

## **Pengaruh Sistem Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pada Kolam *Indoor* dan *Outdoor* di IBL Boncong**

### **Effects of Indoor and Outdoor Culture Systems on Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Production at IBL Boncong**

**Kurniasari Dwi Agustin, Bella Octavia Putri Almia\*, Dian Sari Maisaroh,  
Rizqi Abdi Perdanawati, Dwi Ramadya Risqiana Putri, Wiga Alif Violando**

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.682, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294 Indonesia

Email: [bellaalmia@gmail.com](mailto:bellaalmia@gmail.com)

*Diserahkan tanggal: 29 Desember 2025, Revisi diterima tanggal: 12 Februari 2026*

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan sistem budidaya *outdoor* dan *indoor* terhadap performa budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). Pengamatan dilakukan selama 90 hari pada 17 Februari 2025 hingga 16 Mei 2025 atau satu siklus pemeliharaan dengan menggunakan metode observasi langsung, wawancara, serta partisipasi aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan budidaya. Parameter yang diamati meliputi kualitas air, yang terdiri atas suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan kecerahan perairan. Selain itu, parameter pertumbuhan udang juga diamati, meliputi *Average Body Weight* (ABW), *Average Daily Growth* (ADG), *Survival Rate* (SR), serta *Feed Conversion Ratio* (FCR) sebagai indikator efisiensi pemanfaatan pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem budidaya *outdoor* memiliki kondisi suhu 29 °C pada pagi dan 31 °C pada sore hari serta salinitas 29 ppt pada pagi hari dan 29,5 pada sore hari. Nilai ini lebih mendekati kisaran optimal bagi pertumbuhan udang vannamei. Kondisi tersebut mampu mendukung laju pertumbuhan yang lebih cepat, yang ditunjukkan oleh nilai ABW akhir sebesar 26,35 g dan nilai ADG tertinggi mencapai 0,78 g/hari. Sebaliknya, sistem budidaya *indoor* menunjukkan laju pertumbuhan yang relatif lebih lambat, namun memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi, yaitu sebesar 95%, dibandingkan dengan sistem *outdoor* yang mencapai 90%. Selain itu, nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) pada sistem *indoor* menunjukkan tingkat efisiensi pakan yang lebih baik dibandingkan sistem *outdoor*. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan yang lebih terkendali pada sistem *indoor* mampu mendukung pemanfaatan pakan secara lebih optimal. Sistem budidaya *outdoor* lebih unggul dalam meningkatkan pertumbuhan biomassa udang, sedangkan sistem budidaya *indoor* lebih efektif dalam menjaga tingkat kelangsungan hidup dan stabilitas lingkungan.

**Kata Kunci:** Kualitas air, pertumbuhan udang, sistem *indoor*, sistem *outdoor*, Udang vannamei

#### **ABSTRACT**

*This study aimed to analyze the effects of outdoor and indoor culture systems on the production performance of whiteleg shrimp (Litopenaeus vannamei). Observations were conducted over a 90-day from 17 february 2025 until 16 mei 2025 (one production cycle) culture period using direct observation, interviews, and active participation in farming activities. The evaluated parameters included water quality variables (temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, and water transparency) as well as growth performance indicators such as Average Body Weight (ABW), Average Daily Growth (ADG), Survival Rate (SR), and Feed Conversion Ratio (FCR). The results showed that the outdoor culture system exhibited water temperature was 29 °C in the morning and 31 °C in the afternoon and salinity was 29 ppt in the morning and 29.5 ppt in the afternoon. This values closer to optimal ranges, thereby supporting faster shrimp growth, with a final ABW of 26.35 g and a maximum ADG of 0.78 g day<sup>-1</sup>. In contrast, the indoor system demonstrated slower growth but achieved a higher survival rate (95%) compared to the outdoor system (90%). The FCR in the indoor system was more efficient than in the outdoor system, indicating better feed utilization under controlled environmental conditions. The outdoor culture system was superior in enhancing biomass growth, whereas the indoor system was more effective in maintaining survival and environmental stability. These findings provide a valuable reference for selecting appropriate shrimp culture systems based on production objectives and environmental management capacity at aquaculture facilities.*

**Keywords:** indoor culture system, *Litopenaeus vannamei*, outdoor culture system, shrimp growth, water quality

## PENDAHULUAN

Produksi udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) terus meningkat secara global seiring dengan tingginya permintaan pasar dunia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil utama udang vannamei, didukung oleh kemajuan teknologi budidaya yang adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan (FAO, 2020). Optimalisasi sistem budidaya menjadi faktor penting dalam menjaga performa pertumbuhan udang secara berkelanjutan. Dalam praktiknya, dua pendekatan sistem yang banyak diterapkan ialah *outdoor* dan *indoor*. Perbedaan karakteristik keduanya berpotensi memengaruhi kualitas air serta respons pertumbuhan udang (Rifalda et al., 2023).

Sistem budidaya *outdoor* umumnya memanfaatkan faktor lingkungan alami, seperti sinar matahari dan pasokan air terbuka, sehingga rentan mengalami fluktuasi kualitas air (Rahmi et al., 2023). Fluktuasi ini dapat berdampak pada tingkat stres organisme budidaya serta memengaruhi stabilitas pertumbuhan biota maupun komunitas mikroorganisme dalam media. Di sisi lain, sistem *indoor* memiliki kelebihan berupa pemanfaatan cahaya alami yang mampu meningkatkan produktivitas fitoplankton dan menekan biaya operasional. Sebaliknya, sistem *indoor* memungkinkan pengendalian parameter lingkungan lebih ketat sehingga kondisi air cenderung lebih stabil. Namun, sistem ini juga memiliki tantangan berupa kebutuhan manajemen kualitas air yang lebih ketat, seperti penggantian air rutin, sistem filtrasi yang memadai, serta kebutuhan energi yang lebih besar, sehingga membutuhkan biaya operasional yang tinggi (Wahyudi et al., 2022). Oleh karena itu, penyesuaian sistem budidaya harus mempertimbangkan hubungan antara kondisi air dengan performa pertumbuhan udang. Berdasarkan hal tersebut, studi komparatif menjadi penting untuk menilai efektivitas masing-masing sistem budidaya.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas air memiliki hubungan erat terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vannamei. Perbedaan signifikan pada parameter seperti suhu, oksigen terlarut, dan salinitas antara sistem *outdoor* dan *indoor* terbukti berdampak terhadap efisiensi pertumbuhan (Suprakto et al., 2024). Namun, hasil penelitian di berbagai lokasi masih menunjukkan variasi yang cukup besar, yang menandakan adanya celah penelitian yang perlu dianalisis lebih lanjut. Faktor lokal seperti iklim, teknik pemeliharaan, dan manajemen kualitas air juga berpengaruh terhadap keberhasilan budidaya (Mendrofa & Zebua, 2025). Hal ini memperkuat urgensi studi perbandingan berbasis data di lokasi budidaya tertentu.

Instalasi Budidaya Laut (IBL) Boncong di Tuban, Jawa Timur, merupakan salah satu unit

budidaya pemerintah yang menerapkan kedua sistem tersebut. Sistem *outdoor* menggunakan metode konvensional berbasis kolam terbuka, sedangkan sistem *indoor* dimodifikasi dengan pendekatan super-intensif menggunakan aerasi tanpa kincir. Kondisi ini memberikan peluang untuk menganalisis pengaruh sistem budidaya terhadap kualitas air dan performa pertumbuhan udang dalam konteks lokal. Selain itu, kesamaan faktor eksternal seperti jenis pakan dan manajemen pemeliharaan memperkuat objektivitas perbandingan.

Kualitas air merupakan indikator utama yang mencerminkan kesehatan lingkungan budidaya dan berpengaruh langsung terhadap produktivitas udang (Putra et al., 2024). Parameter fisika-kimia yang dikendalikan secara konsisten dapat memberikan keuntungan kompetitif bagi pertumbuhan dan efisiensi pakan udang (Pratiwi et al., 2024). Oleh karena itu, identifikasi hubungan antara perbedaan kualitas air dan pertumbuhan udang menjadi langkah awal dalam evaluasi keberlanjutan sistem. Fokus utama bukan hanya pada perbedaan rata-rata nilai, tetapi juga kestabilan parameter dan dampaknya terhadap indikator performa udang. Pengukuran yang tepat akan memperkuat hasil kajian secara statistik dan aplikatif.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan sistem budidaya *outdoor* dan *indoor* terhadap performa budidaya udang vannamei di Instalasi Budidaya Laut (IBL) Boncong, Tuban, Jawa Timur. Analisis dilakukan secara komparatif dengan meninjau aspek kualitas air, pertumbuhan, kelangsungan hidup, serta efisiensi pakan pada kedua sistem. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas dan tantangan masing-masing sistem budidaya, sehingga dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan dalam upaya peningkatan produktivitas dan keberlanjutan usaha budidaya udang vannamei di tingkat lokal.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Budidaya Laut (IBL) Boncong yang berlokasi di Desa Boncong, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Kegiatan penelitian berlangsung selama 13 minggu, yaitu mulai tanggal 16 Februari hingga 16 Mei 2025. Seluruh aktivitas budidaya, pengambilan data, serta pengamatan dilakukan secara langsung oleh peneliti di lokasi penelitian. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

### Prosedur penelitian

Pemantauan kualitas air dilakukan secara rutin untuk mengamati dinamika lingkungan pada kedua sistem budidaya, baik *outdoor* maupun *indoor*. Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu (°C),

salinitas (‰), pH, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*, mg/L), dan kecerahan (cm). Pengukuran dilakukan dua kali sehari, yaitu pada pagi hari sekitar pukul 08.00 dan sore hari sekitar pukul 16.00. Parameter kecerahan diukur satu kali sehari pada pagi hari.

Parameter utama yang digunakan untuk menggambarkan performa pertumbuhan dan efisiensi budidaya udang vannamei meliputi *Survival Rate* (SR), *Feed Conversion Ratio* (FCR), *Average Body Weight* (ABW), dan *Average Daily Growth* (ADG). Seluruh parameter tersebut digunakan untuk menilai tingkat keberhasilan budidaya berdasarkan data hasil panen dan catatan pemberian pakan.

*Survival Rate* (SR) merupakan perbandingan antara jumlah udang yang hidup hingga akhir pemeliharaan dengan jumlah udang yang ditebar pada awal pemeliharaan, dinyatakan dalam persen. Nilai SR yang optimal pada budidaya udang vannamei umumnya berkisar antara 80%–95% (Gompi et al., 2023). *Survival Rate* udang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

SR adalah tingkat kelangsungan hidup (%), Nt adalah jumlah udang pada akhir pemeliharaan (individu), N0 adalah jumlah udang saat awal pemeliharaan (individu).

*Feed Conversion Ratio* (FCR) merupakan indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi penggunaan pakan dalam kegiatan budidaya. Semakin rendah nilai FCR, maka semakin efisien pakan dikonversi menjadi daging udang. Nilai FCR dikategorikan baik jika berada pada kisaran 1,1 hingga 1,5 tergantung pada sistem budidaya dan manajemen pemberian pakan (Akbarurasyid et al., 2023).

Perhitungan FCR dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$FCR = \frac{\text{Total Pakan}}{\text{Biomassa Akhir Udang}}$$

FCR adalah rasio konversi pakan, total pakan yang diberikan dihitung secara kumulatif selama periode budidaya (g), dan total berat udang merupakan hasil panen bersih (g).

*Average Body Weight* (ABW) merupakan indikator pertumbuhan yang menunjukkan berat rata-rata per ekor udang pada waktu tertentu. Nilai ABW diperoleh dengan membagi total berat udang yang disampling dengan jumlah individu yang disampling. ABW dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

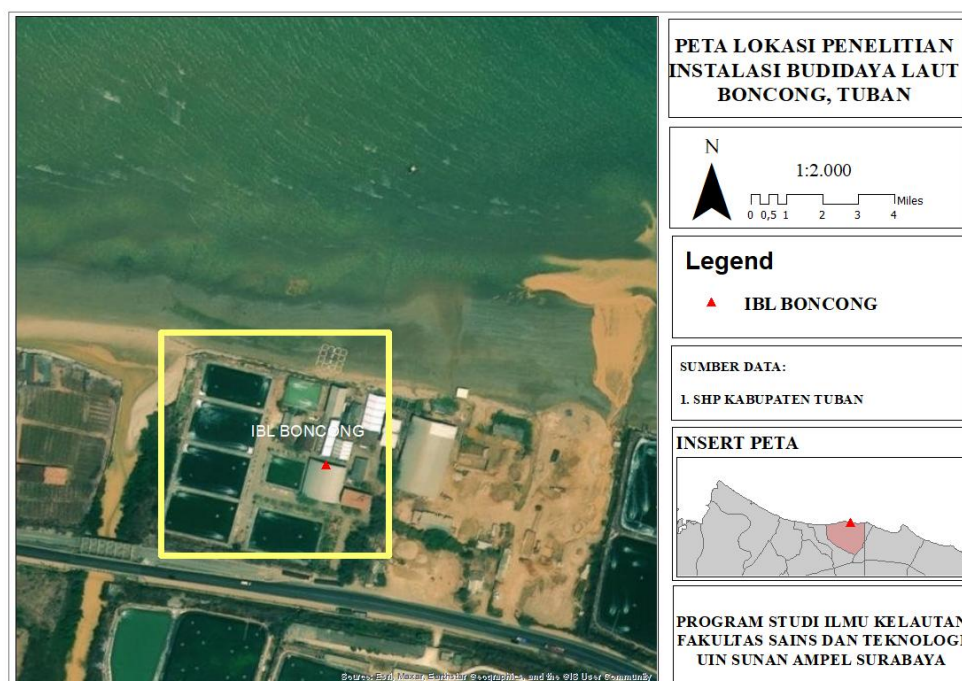
$$ABW = \frac{\text{Total Berat Udang}}{\text{Jumlah Udang}}$$

ABW adalah bobot rata-rata per ekor (g), total berat udang (g) diperoleh dari hasil penimbangan individu yang diambil sebagai sampel.

*Average Daily Growth* (ADG) menunjukkan seberapa besar peningkatan berat udang per hari selama interval waktu tertentu. ADG dihitung berdasarkan selisih antara ABW awal dan ABW akhir dalam periode tertentu, lalu dibagi dengan jumlah hari. Perhitungannya pada persamaan berikut.

$$ADG = \frac{(ABW\ 2 - ABW\ 1)}{t}$$

dimana ADG adalah pertumbuhan harian rata-rata (g/hari), ABW 2 adalah bobot rata-rata udang saat sampling terakhir (g), ABW 1 adalah bobot rata-rata udang saat sampling sebelumnya (g), dan t adalah selang waktu antar sampling (hari).



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

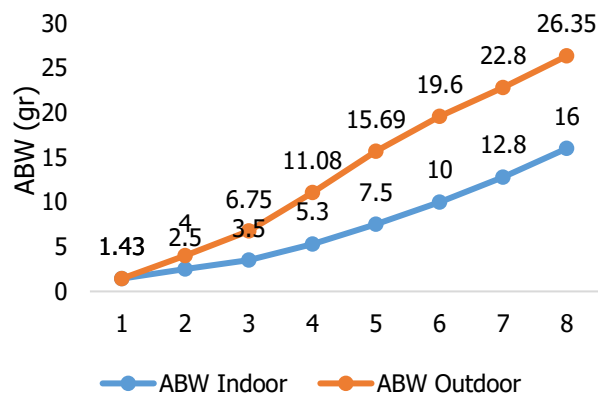
Kualitas air merupakan salah satu faktor kunci dalam menunjang keberhasilan budidaya udang vannamei. Parameter kualitas air yang ideal dapat mendukung proses metabolisme, pertumbuhan, dan kesehatan udang secara optimal. Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 75 Tahun 2016, standar optimal untuk beberapa parameter kualitas air pada fase pembesaran udang vannamei disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Standar Optimal Parameter Kualitas Air dan Hasil Pengukuran rata-rata Kualitas air Budidaya Udang vannamei

| Parameter Kualitas Air | Standar Optimal | Outdoor |      | Indoor |      |
|------------------------|-----------------|---------|------|--------|------|
|                        |                 | Pagi    | Sore | Pagi   | Sore |
| Suhu (°C)              | 27 – 32         | 29      | 31   | 25     | 26   |
| Salinitas (‰)          | 26 – 32         | 29      | 29,5 | 20     | 21   |
| pH                     | 7,5 – 8,5       | 7,3     | 7,4  | 7,2    | 8    |
| DO (mg/L)              | >4              | 6,13    | 7,6  | 6,7    | 7    |
| Kecerahan (cm)         | 30 – 50         | 50      | -    | 53     | -    |

Hasil pengukuran rata-rata kualitas air menunjukkan adanya perbedaan antara sistem budidaya *outdoor* dan *indoor*. Suhu air rata-rata pada sistem *outdoor* berkisar antara 29–31 °C, sedangkan pada sistem *indoor* tercatat lebih rendah, yaitu 25 °C pada pagi hari dan 26 °C pada sore hari. Nilai pH rata-rata pada sistem *outdoor* berada pada kisaran 7,28–7,39, sementara pada sistem *indoor* pH berkisar antara 7,2 pada pagi hari hingga 8,0 pada sore hari. Salinitas rata-rata pada sistem *outdoor* tercatat stabil pada kisaran 29–29,5‰, sedangkan pada sistem *indoor* berada pada kisaran 20–21‰. Kadar rata-rata oksigen terlarut (DO) pada kedua sistem budidaya berada di atas 4 mg/L.

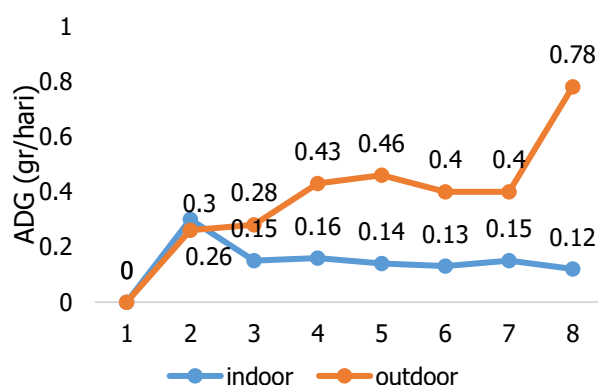
Hasil pengamatan pertumbuhan udang vannamei menunjukkan bahwa nilai Average Body Weight (ABW) pada sistem *outdoor* lebih tinggi dibandingkan sistem *indoor*. Seiring bertambahnya waktu pemeliharaan, selisih ABW antara kedua sistem semakin meningkat. Pada hari ke-90, ABW udang pada sistem *outdoor* mencapai 26,35 g, sedangkan pada sistem *indoor* hanya mencapai 16 g (Gambar 2).



**Gambar 2.** Pertumbuhan ABW

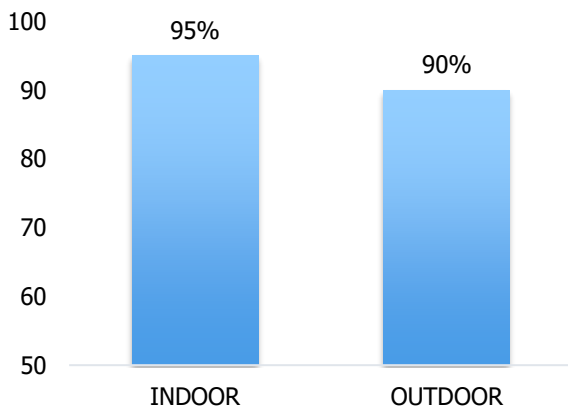
Nilai Average Daily Growth (ADG) pada sistem *indoor* berada pada kisaran 0,12–0,30 g/hari dengan pola relatif stabil. Nilai tertinggi terjadi pada sampling ke-2 sebesar 0,30 g/hari, kemudian cenderung menurun pada periode berikutnya.

Pada sistem *outdoor*, nilai ADG menunjukkan fluktuasi yang lebih besar, dengan peningkatan signifikan hingga mencapai nilai maksimum 0,78 g/hari pada sampling ke-8. Pada sampling ke-7 terjadi stagnasi pertumbuhan, sebelum kembali meningkat pada periode berikutnya (Gambar 3).



**Gambar 3.** Pertumbuhan ADG

Nilai Survival Rate (SR) menunjukkan bahwa sistem *indoor* memiliki tingkat kelangsungan hidup sebesar 95%, sedangkan sistem *outdoor* sebesar 90% (Gambar 4). Total hasil panen pada sistem *outdoor* mencapai 3.053,3 kg, sedangkan sistem *indoor* menghasilkan total panen sebesar 425,6 kg. Nilai Feed Conversion Ratio (FCR) pada sistem *indoor* tercatat sebesar 1,35, sementara pada sistem *outdoor* sebesar 1,60.



**Gambar 4.** Diagram Persentase Survival Rate

### Pembahasan

Perbedaan suhu air antara sistem *outdoor* dan *indoor* menjadi faktor utama yang memengaruhi performa pertumbuhan udang vannamei. Suhu pada sistem *outdoor* yang berada dalam kisaran 29–31 °C masih tergolong optimal untuk mendukung metabolisme dan aktivitas makan udang (Yunarty et al., 2022). Sebaliknya, suhu pada sistem *indoor* yang berada di bawah kisaran optimal, terutama pada pagi hari, berpotensi menurunkan laju metabolisme, nafsu makan, serta pertumbuhan udang (Telaumbanua et al., 2024). Suhu rendah di sistem *indoor* disebabkan oleh minimnya paparan sinar matahari serta ketiadaan sistem pemanas tambahan, sehingga suhu air lebih mudah mengikuti suhu udara lingkungan yang cenderung lebih dingin pada pagi hari.

Nilai pH pada kedua sistem masih berada dalam kisaran toleransi udang vannamei. Namun, nilai pH yang lebih tinggi pada sistem *indoor* menunjukkan karakteristik sistem tertutup yang sensitif terhadap perubahan aktivitas biologis. Penelitian oleh Yu et al. (2020) menunjukkan bahwa kondisi pH ekstrem di bawah 7,0 atau di atas 8,5 dapat mengganggu pertumbuhan dan keseimbangan fisiologis udang, sehingga kestabilan pH menjadi faktor penting dalam sistem intensif.

Salinitas yang lebih rendah pada sistem *indoor* (20–21‰) berpotensi memengaruhi keseimbangan osmotik udang, meningkatkan kebutuhan energi untuk osmoregulasi, serta menurunkan efisiensi pertumbuhan. Atjo et al. (2024) menyatakan bahwa udang vannamei mampu beradaptasi hingga salinitas 35‰, namun kondisi di bawah kisaran optimal dapat memicu stres lingkungan. Hal ini sejalan dengan temuan Jaffer et al. (2020) bahwa salinitas rendah (<15‰) secara signifikan dapat menurunkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vannamei.

Kadar oksigen terlarut yang tinggi pada kedua sistem menunjukkan bahwa sistem aerasi bekerja efektif. Menurut Apresia et al. (2024), DO di atas 4 mg/L sangat penting untuk menjaga efisiensi pakan dan aktivitas fisiologis udang.

Perbedaan pola pertumbuhan ABW dan ADG menunjukkan bahwa sistem *outdoor* lebih mendukung percepatan pertumbuhan biomassa. Hal ini dipengaruhi oleh suhu yang lebih tinggi, paparan sinar matahari, serta ketersediaan pakan alami seperti fitoplankton (Pramudia et al., 2022). Stagnasi pertumbuhan pada sampling ke-7 diduga berkaitan dengan peningkatan kepadatan biomassa, yang memicu kompetisi pakan, keterbatasan ruang gerak, serta potensi penurunan oksigen terlarut (Budiyati et al., 2022). Stagnasi pertumbuhan tersebut juga dapat diperkuat oleh fenomena *blooming alga*, yaitu ledakan populasi fitoplankton seperti *Dinoflagellata* dan *Cyanobacteria* yang mengubah keseimbangan ekosistem perairan. Ketika populasi alga mati dan terurai, proses dekomposisi mengonsumsi oksigen terlarut dan menyebabkan hipoksia, yang dapat menurunkan efisiensi energi dan menghambat pertumbuhan (Mancinelli et al., 2017; Sørensen et al., 2020).

Peningkatan kembali nilai ADG setelah panen parsial menunjukkan bahwa pengurangan kepadatan efektif mampu memulihkan laju pertumbuhan. Hal ini sejalan dengan temuan Irani et al. (2023) dan Zhou et al. (2022), yang menyatakan bahwa pengurangan kepadatan melalui panen bertahap dapat memulihkan pertumbuhan udang dan meningkatkan efisiensi pakan dalam sistem intensif.

Tingkat *Survival Rate* yang lebih tinggi pada sistem *indoor* menunjukkan keunggulan sistem tertutup dalam menjaga stabilitas lingkungan. Penelitian oleh Xu et al. (2021) menunjukkan bahwa sistem *indoor* dengan pengendalian kualitas air dan sirkulasi tertutup mampu meningkatkan kelangsungan hidup udang vannamei melalui pengurangan stres oksidatif dan gangguan mikrobiologis. Namun, meskipun SR pada sistem *outdoor* sedikit lebih rendah, produktivitas total tetap lebih tinggi karena pertumbuhan individu yang lebih cepat.

Nilai FCR yang lebih rendah pada sistem *indoor* mencerminkan efisiensi pakan yang tinggi akibat kondisi lingkungan yang stabil. Sebaliknya, nilai FCR yang sedikit lebih tinggi pada sistem *outdoor* dipengaruhi oleh fluktuasi lingkungan, meskipun masih tergolong efisien karena adanya kontribusi pakan alami (Hu et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi pakan dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara kualitas lingkungan, kepadatan, dan manajemen budidaya.

### KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem budidaya outdoor memiliki suhu dan salinitas yang lebih mendekati kisaran optimal, sehingga menghasilkan pertumbuhan lebih cepat dengan nilai ABW dan ADG lebih tinggi dibandingkan sistem indoor. Sebaliknya, sistem indoor menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi serta FCR lebih

rendah (1,35), menandakan efisiensi pakan yang lebih baik. Dengan demikian, sistem outdoor lebih sesuai untuk peningkatan biomassa, sedangkan sistem indoor lebih efektif untuk menjaga stabilitas lingkungan dan kelangsungan hidup. Pemilihan sistem budidaya perlu disesuaikan dengan target produksi masing-masing unit usaha.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa hormat, penulis menyampaikan terima kasih kepada Instalasi Budidaya Laut (IBL) Boncong atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan berharga sehingga artikel ini dapat tersusun dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbarurrasyid, M., Taru, V., Prajayati, F., Astiyani, W. P., & Nurkamalia, I. (2023). *Cultivation White Shrimp (Litopenaeus vannamei) with Intensive System to Growth Rate, Survival Rate, and Feed Conversion Ratio Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) dengan Sistem Intensif Terhadap Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup dan Feed Conversi. 28(1)*, 1–6.
- Apresia, F., Uwaz, C. R., & Azzura, K. F. (2024). The Effect of Water Quality on the Performance Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at the Center for Brackish Aquaculture Fisheries. *Journal of Marine Biotechnology and Immunology*, *2(3)*, 27–35. <https://doi.org/10.61741/b61qm672>
- Atjo, A. A., Noor, R. J., & Mahfud, C. R. (2024). *Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Tingkat Osmoregulasi Larva Udang Vaname Penaeus vannamei. 2(1)*, 27–32.
- Budiyati, B., Renitasari, D., Saridu, S. A., Kurniaji, A., Anton, A., Supryady, S., Syahrir, M., Ihwan, I., & Hidayat, R. (2022). MONITORING PEMELIHARAAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) SUPER INTENSIF DI PT MAKMUR PERSADA, BULUKUMBA. *Jurnal Perikanan Unram*, *12(3)*, 292–302. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i3.309>
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Gompi, W., Sambali, H., J. Kalesaran, O., Ngangi, E. L. A., D. Mudeng, J., & M. Mingkid, W. (2023). Studi kasus rasio konversi pakan (FCR) di tambak intensif udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) CV. Sinar Limunga Case. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, *11(2)*, 309–320.
- Irani, M., Rajabi Islami, H., Nafisi Bahabadi, M., & Hosseini Shekarabi, S. P. (2023). Production of Pacific white shrimp under different stocking density in a zero-water exchange biofloc system: Effects on water quality, zootechnical performance, and body composition. *Aquacultural Engineering*, *100*, 102313. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.102313>
- Jaffer, Y. D., Saraswathy, R., Ishfaq, M., Antony, J., Bundela, D. S., & Sharma, P. C. (2020). Effect of low salinity on the growth and survival of juvenile pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*: A revival. *Aquaculture*, *515*, 734561. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734561>
- Mendrofa, K. H., & Zebua, E. K. (2025). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas budidaya ikan nila di Indonesia : studi literatur. *Ilmu Kedokteran Hewan*, *3(1)*, 73.
- Pramudia, Z., Faqih, A. R., & Kurniawan, A. (2022). Analysis of Growth and Water Quality Dynamics in vannamei white Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultivation Using the Millennial Shrimp Farming System in Indonesia. *Ecology, Environment and Conservation*, *28(2)*, 664–671. <https://doi.org/10.53550/eec.2022.v28i02.013>
- Pratiwi, R., Hariyadi, D. R., Zahwa, M. A. D., & Dian Eka Ramadhani. (2024). The Effect of Water Quality Dynamics on The Growth Performance of Vannamei Shrimp *Litopenaeus vannamei* in Intensive Ponds at CV. Daun Prima, East Java. *Sains Akuakultur Tropis*, *8(2)*, 151–157.
- Putra, A., Yumna, A. S., Alfiaz, A. T., Nugraha, B. A., Sartika, D., Ramadiansyah, F., Novela, M., Chairani, N. J. D., Samsuardi, S., Ramadhan, S., Wake, Y. D., Ilham, I., & Suharyadi, S. (2024). ANALISIS ASPEK TEKNIK DAN FINANSIAL BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM INTENSIF. *Jurnal Perikanan Unram*, *13(3)*, 703–718. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i3.610>
- Rahmi, I., Arfiati, D., Musa, M., & Karimah, K. (2023). Dynamics of Physics and Chemistry of Vanamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Pond Water with Semi Biofloc System. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9(1)*, 249–256. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jppip.a.v9i1.2528>
- Rifalda, M. R., Robin, & Nobita. (2023). Evaluation of growth performance and water quality of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in intensive cultivation systems. *Jurnal Mina*

- Sains*, 9(2).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.30997/jmss.v9i2.8655>
- Sørensen, S. N., Wigger, H., Zabeo, A., Semenzin, E., Hristozov, D., Nowack, B., Spurgeon, D. J., & Baun, A. (2020). Comparison of species sensitivity distribution modeling approaches for environmental risk assessment of nanomaterials – A case study for silver and titanium dioxide representative materials. *Aquatic Toxicology*, 225(May).  
<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105543>
- Suprakto, B., Bintari, Y. K., Aulia, D., Rizky, P. N., & Wartini, S. (2024). PLANKTON ABUNDANCE AND WATER QUALITY PROFILE OF VANNAMEI SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) FARMING INTENSIVE SYSTEM. *Authentic Research of Global Fisheries Application Journal*, 6(2), 227–236.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/aj.v6i2.14545>
- Telaumbanua, B. H., Pangemanan, N. P. L., Tumbol, R. A., Undap, S. L., Tumembouw, S. S., & Salindeho, I. R. . (2024). Fluktuasi parameter kualitas air di tambak super intensif udang vaname: Studi kasus pertambakan PT. Pillar Persada Parigi, Desa Bajo, Minahasa Selatan. *Ejournal Budidaya Perairan*, 12(2), 72–79.
- Wahyudi, D., Prihutomo, A., & Mukhlis, A. (2022). PRODUKTIVITAS BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) SUPER INTENSIF DI BAK TERPAL BUNDAR DENGAN PADAT TEBAR BERBEDA. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(4), 781–793.  
<https://doi.org/10.29303/jp.v12i4.412>
- Xu, W., Xu, Y., Su, H., Hu, X., Xu, Y., Li, Z., Wen, G., & Cao, Y. (2021). Production performance, inorganic nitrogen control and bacterial community characteristics in a controlled biofloc-based system for indoor and outdoor super-intensive culture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 531, 735749.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735749>
- Yu, Q., Xie, J., Huang, M., Chen, C., Qian, D., Qin, J. G., Chen, L., Jia, Y., & Li, E. (2020). Growth and health responses to a long-term pH stress in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Reports*, 16, 100280.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100280>
- Yunarty, Kurniaji, A., Budiyati, B., Renitasari, D. P., & Resa, M. (2022). Karakteristik Kualitas Air dan Performa Pertumbuhan Udang Vaname Pola Intensif. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 21(1), 71.
- Zhou, X., Gao, Z., Luo, S., Su, J., & Yi, S. (2022). Evidence for the Growth Superiority and Delayed Ovarian Development in Tetraploid Loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Fishes*, 7(6), 1–16.  
<https://doi.org/10.3390/fishes7060322>