelaskan tentang *fertilization rate* yang menggunakan substrat alami dan hasil yang baik.

#### **Hatching Rate (HR)**

Sejalan dengan tingkat pembuahan, hasil penelitian ini juga menunjukkan hasil pada substrat *hydrilla*  $48.3 \pm 9.3a$ , cabomba  $53.0 \pm 6.9a$ , eceng gondok  $62.5 \pm 11.3a$ , kombinasi *hydrilla* & cabomba  $49.6 \pm 10.1a$ , kombinasi eceng gondok & cabomba  $57.3 \pm 2.2a$ , dan kombinasi *hydrilla* & eceng gondok  $49.7 \pm 3.3a$  (gambar 3). Substrat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menghasilkan tingkat penetasan HR (*hatching rate*) tertinggi. Keberhasilan penetasan yang tinggi pada substrat eceng gondok berkaitan erat dengan kemampuan tanaman ini dalam menciptakan dan memelihara kondisi lingkungan yang optimal untuk perkembangan embrio. Sistem akar eceng gondok yang panjang dan berbulu memberikan perlindungan fisik terhadap telur dari gangguan mekanis dan predasi. Ilhamdi *et al.* (2021) menjelaskan bahwa struktur akar

eceng gondok yang kompleks menciptakan zona perlindungan yang efektif bagi telur dan embrio berkembang.

Faktor penting lainnya adalah kemampuan eceng gondok dalam mengatur kondisi kualitas air di sekitar telur. Menurut Murphy (2018), eceng gondok dapat menyerap senyawa nitrogen dan fosfor berlebih yang dapat mengganggu perkembangan embrio. Pengurangan konsentrasi amonia dan nitrit sangat penting karena senyawa-senyawa ini bersifat toksik bagi embrio ikan dan dapat menyebabkan kegagalan penetasan. Penelitian oleh Longkumer *et al.* (2024) menjelaskan bahwa parameter kualitas air dapat mendukung tingkat penetasan yang optimal.

Eceng gondok memiliki kemampuan untuk meningkatkan oksigenasi air sehingga dapat mendukung keberhasilan penetasan telur, ketersediaan oksigen yang cukup sangat penting untuk metabolisme embrio selama perkembangan. Alves *et al.* (2024) menjelaskan bahwa embrio ikan memiliki sensitivitas yang bervariasi terhadap kadar oksigen terhadap berbagai tahap perkembangan, dengan periode gastrulasi sebagai tahap yang paling sensitif. Struktur mikrohabitat yang diciptakan oleh eceng gondok juga membantu menstabilkan suhu di sekitar telur. Lapisan tanaman mengapung mengurangi fluktuasi suhu akibat paparan cahaya matahari langsung atau perubahan suhu udara. Menurut Tseng *et al.* (2017), stabilitas suhu merupakan faktor penting yang mempengaruhi tingkat penetasan dan waktu yang dibutuhkan untuk menetas. Suhu yang stabil dalam kisaran optimal 26-28°C untuk ikan zebra memastikan perkembangan embrio berlangsung normal dan seragam.

Kemampuan eceng gondok untuk mengurangi pertumbuhan patogen juga berkontribusi pada tingginya tingkat penetasan. Ilhamdi *et al.* (2021) menjelaskan bahwa eceng gondok memiliki sifat antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur patogen dalam air. Pengurangan beban patogen sangat penting karena telur ikan sangat rentan terhadap infeksi jamur terutama (*Saprolegnia* spp.) yang dapat menyebabkan kematian embrio sebelum menetas.

### **Gonadosomatic Index (GSI)**

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada saat penelitian terdapat *hydrilla* 19.0±3.0a,

cabomba 18.7±2.9a, eceng gondok 19.8±3.6a, kombinasi *hydrilla* & cabomba 18.7±2.8a, kombinasi eceng gondok & cabomba 20.4±3.3a, dan kombinasi *hydrilla* & eceng gondok 19.3±3.5a (gambar 4). Nilai GSI tertinggi pada substrat kombinasi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan cabomba (*Cabomba caroliniana*) menunjukkan bahwa ikan betina mengalami akumulasi massa gonad yang optimal, yang memiliki persentase 20,4% lebih tinggi dibandingkan substrat tunggal dan substrat kombinasi yang lainnya menurut Putra *et al.* (2020) menjelaskan bahwa pertumbuhan berat gonad pada induk betina akan terus meningkat mulai dari 10% hingga 25%, keadaan ini akan terus berlanjut hingga ikan tersebut memijah. Selain itu juga hal ini dipengaruhi oleh kombinasi substrat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan cabomba (*Cabomba caroliniana*) menyediakan lingkungan yang stabil dengan perlindungan fisik dan peningkatan kualitas air sejalan dengan pendapat Hadisaputra, (2024) proses kematangan gonad pada ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jenis kelamin, umur, ukuran dan sifat fisiologis pada ikan tersebut selain itu juga lingkungan sering dijadikan perhatian khusus dalam mempengaruhi kematangan gonad pada ikan.

Faktor lain juga yang mempengaruhi tingginya persentase GSI pada substrat kombinasi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan cabomba (*Cabomba caroliniana*) adalah kemampuan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memberikan lapisan apung yang meningkatkan oksigenasi dan mengurangi paparan cahaya langsung pada gonad, sehingga energi tubuh ikan lebih banyak dialokasikan untuk pertumbuhan ovarium atau testis daripada adaptasi lingkungan, sedangkan Kombinasi dengan cabomba (*Cabomba caroliniana*) yang memiliki daun halus dan batang fleksibel, menciptakan mikrohabitat yang meniru perairan alami, Suhendra *et al.* (2017) faktor yang mempengaruhi proses pematangan gonad pada ikan yaitu suhu, sinar matahari, dan tumbuhan yang ada pada lingkungannya tersebut.

Penggunaan substrat ini tidak hanya memaksimalkan GSI melalui pengurangan mortalitas gonad akibat infeksi atau predasi, tetapi juga mendukung siklus reproduksi berkelanjutan, nilai tertinggi GSI pada kombinasi ini menandakan efisiensi energi ikan yang tinggi,

di mana dapat menghasilkan fekunditas yang optimal menurut Sartika *et al.* (2015) semakin bertambah berat gonad pada ikan maka fekunditas akan semakin besar. Oleh karena itu gonadosomatik index sangat berkaitan erat dengan fekunditas pada ikan.

### Kualitas Air

Dalam pemeliharaan ikan zebra (*Danio rerio*), kualitas air merupakan faktor krusial yang mendukung pertumbuhan serta kelangsungan hidup spesies ini. Dari hasil pengukuran pada saat penelitian menunjukkan bahwa suhu air selama penelitian berkisar antara 25-26°C, berada dalam kisaran optimal 25-30°C untuk pemeliharaan ikan zebra. Suhu merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting dalam kegiatan budidaya ikan karena suhu berpengaruh terhadap proses fisiologis dan kimiawi ikan, dan apabila suhu mengalami perubahan secara drastis maka akan menyebabkan ikan stres (Dewantari *et al.*, 2024). Putu *et al.* (2024) menjelaskan juga bahwa interaksi antara suhu dan pertumbuhan ikan menunjukkan hubungan yang signifikan, sehingga pemantauan suhu secara konsisten sangat penting dalam budidaya ikan.

Nilai pH yang terukur selama penelitian adalah 7,0, berada tepat di tengah kisaran optimal 6,5-8,0 yang direkomendasikan untuk budidaya ikan zebra. Menurut Dewantari *et al.* (2024). Fungsi dari pH adalah sebagai sistem penyangga keseimbangan senyawa kimia di perairan. pH yang stabil sangat penting karena berkaitan erat dengan efisiensi bakteri nitrifikasi dalam sistem biofilter. Dalam konteks penelitian ini, pH yang netral 7,0 memberikan kondisi optimal untuk semua proses biologis yang terlibat dalam reproduksi ikan zebra, dari pematangan gonad hingga penetasan telur. Putu *et al.* (2024) menjelaskan Interaksi antara pH dan pertumbuhan ikan didominasi oleh hubungan positif/kuat, menunjukkan bahwa pemeliharaan pH dalam kisaran optimal sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan.

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang diukur selama penelitian adalah 6 mg/L, berada dalam kisaran optimal 5,1-6,2 mg/L dan bahkan sedikit di atas kisaran tersebut (Fauzan *et al.*, 2024). Oksigen terlarut merupakan parameter kritis karena ikan bergantung pada oksigen yang terlarut dalam air untuk respirasi. Menurut

Dewantari *et al.* (2024), kandungan oksigen terlarut yang rendah akan diikuti meningkatnya kadar amonia dan karbondioksida dalam air sehingga mengakibatkan proses nitrifikasi terhambat dan berdampak pada kelulushidupan ikan. Konsentrasi DO yang baik sangat penting untuk kelangsungan hidup ikan, karena oksigen yang cukup mendukung proses metabolisme dan kesehatan ikan secara keseluruhan (Humairah *et al.*, 2024). Ketersediaan oksigen yang memadai sangat penting untuk semua fungsi metabolik, termasuk pertumbuhan, reproduksi, dan respons imun. Dalam sistem resirkulasi, konsentrasi oksigen terlarut dapat berkurang karena respirasi ikan, dekomposisi bahan organik, dan aktivitas bakteri nitrifikasi.

### Kesimpulan

Kombinasi Eceng gondok + Cabomba (P5) adalah substrat terbaik untuk fekunditas ( $117,6 \pm 13,0$  butir) dan pematangan gonad (GSI tertinggi 20,4%), karena pada kombinasi substrat ini memiliki mikrohabitat ganda, memperluas area penempelan telur, dan mendukung kematangan gonad secara optimal. Pada perlakuan Eceng gondok (P3) adalah substrat terbaik untuk tingkat pembuahan (FR) yang mendapatkan nilai (79,96%) dan tingkat penetasan (HR) mendapatkan nilai (62,47%), karena substrat eceng gondok memiliki akar yang rimbun menjaga kualitas air, meningkatkan oksigenasi, dan memiliki sifat antimikroba yang melindungi telur dari jamur. Selain itu juga kualitas air yang didapatkan pada saat penelitian berkisar suhu 25-26°C, pH 7, DO 6 mg/L.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bantuan, saran, bimbingan dan dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian, program studi yang menyediakan sarana dan prasarana serta semua pihak yang membantu penelitian ini.

### Referensi

Afriza, H., Mukarlina, & Rousdy, D. W. (2020). Pengaruh tumbuhan kabomba (*Cabomba aquatica* Aubl) limbah cair laboratorium kimia FMIPA Untan. *Protobiont*, 12(1),

- 18–  
22. <https://journal.uui.ac.id/JSTL/article/view/13746>
- Alves, L., Finstad, B., Elling, K., & Kj, E. (2024). Embryonic development and sensitive stages of Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs. *Aquaculture*, 579(October 2023). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740281>
- Ardiansyah, A., Setiawan, A., Rohmah, M. F., Khasanah, M. L. N., Kharomah, S., Sari, Y. C., & Fardhani, I. (2024). Keanekaragaman ikan dan tumbuhan air tawar di Sumber Gentong, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 9(2), 172–182. <https://doi.org/10.24002/biota.v9i2.6649>
- Arunde, E., Sinjal, H. J., & Monijung, R. D. (2016). Pengaruh penggunaan substrat yang berbeda terhadap daya tetas telur dan sintasan hidup larva ikan lele sangkuriang (*Clarias sp.*). *Jurnal Budidaya Perairan*, 4(1), 7–15. <https://doi.org/10.35800/bdp.4.1.2016.12318>
- Dadiono, M. S., Kasprijo, K., Wijaya, R., Santoso, M., Ma'haudis, A., Yoka, A., Putri, N. M., Faidlurrahman, F., & Umoro, J. A. (2023). Teknik budidaya ikan guppy HB Gold (*Poecilia reticulata*) skala rumah tangga dengan substrat yang berbeda. *Maiyah*, 2(1), 17. <https://doi.org/10.20884/1.maiyah.2023.2.1.8190>
- Dewantari, F. M., Chilmawati, D., & Subandiyono, S. (2024). Pengaruh tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial terhadap kecerahan ikan zebra (*Danio rerio*). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 8(2), 193–205. <https://doi.org/10.14710/sat.v8i2.22421>
- Dwiputra, B. P., Harwanto, D., & Samidjan, I. (2021). Pengaruh penggunaan *Hydrilla verticillata* sebagai fitoremediator terhadap kualitas air dan pertumbuhan ikan manfish (*Pterophyllum scalare*) pada sistem resirkulasi. *Sains Akuakultur Tropis*, 5(2), 223–235. <https://doi.org/10.14710/sat.v5i2.11603>
- Fauzan, A. L., Budiardi, T., Effendi, I., Diatin, I., Hadiroseyani, Y., & Dewi, N. N. (2024). Analisis produksi dan distribusi pembenihan ikan koi (*Cyprinus carpio*) berdasarkan sebaran kualitas seleksi di Omah Koi Farm Indonesia. *Berita Biologi*, 23(1), 103–114. <https://doi.org/10.55981/beritabiologi.2024.905>
- Hadisaputra, M. A. U. T. (2024). Tingkat kematangan gonad dan indeks gonadosomatik beberapa jenis ikan laut di Pasar Ciroyom, Kecamatan Andir, Kota Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia*, 1(2), 833–839. <https://conference.ut.ac.id/index.php/saintek/article/view/2725>
- Hoo, J. Y., Kumari, Y., Shaikh, M. F., Hue, S. M., & Goh, B. H. (2016). Zebrafish: A versatile animal model for fertility research. *BioMed Research International*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9732780>
- Humairah, N., Adnan, R. R., Utami, P. N., & Penang, C. (2024). Faktor yang mempengaruhi homeostasis pada tubuh ikan: Sebuah tinjauan literatur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 26(2), 232–238. <https://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/article/view/972>
- Ilhamdi, Laelani, A., & As, A. P. (2021). Pengaruh media pemijahan yang berbeda terhadap kelangsungan hidup larva mas koki oranda (*Carassius auratus*) di hatchery ikan hias SUPM Pariaman. *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 5(1), 27–31. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jisa>
- Khosim, N., Latuconsina, H., & Suhada, R. A. (2023). Perkembangan embrio dan rasio penetasan telur ikan zebra *Danio rerio* (Hamilton, 1822) di Instalasi Perikanan Budidaya Puntan Batu. *JUSTE (Journal of Science and Technology)*, 3(2), 152–165. <https://doi.org/10.51135/justevol3issue2page152-165>
- Kossack, M. E., Bowie, K., Tian, L., & Plavicki, J. S. (2024). Building methodological consensus to ensure rigor and reproducibility in zebrafish fertility research. *Aquatic Toxicology*, 269, 106930. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2024.106930>

- Laila, K., & Purwasih, J. (2020). Pengaruh substrat yang berbeda terhadap pemijahan ikan mas koki oranda (*Carassius auratus* Linnaeus). *Jurnal Pionir LPPM Universitas Asahan*, 6(2), 319–328.
- Longkumer, S., Jamir, A., & Pankaj, P. P. (2024). Maintenance and breeding of zebrafish under laboratory conditions for animal research. *Agricultural Reviews*, 1–5. <https://doi.org/10.18805/ag.D-5599>
- Manurung, V. R., Siregar, R. F., Hasibuan, J. S., & Mujtahidah, T. (2022). Studi pengamatan pemijahan metode semi alami parameter fekunditas, pembuahan, daya tetas telur dan sintasan larva ikan koi (*Cyprinus carpio*) di Desa Perbarakan, Deli Serdang. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 1(1), 1–6. <https://talenta.usu.ac.id/aquacoastmarine/article/view/8610>.
- Murphy, A. M. V., & Burgess, R. (2018). Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review. *Freshwater Biology*, 54(2), 282–298. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02294.x>
- Nigel, C., Syafridiman, S., & Pamukas, N. A. (2024). Pengaruh biomassa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap perubahan parameter kimia air gambut kolam ikan lele lokal (*Clarias batrachus*). *South East Asian Aquaculture*, 1(2), 34–45. <https://doi.org/10.61761/seaqu.1.2.34-45>
- Nurhayati, D., Hastuti, S., & Dwiastuti, S. A. (2022). Performa reproduksi ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan strain berbeda. *Sains Akuakultur Tropis*, 6(1), 96–106. <https://doi.org/10.14710/sat.v6i1.13009>
- Nurhidayat. (2016). Manipulasi lingkungan untuk pemijahan ikan hias rasbora (*Argyrotaenia* sp) di wadah terkontrol. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 2(1), 46–55. <https://doi.org/10.53676/jism.v2i1.20>
- Oktaviani, L., Basuki, F., & Agung, N. R. (2017). Pengaruh perendaman hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda terhadap daya tetas telur, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup larva ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6, 110–119. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/20487>
- Permatasari, S. D., & Sukandar, A. (2023). Pertumbuhan dan aspek reproduksi ikan petek (*Leiognathus equulus*) yang didaratkan di TPI Tanggul Malang Kendal. *Jurnal Pasir Laut*, 6(1), 43–49. <https://doi.org/10.14710/jpl.2022.52487>
- Putra, W. K. A., Yulianto, T., Miranti, S., Zulpikar, & Ariska, R. (2020). Tingkat kematangan gonad, gonadosomatik indeks dan hepatosomatik indeks ikan sembilang (*Plotosus* sp.). *Jurnal Biologi Tropis*, 8(1), 1–9. <https://www.academia.edu/download/71715253/pdf.pdf>
- Putri, L. A., Cokrowati, N., & Lestari, P. D. (2022). Hatching rate of koi fish (*Cyprinus carpio*) eggs on different types of substrates. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 947–953. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i3.3962>
- Putu, N., Kusuma, D., Tangguda, S., & Lau, J. R. (2024). Analisis kualitas air dan hubungannya dengan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada padat tebar berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(2), 256–267. <http://www.jurnalpertanianumpar.com/index.php/jgt/article/view/1219>.
- Rahman, A. K., Pinandoyo, P., Hastuti, S., & Nurhayati, D. (2021). Pengaruh tepung *Spirulina* sp. pada pakan terhadap performa warna ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Sains Akuakultur Tropis*, 5(2), 116–127. <https://doi.org/10.14710/sat.v5i2.10759>
- Rizmauliana, F., Waluyo, W., & Tartila, S. S. Q. (2023). Peningkatan penetasan telur ikan koki (*Carassius auratus*) menggunakan eceng gondok (*Pontederia crassipes*) pada pemijahan induk. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.35308/ja.v7i1.7516>
- Sartika, D., Putra, R. M., & Windarti. (2015). A study on reproductive biology of *Osteochilus wandersii* from the Rokan Kiri River, Rokan Hulu Regency, Riau Province. *Student Journal of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University*, 1–13.

<https://www.neliti.com/publications/200456/a-study-on-reproductive-biology-of-osteochilus-wandersii-from-the-rokan-kiri-riv>.

- Suhendra, C., Utami, E., & Umroh. (2017). Biologi reproduksi ikan keperas (*Cyclocheilichthys apogon*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 11, 1–11. <https://journal.ubb.ac.id/akuatik/article/view/208>
- Syarif, A. F., Putri, D. F. A., & Robin. (2021). Maturation induction of female brilliant rasbora (*Rasbora einthovenii*) using GnRH analog + anti dopamine hormone through feed. *Jurnal Sains Akuakultur*, 5(1), 22–33.
- Tseng, M., Yang, D., & Yen, T. (2017). Comparative study on hatching rate, survival rate, and feminization of *Onychostoma barbatulum* (Pellegrin, 1908) at different temperatures and examining sex change by gonad and karyotype analyses. *Zoological Studies*, 16, 1–9. <https://doi.org/10.6620/zs.2017.56-16>
- Wafer, L. N., Jensen, V. B., Whitney, J. C., Gomez, T. H., Flores, R., & Goodwin, B. S. (2016). Effects of environmental enrichment on the fertility and fecundity of zebrafish (*Danio rerio*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 55(3), 291–294.
- William, W. (2017). Ikan zebra (*Danio rerio*) dan kegunaannya dalam penelitian fisiologi. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 23(64), 41–46. <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v23i64.1575>