



## Tingkat Kelulushidupan dan Efisiensi Pakan Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) pada Sistem Keramba Jaring Apung: Studi Kasus di Lampung, Indonesia

## Survival Rate and Feed Efficiency of Humpback Grouper (*Cromileptes altivelis*) in Floating Net Cage Systems: A Case Study from Lampung, Indonesia

Vildo Mailu Diandra<sup>a</sup>, Indra lesmana<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293 Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima: Juli 2025

Distujui: Juli 2025

#### Keywords:

*Cromileptes altivelis*, Floating Net Cages, Feed Efficiency, Survival Rate, Sustainable Mariculture

### ABSTRACT

Humpback grouper (*Cromileptes altivelis*) is a high-value marine species with great aquaculture potential but faces challenges such as low survival rates and inefficient feed utilization during grow-out in floating net cages. This study aimed to evaluate the effectiveness of an integrated feeding strategy and health management protocol to improve growth performance and survival in floating net cages in Lampung Bay. A field experiment was conducted using a combination of trash fish enriched with multivitamins and high-protein pellets, along with biweekly freshwater immersion to control parasites without antibiotics. Results showed a mean absolute growth of 2.4 cm in length and 97.2 g in weight over 22 days, a feed conversion ratio of 3.5, and a feed efficiency of 28.33%. Remarkably, a 100% survival rate was achieved, supported by stable water quality parameters within optimal ranges for grouper culture. These findings suggest that the applied strategy is effective, low-cost, and environmentally friendly, offering a practical model for sustainable grouper aquaculture in Indonesia and similar tropical marine environments.

## 1. PENDAHULUAN

Kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya laut yang memiliki nilai ekonomi tinggi, baik di pasar domestik maupun internasional. Harga jual yang mencapai Rp 300.000–420.000/kg pada ukuran konsumsi menjadikan ikan ini sebagai primadona di pasar ekspor ikan konsumsi premium (Manan, 2019). Kerapu bebek dikenal memiliki sejumlah keunggulan biologis yang mendukung prospek budidayanya, seperti bentuk tubuh yang unik, ketahanan terhadap serangan penyakit yang relatif lebih baik dibandingkan spesies kerapu lainnya, serta tingkat kanibalisme yang rendah sehingga memudahkan pemeliharaan pada fase pemsbesaran. Namun demikian, budidaya kerapu bebek di laut terbuka tidak lepas dari berbagai tantangan teknis yang signifikan, antara lain pertumbuhan yang relatif lambat, kebutuhan pakan yang tinggi, serta risiko penurunan sintasan akibat serangan penyakit dan predator. Tantangan-tantangan ini tidak hanya berdampak pada keberhasilan produksi, tetapi juga meningkatkan biaya operasional budidaya (Dody & Rae, 2016) (Subekti *et al.*, 2019). Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk pemsbesaran kerapu bebek

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

E-mail address: [indra.lesmana@lecturer.unri.ac.id](mailto:indra.lesmana@lecturer.unri.ac.id)

adalah keramba jaring apung (KJA) di perairan laut, karena menyediakan lingkungan dengan sirkulasi air alami dan kondisi mendekati habitat asli ikan kerapu (Langkosono, 2007). Namun demikian, keberhasilan budidaya di KJA sangat bergantung pada manajemen pakan yang efisien, pengendalian kualitas air yang konsisten, dan penerapan strategi pengendalian hama serta penyakit yang tepat (Manan, 2019) (Anggraini *et al.*, 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan kajian mendalam mengenai penerapan teknik budidaya yang efektif dalam sistem KJA, terutama di wilayah perairan yang memiliki potensi besar seperti Teluk Lampung, guna memastikan pertumbuhan optimal, efisiensi pemanfaatan pakan, dan tingkat kelulushidupan yang tinggi pada kerapu bebek sebagai salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya Indonesia.

Meskipun kerapu bebek memiliki nilai ekonomi yang menjanjikan, praktik budidaya di keramba jaring apung (KJA) masih menghadapi berbagai kendala teknis yang berpotensi menurunkan tingkat keberhasilan. Salah satu permasalahan utama yang sering dihadapi pembudidaya adalah rendahnya tingkat kelulushidupan akibat stres lingkungan dan tingginya risiko serangan penyakit seperti vibriosis serta infestasi ektoparasit, yang kerap menyebabkan kerugian ekonomi signifikan (Turnbull, 2012) (Svobodova *et al.*, 2017). Di sisi lain, penggunaan pakan yang tidak terkelola dengan baik sering kali menyebabkan tingginya rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR), sehingga meningkatkan biaya produksi secara keseluruhan dan menurunkan efisiensi budidaya (Samidjan & Rachmawati, 2018). Permasalahan ini diperparah dengan masih terbatasnya data empiris berbasis praktik lapangan yang dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan pakan, kualitas air, serta strategi pengendalian hama dan penyakit secara terintegrasi pada budidaya kerapu bebek di KJA laut terbuka. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu memberikan pemahaman menyeluruh mengenai praktik manajemen budidaya kerapu bebek yang efektif, yang tidak hanya mampu mempertahankan sintasan tinggi tetapi juga meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan secara berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang dibudidayakan dalam sistem keramba jaring apung (KJA) di Teluk Lampung dengan menerapkan strategi manajemen pakan berbasis kombinasi pakan segar, pelet, dan multivitamin. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendokumentasikan efektivitas metode pengendalian hama dan penyakit melalui perendaman air tawar secara berkala tanpa penggunaan antibiotik, yang diharapkan dapat menjaga kesehatan ikan dan mendukung praktik budidaya berkelanjutan. Di samping itu, penelitian ini bermaksud untuk menyediakan data empiris mengenai parameter kualitas air selama masa pembesaran yang dapat digunakan sebagai acuan dalam manajemen lingkungan budidaya kerapu bebek, serta memberikan rekomendasi teknis yang aplikatif bagi pembudidaya di kawasan pesisir Indonesia dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi dan keberlanjutan usaha budidaya laut.

Hingga saat ini, sebagian besar penelitian mengenai budidaya kerapu bebek di Indonesia lebih banyak terfokus pada tahap pembenihan atau aspek umum manajemen budidaya, sementara kajian mendalam tentang performa pembesaran di keramba jaring apung (KJA) dengan data terperinci mengenai pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelulushidupan masih sangat terbatas. Studi-studi sebelumnya umumnya hanya menyebutkan sintasan rata-rata tanpa menyajikan protokol manajemen pakan yang rinci, padahal strategi pemberian pakan berperan krusial dalam menentukan keberhasilan budidaya kerapu bebek yang memiliki kebutuhan nutrisi tinggi. Selain itu, penelitian tentang teknik pengendalian penyakit dan parasit pada fase grow-out kerap kali masih bergantung pada penggunaan antibiotik (Ode *et al.*, 2023), yang bertentangan dengan prinsip budidaya berkelanjutan dan keamanan pangan. Celah ini diperkuat dengan minimnya laporan empiris mengenai integrasi manajemen pakan, kualitas air, dan pengendalian hama/penyakit non-antibiotik di KJA laut terbuka yang dikaitkan secara langsung dengan parameter performa budidaya, sehingga diperlukan penelitian yang mampu menjawab gap tersebut untuk mendukung pengembangan teknologi budidaya kerapu bebek yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menyajikan data empiris yang menunjukkan tingkat kelulushidupan (*Survival Rate*) 100% pada pembesaran kerapu bebek di keramba jaring apung, yang dicapai melalui kombinasi strategi pemberian pakan rucah, pelet, dan multivitamin, serta penerapan metode pengendalian hama dan penyakit non-antibiotik dengan perendaman air tawar secara berkala. Pendekatan praktis ini terbukti mendukung pertumbuhan optimal dengan nilai pertumbuhan panjang mutlak 2,4 cm, bobot mutlak 97,2 g, serta efisiensi pakan sebesar 28,33% dan FCR 3,5 selama masa pemeliharaan, yang merupakan capaian penting bagi efisiensi produksi. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dengan mendokumentasikan parameter kualitas air di Teluk Lampung yang berada dalam kisaran optimal untuk budidaya kerapu bebek, sehingga memperkuat potensi wilayah ini sebagai pusat pengembangan budidaya laut berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan praktis bagi pembudidaya dan pengambil kebijakan dalam menerapkan teknik budidaya yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan, sekaligus menjawab tantangan peningkatan produktivitas budidaya kerapu bebek di Indonesia.

## 2. METODE PENELITIAN

### *Waktu dan Tempat Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari hingga Februari 2025 di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung, yang berlokasi di Jalan Yos Sudarso, Desa Hanura, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Lokasi ini merupakan salah satu pusat pengembangan teknologi budidaya laut nasional yang memiliki fasilitas keramba jaring apung (KJA) di perairan Teluk Lampung.

### *Metode Penelitian*

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan melalui pendekatan observasi partisipatif, dengan praktik langsung pada kegiatan pembesaran ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) di KJA. Penelitian dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk mendokumentasikan dan menganalisis data pertumbuhan, kelulushidupan, efisiensi pakan, serta kualitas air selama periode pemeliharaan.

### *Prosedur Penelitian*

Prosedur penelitian dimulai dengan persiapan media pemeliharaan, yaitu pemasangan keramba jaring apung berukuran 3×3×2,5 meter di Teluk Lampung, yang dilengkapi jaring polietilena dengan mesh 1,5 inci dan pemberat di setiap sudut untuk menjaga kestabilan jaring. Benih ikan kerapu bebek berukuran ±35 cm ditebar ke dalam KJA dengan kepadatan 100 ekor per unit. Pakan yang digunakan berupa kombinasi ikan rucah (kuniran) yang diperkaya multivitamin (progol dan biovit) dan pelet berprotein 46% dengan metode pemberian at satiation dua kali sehari. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan pemasangan penutup jaring untuk mencegah predator serta perendaman ikan di air tawar setiap dua minggu sekali selama 15 menit untuk mengatasi ektoparasit. Prosedur ini dilaksanakan mengikuti standar operasional BBPBL Lampung.

### *Teknik Pengumpulan Data*

Data primer dikumpulkan melalui pengamatan langsung dan pengukuran rutin parameter pertumbuhan panjang mutlak, bobot mutlak, tingkat kelulushidupan (Survival Rate/SR), rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR), dan efisiensi pakan (EP). Pengukuran dilakukan setiap minggu dengan sampling acak 10% dari populasi ikan untuk panjang dan bobot. Data kualitas air diukur secara berkala meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas menggunakan thermometer digital, DO meter, pH meter, dan salinometer.

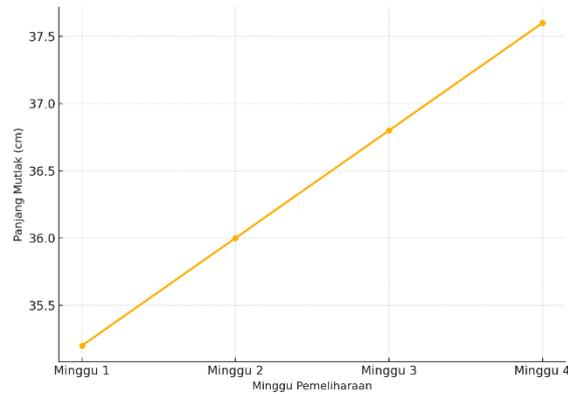
### *Teknik Analisis Data*

Data yang diperoleh ditabulasikan dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk memperoleh nilai pertumbuhan panjang mutlak, bobot mutlak, SR, FCR, dan EP, menggunakan rumus standar Effendi (1997) dan Zonneveld (1991). Parameter kualitas air dibandingkan dengan kisaran optimal budidaya kerapu bebek yang dilaporkan dalam literatur. Analisis hasil dilakukan untuk menilai hubungan antara manajemen pakan, kualitas air, dan performa budidaya kerapu bebek di KJA, kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi yang mendukung pembahasan.

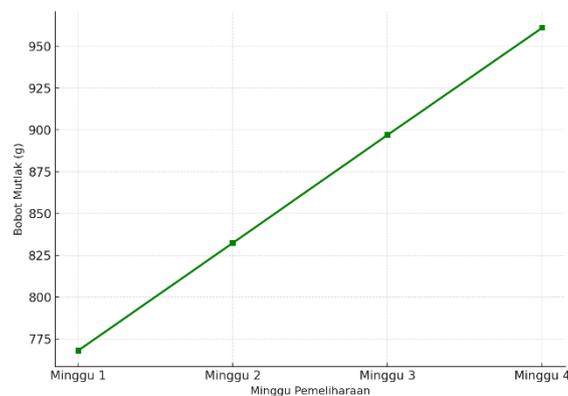
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Hasil Penelitian*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang dibudidayakan dalam keramba jaring apung (KJA) di Teluk Lampung mengalami pertumbuhan yang signifikan selama periode pemeliharaan 22 hari. Pertumbuhan panjang mutlak rata-rata tercatat sebesar 2,4 cm, dengan panjang awal 35,2 cm yang meningkat menjadi 37,6 cm pada akhir pengamatan (Gambar 1). Pertumbuhan bobot mutlak rata-rata mencapai 97,2 g, dari bobot awal 768,2 g menjadi 961,0 g pada akhir pemeliharaan (Gambar 2), yang menunjukkan potensi pertumbuhan yang baik dalam sistem KJA dengan manajemen pakan yang diterapkan.



**Gambar 1.** Grafik Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Karapu Bebek (*Cromileptes altivelis*)



**Gambar 2.** Grafik Pertumbuhan Bobot Mutlak Ikan Karapu Bebek (*Cromileptes altivelis*)

Nilai rasio konversi pakan (Feed Conversion Ratio/FCR) tercatat sebesar 3,5, yang berarti dibutuhkan 3,5 kg pakan untuk menghasilkan 1 kg pertambahan bobot ikan. Efisiensi pakan (Feed Efficiency/EP) yang diperoleh adalah 28,33%, mencerminkan kemampuan ikan dalam mengonversi pakan menjadi biomassa secara relatif efisien untuk spesies karnivora seperti kerapu bebek. Tingkat kelulushidupan (Survival Rate/SR) mencapai 100%, menunjukkan keberhasilan penerapan metode pengendalian hama dan penyakit melalui perendaman air tawar secara berkala tanpa penggunaan antibiotik, yang mampu menjaga kesehatan ikan dan meminimalkan mortalitas selama pemeliharaan.

Parameter kualitas air di KJA selama penelitian berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan kerapu bebek: suhu 29,1–29,6°C, pH 8,03–8,25, oksigen terlarut (DO) 4,82–5,83 ppm, dan salinitas 29–33 ppt. Hasil ini mendukung laporan sebelumnya yang menyebutkan bahwa kisaran parameter tersebut mendukung pertumbuhan optimal kerapu bebek. Kombinasi pakan rucah yang diperkaya multivitamin dan pelet dengan protein tinggi terbukti mampu mendorong pertumbuhan yang baik dan menjaga tingkat kelulushidupan, yang relevan dengan temuan mengenai kebutuhan nutrisi kerapu bebek sebagai predator karnivora.

### **Pembahasan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang dipelihara dalam keramba jaring apung (KJA) di Teluk Lampung mengalami pertumbuhan panjang mutlak sebesar 2,4 cm dan bobot mutlak sebesar 97,2 g dalam periode pemeliharaan 22 hari, dengan nilai FCR 3,5 dan efisiensi pakan sebesar 28,33%. Tingkat kelulushidupan yang tercatat mencapai 100% menunjukkan keberhasilan sistem manajemen pemeliharaan yang diterapkan. Nilai FCR yang diperoleh pada penelitian ini tergolong lebih efisien dibandingkan rata-rata FCR budidaya kerapu yang dilaporkan sebelumnya di Indonesia, yang berkisar antara 4,0–5,0 (Fauzi *et al.*, 2008) (Samidjan & Rachmawati, 2018). Hal ini mengindikasikan bahwa strategi pemberian pakan kombinasi ikan rucah yang diperkaya multivitamin dengan pelet

berkualitas tinggi mampu meningkatkan pemanfaatan pakan dan mengoptimalkan pertumbuhan ikan. Selain itu, parameter kualitas air selama penelitian berada pada kisaran optimal bagi budidaya kerapu bebek, yaitu suhu 29,1–29,6°C, pH 8,03–8,25, oksigen terlarut (DO) 4,82–5,83 ppm, dan salinitas 29–33 ppt, yang mendukung aktivitas metabolisme dan pertumbuhan ikan sebagaimana dijelaskan oleh beberapa literatur sebelumnya (Yanuar *et al.*, 2020). Keberhasilan mempertahankan kualitas air stabil sepanjang pemeliharaan sangat berkontribusi pada capaian kelulushidupan 100%, yang jarang dilaporkan dalam praktik budidaya laut di Indonesia. Interpretasi ini menegaskan bahwa kombinasi manajemen pakan dan pengelolaan lingkungan yang tepat berperan penting dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan ikan kerapu bebek di sistem KJA (Adi *et al.*, 2024) (Nugraha & Rozi, 2020).

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap teori manajemen pakan pada budidaya ikan laut karnivora, khususnya dalam mendukung pemahaman bahwa strategi kombinasi pakan segar (ikan rucah) dan pakan pelet berkualitas tinggi yang diperkaya multivitamin mampu meningkatkan efisiensi pakan pada kerapu bebek. Nilai efisiensi pakan sebesar 28,33% yang diperoleh dalam penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya yang menyebutkan bahwa kualitas dan komposisi pakan berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan konversi pakan pada ikan kerapu (Yan *et al.*, 2017) (Anggraeni *et al.*, 2024). Selain itu, penerapan metode pengendalian hama dan penyakit melalui perendaman air tawar setiap dua minggu sekali terbukti efektif menjaga kesehatan ikan dengan tingkat kelulushidupan mencapai 100%, tanpa ketergantungan pada antibiotik. Hal ini mendukung teori budidaya berkelanjutan yang menekankan pentingnya penerapan biosecurity sederhana namun efektif untuk mengurangi risiko penyakit dan resistensi antimikroba (Manam, 2023) (Lin *et al.*, 2011). Dari sudut pandang praktis, pendekatan ini memberikan solusi aplikatif bagi pembudidaya, terutama di daerah pesisir dengan keterbatasan akses teknologi canggih, untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha budidaya kerapu secara ekonomis dan ramah lingkungan (Harris, 2013).

Meskipun penelitian ini berhasil menunjukkan hasil yang menjanjikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan temuan. Pertama, penelitian hanya dilakukan dalam periode pemeliharaan relatif singkat, yaitu 22 hari, sehingga belum mampu merepresentasikan performa pertumbuhan dan sintasan kerapu bebek hingga mencapai ukuran konsumsi komersial. Kedua, penelitian ini tidak menyertakan kelompok kontrol yang hanya menggunakan pakan tunggal (misalnya hanya pelet atau hanya ikan rucah) yang dapat membatasi kemampuan untuk menarik kesimpulan komparatif secara menyeluruh terhadap efektivitas strategi pakan yang diterapkan. Ketiga, penelitian dilaksanakan di satu lokasi dengan karakteristik oseanografi perairan Teluk Lampung (Muhammadar *et al.*, 2014) (Syakirin *et al.*, 2018) (Cheng *et al.*, 2013), sehingga hasil yang diperoleh belum tentu dapat digeneralisasi ke lokasi perairan lain dengan perbedaan parameter lingkungan, seperti arus, salinitas ekstrem, atau fluktuasi suhu. Keterbatasan ini mengindikasikan perlunya kehati-hatian dalam menerapkan hasil penelitian pada skala yang lebih luas, serta pentingnya penelitian lanjutan untuk mengkonfirmasi temuan ini di berbagai kondisi lingkungan budidaya.

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang diidentifikasi, diperlukan penelitian lanjutan dengan periode pemeliharaan lebih panjang hingga ikan mencapai ukuran konsumsi standar pasar, untuk memperoleh data laju pertumbuhan harian (SGR) dan kelulushidupan jangka panjang yang lebih representatif. Penelitian mendatang juga disarankan untuk menyertakan kelompok kontrol dengan variasi strategi pemberian pakan, seperti penggunaan pelet berkualitas tinggi tanpa pakan rucah atau formulasi pakan alternatif berbahan baku lokal, guna mengidentifikasi kombinasi pakan yang paling efisien secara biologis dan ekonomis. Selain itu, uji coba di lokasi budidaya lain dengan karakteristik oseanografi berbeda sangat dianjurkan, untuk menilai keandalan teknik ini dalam menghadapi variasi lingkungan yang umum dijumpai di daerah pesisir Indonesia (Carter, 2003). Integrasi analisis ekonomi dan studi kelayakan usaha juga diperlukan agar penelitian di masa depan dapat memberikan informasi lebih komprehensif mengenai potensi keuntungan dan efisiensi biaya dari penerapan teknik manajemen pakan dan biosecurity ini pada skala industri.

Temuan penelitian ini memiliki implikasi sosial dan etis yang signifikan bagi pengembangan sektor budidaya perikanan laut di Indonesia. Penerapan teknik manajemen pakan yang lebih efisien dan metode pengendalian penyakit tanpa penggunaan antibiotik mendukung prinsip budidaya berkelanjutan dan keamanan pangan, sehingga produk perikanan yang dihasilkan lebih aman untuk dikonsumsi dan berpotensi meningkatkan daya saing di pasar ekspor. Hal ini juga dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kesejahteraan sosial masyarakat pesisir (Sumartono *et al.*, 2024) (Phillips *et al.*, 2015), karena efisiensi pakan yang lebih baik dan tingkat kelulushidupan tinggi akan menurunkan biaya produksi dan meningkatkan margin keuntungan pembudidaya. Dari perspektif etika, metode budidaya yang mengedepankan pengurangan penggunaan bahan kimia dan antibiotik mendukung upaya global dalam mencegah resistensi antimikroba (AMR) yang menjadi perhatian serius di sektor perikanan dan kesehatan masyarakat (Kılıç & Gültekin, 2024) (Chen *et al.*, 2020). Selain itu, praktik budidaya ramah lingkungan seperti ini berkontribusi pada konservasi ekosistem laut melalui pengurangan polusi residu antibiotik, sehingga mendukung upaya pelestarian keanekaragaman hayati perairan yang menjadi habitat penting bagi banyak spesies laut (Cavalli *et al.*, 2021).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan strategi pemberian pakan berupa kombinasi ikan rucah yang diperkaya multivitamin dengan pelet berprotein tinggi, serta metode perendaman ikan di air tawar secara berkala, menghasilkan tingkat kelulushidupan yang sangat tinggi (100%) dan kinerja pertumbuhan yang baik pada ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang dibudidayakan di keramba jaring apung di Teluk Lampung. Nilai rasio konversi pakan (FCR) sebesar 3,5 dan efisiensi pakan sebesar 28,33% menunjukkan bahwa strategi pakan yang diterapkan mampu mengoptimalkan pemanfaatan pakan pada spesies ikan laut karnivora ini. Pemeliharaan kualitas air yang tetap optimal sepanjang masa pemeliharaan turut berkontribusi terhadap keberhasilan fase pembesaran. Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan strategi manajemen budidaya yang praktis, ekonomis, dan bebas antibiotik dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan budidaya perikanan laut, khususnya di daerah yang memiliki keterbatasan akses terhadap teknologi canggih.

Penelitian di masa depan disarankan untuk memperpanjang periode pemeliharaan hingga ikan mencapai ukuran konsumsi standar pasar, guna memperoleh data laju pertumbuhan harian, sintasan jangka panjang, serta analisis kelayakan usaha. Penelitian komparatif dengan berbagai pola pemberian pakan, termasuk sumber protein alternatif atau pelet formulasi tanpa ikan rucah, juga direkomendasikan untuk mengidentifikasi kombinasi pakan yang paling efisien secara ekonomi dan ramah lingkungan. Selain itu, uji penerapan teknik ini di berbagai lokasi budidaya dengan kondisi oseanografi yang berbeda sangat diperlukan untuk memastikan keandalannya dalam menghadapi variasi lingkungan perairan. Integrasi analisis ekonomi dan penilaian risiko juga penting dilakukan agar penerapan teknik ini dapat dikembangkan pada skala industri budidaya secara berkelanjutan..

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

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

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Adi, C. P., Trianzah, R., & Aripudin, A. (2024). Teknik pembesaran ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) di ud. sumber kerapu sejati kabupaten situbondo. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v3i4.2637>
- Anggraini, D. R., Damai, A. A., & Hasani, Q. (2018). ANALISIS KESESUAIAN PERAIRAN UNTUK BUDIDAYA IKAN KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*) DI PERAIRAN PULAU TEGAL TELUK LAMPUNG. <https://doi.org/10.23960/JRTBP.V6I2.P719-728>
- Anggraeni, P. N., Kurniawati, K. K., Rahmawati, A., & Furkan, A. (2024). Efisiensi penggunaan pakan tambahan dengan kandungan protein yang berbeda terhadap laju pertumbuhan dan survival rate pada benih ikan kerapu bebek (*cromileptes altivelis*). <https://doi.org/10.59896/qalbu.v2i1.66>
- Carter, C. G. (2003). Aquaculture: nutrition for growth and product quality.
- Cavalli, L. S., Rocha, A. F. da, Brito, B. G. de, Brito, K. C. T. de, & Rotta, M. A. (2021). Major Sustainable Development Goals applied to Aquaculture. <https://doi.org/10.36812/PAG.2021271110-126>
- Cheng, S.-Y., Chen, C.-S., & Chen, J.-C. (2013). Salinity and temperature tolerance of brown-marbled grouper *Epinephelus fuscoguttatus*. *Fish Physiology and Biochemistry*. <https://doi.org/10.1007/S10695-012-9698-X>
- Chen, J., Sun, R., Sun, R., Pan, C., Sun, Y., Mai, B.-X., & Li, Q. X. (2020). Antibiotics and Food Safety in Aquaculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.0C03996>
- Dody, S., & Rae, D. L. (2016). Laju Pertumbuhan Ikan Kerapu Bebek *Cromileptes altivelis* yang Dipelihara dalam Keramba Jaring Apung. <https://doi.org/10.14203/OLDI.2016.V1I1.28>
- Fauzi, I. A., Mokoginta, I., & Yaniharto, D. (2008). Rearing of Humpback Grouper (*Cromileptes altivelis*) Fed on Pellet and Trash Fish in Cage Culture System. <https://doi.org/10.19027/JAI.7.65-70>
- Harris, E. (2013). Feed efficiency improvement and aquaculture waste conversion to economically valuable product. <https://doi.org/10.19027/JAI.9.196-205>
- Kılıç, N., & Gültekin, G. (2024). Sustainable Approaches in Aquaculture: Pharmacological and Natural Alternatives to Antibiotics. *Marine Science and Technology Bulletin*. <https://doi.org/10.33714/masteb.1488998>
- Langkosono, L. (2007). Budidaya Ikan Kerapu (*Serranidae*) pada Keramba Jaring Apung (KJA). *Inflammatory Bowel Diseases*. <https://doi.org/10.20884/1.MIB.2007.24.2.277>
- Lin, J., Zhu, Q., & Li, J. (2011). Grouper environmentally-friendly soft granulated feed and preparation method thereof.
- Manam, V. K. (2023). Fish feed nutrition and its management in aquaculture. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. <https://doi.org/10.22271/fish.2023.v11i2a.2791>

- Manan, A. (2019). Analisis Kondisi Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes Altivelis*) Di Situbondo [Analysis of Water Quality Conditions on Humpback Grouper Culture (*Cromileptes Altivelis*) in Situbondo]. <https://doi.org/10.20473/JIPK.V5I1.11414>
- Muhammadar, A. A., Mazlan, A. G., Samat, A., Asmawati, M. S., Muchlisin, Z. A., Rimmer, M. A., & Simon, K. D. (2014). Growth, survival and feed conversion of juvenile tiger grouper *Epinephelus fuscoguttatus* in different salinity regimes. *Aacl Bioflux*.
- Nugraha, M. A., & Rozi, R. (2020). The effect of giving commercial feed, beloso trash fish (*Saurida tumbil*), kurisi trash fish (*Nemipterus nematophorus*), and mixed trash fish on growth of cantang grouper (*Epinephelus fuscoguttatus-lanceolatus*) in floating net cage. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012069>
- Ode, I., Sukenda, S., Widanarni, W., Wahjuningrum, D., Yuhana, M., & Setiawati, M. (2023). Effect of Clove Powder *Syzygium aromaticum* Supplementation on Growth and Health Status of Cantang Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus lanceolatus* ♂) in Floating Net Cage. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. <https://doi.org/10.22146/jfs.78348>
- Phillips, M., Henriksson, P. J. G., Tran, N., Chan, C. Y., Mohan, C. V., Rodriguez, U. P., Suri, S., Hall, S. J., & Koeshendrajana, S. (2015). Exploring Indonesian aquaculture futures. *Research Papers in Economics*
- Samidjan, I., & Rachmawati, D. (2018). Engineering Technology Of Fish Farming Floating Nets Cages On Polka Dot Grouper (*Cromileptes Altivelis*) Used Artificial Feed Enriched Phytase Enzyme. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/116/1/012010>
- Syakirin, M. B., Anggoro, S., Prayitno, S. B., & Saputra, S. W. (2018). Effects of the salinity media on the osmotic work level, feed utilization efficiency and the growth of “cantang” hybrid grouper *Epinephelus fuscoguttatus* x *E. lanceolatus*.
- Subekti, S., Kusdarwati, R., & Wiyatno, F. H. (2019). Identifikasi dan Prevalensi Ektoparasit pada Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes Altivelis*) di Karamba Jaring Apung Unit Pengelola Budidaya Laut Situbondo [ Identification And Prevalence Of Ectoparasites In Grouper (*Cromileptes Altivelis*) At Floating Net Cage Of Marineculture Management Unit Situbondo]. <https://doi.org/10.20473/JIPK.V4I1.11592>
- Sumartono, E., Ahmad, A. Z., Perdana, L., Wahyurini, E. T., & Mastu, L. O. K. (2024). Utilization of Sustainable Aquaculture Technologies to Increase Fisheries Production in Coastal Areas: Review and Recommendations. *Global International Journal of Innovative Research*. <https://doi.org/10.59613/global.v2i11.373>
- Svobodova, Z., Machova, J., Kroupova, H. K., & Velisek, J. (2017). Water Quality–Disease Relationship on Commercial Fish Farms. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804564-0.00007-7>
- Turnbull, J. F. (2012). Stress and resistance to infectious diseases in fish. <https://doi.org/10.1533/9780857095732.1.111>
- Yan, C., Jun, M., Huang, H., Chengcai, L., Mingyue, C., Chixian, L., Yu, D., & Zhongyin, C. (2017). Aquatic product feed and application thereof to breeding of grouper.
- Yanuhar, U., Caesar, N. R., Junirahma, N. S., Deliza, Y., & Musa, M. (2020). Water quality in floating net cages pond of humpback grouper (*Cromileptes altivelis*) infected by viral nervous necrosis. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/493/1/012009>