



Kinerja Pendederan Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Menggunakan Sistem Resirkulasi: Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup, dan Pengelolaan Kualitas Air

Performance of White Snapper (*Lates calcarifer*) Fry Rearing Using Recirculating Aquaculture System: Growth, Survival, and Water Quality Management

Nopri Ramadhani^a, Indra lesmana^{a*}

^a Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293 Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: Juli 2025

Distujui: Juli 2025

Keywords:

White snapper, fry nursery, recirculating aquaculture system, growth performance, water quality management

ABSTRACT

White snapper or Barramundi (*Lates calcarifer*) commands a premium in Indonesian aquaculture; however, high fry mortality during the nursery stage often curtails profitability, with unstable water quality and erratic feeding cited as key contributors. To address this problem, the present study examined the growth, survival, and water-quality management of white snapper fry cultured in a recirculating aquaculture system (RAS) at the Batam Marine Aquaculture Center. Over 28 days, fry length and weight were measured biweekly, and temperature, pH, dissolved oxygen, and salinity were recorded weekly. Descriptive statistics revealed an average fork length of 8.0 cm, a mean weight of 8.3 g, and a survival rate of 95.8%. These results paralleled stable water conditions (temperature: 28.9-32.1°C, pH: 7.63-8.5, DO: 5.4 mg/L, salinity: 28-30 ppt). These data suggest that RAS, paired with regular intensive feeding, enhances fry growth and survivorship, thereby improving nursery efficiency and advancing sustainable aquaculture in Indonesia.

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia menyimpan potensi budidaya perikanan yang sangat besar dan strategis untuk memperkuat ketahanan pangan serta meningkatkan taraf hidup masyarakat yang tinggal di pesisir (Markaki, 2022) (Wekke & Cahaya, 2015). Salah satu komoditas yang menjanjikan dari sektor perikanan laut adalah ikan kakap putih (*Lates calcarifer*), spesies bernilai tinggi itu menarik perhatian karena pertumbuhannya yang cepat, kemampuannya beradaptasi dengan berbagai salinitas, dan melonjaknya permintaan di pasar domestik maupun ekspor (Saputra & Samara, 2022). Kendati demikian, angka kematian yang tinggi pada fase pendederan masih menjadi penghalang bagi produksi kakap putih yang berkelanjutan; masalah ini sering kali bersumber dari fluktuasi kualitas air, manajemen pakan yang tidak tepat, serta stres lingkungan yang melemahkan daya tahan benih (Saputra & Samara, 2022) (Wei, 2015). Oleh karena itu, penerapan teknologi modern seperti sistem resirkulasi akuakultur (Recirculating Aquaculture System, RAS) muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Dengan RAS, parameter-parameter kualitas air dapat dikendalikan secara terus-menerus, risiko

* Corresponding author. Tel.: 0853 6003 7427; fax: +0-000-000-0000.

E-mail address: indra.lesmana@lecturer.unri.ac.id

perubahan mendadak dapat diminimalkan, dan pertumbuhan benih pada densitas tinggi tetap optimal (Samara *et al.*, 2022).

Walaupun produksi kakap putih di berbagai lokasi di Indonesia terus naik, tantangan teknis masih menghantui fase pendederan di hatchery dan berujung pada turunnya performa benih. Hatchery tradisional umumnya masih bergantung pada sistem terbuka, cara yang sulit menjaga stabilitas suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (In, 2020). Kualitas air yang fluktuatif memicu stres berat pada larva dan benih, sehingga memperpendek masa hidup (survival rate/SR) dan menghambat laju pertumbuhan. Akibatnya benih yang dihasilkan dari kolam pendederan berukuran tidak seragam dan mudah terserang penyakit (Leung *et al.*, 2020). Di samping itu, pola pemberian pakan kerap tidak selaras dengan kandungan gizi dan frekuensi yang pas, membuat pasokan pakan jauh lebih banyak daripada yang dapat dimakan. Ketidaksiharian ini menciptakan persaingan tidak adil di kolam, meningkatkan kanibalisme, dan menghasilkan benih dengan pertumbuhan yang lambat dan cacat (Kloskowski *et al.*, 2021) (Riesch *et al.*, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara komprehensif performa pendederan benih ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) pada sistem resirkulasi dengan menekankan pada tiga parameter utama, yaitu pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan pengelolaan kualitas air. Evaluasi pertumbuhan dilakukan dengan mengukur laju pertumbuhan panjang dan bobot mutlak benih, sehingga dapat diketahui sejauh mana benih mengalami peningkatan biomassa selama periode pemeliharaan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup benih (survival rate) sebagai indikator keberhasilan manajemen budidaya yang diterapkan dalam sistem resirkulasi. Tujuan selanjutnya adalah mengevaluasi dinamika kualitas air, termasuk parameter suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas, yang diukur secara berkala untuk memastikan kestabilannya selama proses pendederan. Dengan pencapaian tujuan-tujuan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menyediakan data primer yang valid dan aplikatif sebagai dasar perbaikan teknis dalam praktik pendederan benih kakap putih di hatchery, khususnya pada unit pemerintah seperti Balai Perikanan Budidaya Laut Batam. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan bagi pengembangan teknologi budidaya berkelanjutan yang mendukung peningkatan produksi benih berkualitas secara nasional.

Meskipun berbagai studi telah banyak dilakukan untuk mengevaluasi performa pembesaran ikan kakap putih di kolam atau keramba jaring apung dengan sistem terbuka, informasi mendetail mengenai penerapan sistem resirkulasi pada tahap pendederan di Indonesia masih sangat terbatas (Hadijah *et al.*, 2022). Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya hanya menekankan pada aspek teknologi pembesaran di fase grow-out, tanpa memberikan perhatian yang memadai pada tahap awal pendederan yang justru menentukan kualitas benih dan keberhasilan budidaya secara keseluruhan. Padahal, fase pendederan merupakan tahap krusial yang sangat dipengaruhi oleh kualitas manajemen pakan dan stabilitas parameter kualitas air, yang belum terstandarisasi dengan baik di sebagian besar hatchery tradisional (Aguilar-Ascón *et al.*, 2023). Selain itu, hingga saat ini belum terdapat publikasi yang secara sistematis mendokumentasikan hubungan antara frekuensi pemberian pakan intensif, kestabilan kualitas air sesuai standar nasional (SNI), dan kinerja pertumbuhan serta kelangsungan hidup benih kakap putih dalam sistem resirkulasi di lingkungan hatchery pemerintah. Celah pengetahuan ini menyebabkan rendahnya adopsi teknologi RAS pada hatchery skala kecil dan menengah, karena pelaku usaha tidak memiliki referensi teknis yang valid untuk dijadikan pedoman. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk mengisi kekosongan data empiris dan memberikan kontribusi ilmiah yang dapat menjadi acuan dalam penyusunan protokol pendederan kakap putih berbasis sistem resirkulasi di Indonesia

Penelitian ini memiliki kebaruan (novelty) yang terletak pada integrasi praktik pendederan intensif benih ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) dengan sistem resirkulasi di unit hatchery pemerintah, yang belum banyak didokumentasikan secara empiris di Indonesia. Penelitian ini tidak hanya mengukur performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup, tetapi juga mengaitkannya secara langsung dengan manajemen kualitas air yang dikontrol ketat sesuai standar baku mutu SNI. Justifikasi pentingnya penelitian ini juga didasarkan pada kebutuhan mendesak untuk menyediakan teknologi pendederan yang efisien dan ramah lingkungan guna meningkatkan kapasitas produksi benih nasional, mengingat permintaan benih kakap putih yang terus meningkat setiap tahunnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan teknis bagi hatchery pemerintah dan swasta dalam menerapkan teknologi budidaya modern yang berkelanjutan, sekaligus mendukung target pembangunan perikanan budidaya nasional yang produktif, kompetitif, dan berdaya saing global.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Januari hingga Februari 2025 di Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Batam, Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. BPBL Batam merupakan unit pelaksana teknis Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya yang memiliki fasilitas hatchery dan sistem resirkulasi untuk kegiatan budidaya ikan laut, termasuk pendederan benih ikan kakap putih (*Lates calcarifer*).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi lapangan dengan pendekatan observasional dan partisipatif. Data primer dikumpulkan melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas pendederan benih, pengukuran parameter kualitas air, serta penimbangan dan pengukuran panjang benih secara berkala. Data sekunder diperoleh dari dokumen internal BPBL Batam yang mendukung keakuratan informasi teknis budidaya.

Prosedur Penelitian

Prosedur pendederan dilakukan dengan tahapan utama meliputi: (1) persiapan bak beton berukuran $5 \times 2 \times 1$ m³ dengan kapasitas 10 m³, termasuk sterilisasi bak menggunakan larutan kaporit 20 ppm dan pembersihan mekanis; (2) pemasangan sistem aerasi dengan enam titik diffuser untuk memastikan distribusi oksigen merata; (3) pengisian bak dengan air laut yang telah difiltrasi melalui sand filter dan biofilter; (4) aklimatisasi benih kakap putih berukuran 5–7 cm sebanyak 1.200 ekor per bak, dengan cara memasukkan benih secara bertahap ke dalam bak selama 10–15 menit; (5) pemeliharaan benih selama 28 hari dengan pemberian pakan pelet secara intensif lima kali sehari pada pukul 07.30, 09.30, 11.30, 13.30, dan 15.30, dengan dosis disesuaikan ukuran benih; (6) pengelolaan kualitas air menggunakan sistem resirkulasi tertutup dengan aliran air yang berputar selama 24 jam melalui biofilter dan sand filter; (7) pembersihan dasar bak dengan penyiponan setiap sore untuk menghilangkan sisa pakan dan kotoran.

Teknik Pengumpulan Data

Data primer pertumbuhan benih diperoleh melalui sampling panjang dan bobot benih yang dilakukan setiap 7 hari sekali, dengan mengambil 10 ekor benih secara acak menggunakan serokan. Panjang diukur menggunakan penggaris standar dan bobot diukur dengan timbangan digital presisi. Data kualitas air dikumpulkan melalui pengukuran suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas setiap minggu menggunakan alat thermometer, pH meter, DO meter, dan hand refractometer..

Teknik Analisis Data

Data pertumbuhan dianalisis dengan menghitung rata-rata panjang mutlak (L) dan bobot mutlak (GR) benih menggunakan rumus:

$$L = Lt - Lo$$

$$GR = Wt - Wo$$

Dengan

Lt : adalah panjang akhir,

Lo : panjang awal,

Wt : bobot akhir, dan

Wo : bobot awal.

Tingkat kelangsungan hidup dihitung dengan rumus:

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

Dengan:

Nt jumlah benih hidup pada akhir pemeliharaan dan

No jumlah benih pada awal pemeliharaan.

Parameter kualitas air dianalisis dengan membandingkan hasil pengukuran dengan standar baku mutu SNI untuk perairan budidaya. Data disajikan dalam bentuk tabulasi rata-rata dan grafik pertumbuhan untuk menggambarkan tren performa benih selama masa pemeliharaan..

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

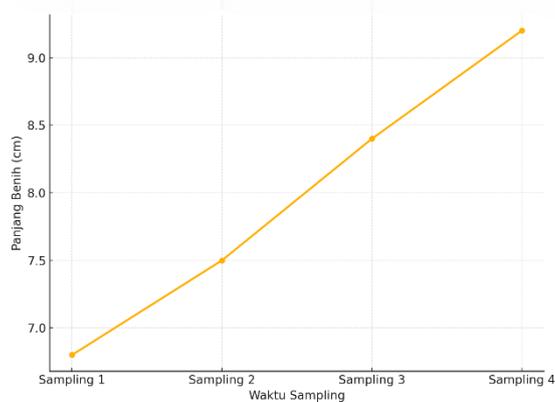
Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) yang dipelihara dalam sistem resirkulasi di Balai Perikanan Budidaya Laut Batam selama periode 28 hari mengalami pertumbuhan yang signifikan. Rata-rata panjang

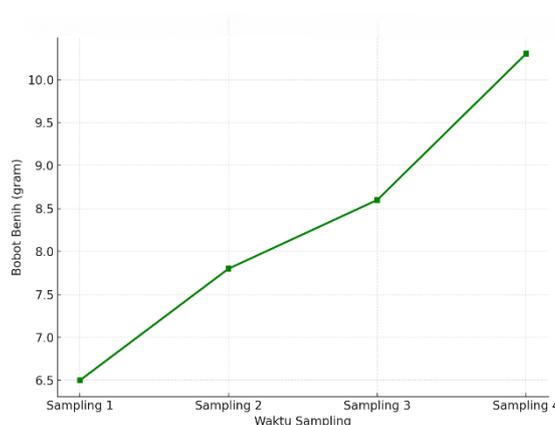
mutlak benih pada akhir penelitian mencapai 8 cm, dengan rata-rata bobot mutlak 8,3 gram. Tingkat kelangsungan hidup (survival rate) benih terpantau tinggi, yaitu sebesar 95,8%, menunjukkan keberhasilan sistem resirkulasi dalam menjaga kestabilan lingkungan pemeliharaan. Pertumbuhan panjang benih menunjukkan tren peningkatan yang konsisten dari minggu pertama hingga minggu keempat, dengan rata-rata pengukuran panjang pada sampling mingguan masing-masing sebesar 6,8 cm, 7,5 cm, 8,4 cm, dan 9,2 cm.

Secara paralel, pertumbuhan bobot juga meningkat dari rata-rata 6,5 gram pada minggu pertama menjadi 10,3 gram pada minggu keempat. Hal ini mencerminkan kondisi kesehatan benih yang optimal dan efektivitas manajemen pakan intensif lima kali per hari, yang dikombinasikan dengan kualitas air yang terjaga. Parameter kualitas air selama penelitian berada pada kisaran suhu 28,9 - 32,1° C, pH 7,63 - 8,5, DO \geq 5,4 mg/L, dan salinitas 28 - 30 ppt, yang seluruhnya memenuhi standar baku mutu SNI untuk budidaya ikan laut. Keberhasilan dalam mempertahankan kualitas air secara stabil didukung oleh penerapan sistem resirkulasi dengan biofilter dan sand filter, serta kegiatan penyiponan harian untuk mengurangi sisa pakan dan kotoran di dasar bak.

Gambaran tren pertumbuhan panjang dan bobot benih selama penelitian ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2, yang menunjukkan pola peningkatan linier pada kedua parameter tersebut.



Gambar 1. Rata-rata Pertumbuhan Panjang Benih Kakap Putih Selama Penelitian



Gambar 2. Rata-rata Pertumbuhan Bobot Benih Kakap Putih Selama Penelitian

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem resirkulasi yang diterapkan pada tahap pendederan benih ikan kakap putih mampu menghasilkan performa pertumbuhan yang optimal dengan rata-rata panjang mutlak 8 cm dan bobot mutlak 8,3 gram dalam waktu 28 hari, serta tingkat kelangsungan hidup (SR) mencapai 95,8%. Capaian ini lebih tinggi dibandingkan dengan laporan beberapa studi sebelumnya yang menggunakan sistem terbuka, di mana rata-rata SR benih kakap putih

hanya berkisar antara 80–90% dengan pertumbuhan yang cenderung lebih lambat. (Astuti *et al.*, 2023) Keberhasilan ini didukung oleh manajemen kualitas air yang stabil sepanjang penelitian, sebagaimana ditunjukkan oleh parameter suhu, pH, DO, dan salinitas yang semuanya berada dalam kisaran optimal menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk budidaya ikan laut. Tren peningkatan pertumbuhan panjang dan bobot yang linier pada setiap minggu sampling juga memperlihatkan bahwa benih kakap putih merespon positif frekuensi pemberian pakan yang tinggi (5 kali per hari) dengan dosis pakan yang disesuaikan. Pemberian pakan secara at satiation terbukti mendukung peningkatan biomassa tanpa menimbulkan sisa pakan berlebih yang dapat menurunkan kualitas air. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Abbas *et al.*, 2015) yang menyebutkan bahwa frekuensi pemberian pakan intensif dapat mempercepat pertumbuhan benih ikan karnivora, termasuk kakap putih, asalkan kualitas air tetap terjaga (Linayati *et al.*, 2021). Dengan demikian, interpretasi hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penerapan sistem resirkulasi dengan manajemen pakan yang tepat mampu meningkatkan performa pendederan benih kakap putih secara signifikan dibandingkan sistem konvensional.

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan teori manajemen kualitas air dan nutrisi pada sistem resirkulasi untuk ikan laut tropis, yang selama ini lebih banyak difokuskan pada komoditas air tawar seperti lele atau nila (Obirikorang *et al.*, 2022). Temuan tingginya kelangsungan hidup dan konsistensi laju pertumbuhan benih kakap putih pada sistem resirkulasi menegaskan bahwa kontrol parameter lingkungan yang ketat, terutama suhu, oksigen terlarut, dan salinitas, dapat mendukung metabolisme optimal benih ikan karnivora pada fase kritis pendederan. Hal ini mendukung teori bahwa kualitas air yang stabil merupakan salah satu faktor pembatas utama dalam budidaya ikan laut, terutama pada padat tebar tinggi (Gullian-Klanian & Arámburu-Adame, 2013) (Obirikorang *et al.*, 2022) (Aliyev, 2019). Secara praktis, penelitian ini memberikan acuan teknis bagi pengelola hatchery dalam menerapkan frekuensi pemberian pakan yang lebih intensif tanpa menimbulkan degradasi kualitas air, melalui sistem resirkulasi yang efisien. Implikasi praktis lainnya adalah tersedianya protokol budidaya yang terukur bagi hatchery pemerintah dan swasta, yang dapat mengoptimalkan produksi benih kakap putih berkualitas secara berkelanjutan. Dengan mengacu pada data primer penelitian ini, pembudidaya dapat menekan angka kematian benih, memperpendek siklus produksi, serta meningkatkan keseragaman ukuran benih, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan profitabilitas usaha budidaya kakap putih di Indonesia.

Meskipun penelitian ini berhasil menunjukkan efektivitas sistem resirkulasi dalam meningkatkan performa pendederan benih kakap putih, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil. Penelitian hanya dilaksanakan pada satu lokasi, yaitu Balai Perikanan Budidaya Laut Batam, dengan kondisi lingkungan dan manajemen yang mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan variasi kondisi hatchery di daerah lain. Hal ini berpotensi membatasi generalisasi temuan ketika diterapkan pada hatchery dengan infrastruktur, sumber daya manusia, atau kualitas air baku yang berbeda. Selain itu, penelitian hanya dilakukan dalam satu siklus pendederan selama 28 hari tanpa membandingkan antar batch atau musim, sehingga variabilitas performa yang mungkin terjadi akibat perbedaan suhu lingkungan, kualitas air awal, atau kondisi induk tidak dapat diidentifikasi. Penelitian ini juga menggunakan metode analisis statistik deskriptif tanpa uji statistik inferensial, sehingga tidak memungkinkan pengujian signifikansi perbedaan data antar minggu sampling. Oleh karena itu, hasil penelitian ini sebaiknya dipandang sebagai data awal yang memberikan gambaran performa pendederan pada kondisi spesifik, dan bukan sebagai parameter mutlak yang dapat diterapkan secara universal pada seluruh lokasi budidaya kakap putih.

Berdasarkan hasil dan keterbatasan yang teridentifikasi, penelitian masa depan sebaiknya dilakukan dengan cakupan yang lebih luas dan desain yang lebih komprehensif. Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk melibatkan lebih dari satu siklus pendederan dengan variasi musim, sehingga dapat menggambarkan pengaruh faktor musiman terhadap performa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih kakap putih. Hal ini penting mengingat suhu, curah hujan, dan kondisi kualitas air baku di lokasi hatchery berpotensi berbeda antar musim, yang secara langsung dapat memengaruhi keberhasilan pendederan (Mello, 2022). Selain itu, penelitian ke depan dapat mempertimbangkan variasi kepadatan tebar dan ukuran awal benih untuk mengevaluasi batas toleransi optimal sistem resirkulasi terhadap stres kepadatan. Penelitian komparatif dengan sistem budidaya terbuka atau semi-tertutup juga disarankan untuk memperoleh data yang lebih lengkap mengenai efisiensi ekonomi, konsumsi air, dan tingkat pencemaran lingkungan dari masing-masing sistem (Shay, 2021). Di sisi lain, penggunaan analisis statistik inferensial di penelitian selanjutnya akan meningkatkan kekuatan interpretasi hasil dengan memungkinkan pengujian signifikansi perbedaan antar perlakuan atau waktu pemeliharaan.

Temuan penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada aspek teknis budidaya, tetapi juga memiliki implikasi sosial dan etis yang signifikan. Keberhasilan meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih kakap putih melalui sistem resirkulasi berpotensi memperkuat rantai pasokan benih berkualitas bagi pembudidaya skala kecil dan menengah. Hal ini dapat berdampak positif pada peningkatan pendapatan masyarakat pesisir, pengurangan ketergantungan pada benih impor, dan mendukung ketahanan pangan berbasis sumber daya lokal. Selain itu, penerapan teknologi resirkulasi yang hemat air dan mengurangi risiko pencemaran lingkungan sejalan dengan prinsip budidaya ramah lingkungan, yang menjadi salah satu aspek etis penting dalam pengelolaan sumber daya perairan secara berkelanjutan. Namun demikian, implikasi

etis lainnya yang perlu diperhatikan adalah kesenjangan pengetahuan dan keterampilan antara hatchery besar yang memiliki akses teknologi RAS dengan hatchery tradisional yang masih terbatas dari sisi sumber daya manusia maupun sarana. Oleh karena itu, hasil penelitian ini sebaiknya diikuti dengan upaya transfer teknologi dan pelatihan yang merata, agar inovasi sistem resirkulasi tidak hanya dinikmati oleh pelaku usaha besar, melainkan juga dapat memberdayakan pembudidaya skala kecil di berbagai daerah. Pendekatan ini akan mendukung terciptanya pemerataan manfaat teknologi budidaya modern, mengurangi ketimpangan sosial, serta menjaga kelestarian lingkungan pesisir sebagai ekosistem pendukung utama budidaya ikan laut..

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan sistem resirkulasi pada tahap pendederan benih ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) di Balai Perikanan Budidaya Laut Batam mampu menghasilkan performa pertumbuhan yang optimal dengan rata-rata panjang mutlak 8 cm, bobot mutlak 8,3 gram, dan tingkat kelangsungan hidup sebesar 95,8% dalam periode 28 hari. Keberhasilan ini didukung oleh manajemen kualitas air yang stabil dan frekuensi pemberian pakan intensif lima kali sehari, yang secara sinergis meningkatkan laju pertumbuhan dan mengurangi mortalitas benih. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem resirkulasi dapat menjadi teknologi efektif untuk meningkatkan efisiensi produksi benih kakap putih yang berkualitas dan seragam ukurannya, serta berpotensi mendukung pengembangan budidaya kakap putih yang berkelanjutan di Indonesia.

Penelitian lanjutan disarankan untuk dilakukan pada lokasi dan musim yang berbeda dengan variasi kepadatan tebar, ukuran awal benih, serta siklus pendederan yang lebih panjang, guna memperoleh data yang lebih representatif dan aplikatif untuk berbagai kondisi hatchery di Indonesia. Penggunaan analisis statistik inferensial juga dianjurkan untuk menguji signifikansi perbedaan antar perlakuan atau waktu pemeliharaan, sehingga kesimpulan yang dihasilkan memiliki validitas ilmiah yang lebih kuat. Selain itu, perlu dilakukan program pelatihan dan transfer teknologi kepada pembudidaya skala kecil-menengah agar teknologi sistem resirkulasi dapat diadopsi secara lebih luas, mendukung peningkatan produktivitas dan pemerataan manfaat teknologi budidaya modern secara berkeadilan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada Pimpinan dan staf Balai Perikanan Budidaya laut (BPBL) Batam yang telah mendukung dan memfasilitasi terlaksananya pengambilan data pada penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, G., Waryani, B., Ghaffar, A., Rahim, A., Hafeez-ur-Rehman, M., & Aslam, M. (2015). Effect of ration size and feeding frequency on growth, feed utilization, body composition and some haematological characteristics of juvenile snapper, *Lutjanus johnii* (Baloch, 1792). *Pakistan Journal of Zoology*.
- Aguilar-Ascón, E., Pariona-Velarde, D., Loayza-Muro, R., & Albrecht-Ruiz, M. (2023). Use of the sludge obtained from the electrocoagulation process of pumping waters of fishmeal factories for feeding *Tenebrio molitor* larvae. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16200>
- Astuti, E. P., A'yun, Q., & Sari, P. D. W. (2023). KAJIAN TEKNIS BUDIDAYA IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*) DI BALAI PERIKANAN BUDIDAYA AIR PAYAU (BPBAP) SITUBONDO, KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR. *Jurnal Perikanan Pantura*. <https://doi.org/10.30587/jpp.v6i1.5025>
- Aliyev, H. (2019). The Impact of Marine Aquaculture on the Environment; the Importance of Site Selection and Carrying Capacity. *Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.4236/AS.2019.103022>
- Gullian-Klanian, M., & Arámburu-Adame, C. (2013). Performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fingerlings in a hyper-intensive recirculating aquaculture system with low water exchange. *Latin American Journal of Aquatic Research*. <https://doi.org/10.3856/VOL41-ISSUE1-FULLTEXT-12>
- Hadijah, S., Abubakar, J., Hamdillah, A., & Yunus, M. R. (2022). ANALISIS PENGGUNAAN KEONG EMAS SEBAGAI PAKAN UNTUK MENSUBSTITUSI PELLET PADA IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*). *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*. <https://doi.org/10.33096/joint-fish.v5i1.119>
- In, S. S. (2020). Hatchery having low power and high efficiency.

- Kloskowski, J., Trembaczowski, A., & Filipiuk, M. (2021). Higher reproductive performance of a piscivorous avian predator feeding on lower trophic-level diets on ponds with shorter food chains. *Journal of Ornithology*. <https://doi.org/10.1007/S10336-021-01910-Z>
- Leung, J. Y. S., Leung, J. Y. S., Leung, J. Y. S., & McAfee, D. (2020). Stress across life stages: Impacts, responses and consequences for marine organisms. *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.134491>
- Linayati, L., Rizkyansyah, B., Mardiana, T. Y., & Yahya, M. Z. (2021). The Addition of Honey Bee to The Feed for Increase The Growth of White Snapper Seeds (*Lates calcarifer*). <https://doi.org/10.20473/JAFH.V10I3.26944>
- Markaki, T. (2022). From catch to consumption: food security dynamics in an Indonesian fishing community. <https://doi.org/10.23860/thesis-roberts-nicole-2021>
- Mello, P. A. de. (2022). Temperature influences growth, digestive system ontogeny and lipids deposition in the liver in gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae and juveniles. *Aquaculture Research*. <https://doi.org/10.1111/are.15849>
- Obirikorang, K. A., Opoku, E. N., & Gyampoh, B. A. (2022). Feed Digestion, Growth and Disease Prevalence in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultured at Different Water Exchange Rates in a Recirculating Aquaculture System. *Aquaculture Studies*. <https://doi.org/10.4194/aquast565>
- Riesch, R., Araújo, M. S., Bumgarner, S., Filla, C., Pennafort, L., Goins, T., Lucion, D., Makowicz, A. M., Martin, R., Pirroni, S., & Langerhans, R. B. (2022). Resource competition explains rare cannibalism in the wild in livebearing fishes. *Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1002/ece3.8872>
- Samara, R. W., Iskandar, I., Liviawaty, E., & Grandiossa, R. (2022). The Effect of the Different Types Plants on the Recirculating Aquaculture System (RAS) on the Growth Performnace of Carp Seed (*Cyprinus carpio*) *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*. <https://doi.org/10.33512/jpk.v12i1.13251>
- Saputra, A., & Samara, S. H. (2022). Performance analysis of white snapper (*Lates calcarifer*) nursery at BBPBAP Jepara. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1036/1/012118>
- Shay, B. (2021). Open-sea aquaculture system and method.
- Wekke, I. S., & Cahaya, A. (2015). Fishermen Poverty and Survival Strategy: Research on Poor Households in Bone Indonesia. *Procedia. Economics and Finance*. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00962-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00962-4)
- Wei, J. (2015). Snapper breeding method.