

Respons Penetasan Telur, Perkembangan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*) Terhadap Salinitas Berbeda

¹Dimas Hardyan Aljufri, ²Isriansyah, dan ¹Andi Nikhlani

¹Program Studi Akuakultur, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl.Gunung Tabur, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

²Kepala Laboratorium Kolam Percobaan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Jl.Gunung Tabur, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

²e-mail korespondensi: isriansyah@fpik.unmul.ac.id

Abstract. Giant gourami (*Osphronemus goramy*) is an important freshwater aquaculture commodity with high economic value. The success of hatchery production is strongly influenced by environmental conditions, including water salinity, which is associated with osmoregulatory balance and physiological processes during the embryonic and larval stages. This study aimed to analyze the effects of water salinity on hatching time, hatching rate, development, growth, and survival of gourami larvae. An experimental method was employed using a Completely Randomized Design (CRD) with four salinity treatments: 0 ppt, 2 ppt, 4 ppt, and 6 ppt, each with three replicates. A total of 100 eggs were used in each experimental unit. The observed parameters included hatching time, hatching rate, duration and rate of yolk-sac absorption, total length growth, and larval survival. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that salinity significantly affected hatching time and hatching rate ($P < 0.05$). The 2 ppt treatment resulted in the fastest hatching time (29.30 h) and the highest hatching rate (72.67%). Salinity levels of 0–6 ppt had no significant effects on yolk-sac absorption duration or rate, total length growth, or larval survival ($P > 0.05$). The highest growth was observed at 2 ppt, reaching 18.51 mm, while survival ranged from 98.33% to 100.00%. Therefore, a salinity level of 2 ppt has potential for application during gourami egg incubation to support hatching success..

Keywords: Giant Gourami, Hatching Rate, Larval Development, Salinity, Survival Rate

Abstrak. Ikan gurami (*Osphronemus goramy*) merupakan salah satu komoditas penting dalam budidaya perikanan air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Keberhasilan pembenihan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, salah satunya salinitas media yang berkaitan dengan keseimbangan osmotik dan proses fisiologis pada fase embrio dan larva. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh salinitas media terhadap lama waktu penetasan, daya tetas telur, perkembangan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup larva ikan gurami. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan salinitas, yaitu 0 ppt, 2 ppt, 4 ppt, dan 6 ppt, masing-masing dengan tiga ulangan. Sebanyak 100 telur digunakan pada setiap unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi lama waktu penetasan, daya tetas, lama dan laju penyerapan kuning telur, pertumbuhan panjang total, serta kelangsungan hidup larva. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh nyata terhadap lama waktu penetasan dan daya tetas telur ($P < 0,05$). Salinitas 2 ppt menghasilkan waktu penetasan tercepat sebesar 29,30 jam dan daya tetas tertinggi sebesar 72,67%. Salinitas 0–6 ppt tidak berpengaruh nyata terhadap lama maupun laju penyerapan kuning telur, pertumbuhan panjang total, dan kelangsungan hidup larva ($P > 0,05$). Pertumbuhan tertinggi diperoleh pada 2 ppt sebesar 18,51 mm, sedangkan kelangsungan hidup berkisar 98,33–100,00%. Dengan demikian, salinitas 2 ppt berpotensi diterapkan pada fase inkubasi telur ikan gurami untuk mendukung keberhasilan penetasan.

Kata kunci: Daya Tetas, Ikan Gurami, Kelangsungan Hidup, Perkembangan Larva, Salinitas

PENDAHULUAN

Ikan gurami (*Osphronemus goramy*) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar asli Asia Tenggara yang telah berkembang luas di Indonesia dan tersebar di berbagai wilayah, termasuk Pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan (Dewi *et al.*, 2024). Ikan gurami memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan menjadi salah satu komoditas penting dalam kegiatan budidaya perikanan air tawar karena memiliki permintaan pasar yang relatif tinggi sebagai ikan konsumsi (Iskandar *et al.*, 2022). Pengembangan budidaya ikan gurami secara berkelanjutan perlu didukung oleh ketersediaan benih yang memadai, baik dari segi jumlah, kualitas, maupun kontinuitas produksi (Arief *et al.*, 2024).

Ketersediaan benih yang berkesinambungan merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang keberhasilan usaha budidaya ikan gurami (Listiyowati *et al.*, 2023). Meningkatnya permintaan terhadap benih menunjukkan bahwa kegiatan pembenihan ikan gurami memiliki prospek pengembangan yang cukup baik. Namun demikian, kegiatan pembenihan masih menghadapi berbagai kendala, antara lain rendahnya fekunditas, tingkat pembuahan dan penetasan telur yang belum optimal, tingginya mortalitas pada fase larva, serta adanya variasi ukuran benih selama pemeliharaan (Budiana dan Rahardja, 2019). Berbagai kendala tersebut dapat berimplikasi langsung

pada penurunan produktivitas pembenihan yang pada akhirnya membatasi ketersediaan benih untuk mendukung kegiatan budidaya (Pratama *et al.*, 2018).

Keberhasilan pembenihan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama kualitas air selama proses inkubasi telur dan pemeliharaan larva. Faktor lingkungan seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas yang dapat memengaruhi proses fisiologis serta perkembangan embrio dan larva (Simanjuntak *et al.*, 2021). Kondisi lingkungan yang berada di luar kisaran toleransi dapat mengganggu proses perkembangan embrio, memperlambat penetasan, menurunkan daya tetas telur, serta meningkatkan mortalitas larva (Tang dan Affandi, 2017). Pada fase awal kehidupan, telur dan larva memiliki tingkat sensitivitas yang relatif tinggi terhadap perubahan lingkungan karena sistem fisiologis dan osmoregulasi belum berkembang secara sempurna (Phan *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pengelolaan kondisi media pemeliharaan yang sesuai menjadi aspek penting dalam meningkatkan keberhasilan pembenihan.

Salah satu parameter kualitas air yang berperan dalam proses fisiologis ikan adalah salinitas. Salinitas berkaitan erat dengan keseimbangan osmotik antara tubuh ikan dan lingkungan perairan sehingga dapat memengaruhi penggunaan energi untuk proses osmoregulasi (Pamungkas, 2012). Menurut Kamler (2008), kondisi lingkungan yang sesuai dapat mendukung proses metabolisme dan pemanfaatan energi untuk mempertahankan kelangsungan hidup serta menunjang pertumbuhan. Media pemeliharaan dengan konsentrasi ionik yang mendekati kondisi internal tubuh ikan berpotensi mengurangi kebutuhan energi untuk osmoregulasi, sehingga energi yang tersedia dapat dialokasikan secara lebih efisien untuk pertumbuhan dan perkembangan (Zuib *et al.*, 2024). Kondisi tersebut menjadi semakin penting pada fase embrio dan larva, ketika kemampuan osmoregulasi belum berkembang secara optimal.

Salinitas juga dapat memengaruhi proses perkembangan embrio, penetasan telur, penyerapan kuning telur, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup larva (Hossain *et al.*, 2021). Pada tingkat tertentu, peningkatan salinitas hingga mencapai kisaran yang sesuai dapat menciptakan kondisi osmotik yang lebih mendukung proses fisiologis sehingga penggunaan energi untuk osmoregulasi dapat ditekan. Kondisi tersebut memungkinkan energi dialokasikan untuk proses metabolisme dan perkembangan embrio maupun larva (Oliveira *et al.*, 2023). Sebaliknya, salinitas yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dari kisaran toleransi dapat menyebabkan ketidakseimbangan osmotik dan meningkatkan beban fisiologis, sehingga berpotensi menghambat perkembangan embrio dan larva (Hossain *et al.*, 2021). Dengan demikian, respons terhadap salinitas sangat bergantung pada karakteristik fisiologis dan toleransi masing-masing spesies.

Pengaruh salinitas terhadap keberhasilan perkembangan awal ikan telah dilaporkan pada beberapa spesies. Satu diantaranya dari hasil penelitian Hadid *et al.* (2014) yang melaporkan bahwa salinitas berpengaruh terhadap proses penetasan telur ikan baung. Perlakuan salinitas 6 ppt menghasilkan waktu penetasan tercepat, yaitu sekitar 21 jam, dengan penetasan sempurna setelah 29 jam, sedangkan kelangsungan hidup larva terbaik diperoleh pada salinitas 2 ppt. Hasil tersebut menunjukkan bahwa salinitas yang menghasilkan respons terbaik pada proses penetasan belum tentu sama dengan salinitas yang optimal untuk kelangsungan hidup larva. Selain itu, Pratama *et al.* (2018) melaporkan bahwa kondisi salinitas media dapat memengaruhi proses pertumbuhan dan penyerapan kuning telur larva. Perbedaan respons tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan salinitas dapat berbeda antarspesies dan bahkan berbeda pada setiap tahapan perkembangan.

Pemilihan tingkat salinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan biologis dan hasil penelitian terdahulu mengenai toleransi salinitas pada ikan air tawar, khususnya pada fase awal perkembangan. Salinitas 0 ppt digunakan sebagai kontrol yang merepresentasikan kondisi air tawar sebagai habitat alami ikan gurami, sedangkan salinitas 2, 4, dan 6 ppt digunakan sebagai gradien peningkatan salinitas rendah untuk mengevaluasi respons telur dan larva terhadap perubahan tekanan osmotik secara bertahap. Pemilihan rentang tersebut didukung oleh penelitian Su *et al.* (2013) pada embrio ikan *Ictalurus punctatus* yang menggunakan tingkat salinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt dan menunjukkan bahwa peningkatan salinitas dapat memengaruhi keberhasilan penetasan serta perkembangan pascapenetasan. Pada penelitian tersebut, salinitas 4 ppt menghasilkan tingkat penetasan relatif tinggi, tetapi juga diikuti mortalitas pascapenetasan yang lebih besar, sehingga menunjukkan bahwa salinitas yang mendukung keberhasilan penetasan belum tentu memberikan kondisi optimum bagi perkembangan larva. Hasil penelitian pada ikan *Pangasianodon hypophthalmus* juga menunjukkan bahwa embrio dan larva masih mampu bertahan hingga salinitas 6 ppt, sedangkan peningkatan salinitas yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan mortalitas, penurunan keberhasilan penetasan, abnormalitas perkembangan, serta perubahan laju penyerapan kuning telur (Hossain *et al.*, 2021). Sementara itu, hasil penelitian Azrita dan Syandri (2018) pada ikan gurami sago (*O. goramy*), melaporkan bahwa juvenil masih mampu tumbuh dan bertahan pada kisaran 0–12 ppt, dengan performa pertumbuhan terbaik pada salinitas 4 ppt, yang menunjukkan bahwa ikan gurami memiliki kemampuan adaptasi terhadap lingkungan bersalinitas rendah. Namun, kemampuan toleransi juvenil tersebut belum dapat secara langsung dijadikan acuan untuk menentukan tingkat salinitas yang sesuai bagi telur dan larva karena kapasitas osmoregulasi mengalami perkembangan secara ontogenetik. Oleh karena itu, penggunaan 0, 2, 4, dan 6 ppt dalam penelitian ini dipandang relevan untuk membentuk rentang perlakuan dari kondisi air tawar hingga kondisi salinitas rendah yang masih berada dalam kisaran toleransi yang dilaporkan pada beberapa ikan air tawar dan gurami. Rentang tersebut diharapkan mampu menunjukkan pola

respons yang lebih jelas terhadap peningkatan salinitas, baik berupa respons positif, kondisi optimum, maupun indikasi penurunan performa, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat salinitas yang paling sesuai bagi proses penetasan telur, perkembangan, dan kelangsungan hidup larva ikan gurami.

Meskipun penelitian mengenai pengaruh salinitas terhadap perkembangan awal ikan telah dilakukan pada beberapa spesies, informasi mengenai respons telur dan larva ikan gurami terhadap kondisi salinitas yang berbeda masih relatif terbatas. Kajian yang secara khusus mengevaluasi pengaruh salinitas terhadap lama waktu penetasan, daya tetas telur, proses penyerapan kuning telur, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup larva ikan gurami juga masih diperlukan. Informasi tersebut penting untuk menentukan kisaran salinitas yang sesuai selama fase awal perkembangan, sekaligus sebagai dasar dalam optimalisasi pengelolaan kualitas air pada kegiatan pembenihan ikan gurami.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

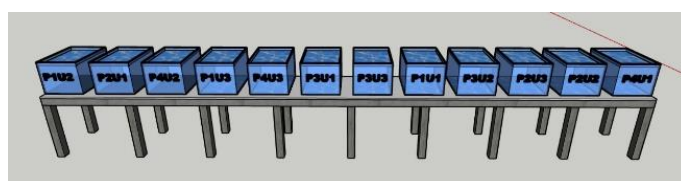
Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2025, yang bertempat di Laboratorium Kolam Percobaan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: akuarium akrilik ukuran 35.8 cm x 21.9 cm x 26.3 cm sebanyak 12 buah, aerator, batu aerasi, selang, alat pengukur DO meter model: DO-5510, pH meter model: pH-201, *water checker* merek HORIBA, kain lap, spuit 1 mL, mikroskop Olympus CX23, mikrometer okuler, jangka sorong (*vernier caliper*), petridish, objek glass, beaker glass, kaca arloji, timbangan digital dengan tingkat ketelitian 0.01, kamera Nikon D3100, dan alat tulis. Selanjutnya bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu telur yang telah terbuahi dari hasil pemijahan alami satu pasang induk ikan gurame di Laboratorium Kolam Percobaan, garam curah. Bahan anestesi β -hydroxyethyl phenyl ether merek Koi Anesthesi, pakan alami berupa *Artemia* dan cacing sutera (*Tubifex* sp.) dan air PDAM yang telah diendapkan.

Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen. Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari 4 perlakuan. Adapun perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu menggunakan media pemeliharaan dengan salinitas berbeda. Perlakuan yang dicobakan P1 (0 ppt); P2 (2 ppt); P3 (4 ppt); P4 (6 ppt) pada setiap wadah pemeliharaan. Untuk membuat larutan dengan salinitas 2 ppt dengan cara melarutkan garam sebanyak 2 g dengan air tawar hingga 1 L, kemudian salinitas 4 ppt dengan cara melarutkan sebanyak 4 g garam dengan air tawar hingga 1 L, dan salinitas 6 ppt dengan cara melarutkan sebanyak 6 g garam dengan air tawar hingga 1 L. Untuk memastikan ketepatan konsentrasi larutan salinitas yang dibuat, selanjutnya diukur dengan menggunakan alat salinometer yang terdapat pada *water checker* merek HORIBA. Setiap perlakuan terdiri dari tiga ulangan, sehingga terdapat 12 unit percobaan berupa akuarium yang digunakan dalam penelitian, dan unit-unit percobaan dikondisikan sehomogen mungkin. Sesuai dengan rancangan yang digunakan, maka percobaan yang digunakan adalah dengan rancangan acak lengkap (RAL). Selanjutnya untuk penempatan akuarium sebagai wadah penelitian dilakukan secara acak dengan cara diundi. Adapun tata letak wadah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata letak wadah penelitian

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Wadah Penelitian

Akuarium sebanyak 12 unit dicuci dengan menggunakan sabun, kemudian dibilas dengan air bersih serta dikeringkan selama 24 jam. Kemudian akuarium diisi dengan air sesuai dengan perlakuan 0 ppt; 2 ppt; 4 ppt; dan 6 ppt dengan volume masing-masing 15 L serta diberi aerasi pada setiap akuarium.

2. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 30 hari, dengan jumlah telur yang ditebar sebanyak 100 butir pada setiap akuarium, sehingga total keseluruhan telur yang digunakan adalah 1200 butir. Proses yang dilakukan saat penelitian ini adalah sebagai berikut

a. Pengamatan daya tetas telur dan lama waktu penetasan

Telur ikan gurami dimasukkan ke dalam akuarium menggunakan sendok kecil sesuai dengan perlakuan dan ulangan. Setelah 24 jam pasca penebaran, telur diamati setiap satu jam sekali hingga menetas. Pengamatan telur

dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Apabila telur dalam wadah telah menetas, dilakukan pencatatan lama waktu penetasan. Setelah seluruh telur menetas, data daya tetas diperoleh dengan menghitung jumlah telur yang menetas dan tidak menetas, serta mencatat total lama waktu penetasan yang diperlukan.

b. Pengamatan penyerapan kuning telur dan pemeliharaan larva

Pengamatan laju penyerapan kuning telur dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan lensa mikrometer okuler setiap 24 jam sekali hingga kuning telur pada larva terserap seluruhnya atau habis secara sempurna. Selanjutnya dicatat waktunya saat kuning telur pada larva telah habis terserap. Setelah kuning telur habis pada larva, larva ikan gurami diberi pakan *Artemia* selama 3 hari. Setelah itu larva ikan gurami diberi pakan cacing sutera (*Tubifex*) hingga larva berumur 30 hari. Selama pemeliharaan larva dilakukan pengukuran panjang awal larva setelah menetas dan panjang akhir setelah masa pemeliharaan.

c. Pengukuran kualitas air

Selama penelitian dilakukan pengukuran kualitas air, yaitu suhu, pH, DO, dan amonia diukur setiap tujuh hari sekali.

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan dan pengolahan data dilakukan selama penelitian berlangsung. Data yang diambil merupakan data lama waktu penetasan telur, daya tetas telur, laju penyerapan kuning telur, waktu penyerapan kuning telur, pertumbuhan panjang total dan kelangsungan hidup larva ikan gurami. Data yang dikumpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat penetasan telur

a. Lama waktu penetasan telur

Lama waktu penetasan telur dihitung dengan menggunakan rumus menurut Hadi *et al.*, (2022) yaitu:

$$HT = Ht - Ho$$

Keterangan:

HT = Waktu penetasan (jam)

Ht = Waktu setelah fertilisasi hingga telur menetas (jam)

Ho = Waktu telur menetas seluruhnya (jam)

b. Daya tetas telur

Daya tetas telur atau *hatching rate* dihitung menggunakan rumus menurut Hadi *et al.*, (2022) yaitu:

$$HR(\%) = \frac{\text{Jumlah telur menetas}}{\text{Jumlah telur terbuahi}} \times 100\%$$

2. Perkembangan larva

a. Lama waktu penyerapan kuning telur

Lama waktu penyerapan kuning telur dihitung pada awal telur menetas hingga kuning telur larva habis. Perhitungan waktu penyerapan kuning telur menggunakan rumus menurut Mariska *et al.* (2013) yaitu:

$$WPKT = tkh - tn$$

Keterangan:

WPKT = Waktu penyerapan kuning telur (jam)

tkh = Waktu kuning telur habis (jam)

tn = Waktu menetas (jam)

b. Laju penyerapan kuning telur

Volume kuning telur dihitung menggunakan rumus menurut Mariska *et al.* (2013) yaitu:

$$V = 0,1667\pi LH^2$$

Keterangan:

V = Volume kuning telur (mm³)

L = Diameter kuning telur memanjang (mm)

H = Diameter kuning telur memendek (mm)

Laju penyerapan kuning telur (LPKT) dihitung dengan menggunakan rumus menurut Mariska *et al.*, (2013) yaitu:

$$LPKT = \frac{Vo - Vt}{T}$$

Keterangan:

LPKT = Laju penyerapan kuning telur (mm³ /jam)

Vo = Volume kuning telur awal (mm³)

Vt = Volume kuning telur akhir (mm³)

T = Waktu (jam)

c. Pertumbuhan panjang total

Pertumbuhan panjang total dihitung menggunakan rumus menurut Zonneveld *et al.*, (1991) yaitu:

$$\Delta L = Lt - Lo$$

Keterangan:

ΔL = Pertumbuhan panjang total (cm)

Lt = Panjang ikan di akhir penelitian (cm)

Lo = Panjang ikan di awal penelitian (cm)

3. Kelangsungan hidup (SR)

Menurut Effendie (2002), tingkat kelangsungan hidup merupakan persentase kelangsungan hidup ikan dihitung dengan rumus:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = *Survival Rate* (%)

Nt = Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan yang ditebar pada awal penelitian (ekor)

Analisis Data

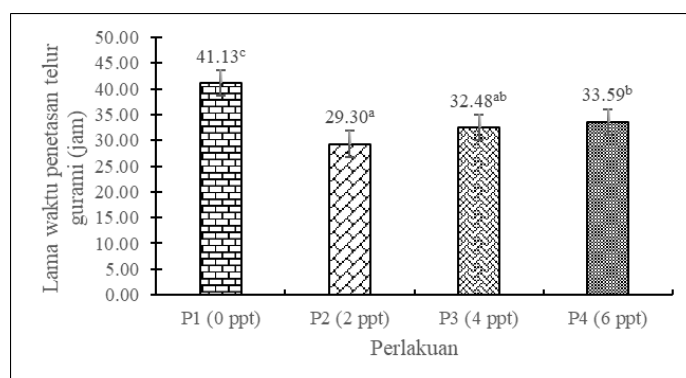
Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan program Microsoft Excel 2019 dan SPSS versi 24. Untuk mengetahui pengaruh salinitas yang berbeda pada media inkubasi terhadap lama waktu penetasan telur dan daya tetas telur, lama waktu dan laju penyerapan kuning, pertumbuhan panjang total serta kelangsungan hidup larva ikan gurami dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Sebelum dianalisis sidik ragam, data yang diperoleh terlebih dahulu diuji kehomogenitasannya dengan uji Levene dan uji kenormalitasan data dengan menggunakan uji Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov). Selanjutnya diuji lanjut dengan menggunakan metode uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan antar masing-masing perlakuan dari seluruh parameter yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Penetasan Telur

Lama Waktu Penetasan Telur

Hasil pengamatan lama waktu penetasan telur ikan gurami (*Osphronemus goramy*) yang diinkubasi pada media dengan salinitas berbeda disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lama waktu penetasan telur ikan gurami (jam). Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$ ($P>0,05$)

Berdasarkan Gambar 2, lama waktu penetasan telur ikan gurami menunjukkan pola respons yang tidak linier terhadap peningkatan salinitas 0 hingga 6 ppt. Rata-rata waktu penetasan pada perlakuan P1 (0 ppt), P2 (2 ppt), P3 (4 ppt), dan P4 (6 ppt) masing-masing sebesar 41,13; 29,30; 32,48; dan 33,59 jam. Dengan demikian, peningkatan salinitas dari 0 menjadi 2 ppt menurunkan waktu penetasan sebesar 11,83 jam atau sekitar 28,76%. Sebaliknya, peningkatan salinitas dari 2 menjadi 4 dan 6 ppt menyebabkan waktu penetasan kembali meningkat masing-masing sebesar 3,18 dan 4,29 jam. Pola tersebut menunjukkan bahwa respons telur ikan gurami terhadap salinitas cenderung optimum pada 2 ppt, bukan berupa percepatan penetasan yang terus meningkat seiring bertambahnya salinitas.

Hasil analisis statistik menunjukkan salinitas media inkubasi berpengaruh nyata terhadap lama waktu penetasan telur ikan gurami ($P < 0,05$). Uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa P2 (2 ppt) berbeda nyata dengan P1 (0 ppt) dan P4 (6 ppt), tetapi tidak berbeda nyata dengan P3 (4 ppt). Temuan ini menunjukkan bahwa kisaran 2 - 4 ppt menghasilkan respons penetasan yang relatif lebih cepat dibandingkan 0 dan 6 ppt, dengan 2 ppt sebagai perlakuan yang menghasilkan rata-rata waktu penetasan terendah. Oleh karena itu, hasil penelitian dapat diinterpretasikan sebagai adanya kisaran salinitas rendah yang memberikan kondisi optimal atau mendekati optimal bagi perkembangan embrio, dengan titik respons terbaik pada salinitas 2 ppt.

Perbedaan yang terlihat jelas yaitu antara media 0 ppt dan salinitas 2 ppt. Pada kondisi 0 ppt, telur membutuhkan waktu rata-rata 41,13 jam untuk mencapai penetasan, sedangkan pada salinitas 2 ppt waktu penetasan berkurang menjadi 29,30 jam. Hal ini menunjukkan keberadaan salinitas rendah dalam media inkubasi memberikan respons yang lebih mendukung terhadap percepatan perkembangan embrio dibandingkan media air tawar pada kondisi penelitian ini. Hasil tersebut dapat dikaitkan dengan temuan Yuliani *et al.* (2018) pada ikan sidat, tingkat kerja osmotik terendah berada pada salinitas sekitar 1,97 ppt dan kondisi tersebut diikuti oleh respons pertumbuhan yang lebih baik pada 2 ppt. Meskipun spesies dan tahap perkembangan yang dikaji berbeda, hasil tersebut memberikan indikasi bahwa salinitas rendah di sekitar 2 ppt dapat menjadi kisaran yang relatif mendukung secara fisiologis bagi ikan air tawar tertentu.

Kesesuaian salinitas rendah dengan respons perkembangan embrio juga terlihat pada beberapa ikan air tawar lainnya. Hossain *et al.* (2021), menguji telur dan larva ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) pada salinitas 0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 ppt. Telur masih menunjukkan kemampuan bertahan hingga 6 ppt, sedangkan peningkatan salinitas lebih lanjut menyebabkan peningkatan mortalitas dan penurunan keberhasilan penetasan. Pola tersebut memperlihatkan bahwa respons embrio terhadap salinitas tidak bersifat linear, tetapi terdapat batas toleransi yang menentukan apakah peningkatan salinitas dapat memberikan efek netral atau justru dapat menekan perkembangan embrio.

Pola penelitian ini terlihat jelas ketika dibandingkan antara perlakuan 2, 4, dan 6 ppt. Setelah mencapai nilai terendah pada 2 ppt, waktu penetasan meningkat menjadi 32,48 jam pada 4 ppt dan 33,59 jam pada 6 ppt. Kenaikan salinitas dari 2 menjadi 4 ppt meningkatkan waktu penetasan sekitar 10,85%, sedangkan kenaikan hingga 6 ppt meningkatkan waktu penetasan sekitar 14,64% dibandingkan perlakuan 2 ppt. Meskipun peningkatan tersebut tidak menunjukkan perbedaan nyata antara 2 dan 4 ppt berdasarkan uji DMRT, namun terdapat kecenderungan peningkatan salinitas di atas 2 ppt tidak lagi mempercepat penetasan. Dengan kata lain, respons positif terhadap penambahan salinitas hanya tampak sampai kisaran tertentu dan mulai berbalik ketika salinitas terus ditingkatkan.

Kecenderungan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Alam *et al.* (2020) pada telur ikan *Ompok pabda*. Penelitian tersebut menggunakan salinitas 0, 2,5, 5,0, 7,5, dan 10 ppt yang menunjukkan bahwa penetasan menurun secara signifikan seiring dengan peningkatan salinitas. Penurunan perkembangan larva dan peningkatan abnormalitas juga terjadi pada salinitas yang lebih tinggi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa respons terhadap salinitas pada ikan air tawar cenderung memiliki batas toleransi tertentu, sehingga peningkatan salinitas setelah melewati kondisi yang sesuai tidak selalu menghasilkan perkembangan yang lebih cepat.

Respons telur ikan gurami pada penelitian ini juga dapat dibandingkan dengan penelitian Hadid *et al.* (2014) pada telur ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Penelitian tersebut menggunakan perlakuan salinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt dan mendapatkan waktu penetasan tercepat pada 6 ppt, sedangkan kontrol 0 ppt menunjukkan waktu penetasan lebih lambat. Namun perbedaan pola antara ikan baung dan ikan gurami menunjukkan bahwa respons optimum terhadap salinitas tidak dapat disamaratakan antarspesies. Pada ikan gurami, salinitas 2 ppt memberikan waktu penetasan paling singkat, sedangkan pada ikan baung respons tercepat dilaporkan pada 6 ppt. Perbedaan tersebut menegaskan bahwa kisaran salinitas optimum selama embriogenesis merupakan karakter yang spesifik terhadap spesies dan kondisi fisiologis telur.

Perubahan waktu penetasan pada rentang 0 - 6 ppt dapat dijelaskan secara fisiologis tanpa mengabaikan pola data yang diperoleh. Pada salinitas 2 ppt, kondisi media diduga lebih sesuai dengan kondisi osmotik embrio dibandingkan 0 ppt, sehingga tekanan fisiologis yang berkaitan dengan pengaturan keseimbangan air dan ion relatif lebih rendah. Kondisi tersebut memungkinkan sumber energi yang tersedia selama perkembangan embrio digunakan secara lebih efektif untuk proses perkembangan dan fase penetasan. Namun, ketika salinitas dinaikkan menjadi 4 - 6

ppt, terjadi peningkatan konsentrasi ion dalam media serta mengakibatkan terjadinya peningkatan tekanan fisiologis embrio, sehingga hasil yang diperoleh pada 2 ppt tidak lagi bertambah.

Hasil penelitian tersebut didukung oleh penelitian pada fase embrionik ikan lainnya. Yanagitsuru *et al.* (2022) melaporkan larva ikan *Spirinchus thaleichthys* mampu mempertahankan keseimbangan air dan ion pada salinitas 0,4 - 10 ppt, sedangkan salinitas di atas 10 ppt mulai menyebabkan perubahan kandungan air dan natrium tubuh. Hasil tersebut menunjukkan bahwa organisme ikan memiliki rentang salinitas tertentu yang masih dapat dikompensasi secara fisiologis, tetapi peningkatan salinitas di luar kondisi yang sesuai dapat meningkatkan beban regulasi ion dan air. Temuan tersebut juga memperlihatkan bahwa perubahan salinitas dapat memengaruhi kondisi fisiologis embrio bahkan sebelum sistem osmoregulasi berkembang sempurna.

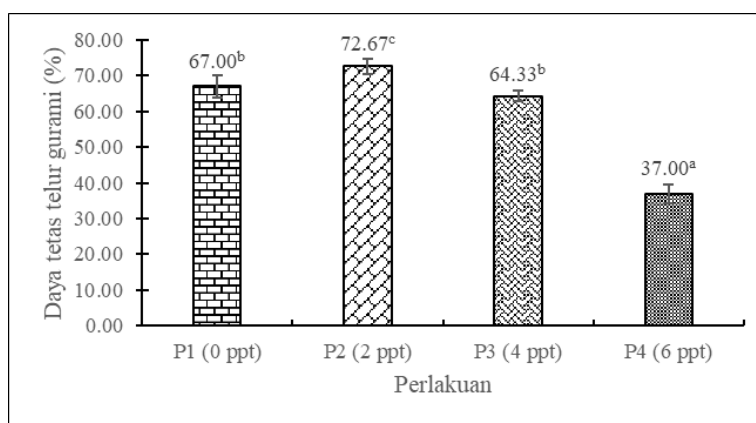
Selain aspek fisiologis, salinitas juga dapat memengaruhi proses embriogenesis secara langsung melalui perubahan kondisi lingkungan di sekitar telur. Bonisławska *et al.* (2014) menunjukkan bahwa salinitas dapat memengaruhi durasi dan keberhasilan embriogenesis serta kondisi larva yang baru menetas. Pada *Ammodytes tobianus*, kondisi salinitas yang tidak sesuai menyebabkan perubahan durasi embriogenesis, kelangsungan hidup embrio, ukuran larva saat menetas, dan tingkat abnormalitas. Temuan tersebut mendukung pandangan bahwa salinitas selama inkubasi bukan hanya menentukan keseimbangan osmotik, tetapi juga menjadi salah satu faktor lingkungan yang dapat memengaruhi keseluruhan proses perkembangan embrio.

Temuan pada ikan gurami dalam penelitian ini juga memiliki keterkaitan karena spesies tersebut pada dasarnya merupakan ikan air tawar, tetapi masih mempunyai toleransi terhadap salinitas rendah. Azrita dan Syandri (2018) melaporkan bahwa ikan gurami sago (*O. goramy*) mampu bertahan pada paparan salinitas hingga tingkat tertentu dan menunjukkan respons pertumbuhan yang berbeda antarperlakuan, dengan performa yang lebih baik pada salinitas rendah dibandingkan salinitas yang lebih tinggi. Hasil tersebut mendukung bahwa ikan gurami bukan merupakan spesies yang sepenuhnya tidak toleran terhadap peningkatan salinitas, tetapi memiliki kisaran toleransi fisiologis tertentu.

Dengan demikian, pola waktu penetasan pada penelitian ini menunjukkan hubungan yang bersifat optimum, yaitu penurunan waktu penetasan dari 41,13 jam pada 0 ppt menjadi 29,30 jam pada 2 ppt, kemudian peningkatan kembali menjadi 32,48 jam pada 4 ppt dan 33,59 jam pada 6 ppt. Salinitas 2 ppt dapat dipandang sebagai kondisi yang paling mendukung percepatan perkembangan embrio ikan gurami dalam rentang perlakuan yang diuji, sedangkan peningkatan salinitas hingga 4–6 ppt cenderung memperlambat waktu penetasan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak menunjukkan bahwa semakin tinggi salinitas semakin cepat penetasan, tetapi menunjukkan adanya kisaran salinitas rendah yang optimum, dengan 2 ppt sebagai perlakuan yang menghasilkan waktu penetasan tercepat.

Daya Tetas Telur

Hasil pengamatan terhadap daya tetas telur ikan gurami (*Osphronemus goramy*) pada media inkubasi dengan tingkat salinitas berbeda disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Daya tetas telur ikan gurami (%). Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$ ($P>0,05$)

Berdasarkan hasil pengamatan, daya tetas telur ikan gurami menunjukkan variasi antarperlakuan salinitas. Nilai rata-rata daya tetas pada perlakuan P1 (0 ppt) sebesar 67,00%, P2 (2 ppt) sebesar 72,67%, P3 (4 ppt) sebesar 64,33%, dan P4 (6 ppt) sebesar 37,00%. Daya tetas tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 (2 ppt), yaitu sebesar 72,67%, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan P4 (6 ppt), yaitu sebesar 37,00%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan salinitas media inkubasi berpengaruh nyata terhadap daya tetas telur ikan gurami ($P < 0,05$).

Selanjutnya, hasil uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan P2 (2 ppt) berbeda nyata dengan P1 (0 ppt), P3 (4 ppt), dan P4 (6 ppt).

Peningkatan daya tetas dari P1 (0 ppt) sebesar 67,00% menjadi 72,67% pada P2 (2 ppt) menunjukkan bahwa penambahan salinitas pada konsentrasi rendah dapat memberikan kondisi lingkungan yang lebih sesuai bagi perkembangan embrio ikan gurami. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan kemampuan media bersalinitas rendah dalam menciptakan keseimbangan tekanan osmotik antara telur dan lingkungan. Keseimbangan osmotik yang lebih sesuai dapat membantu mempertahankan kondisi fisiologis telur selama perkembangan embrio sehingga proses embriogenesis dan penetasan dapat berlangsung secara lebih optimal (Putra *et al.*, 2022). Hadid *et al.* (2014) menyatakan bahwa salinitas media yang sesuai berperan dalam mempertahankan keseimbangan osmotik telur dan mendukung berlangsungnya proses fisiologis selama perkembangan embrio.

Namun, peningkatan salinitas lebih lanjut hingga 4 ppt dan 6 ppt justru menyebabkan penurunan daya tetas. Daya tetas menurun dari 72,67% pada P2 (2 ppt) menjadi 64,33% pada P3 (4 ppt) dan semakin rendah menjadi 37,00% pada P4 (6 ppt). Pola tersebut menunjukkan bahwa respons telur ikan gurami terhadap salinitas bersifat optimum pada kisaran tertentu, sedangkan peningkatan salinitas di atas kisaran tersebut berpotensi memberikan tekanan fisiologis terhadap embrio. Salinitas yang terlalu tinggi dapat meningkatkan gradien osmotik antara cairan internal telur dan media inkubasi sehingga embrio memerlukan energi lebih besar untuk mempertahankan keseimbangan ion dan cairan tubuh (Hossain *et al.*, 2021). Peningkatan kebutuhan energi untuk osmoregulasi tersebut berpotensi mengurangi alokasi energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan embrio (Pamungkas, 2012).

Penurunan daya tetas pada salinitas 6 ppt juga mengindikasikan bahwa peningkatan tekanan osmotik dapat menghambat perkembangan embrio dan meningkatkan risiko kegagalan penetasan. Prihatini *et al.* (2023) melaporkan bahwa peningkatan salinitas hingga melampaui kisaran toleransi embrio dapat menyebabkan penurunan daya tetas. Kondisi salinitas yang terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan osmotik, memengaruhi integritas korion, serta menghambat perkembangan embrio sehingga meningkatkan kemungkinan kematian embrio sebelum telur menetas (Hossain *et al.*, 2021). Temuan tersebut sejalan dengan pola yang diperoleh pada penelitian ini, yaitu daya tetas mengalami penurunan yang cukup tajam pada salinitas 6 ppt.

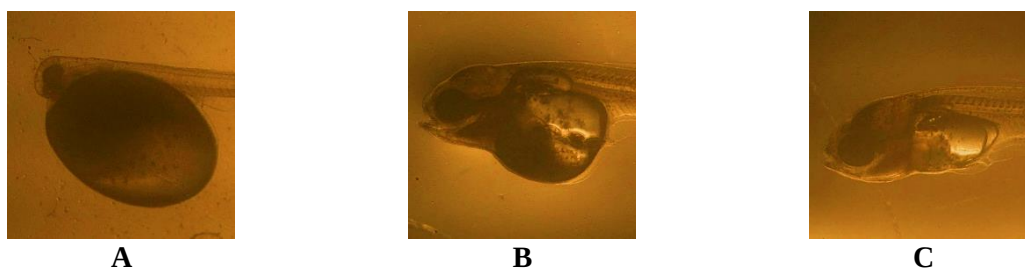
Respons daya tetas terhadap salinitas pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa ikan gurami memiliki toleransi tertentu terhadap perubahan salinitas selama fase embrionik. Salinitas 2 ppt menghasilkan daya tetas paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga dapat diduga bahwa kondisi tersebut relatif lebih sesuai bagi perkembangan embrio ikan gurami. Meskipun demikian, peningkatan salinitas hingga 4–6 ppt menunjukkan kecenderungan penurunan keberhasilan penetasan. Hal ini menegaskan bahwa keberadaan garam dalam media inkubasi tidak selalu memberikan efek positif, tetapi sangat bergantung pada konsentrasi dan kemampuan telur dalam mempertahankan homeostasis osmotik (Putra *et al.*, 2022).

Selain memengaruhi daya tetas, salinitas juga berkaitan dengan aktivitas embrio, kebutuhan energi untuk osmoregulasi, dan proses penetasan (Putra *et al.*, 2022). Fariedah *et al.* (2021) menyatakan bahwa kondisi salinitas yang tidak sesuai dapat meningkatkan beban osmoregulasi embrio sehingga energi yang tersedia untuk proses perkembangan menjadi lebih terbatas. Dengan demikian, semakin tinggi tekanan osmotik yang harus dihadapi embrio, semakin besar pula energi yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan fisiologis. Apabila kondisi tersebut berlangsung selama perkembangan embrio, proses diferensiasi dan perkembangan organ dapat terganggu dan pada akhirnya menurunkan keberhasilan penetasan (Hossain *et al.*, 2021).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas media inkubasi berpengaruh nyata terhadap daya tetas telur ikan gurami. Salinitas 2 ppt menghasilkan daya tetas tertinggi sebesar 72,67%, sedangkan salinitas 6 ppt menghasilkan daya tetas terendah sebesar 37,00%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa salinitas rendah pada tingkat tertentu dapat mendukung keberhasilan perkembangan dan penetasan telur, sedangkan peningkatan salinitas yang lebih tinggi cenderung memberikan tekanan osmotik yang dapat menghambat perkembangan embrio dan menurunkan daya tetas.

Perkembangan Larva

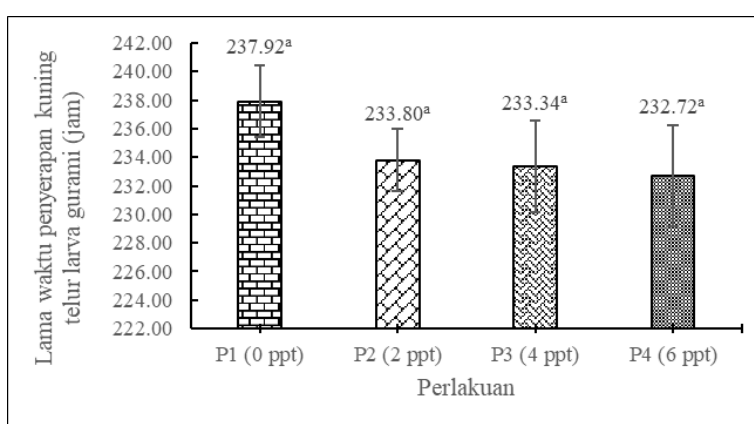
Pengamatan perkembangan larva dilakukan sejak telur menetas hingga cadangan kuning telur terserap seluruhnya. Parameter yang diamati meliputi lama waktu penyerapan kuning telur, laju penyerapan kuning telur, dan pertumbuhan panjang total larva. Perubahan kondisi kuning telur selama periode pengamatan digunakan untuk menggambarkan perkembangan larva pada fase awal kehidupan. Dokumentasi kondisi kuning telur larva pada awal penetasan, umur 5 hari setelah menetas, dan umur 10 hari setelah menetas disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kondisi kuning telur larva ikan gurami. A = larva awal menetas; B = larva umur 5 hari setelah menetas; C = larva umur 10 hari setelah menetas

Lama Waktu Penyerapan Kuning Telur

Hasil pengamatan terhadap lama waktu penyerapan kuning telur larva ikan gurami (*Osphronemus goramy*) yang diinkubasi pada media dengan salinitas berbeda disajikan pada Gambar 5.



Gambar 1. Lama waktu penyerapan kuning telur larva ikan gurami (jam). Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$ ($P>0,05$)

Berdasarkan Gambar 5, lama waktu penyerapan kuning telur menunjukkan variasi antarperlakuan salinitas. Rata-rata lama waktu penyerapan kuning telur pada perlakuan P1 (0 ppt), P2 (2 ppt), P3 (4 ppt), dan P4 (6 ppt) masing-masing sebesar 237,92; 233,80; 233,34; dan 232,72 jam. Lama waktu penyerapan terlama diperoleh pada P1 (0 ppt), sedangkan waktu penyerapan tercepat terdapat pada P4 (6 ppt). Meskipun terdapat kecenderungan penurunan lama waktu penyerapan seiring dengan peningkatan salinitas, hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan salinitas media inkubasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap lama waktu penyerapan kuning telur larva ikan gurami ($P > 0,05$). Hasil uji DMRT juga menunjukkan bahwa P2 (2 ppt) tidak berbeda nyata dengan P1 (0 ppt), P3 (4 ppt), maupun P4 (6 ppt).

Tidak adanya perbedaan nyata tersebut menunjukkan bahwa kisaran salinitas 0–6 ppt yang digunakan dalam penelitian masih dapat ditoleransi oleh larva ikan gurami, sehingga belum menimbulkan perubahan fisiologis yang cukup besar untuk memengaruhi lama pemanfaatan cadangan energi dari kuning telur. Pada fase awal perkembangan, kuning telur merupakan sumber energi utama yang digunakan untuk mendukung metabolisme, pembentukan organ, dan pertumbuhan larva sebelum mampu memperoleh energi secara dominan dari pakan eksternal (Permana *et al.*, 2024). Selama kondisi lingkungan masih berada dalam kisaran toleransi, pemanfaatan cadangan energi tersebut relatif dipengaruhi oleh kebutuhan metabolik internal larva (Kamler, 2008).

Secara biologis, terdapat kecenderungan bahwa peningkatan salinitas dari 0 hingga 6 ppt diikuti oleh percepatan penyerapan kuning telur. Kondisi tersebut dapat menunjukkan adanya peningkatan kebutuhan energi larva dalam mempertahankan keseimbangan osmotik pada media dengan salinitas yang lebih tinggi (Hossain *et al.*, 2021). Energi yang diperoleh dari kuning telur tidak hanya digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan organ, tetapi juga untuk mendukung proses fisiologis yang berkaitan dengan osmoregulasi (Swanson, 1996). Namun demikian, peningkatan kebutuhan energi tersebut pada penelitian ini belum cukup besar untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik.

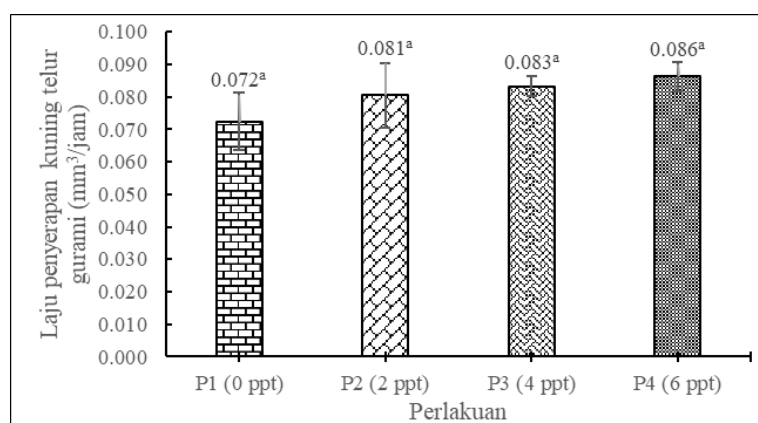
Hasil penelitian ini sejalan dengan Hadid *et al.* (2014), yang melaporkan bahwa perbedaan salinitas tidak memberikan pengaruh nyata terhadap lama waktu penyerapan kuning telur larva ikan baung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa selama salinitas masih berada dalam kisaran toleransi fisiologis, larva mampu mempertahankan

keseimbangan osmotik dan metabolisme sehingga pemanfaatan cadangan energi endogen tetap berlangsung relatif normal. Kamler (2008) juga menjelaskan bahwa penggunaan energi pada fase embrionik dan larva awal dipengaruhi oleh kebutuhan metabolik untuk mempertahankan fungsi fisiologis dan mendukung perkembangan jaringan tubuh.

Kecenderungan waktu penyerapan yang lebih cepat pada salinitas 2–6 ppt diduga berkaitan dengan peningkatan aktivitas metabolisme sebagai respons terhadap perubahan lingkungan. Prihatini *et al.* (2023) menyatakan bahwa perubahan kondisi lingkungan dapat memengaruhi aktivitas metabolisme larva dan selanjutnya memengaruhi penggunaan cadangan energi endogen. Dalam kondisi lingkungan yang masih dapat ditoleransi, peningkatan penggunaan energi tersebut dapat berlangsung tanpa menyebabkan gangguan fisiologis yang berarti. Fariedah *et al.* (2021) juga menjelaskan bahwa efisiensi pemanfaatan kuning telur berkaitan dengan kemampuan larva mengalokasikan energi untuk pembentukan jaringan dan perkembangan organ. Dengan demikian, kecenderungan penurunan lama waktu penyerapan pada penelitian ini lebih tepat dipandang sebagai respons fisiologis terhadap peningkatan salinitas, bukan sebagai pengaruh perlakuan yang signifikan secara statistik.

Laju Penyerapan Kuning Telur

Hasil pengamatan terhadap laju penyerapan kuning telur larva ikan gurami (*Osphronemus goramy*) yang diinkubasi pada media dengan salinitas berbeda disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Laju penyerapan kuning telur larva ikan gurami (mm³/jam). Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$ ($P>0,05$)

Berdasarkan Gambar 6, rata-rata laju penyerapan kuning telur pada perlakuan P1 (0 ppt), P2 (2 ppt), P3 (4 ppt), dan P4 (6 ppt) berturut-turut sebesar 0,072; 0,081; 0,083; dan 0,086 mm³/jam. Laju penyerapan tertinggi diperoleh pada P4 (6 ppt), sedangkan nilai terendah terdapat pada P1 (0 ppt). Meskipun secara deskriptif terdapat kecenderungan peningkatan laju penyerapan seiring dengan meningkatnya salinitas, hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan salinitas media inkubasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju penyerapan kuning telur larva ikan gurami ($P > 0,05$). Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa P2 (2 ppt) tidak berbeda nyata dengan P1 (0 ppt), P3 (4 ppt), dan P4 (6 ppt).

Tidak adanya perbedaan nyata menunjukkan bahwa salinitas 0–6 ppt belum menyebabkan perubahan fisiologis yang cukup besar untuk memengaruhi laju pemanfaatan kuning telur secara signifikan. Larva pada seluruh perlakuan diduga masih mampu mempertahankan keseimbangan osmotik dan metabolisme dalam kondisi yang relatif stabil. Oleh karena itu, pemanfaatan energi dari kuning telur berlangsung dalam kisaran yang relatif seragam. Kamler (2008) menyatakan bahwa selama kondisi lingkungan masih berada dalam kisaran toleransi fisiologis, pemanfaatan kuning telur pada fase awal perkembangan terutama berkaitan dengan kebutuhan metabolisme dan perkembangan internal larva.

Meskipun tidak berbeda nyata secara statistik, peningkatan nilai laju penyerapan dari 0,072 mm³/jam pada P1 menjadi 0,086 mm³/jam pada P4 menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan pemanfaatan cadangan energi pada salinitas yang lebih tinggi. Respons tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya kebutuhan energi untuk mempertahankan homeostasis dan keseimbangan ionik ketika larva berada pada media dengan salinitas yang lebih tinggi. Boeuf dan Payan (2001) menjelaskan bahwa perubahan salinitas dapat memengaruhi kebutuhan energi ikan melalui peningkatan aktivitas osmoregulasi. Pada fase awal kehidupan, penggunaan energi untuk mempertahankan keseimbangan internal dapat memengaruhi alokasi energi dari cadangan endogen.

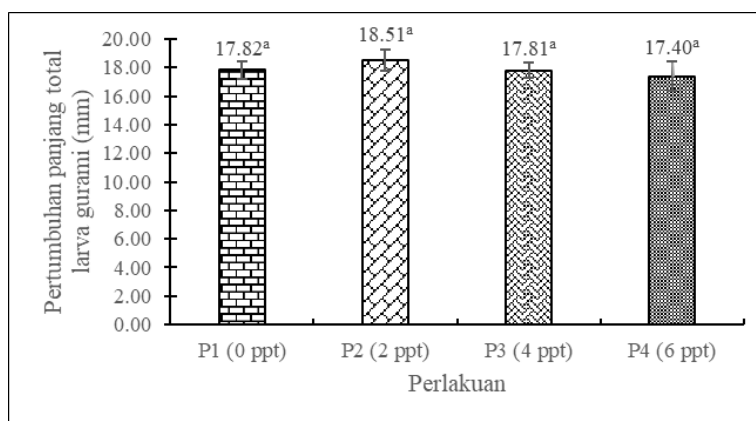
Hasil penelitian ini memiliki kecenderungan yang serupa dengan Hossain *et al.* (2021) pada larva ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*), yang menunjukkan bahwa peningkatan salinitas dalam kisaran tertentu dapat

meningkatkan pemanfaatan cadangan kuning telur. Namun, respons tersebut sangat bergantung pada kisaran salinitas dan kemampuan spesies dalam beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Mulyani et al. (2015) juga melaporkan bahwa perubahan salinitas dapat memengaruhi laju penyusutan kuning telur pada pralarva arwana silver, dengan kecenderungan laju penyusutan yang lebih tinggi pada salinitas yang lebih tinggi. Temuan tersebut memperkuat dugaan bahwa perubahan salinitas dapat memengaruhi penggunaan energi endogen selama fase awal perkembangan larva.

Pada tingkat fisiologis, penyerapan kuning telur merupakan proses mobilisasi dan pemanfaatan cadangan energi yang diperlukan untuk mendukung perkembangan organ dan jaringan tubuh (Safrizal et al., 2020). Selama kondisi lingkungan masih berada dalam batas toleransi, peningkatan laju pemanfaatan kuning telur dapat mencerminkan peningkatan kebutuhan metabolik untuk mendukung perkembangan larva, bukan semata-mata menunjukkan adanya stress (Hossain et al., 2021). Nande et al. (2024) menjelaskan bahwa mobilisasi energi dari kuning telur dan *oil droplet* pada fase embrio dan larva dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan berkaitan dengan efisiensi transfer energi untuk mendukung perkembangan. Dengan demikian, kecenderungan peningkatan laju penyerapan pada salinitas 2–6 ppt dalam penelitian ini diduga merupakan respons fisiologis yang masih dapat dikompensasi oleh larva, sehingga belum menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik.

Pertumbuhan Panjang Total Larva

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan panjang total larva ikan gurami (*Osphronemus goramy*) selama 30 hari pemeliharaan pada media dengan salinitas berbeda disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pertumbuhan panjang total larva ikan gurami (mm). Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$ ($P>0,05$)

Berdasarkan Gambar 7, rata-rata panjang total larva ikan gurami pada akhir penelitian menunjukkan variasi antarperlakuan. Nilai rata-rata panjang total pada P1 (0 ppt), P2 (2 ppt), P3 (4 ppt), dan P4 (6 ppt) masing-masing sebesar 17,82; 18,51; 17,81; dan 17,40 mm. Panjang total tertinggi diperoleh pada P2 (2 ppt), sedangkan nilai terendah terdapat pada P4 (6 ppt). Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan salinitas media pemeliharaan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan panjang total larva ikan gurami ($P > 0,05$). Hasil uji DMRT juga menunjukkan bahwa P2 (2 ppt) tidak berbeda nyata dengan P1 (0 ppt), P3 (4 ppt), maupun P4 (6 ppt).

Tidak adanya pengaruh nyata salinitas terhadap pertumbuhan panjang total menunjukkan bahwa kisaran salinitas 0–6 ppt masih dapat ditoleransi oleh larva ikan gurami. Dalam kondisi tersebut, larva masih mampu mempertahankan fungsi fisiologis, metabolisme, dan keseimbangan osmotik sehingga proses pertumbuhan berlangsung relatif seragam. Perbedaan nilai rata-rata antarperlakuan lebih mencerminkan variasi biologis individu daripada respons pertumbuhan yang secara statistik dapat dikaitkan dengan perlakuan salinitas.

Meskipun perlakuan P2 (2 ppt) menunjukkan nilai numerik panjang total tertinggi dan tidak berbeda nyata secara statistik, namun kondisi tersebut diduga masih menunjukkan bahwa salinitas rendah, khususnya 2 ppt, dapat menyediakan lingkungan yang relatif mendukung keseimbangan antara kebutuhan osmoregulasi dan pemanfaatan energi untuk pertumbuhan. Pada kondisi salinitas yang lebih tinggi, sebagian energi metabolik dapat dialokasikan untuk mempertahankan keseimbangan ionik dan osmotik, sehingga energi yang tersedia untuk pertumbuhan somatik berpotensi menjadi lebih rendah (Mauro et al., 2025). Namun, karena perbedaannya tidak signifikan, maka diduga sebagai kecenderungan biologis dan bukan sebagai pengaruh perlakuan yang telah terbukti secara statistik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Hadid et al. (2014), yang melaporkan bahwa pertumbuhan panjang larva ikan baung pada kisaran salinitas 0–6 ppt tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa larva

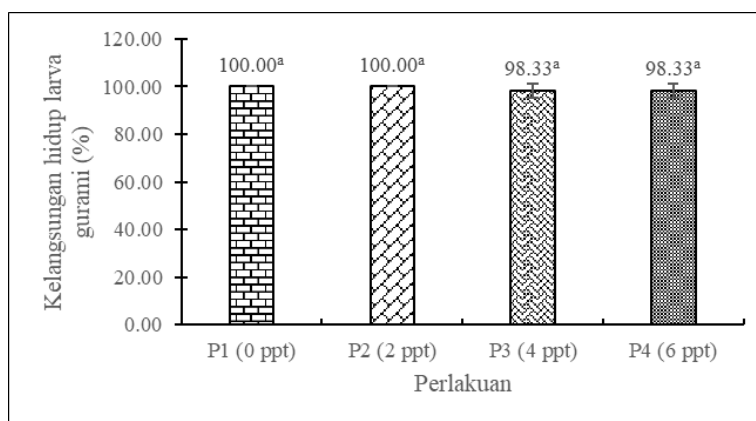
ikan air tawar tertentu masih mampu melakukan proses pertumbuhan secara normal pada kisaran salinitas yang relatif rendah selama kondisi lingkungan tidak melampaui batas toleransinya.

Pertumbuhan larva pada fase awal juga berkaitan erat dengan efisiensi pemanfaatan cadangan energi endogen (Vaka & Tamata, 2024). Nazar *et al.* (2019) menjelaskan bahwa pemanfaatan kuning telur yang optimal dapat mendukung pertumbuhan larva karena energi yang tersedia dapat digunakan untuk perkembangan jaringan dan organ tubuh. Dalam penelitian ini, perlakuan P2 menunjukkan nilai lama waktu penyerapan kuning telur yang relatif lebih cepat dibandingkan P1 dan laju penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan P1. Kondisi tersebut dapat berkontribusi terhadap kecenderungan pertumbuhan panjang yang lebih tinggi pada P2, meskipun hubungan tersebut belum dapat dinyatakan sebagai pengaruh langsung karena tidak dilakukan analisis korelasi antara parameter penyerapan kuning telur dan pertumbuhan.

Menurut Hossain *et al.* (2021) pertumbuhan larva pada fase awal sangat dipengaruhi oleh interaksi antara faktor internal dan kondisi lingkungan. Larva memiliki tingkat respons fisiologis yang tinggi terhadap perubahan lingkungan, tetapi perubahan tersebut tidak selalu menghasilkan perbedaan pertumbuhan yang signifikan apabila faktor lingkungan masih berada dalam kisaran toleransi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa salinitas 0–6 ppt belum menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan panjang total larva ikan gurami selama periode pemeliharaan 30 hari.

Kelangsungan Hidup (SR)

Hasil pengamatan terhadap kelangsungan hidup larva ikan gurami (*Osphronemus goramy*) yang dipelihara pada media dengan salinitas berbeda selama periode penelitian disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Kelangsungan hidup larva ikan gurami (%). Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha=0,05$ ($P>0,05$)

Kelangsungan hidup larva ikan gurami selama penelitian menunjukkan nilai yang sangat tinggi pada seluruh perlakuan. Rata-rata kelangsungan hidup pada perlakuan P1 (0 ppt) dan P2 (2 ppt) masing-masing mencapai 100,00%, sedangkan pada P3 (4 ppt) dan P4 (6 ppt) masing-masing sebesar 98,33%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan salinitas tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup larva ($P > 0,05$). Hasil uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) juga menunjukkan bahwa P2 (2 ppt) tidak berbeda nyata dengan P1 (0 ppt), P3 (4 ppt), maupun P4 (6 ppt). Dengan demikian, peningkatan salinitas hingga 6 ppt belum memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kelangsungan hidup larva ikan gurami.

Tingginya kelangsungan hidup pada seluruh perlakuan mengindikasikan bahwa kisaran salinitas yang digunakan masih berada dalam batas toleransi fisiologis larva ikan gurami. Kondisi media pemeliharaan yang relatif stabil memungkinkan larva mempertahankan keseimbangan fisiologis dan melakukan proses adaptasi terhadap perubahan tekanan osmotik tanpa mengalami gangguan yang menyebabkan mortalitas secara nyata (Widyastuti *et al.*, 2021). Menurut Effendie (2004), tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada fase awal kehidupan ikan merupakan salah satu indikator bahwa kondisi lingkungan pemeliharaan sesuai dengan kebutuhan fisiologis organisme, termasuk dalam mempertahankan keseimbangan osmotik pada larva.

Respons tersebut juga berkaitan dengan kemampuan larva dalam mengatur keseimbangan air dan ion di dalam tubuh. Pada fase tahap awal pertumbuhan larva, mekanisme sistem osmoregulasi pada larva belum sepenuhnya berkembang secara sempurna, sehingga perubahan di lingkungan, seperti tingkat salinitas, berpotensi dapat meningkatkan kebutuhan energi untuk menjaga keseimbangan homeostasis (Hossain *et al.*, 2021). Namun, pada kisaran salinitas yang digunakan dalam penelitian ini, perubahan tersebut tampaknya masih dapat dikompensasi oleh kemampuan fisiologis larva. Kondisi lingkungan yang stabil memungkinkan energi metabolik lebih banyak digunakan

untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan dibandingkan untuk menghadapi tekanan lingkungan. Menurut Putra *et al.* (2022) bahwa pada fase awal kehidupan, larva sangat bergantung pada kondisi lingkungan karena kapasitas fisiologis dan organ-organ pendukung kehidupannya masih dalam tahap perkembangan. Oleh karena itu, kondisi lingkungan yang sesuai sangat penting untuk meminimalkan penggunaan energi akibat stres dan mempertahankan kelangsungan hidup.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hadid *et al.* (2014) yang melaporkan bahwa pemeliharaan pada salinitas 0, 2, 4, dan 6 ppt tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan terhadap tingkat kelangsungan hidup pada larva ikan baung,. Kesamaan pola tersebut menunjukkan bahwa paparan salinitas rendah hingga sedang belum tentu menjadi faktor pembatas bagi kelangsungan hidup larva ikan air tawar pada fase awal perkembangan. Respons yang relatif serupa pada kedua penelitian mengindikasikan adanya kemampuan adaptasi fisiologis larva terhadap perubahan salinitas dalam kisaran tertentu.

Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata, terdapat kecenderungan penurunan kelangsungan hidup pada perlakuan P3 (4 ppt) dan P4 (6 ppt) dibandingkan dengan P1 dan P2. Penurunan tersebut dapat mengindikasikan adanya respons fisiologis terhadap peningkatan tekanan osmotik media. Semakin tinggi salinitas, semakin besar gradien osmotik antara lingkungan perairan dan cairan tubuh ikan sehingga proses regulasi ion dan air berpotensi memerlukan energi metabolik yang lebih besar (Zuib *et al.*, 2024). Peningkatan kebutuhan energi untuk osmoregulasi tersebut dapat mengurangi proporsi energi yang tersedia untuk proses fisiologis lainnya apabila tekanan lingkungan meningkat secara berkelanjutan (Mauro *et al.*, 2025). Yunus *et al.* (2020) menyatakan bahwa perubahan salinitas dapat meningkatkan beban fisiologis organisme melalui peningkatan kebutuhan energi untuk mempertahankan keseimbangan internal. Namun, dalam penelitian ini, peningkatan salinitas hingga 6 ppt belum menghasilkan tekanan fisiologis yang cukup besar untuk menyebabkan penurunan kelangsungan hidup secara signifikan.

Secara keseluruhan, tingkat kelangsungan hidup sebesar 98,33–100,00% menunjukkan bahwa larva ikan gurami memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap salinitas 0–6 ppt selama periode pemeliharaan. Tidak adanya perbedaan nyata antarperlakuan menunjukkan bahwa variasi salinitas tersebut belum menjadi faktor pembatas utama terhadap kelangsungan hidup larva. Dengan demikian, kisaran salinitas 0–6 ppt masih dapat ditoleransi oleh larva ikan gurami dan dapat digunakan dalam kondisi pemeliharaan selama parameter kualitas air lainnya tetap berada dalam kisaran yang sesuai.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air pada media pemeliharaan masih berada dalam kisaran yang optimum untuk penetasan telur dan perkembangan larva ikan gurami (Parulian *et al.*, 2021; Melati *et al.*, 2024; Fajriyani & Bayu, 2021). Adapun data kualitas air pada media pemeliharaan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Perlakuan			
			P1 (0 ppt)	P2 (2 ppt)	P3 (4 ppt)	P4 (6 ppt)
1.	Suhu	°C	24,3 - 29,9	24,3 - 29,7	24,5 - 29,8	24,3 - 30,1
2.	pH		7,09 - 8,07	7,72 - 7,97	7,63 - 7,86	7,07 - 7,85
3.	DO	mg/L	3,8 - 7,9	3,4 - 6,9	3,4 - 6,7	3,5 - 7,1
4.	Amonia	mg/L	0 - 0,03	0 - 0,03	0 - 0,02	0 - 0,04

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai tingkat penetasan telur, perkembangan, dan kelangsungan hidup larva ikan gurami (*Osphronemus goramy*) yang diinkubasi pada media dengan salinitas berbeda, dapat disimpulkan bahwa:

1. Salinitas media inkubasi memberikan respons yang berbeda nyata terhadap waktu penetasan dan daya tetas telur ikan gurami (*Osphronemus goramy*) ($P < 0,05$). Salinitas 2 ppt merupakan perlakuan terbaik pada fase embrionik, dengan waktu penetasan tercepat yaitu 29,30 jam dan daya tetas tertinggi sebesar 72,67%.
2. Salinitas 0 - 6 ppt tidak berpengaruh nyata terhadap lama waktu maupun laju penyerapan kuning telur. Lama penyerapan berkisar antara 232,72 - 237,92 jam, sedangkan laju penyerapan berkisar antara 0,072 - 0,086 mm³/jam. Demikian pula pertumbuhan panjang total larva tidak menunjukkan perbedaan nyata, meskipun nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada salinitas 2 ppt sebesar 18,51 mm. Kelangsungan hidup larva juga tidak dipengaruhi secara nyata oleh salinitas dengan nilai yang cukup tinggi yaitu 98,33 - 100,00%. Dengan demikian, salinitas 0 - 6 ppt masih berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi larva ikan gurami selama masa pemeliharaan, sedangkan salinitas 2 ppt menunjukkan kondisi yang potensial berdasarkan respons penetasan dan kecenderungan pertumbuhan larva.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih kepada Laboratorium Kolam Percobaan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman Samarinda yang telah membantu mendanai dan menyediakan fasilitas sarana dan prasarana penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga berterima kasih kepada pembimbing serta berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat, kritik maupun saran dalam proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M.R., Sharmin, S., Islam, S.M.M., Alam, M.A., Ehiguese, F.O., Pattadar, S.N., & Shahjahan, M. (2020). Salinity intrusion affects early development of freshwater aquaculture species pabda, *Ompok pabda*. *Aquaculture Reports*, 18, 100476. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100476>
- Arief, Z., Lokajaya, I.N., Ridhoi, A., & Khoiroh, S.M. (2024). Pelatihan dan penyuluhan budidaya ikan gurami dengan perhitungan persediaan pakan yang optimal pada warga Desa Tebel, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal ADIPATI*, 3(1), 22-27. DOI: <https://doi.org/10.31284/j.adipati.2024.v3i1.5367>
- Azrita, A., & Syandri, H. (2018). Effects of salinity on survival and growth of Gurami Sago (*Osphronemus goramy*, Lacepède, 1801) juveniles. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 21(4), 171–178. DOI: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2018.171.178>
- Boeuf, G., & Payan, P. (2001). How should salinity influence fish growth?. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 130(4), 411-423.
- Bonislawska, M., Tański, A., Szulc, J., Machula, S., & Formicki, K. (2014). Water salinity effects on embryogenesis of the lesser sandeel, *Ammodytes tobianus* (Linnaeus, 1758). *Cent. Eur. J. Biol.*, 9(11), 1068-1077. DOI: 10.2478/s11535-014-0344-8
- Budiana & Rahardja, B.S. (2019). Teknik pembenihan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) di Balai Benih Ikan Ngoro, Jombang. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 7(3): 91-97. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v7i3.11256>
- Dewi, L., Sudrajat, S., & Kurnia, R. (2024). Analisis usaha pembesaran ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) di Desa Ciharalang Kecamatan Cijeungjing Kabupaten Ciamis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*. 11(2), 692-699. DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/jimag.v11i2.12092>
- Effendie, M.I. (2004). Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta 159 hlm.
- Fajriyani, F., & Bayu, B. (2021). Analisis kadar amonia pada media pemijahan ikan tiger (*Datnioides microlepis*). *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 19(1), 39-42.
- Fariedah, F., Widodo, M.S., Nuswantoro, S., & Rizal, M.K. (2021). Hatching of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) egg in the hatching medium use salinity media and bromelain enzyme. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718, 012027. DOI: 10.1088/1755-1315/718/1/012027
- Fuiman, L.A., & Werner, R.G. (2009). *Fishery Science: The Unique Contributions of Early Life Stages*. John Wiley & Sons.
- Hadi, S., Junaidi, M., & Lestari, D.P. (2022). Stages of gurami (*Osphronemus gouramy*) embryogenesis at different temperature for 48 hours. *Indonesian Journal of Aquaculture Medium*, 2(2), 177-189. DOI: <https://doi.org/10.29303/mediaakuakultur.v2i2.1417>
- Hadid, Y., Syaifudin, M., & Amin, M. (2014). Pengaruh salinitas terhadap daya tetas telur ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1), 78–92. DOI: <https://doi.org/10.36706/jari.v2i1.2056>
- Hossain, F., Islam, S.M.M., Ashaf-Ud-Doulah, M., Ali, M.S., Islam, M.S., Brown, C., & Shahjahan, M. (2021). Influences of salinity on embryonic and larval development of striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Frontiers in Marine Science*. 8, 781951. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.781951>
- Iskandar, A., Pinem, R.T., Dharmawangsa, G.M., Hendriana, A., Astiyani, W.P., & Muslim. (2022). Budidaya ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) teknis pembenihan dan analisa kelayakan usaha. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*. 7(1), 39-49. DOI: 10.33087/akuakultur.v7i1.121
- Kamler, E. (2008). Resource allocation in yolk-feeding fish. *Rev Fish Biol Fisheries*, 18, 143–200. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9070-x>
- Listiyowati, N., Sularto, & R. Febrianti2. (2023). Evaluation of heritability and selection response of the growth in the first-generation population of gourami (*Osphronemus goramy* Lac.) originated from four populations. *E3S Web of Conferences* 442, 02030. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344202030>
- Lorrain-Soligon, L., Boudard, L., Sebastiano, M., Costantini, D., Angelier, F., Ribout, C., Leclerc, M., Kato, A., Robin, F., & Brischoux, F. (2025). Salty surprises: Developmental and behavioral responses to environmental salinity reveal higher tolerance of inland rather than coastal *Bufo spinosus* tadpoles. *Environmental Research*, 264, 120401. DOI: 10.1016/j.envres.2024.120401

- Mariska, A., Muslim, dan Fitrani, M. (2013). Laju penyerapan kuning telur tambakan (*Helostoma temminckii* C.V) dengan suhu inkubasi berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 1(1), 34-35.
- Mauro, A.A., Velotta, J.P., & Ghalambor, C.K. (2025). A systems approach to homeostasis: what euryhaline fish teach us about organismal stress responses. *Integrative and Comparative Biology*, 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1093/icb/icaf085>
- Melati, A.F., Supriyono, E., Hastuti, Y. P., & Nirmala, K. (2024). Status kualitas air untuk penilaian lingkungan sekitar tambak ekstensif di Balikpapan, Kalimantan Timur. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 8(1), 116-128.
- Nande, M., Pérez, M., & Presa, P. (2024). The embryo-oil drop assembly: the timing and morphology of a critical event for fish early-life history survival. *Scientific Reports*, 14, 6918. DOI:10.1038/s41598-024-57429-9
- Nazar, A., Jabbar, F.M., & Melati, H. (2019). Pengaruh rentang waktu peningkatan salinitas terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan larva ikan baung (*H. Nemurus*). *Dinamika Pertanian*, 35(3), 179-184. DOI: [https://doi.org/10.25299/dp.2019.vol35\(3\).7707](https://doi.org/10.25299/dp.2019.vol35(3).7707)
- Oliveira, L.C.C.de, Silveira, B.G.da, Nascimento, E.T.de S., Eiras, B.J.C.F., Moura, L.B.de, Salaro, A.L., Cordeiro, C.A.M., & Campelo, D.A.V. (2023). Salinized water as a strategy for increase stocking density in *Heros severus* larviculture, an Amazonian ornamental fish. *Bol. Inst. Pesca*, 48: e742. DOI: <https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e742>
- Pamungkas, W. (2012). Aktivitas osmoregulasi, respons pertumbuhan, dan energetic cost pada ikan yang dipelihara dalam lingkungan bersalinitas. *Media Akuakultur*, 7(1), 44-51. DOI: <https://doi.org/10.15578/ma.7.1.2012.44-51>
- Parulian, D., Widodo, B., Stepanus, & Tobing, T. (2021). Sistem pengendalian dan monitoring kualitas air tawar serta pemberian pakan otomatis pada budi daya ikan nila menggunakan NODEMCU ESP-12F. *Lektrokom: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1), 31-39. DOI: <https://doi.org/10.33541/lektrokom.v4i1.4201>
- Permana, A., Priyadi, A., Nur, B., Cindelaras S., Murniasih, S., Ginanjar, R., Rohmy, S., Lukman, Said, D.S., Yamin, M., Sholichah, L., Hayuningtyas, E.P., Murdinah, Fopp-Bayat, D.K., Suciyo, & Budi, D.S. (2024). Adaptation and domestication of endangered wild betta fish (*Betta channoides*) originating from East Kalimantan, Indonesia. *Research Square*, 1-24. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4002374/v1>
- Phan, T.T.C., Manuel, A.V., Tsutsui, N., & Yoshimatsu, T. (2022). Effects of salinity and turbidity on development of bamboo sole (*Heteromycteris japonicus*). *Fishery Bulletin*, 120(3-4).268-276. DOI: 10.7755/FB.120.3-4.7
- Politis, S.N., Mazurais, D., Servili, A., Zambonino-Infante, J.-L., Miest, J.J., Tomkiewicz, J., & Butts, I.A.E. (2018). Salinity reduction benefits European eel larvae: Insights at the morphological and molecular level. *PLoS ONE*, 13(6), e0198294. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198294>
- Politis, S.N., Syropoulou, E., Benini, E., Bertolini, F., Sørensen, S.R., Miest, J.J., Butts, I.A.E., & Tomkiewicz, J. (2021). Performance thresholds of hatchery produced European eel larvae reared at different salinity regimes. *Aquaculture*, 539, Article 736651. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736651>
- Pratama, B.A., Susilowati, T., & Yuniarti, T. (2018). Pengaruh perbedaan suhu terhadap lama penetasan telur, daya tetas telur, kelulushidupan dan pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) strain bastar. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(1), 59-65. DOI: 10.14710/SAT.V2I1.2478
- Prihatini, E.S., Mas'ud, F., Shaleh, F.R., Saad, M., Purnamasari, I., Ali, M., & Intasar, Z.A. (2023). Pengaruh salinitas yang berbeda terhadap embriogenesis dan daya tetas telur ikan nila salin (*Oreochromis niloticus*) pada bak inkubator. *Jurnal Grouper*, 14(1), 69-78. DOI: <https://doi.org/10.30736/grouper.v14i1.160>
- Putra, D.F., Azhar, D., Perdana, A.W., Arisa, I.I., & Melanie, K. (2022). The effect of different salinity concentrations on the embryogenesis development of the freshwater african catfish, *Clarias gariepinus*, Burchell 1822. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 26(6), 1329-1347. DOI: <https://doi.org/10.21608/ejabf.2022.296577>
- Safrizal, Putra, W.K.A., & Irawan, H. (2020). Pengaruh salinitas berbeda terhadap waktu penyerapan kuning telur larva ikan bawal bintang *Tranchinotus blochii*. *Intek Akuakultur*, 4(2), 6-18. DOI: <https://doi.org/10.31629/intek.v4i2.2032>
- Simanjuntak, M., Rosmaiti, R., & Putriningtias, A. (2021). Effect of temperature differences on embryo development and hatching of sea bass eggs (*Lates calcarifer*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(1), 18-22. DOI: <https://doi.org/10.29103/aa.v8i1.3824>
- Su, B., Perera, D.A., Mu, X., & Dunham, R.A. (2013). Effect of sodium chloride on hatching rate on channel catfish, *Ictalurus punctatus*, embryos. *Journal of Applied Aquaculture*, 25(4), 283-292. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454438.2013.848754>
- Sundell, E., Morgenroth, D., Ekström, A., Brijs, J., Axelsson, M., Gräns, A., & Sandblom, E. (2021). Energetic savings and cardiovascular dynamics of a marine euryhaline fish (*Myoxocephalus scorpius*) in reduced salinity. *Journal of Comparative Physiology B*, 191, 301-311 DOI: <https://doi.org/10.1007/s00360-020-01336-8>

- Swanson, C. (1996). Early development of milkfish: effects of salinity on embryonic and larval metabolism, yolk absorption and growth. *Journal of Fish Biology*, 48(3), 405-421. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb01436.x
- Tang, U.M & Affandi, R. (2017). Biologi Reproduksi Ikan. Intimedia, Malang. 128 hal.
- Vaka, T., & Tamata, L. (2024). The effects of salinity on the growth and survival of marine fish larvae. *Aquatic Ecosystems and Environmental Frontiers*, 2(1), 28-32
- Widyastuti, Y.R., Setiadi, E., & Yosmaniar. (2021). The effect of rearing media salinity on survival, growth, and blood glucose of juvenile mahseer (*Tor soro*). *E3S Web of Conferences*, 322, 02017. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132202017>
- Yanagitsuru, Y. R., Daza, I. Y., Lewis, L. S., & Hobbs, J. A. (2022). Growth, osmoregulation and ionoregulation of longfin smelt (*Spirinchus thaleichthys*) yolk-sac larvae at different salinities. *Conservation Physiology*, 10(1), coac041. DOI: <https://doi.org/10.1093/conphys/coac041>
- Yuliani, T.A., Anggoro, S., & Solichin, A. (2018). Pengaruh salinitas berbeda terhadap respon osmotik, regulasi ion dan pertumbuhan ikan sidat (*Anguilla* sp.) Fase elver selama masa aklimasi dan kultivasi. *Jurnal of Maquares* 7(4), 333-341. DOI: <https://doi.org/10.14710/marj.v7i4.22567>
- Yunus, M., Muarif, M. & Nafiqoh, N. (2020). Respon glukosa darah dan hemoglobin ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) terhadap media pemeliharaan bersalinitas 0, 3, 6, dan 9 ppt. *Jurnal Mina Sains*, 6(2), 93-93. DOI: 10.30997/jmss.v6i2.3299
- Zonneveld, N.E., Huisman, A., dan Boon, J.H. (1991). Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hal.
- Zuib, M.A., Rejeki, S., & Harwanto, D. (2024). Adaptasi salinitas mampu meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan benih nila sultana (*Oreochromis niloticus*): (Kelas : Osteichthyes; Famili : Cichlidae). *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(2), 209-216. DOI: <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i2.22546>