

Dinamika Kualitas Air dan Pertumbuhan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* pada Tambak Semi-Intensif di Lampung Selatan

Water Quality Dynamics and Growth of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* in Semi-Intensive Ponds in South Lampung

Yuna Tsani Ichwan Mushthofa¹, Andri Iskandar^{1*}, Wiyoto Wiyoto¹, Lukman Hakim², Ima Kusumanti¹

¹Program Studi Teknologi dan Manajemen Pembelian Ikan, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor
Jl. Kumbang No. 14 Bogor 16151, Indonesia

²Tambak H. Khumaidi, Berundung, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, Indonesia

Corresponding authors: andriiskandar@apps.ipb.ac.id

Diserahkan: 19 Mei 2025; Direvisi: 07 November 2025; Diterima: 08 November 2025.

ABSTRAK

Kualitas air yang buruk dalam budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei* dapat menurunkan pertumbuhan, meningkatkan risiko penyakit, dan menyebabkan kematian massal. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dinamika kualitas air dan kinerja produksi udang vaname di tambak semi-intensif di Lampung Selatan pada periode September–Desember 2024. Pemeliharaan dilakukan selama 103 hari pada dua kolam (C6 dan C7) berukuran 2.500 m² dengan padat tebar 67 ekor/m². Pengukuran kualitas air dilakukan secara *in situ* tiga kali sehari (suhu, pH, DO, salinitas, kecerahan) dan *ex situ* setiap tujuh hari (alkalinitas, amonia, nitrit, fosfat, Total Organic Matter/TOM, plankton, dan *Vibrio*). Parameter pertumbuhan diamati mingguan melalui pengukuran *Average Body Weight* (ABW), *Average Daily Gain* (ADG), *Specific Growth Rate* (SGR), *Survival Rate* (SR), dan *Food Conversion Ratio* (FCR). Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil penelitian menunjukkan suhu stabil pada kisaran 28–31°C dan pH 7,1–8,7. Kadar DO berfluktuasi 1,7–7,9 mg/L, sedangkan salinitas kolam C6 (22–31 g/L) lebih tinggi dibanding C7 (16–22 g/L). Alkalinitas berada pada kisaran 92–180 mg/L, dengan peningkatan signifikan TOM, amonia, nitrit, dan fosfat pada DOC 43–50. Total plankton dan *Vibrio* berfluktuasi serupa, dengan dominasi *Vibrio* kuning di akhir pemeliharaan. Kedua kolam mengalami infeksi *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND). Kinerja produksi menunjukkan ADG 0,30–0,31 g/hari, SGR 2,74–2,97%/hari, SR rendah (35,83–51,43%), dan FCR tinggi (1,80–1,88). Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan kualitas air yang konsisten untuk mencegah stres dan penyakit dalam sistem budidaya udang semi-intensif.

Kata kunci: Kinerja produksi, Kualitas air, Pertumbuhan, Tambak udang, Udang vaname

ABSTRACT

Poor water quality in white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture can inhibit growth, increase disease susceptibility, and cause mass mortality. This study aimed to evaluate the dynamics of water quality and production performance of Pacific white shrimp cultured in semi-intensive ponds in South Lampung from September to December 2024. Shrimp were reared for 103 days in two ponds (C6 and C7), each measuring 2,500 m² with a stocking density of 67 ind/m². Water quality was measured *in situ* three times daily (temperature, pH, DO, salinity, and transparency) and *ex situ* weekly (alkalinity, ammonia, nitrite, phosphate, Total Organic Matter/TOM, plankton, and *Vibrio*). Growth performance was evaluated weekly through *Average Body Weight* (ABW), *Average Daily Gain* (ADG), *Specific Growth Rate* (SGR), *Survival Rate* (SR), and *Feed Conversion Ratio* (FCR). Data were analyzed descriptively and presented in tables and figures. Results showed that temperature remained stable between 28–31°C and pH ranged from 7.1 to 8.7. Dissolved oxygen fluctuated between 1.7–7.9 mg/L, while salinity in pond C6 (22–31 g/L) was higher than in C7 (16–22 g/L). Alkalinity ranged from 92–180 mg/L, with significant increases in TOM, ammonia, nitrite, and phosphate observed between DOC 43–50. Total plankton and *Vibrio* showed similar fluctuation patterns, with yellow *Vibrio* dominating at the end of the culture period. Both ponds experienced *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND) infection. Production performance showed favorable ADG (0.30–0.31 g/day) and SGR (2.74–2.97%/day), but low SR (35.83–51.43%) and high FCR (1.80–1.88). These findings highlight the importance of consistent water quality management to minimize stress and disease outbreaks in semi-intensive shrimp farming systems.

Keywords: Growth, Production performance, Shrimp farm, Vaname shrimps, Water quality.

PENDAHULUAN

Udang vaname *Litopenaeus vannamei* merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya dengan nilai ekonomi yang tinggi serta permintaan pasar yang terus meningkat, baik di tingkat domestik maupun internasional (Iskandar *et al.*, 2022a) (Gambar 1). Di Indonesia, budidaya udang vaname menjadi sektor unggulan dalam industri perikanan dan menjadi prioritas dalam pengembangan akuakultur untuk mendukung pertumbuhan ekonomi nasional (Iskandar *et al.*, 2021). Menurut data Ditjen PDSPKP (2023), nilai ekspor produk perikanan pada tahun 2022 mencapai USD 6,24 miliar, dimana udang menyumbang 34,57% atau sekitar USD 2,16 miliar dengan volume produksi sebesar 241.172 ton. Berdasarkan laporan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) tahun 2024, produksi udang nasional menunjukkan tren peningkatan sebesar 7,14% pada periode 2019-2023, dengan total produksi tahunan masing-masing 863.119 ton (2019), 881.599 ton (2020), 953.177 ton (2021), 918.550 ton (2022), dan 1.120.000 ton (2023). Peningkatan paling signifikan terjadi antara tahun 2022 dan 2023, yaitu sebesar 21,93%. Tempo (2022) dalam beritanya menyebutkan bahwa pemerintah melalui KKP menargetkan peningkatan produksi udang nasional hingga mencapai 2 juta ton pada tahun 2024.



Gambar 1. Udang vaname *Litopenaeus vannamei* (Dokumentasi pribadi)

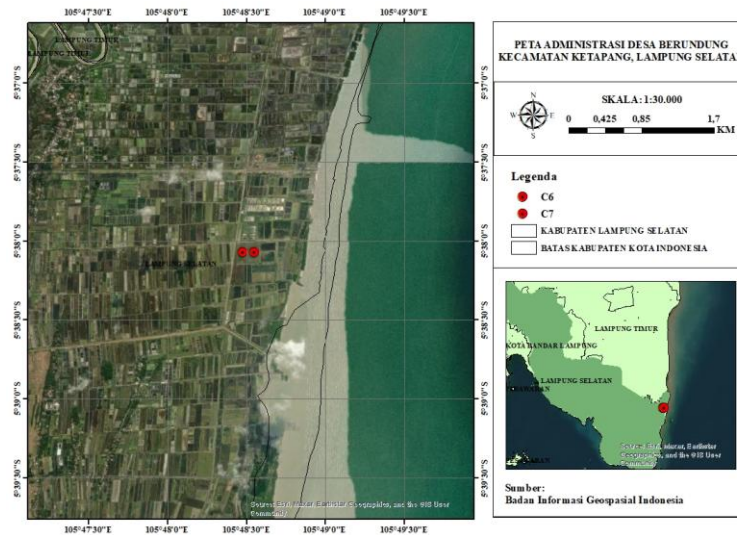
Kualitas air merupakan faktor krusial yang memengaruhi kesehatan, pertumbuhan, serta tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Pratama *et al.* (2017) melaporkan bahwa parameter seperti salinitas, oksigen terlarut (DO), pH, kandungan amonia, kecerahan air, dan kepadatan plankton memiliki pengaruh signifikan terhadap kelangsungan hidup udang. Ketidakseimbangan atau fluktuasi yang signifikan pada parameter-parameter tersebut dapat menimbulkan stres pada udang, menghambat pertumbuhan, menurunkan tingkat kelangsungan hidup, serta berdampak negatif pada produktivitas tambak. Selain itu, kondisi sedimen juga berperan dalam memengaruhi kualitas air (Wiyoto *et al.*, 2021). Menurut Rusdy *et al.* (2021), salah satu penyebab penurunan kualitas air dalam budidaya adalah tingginya akumulasi limbah organik yang berasal dari sisa pakan dan feses. Degradasi lingkungan tersebut menjadi faktor utama munculnya berbagai penyakit pada udang, seperti *white spot* dan vibriosis, yang berkontribusi pada kegagalan budidaya serta penurunan produksi di tambak (Iskandar *et al.*, 2022b).

Studi ini berfokus pada tambak milik H. Khumaidi di Lampung Selatan, salah satu sentra produksi udang vaname terbesar di Indonesia. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan potensi produksinya yang tinggi serta tantangan yang dihadapi oleh para pembudidaya, terutama kematian udang akibat serangan penyakit dan variasi karakteristik kualitas air yang dapat memengaruhi kinerja produksi. Dengan menganalisis hubungan antara karakteristik kualitas air dan kinerja produksi udang vaname di lokasi spesifik ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi penting untuk pengembangan strategi pengelolaan kualitas air yang lebih efektif. Hal ini memungkinkan petambak mengambil langkah preventif dan korektif yang tepat guna menjaga kualitas air budidaya agar tetap optimal. Tujuan utama studi ini adalah untuk mengevaluasi kondisi kualitas air serta dampaknya terhadap kinerja produksi udang vaname di tambak H. Khumaidi, Lampung Selatan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Studi ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2024. Lokasi penelitian di Tambak H. Khumaidi, Berundung, Ketapang, Lampung Selatan, Lampung. Peta lokasi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi studi (Tanda titik merah adalah kolam yang diamati dalam studi)

Metode Penelitian

Studi ini menggunakan metode observasi sebagaimana dijelaskan oleh Djaelani (2013), bahwa observasi merupakan metode pengumpulan data melalui pengamatan terhadap suatu peristiwa atau aktivitas, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kegiatan dilaksanakan pada kolam pembesaran udang vaname dengan sistem semi intensif. Dua petak kolam digunakan dalam studi ini, masing-masing berukuran 2.500 m² (kolam C6 dan C7). Kolam-kolam tersebut memiliki dasar tanah dan dinding yang dilapisi dengan geomembran/HDPE. Setiap kolam dilengkapi dengan empat unit kincir air berkapasitas 1 HP (Gambar 3). Padat tebar yang digunakan adalah 67 ekor/m², dengan periode pemeliharaan selama 103 hari sejak penebaran hingga panen. Sumber air yang digunakan berasal dari sumur bor yang tersedia di masing-masing kolam.



Gambar 3. (a) Persiapan kolam; (b) Proses aklimatisasi benih udang sebelum ditebar; (c) Penebaran benih udang ke dalam kolam

Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air secara *in situ* dilakukan tiga kali sehari, yaitu pada pukul 05.00, 11.00, dan 17.00, meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), salinitas, dan kecerahan (kecuali pengukuran kecerahan tidak dilakukan pada pukul 05.00). Instrumen yang digunakan mencakup pH meter, DO meter, refraktometer, dan cakram Secchi. Kalibrasi alat dilakukan secara berkala; DO meter dan refraktometer dikalibrasi sebelum setiap penggunaan, sedangkan pH meter dikalibrasi setiap 14 hari sekali. Sementara itu, pengukuran kualitas air secara *ex situ* dilakukan setiap tujuh hari untuk parameter alkalinitas, amonia, nitrit, fosfat, total bahan organik (Total Organic Matter/TOM), plankton, dan total *Vibrio*. Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman ± 20 cm menggunakan botol berkapasitas 250 mL, kemudian sampel dikirim ke Mini Laboratorium CP Prima, Lampung Timur untuk analisis lebih lanjut.

Sampling Pertumbuhan udang

Sampling udang dilakukan setiap tujuh hari sekali dengan cara menangkap udang menggunakan jala, kemudian udang ditimbang sebanyak 30-50 ekor. Sampling dilakukan untuk mendapatkan data kinerja produksi, yaitu *Average Body Weight* (ABW), *Average Daily Gain* (ADG), *Specific growth rate* (SGR) Sintasan (SR), dan *Food Conversion Ratio* (FCR). Parameter tersebut dihitung menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

Average Daily Gain (ADG)

ADG menunjukkan pertambahan berat rata-rata harian udang. ADG dihitung dengan membagi selisih berat akhir dan berat awal udang dengan lama pemeliharaan (Haliman dan Adijaya, 2005).

$$ADG = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan:

ADG = *Average Daily Gain* (g/hari)
 W_t = Berat rata-rata udang diakhir pemeliharaan (g)
 W₀ = Berat rata-rata udang diawal pemeliharaan (g)
 t = Lama pemeliharaan (hari)

Specific Growth Rate (SGR)

SGR merupakan laju pertumbuhan spesifik yang menunjukkan persentase pertambahan berat per hari. Zonneveld *et al.* (2007) menyatakan bahwa SGR dihitung menggunakan rumus logaritmik.

$$SGR = \left[\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right] \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = *Specific Growth Rate* (%/hari)
 W_t = Berat rata-rata udang diakhir pemeliharaan (g)
 W₀ = Berat rata-rata udang diawal pemeliharaan (g)
 T = Lama pemeliharaan (hari)

Sintasan (SR)

SR adalah tingkat kelangsungan hidup udang selama masa pemeliharaan. SR dihitung dengan membandingkan jumlah udang yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah udang pada awal tebar (Effendie, 1997).

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Sintasan (%)
 N_t = Jumlah udang diakhir pemeliharaan (ekor)
 N₀ = Jumlah udang diawal pemeliharaan (ekor)

Food Conversion Ratio (FCR)

FCR menggambarkan rasio jumlah pakan yang diberikan terhadap pertambahan biomassa udang. Tacon (1987) menyebutkan bahwa FCR menunjukkan efisiensi penggunaan pakan dalam budidaya, yang dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$FCR = \frac{F}{W_t - W_0}$$

Keterangan:

FCR = *Food Conversion Ratio* (kg)
 F = Total pakan yang diberikan selama pemeliharaan (kg)
 W_t = Berat rata-rata udang diakhir pemeliharaan (g)
 W₀ = Berat rata-rata udang diawal pemeliharaan (g)

Analisis Data

Data hasil studi diolah dengan menggunakan MS Office 365 dan dianalisis secara deskriptif. Data yang digunakan yaitu data primer (kualitas air *in situ* dan kinerja produksi) dan data sekunder (kualitas air *ex situ*). Hasil analisis data selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dibahas menggunakan sumber literatur sesuai dengan topik studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

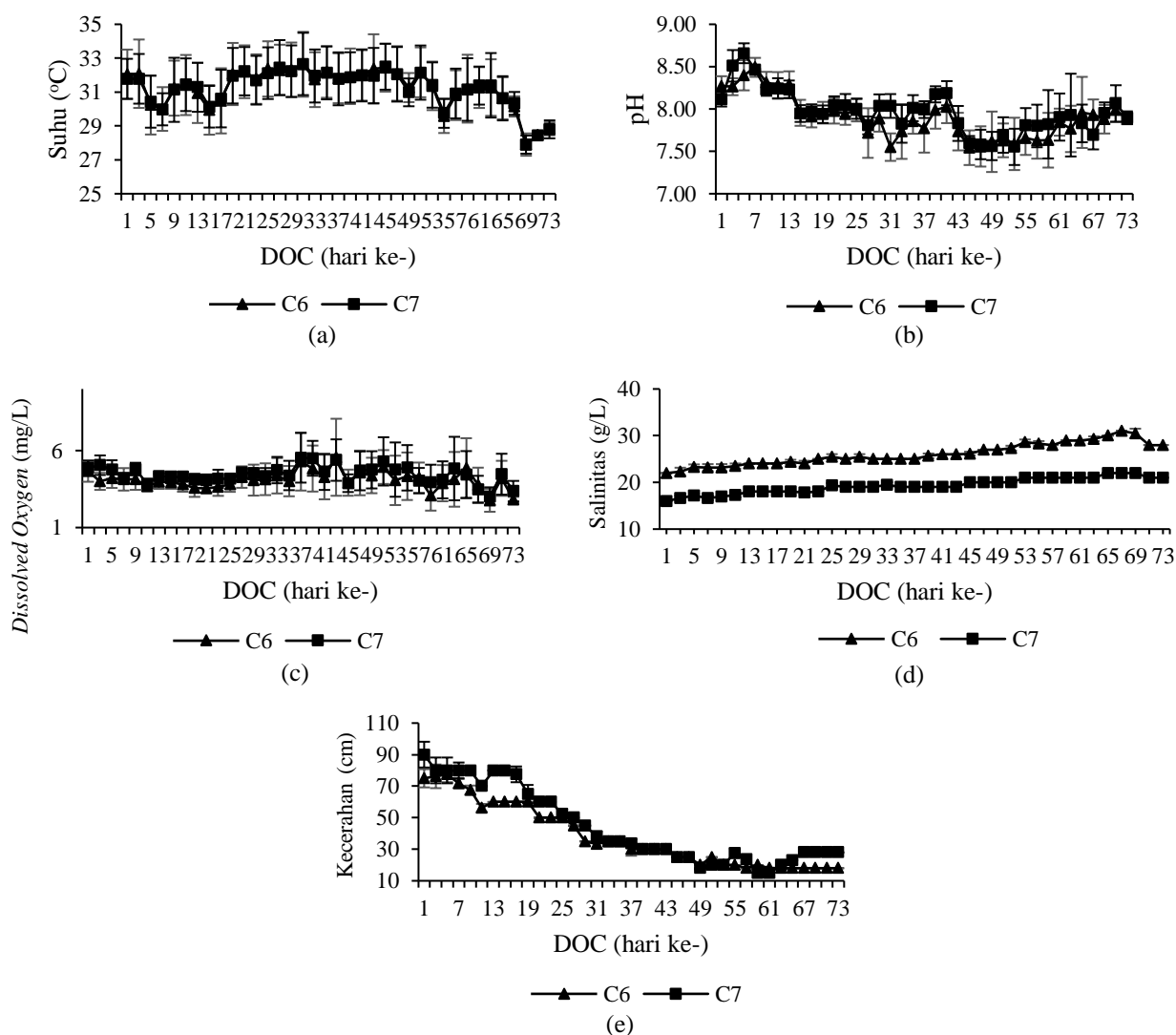
Kualitas Air

Tabel 1 menyajikan hasil pengukuran parameter kualitas air kolam C6 dan C7 pada budidaya udang vaname sistem semi intensif di Lampung Selatan. Data yang ditampilkan pada Tabel 1, merupakan data kisaran terendah dan tertinggi yang diambil dari tiga kali pengukuran di lokasi studi (pagi, siang dan sore hari). Parameter yang dianalisis mencakup aspek fisika, kimia, dan biologi, serta dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Permen KP No. 75/2016. Parameter tersebut meliputi suhu, pH, DO, salinitas, kecerahan, alkalinitas, TOM, amonia, nitrit, fosfat, total plankton, dan total vibrio. Pemahaman terhadap parameter-parameter ini penting untuk menjaga kondisi perairan yang optimal bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

Tabel 1. Kualitas air budidaya udang vaname di tambak semi intensif, Lampung Selatan

Parameter Air	C6	C7	Permen KP 75/2016
Suhu (°C)	26,6-34,2	26,7-34,2	28-31,5
pH	7,18-8,66	7,19-8,77	7,5-8,5
DO (mg/L)	1,7-7,9	2,3-7,6	≥3,0
Salinitas (g/L)	22-31	16-22	10-35
Kecerahan (cm)	15-80	15-90	20-45
Alkalinitas (mg/L)	92,4-151,2	92,4-180,6	100-150
TOM (mg/L)	101-323	111-303	≤90
Amonia (mg/L)	0,01-0,14	0,01-0,14	≤0,1
Nitrit (mg/L)	0,01-0,31	0,01-0,17	<1
Fosfat (mg/L)	0,14-0,63	0,08-0,46	0,1
Total vibrio (CFU/mL)	500-2230	870-6400	1000
Total Plankton (sel/mL)	63x10 ⁴ -234x10 ⁴	35x10 ⁴ -275x10 ⁴	-

Hasil pengukuran parameter kualitas air secara *in situ*, yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), salinitas, dan kecerahan, menunjukkan adanya fluktuasi nilai harian selama periode pemeliharaan udang vaname. Perubahan tersebut sejalan dengan bertambahnya umur komoditas budidaya. Pola fluktuasi masing-masing parameter kualitas air *in situ* selama masa pemeliharaan disajikan pada Gambar 4.

**Gambar 4.** Fluktuasi (a) suhu; (b) pH (c) *Dissolved Oxygen* (DO); (d) salinitas; (e) kecerahan air kolam pemeliharaan udang vaname di Tambak H. Khumaidi, Lampung Selatan

Gambar 4a menunjukkan fluktuasi suhu air di kedua kolam pengamatan (C6 dan C7). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu kedua kolam tidak berbeda signifikan, dengan fluktuasi harian berkisar 1,0–2,0°C. Suhu pagi hari berada pada kisaran 26,6–30,4°C di kolam C6 dan 26,7–30,3°C di kolam C7; siang hari 28,4–33,6°C (C6) dan 28,3–33,9°C (C7); sore hari 27,5–34,2°C di kedua kolam. Suhu relatif stabil pada awal pemeliharaan, namun mengalami penurunan signifikan pada DOC 65–73 hingga mencapai 28–29°C.

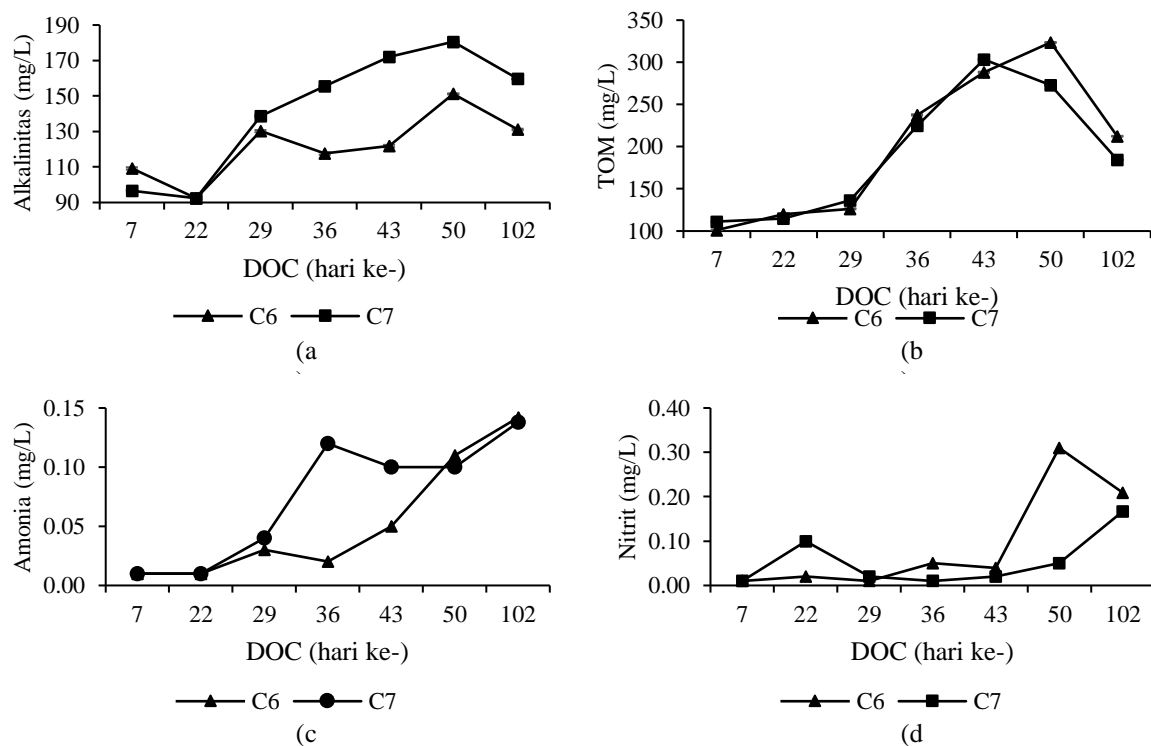
Hasil pengukuran pH (Gambar 4b), menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kolam, dengan fluktuasi harian berkisar 0,1–0,4. Kisaran pH di kolam C6 adalah 7,18–8,36 (pagi), 7,31–8,45 (siang), dan 7,18–8,66 (sore). Di kolam C7, pH berkisar antara 7,19–8,59 (pagi), 7,54–8,64 (siang), dan 7,67–8,77 (sore). Pada 15 hari pertama, pH cenderung tinggi (8,20–8,50), diikuti fluktuasi lebih besar pada pertengahan periode (7,50–8,20), dan stabil di kisaran 7,70–8,00 pada akhir masa pemeliharaan.

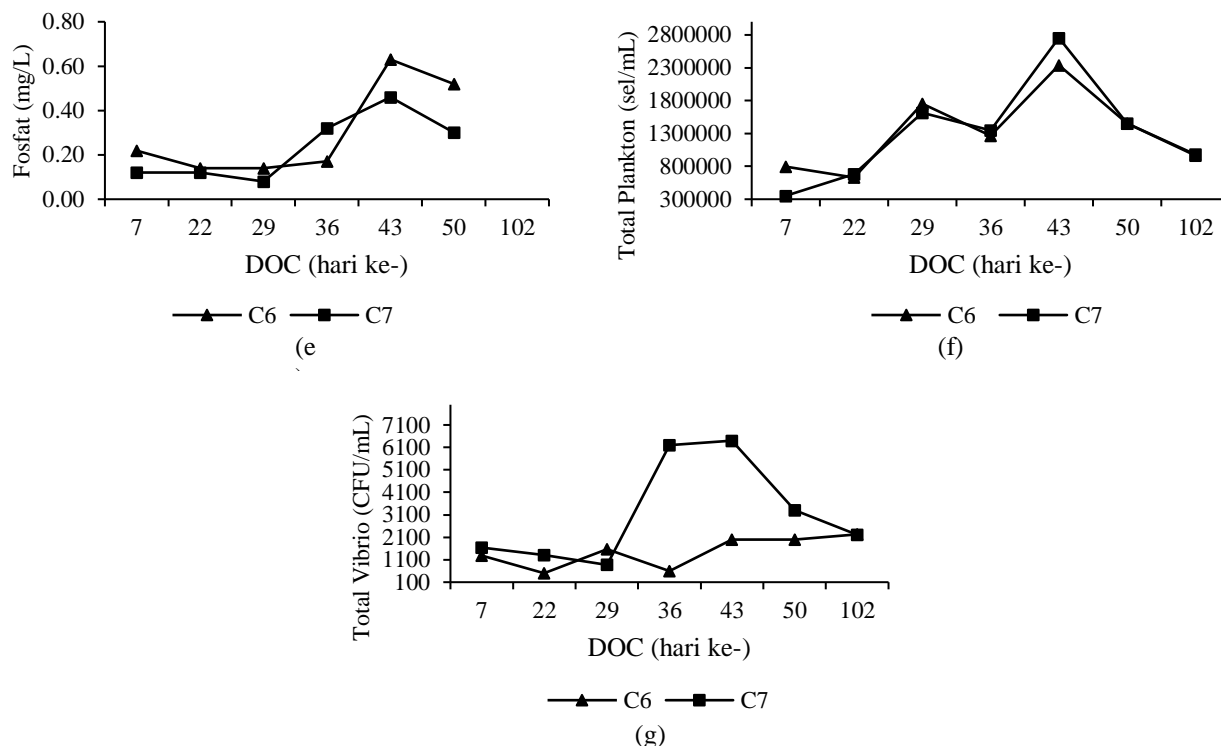
Pengukuran kadar DO di kolam C6 berkisar antara 1,7–4,3 mg/L pada pagi hari, 3,2–6,7 mg/L pada siang hari, dan 3,0–7,9 mg/L pada sore hari. Sedangkan di kolam C7, kadar DO berada pada rentang 2,3–5,2 mg/L (pagi), 3,6–7,6 mg/L (siang), dan 3,4–7,0 mg/L (sore). Fluktuasi DO meningkat setelah DOC 30 dengan peningkatan 0,2–2,5 mg/L. Penurunan signifikan kadar DO terjadi menjelang akhir periode, terutama pada DOC 69, di mana nilai terendah tercatat sebesar 2,3 mg/L di kolam C6 dan 1,7 mg/L di kolam C7 (Gambar 4c).

Grafik fluktuasi salinitas yang disajikan pada Gambar 4d menunjukkan bahwa kolam C6 memiliki salinitas lebih tinggi dibandingkan kolam C7. Salinitas di kolam C6 berkisar antara 22–31 g/L selama pemeliharaan, meningkat secara bertahap dari 22 g/L pada DOC 1 hingga puncak 31 g/L pada DOC 69, lalu menurun sedikit menjadi 28 g/L di akhir periode. Sedangkan kolam C7 memiliki salinitas antara 16–22 g/L, dengan peningkatan dari 16 g/L hingga maksimum 22 g/L pada DOC 65–69. Perbedaan salinitas antara kedua kolam signifikan, dengan selisih 6–9 g/L selama masa pemeliharaan.

Gambar 4e merupakan grafik fluktuasi kecerahan yang menunjukkan tren penurunan seiring bertambahnya umur pemeliharaan. Kecenderungan air di kolam C6 berkisar antara 15–80 cm, sementara di kolam C7 antara 15–100 cm. Pada DOC 1–17, kecerahan di kedua kolam relatif tinggi (± 75 –90 cm). Penurunan kecerahan lebih cepat terjadi di kolam C6. Pada DOC 27–31, kecerahan stabil di kisaran 50–60 cm, dan pada akhir periode pengamatan, nilainya berada di kisaran 18–30 cm di kedua kolam.

Hasil pengukuran parameter *ex situ* (alkalinitas, amonia, nitrit, fosfat, *Total Organic Matter* (TOM), plankton, dan total vibrio) di laboratorium menunjukkan fluktuasi atau perubahan nilai pada setiap parameter kualitas air tiap minggunya seiring dengan pertambahan umur budidaya udang vaname. Fluktuasi setiap parameter kualitas air *ex situ* dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Fluktuasi (a) alkalinitas; (b) amonia; (c) nitrit; (d) fosfat; (e) *Total Organic Matter* (TOM); (f) plankton; (g) total vibrio air kolam pemeliharaan udang vaname di tambak semi intensif, Lampung Selatan

Gambar 5a menunjukkan fluktuasi alkalinitas air di kedua kolam yang diamati selama pemeliharaan, dengan kisaran nilai 92,4–180,6 mg/L. Nilai awal pada DOC 7 tercatat sebesar 109,2 mg/L di kolam C6 dan 96,6 mg/L di kolam C7, kemudian menurun hingga 92,4 mg/L pada DOC 22. Setelahnya, terjadi peningkatan bertahap, dengan puncak alkalinitas tercatat pada DOC 50, yaitu 151,2 mg/L di kolam C6 dan 180,6 mg/L di kolam C7. Menjelang akhir pemeliharaan (DOC 102), nilai alkalinitas menurun masing-masing menjadi 131,1 mg/L dan 159,6 mg/L.

Nilai *Total Organic Matter* (TOM) di kolam C6 dan C7 yang disajikan pada Gambar 5b, menunjukkan tren peningkatan seiring waktu pemeliharaan. Pada DOC 7, nilai TOM masing-masing tercatat sebesar 101 mg/L (C6) dan 111 mg/L (C7). Peningkatan signifikan terjadi setelah DOC 29, dengan puncak pada DOC 50 sebesar 324 mg/L (C6) dan pada DOC 43 sebesar 303 mg/L (C7). Menjelang akhir pemeliharaan (DOC 102), nilai TOM menurun menjadi 212 mg/L di kolam C6 dan 185 mg/L di kolam C7. Secara umum, pola fluktuasi TOM serupa pada kedua kolam, dengan kolam C6 menunjukkan nilai puncak yang lebih tinggi namun penurunan lebih tajam.

Konsentrasi amonia di kolam C6 dan C7 menunjukkan tren peningkatan seiring waktu pemeliharaan. Grafik konsentrasi amonia di kolam C6 dan C7 yang disajikan pada Gambar 5c menggambarkan bahwa pada DOC 7–22, konsentrasi amonia stabil pada 0,01 mg/L di kedua kolam. Kolam C7 mengalami peningkatan lebih tajam setelah DOC 36, mencapai 0,12 mg/L, kemudian menurun menjadi 0,1 mg/L pada DOC 43. Konsentrasi tertinggi tercatat pada DOC 102 sebesar 0,14 mg/L di kedua kolam. Secara umum, peningkatan amonia di kolam C6 berlangsung lebih bertahap dibandingkan kolam C7.

Konsentrasi nitrit di kedua kolam menunjukkan fluktuasi seiring bertambahnya umur budidaya, dengan kisaran 0,01–0,31 mg/L (Gambar 5d). Kolam C6 mengalami fluktuasi lebih besar, dengan puncak 0,31 mg/L pada DOC 50 dan menurun menjadi 0,21 mg/L pada DOC 102. Sebaliknya, peningkatan pada kolam C7 lebih bertahap, dengan nilai tertinggi 0,17 mg/L pada DOC 102.

Hasil pengukuran konsentrasi fosfat di kolam C6 dan C7 yang disajikan pada Gambar 5e menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat meningkat seiring bertambahnya umur budidaya, dengan kisaran 0,08–0,63 mg/L. Kolam C6 menunjukkan peningkatan signifikan, mencapai puncak 0,63 mg/L pada DOC 43 sebelum menurun. Kolam C7 mengalami penurunan awal hingga 0,08 mg/L pada DOC 29, lalu meningkat hingga 0,46 mg/L pada DOC 43, dan kembali turun. Pola fluktuasi kedua kolam relatif serupa.

Gambar 5f merupakan grafik total plankton air di kolam C6 dan C7. Pada DOC 7, kolam C6 memiliki total plankton sebanyak 79×10^4 sel/mL, sedangkan kolam C7 memiliki total plankton sebanyak 35×10^4 sel/mL. Total plankton meningkat secara signifikan seiring bertambahnya umur budidaya. Pada DOC 29, total plankton C6 meningkat sebanyak 175×10^4 sel/mL dan C7 sebanyak 161×10^4 sel/mL. Peningkatan yang lebih tajam terlihat setelah DOC 36, dengan kolam C6 mencapai puncaknya pada DOC 43 dengan total plankton 234×10^4 sel/mL, sebelum turun menjadi 145×10^4 sel/mL pada DOC 50. Total plankton kolam C7 mencapai puncaknya pada DOC 43 sebanyak 275×10^4 sel/mL, sebelum turun menjadi 145×10^4 sel/mL pada DOC 50. Total plankton di akhir pemeliharaan DOC 102 sebanyak 97×10^4 sel/mL di kolam C6 dan 98×10^4 sel/mL di

kolam C7. Secara keseluruhan, kolam C6 dan C7 menunjukkan pola peningkatan total plankton yang mirip. Total plankton kolam C6 selama pemeliharaan memiliki kisaran 63×10^4 - 234×10^4 sel/mL, sedangkan pada kolam C7 berkisar antara 35×10^4 - 275×10^4 sel/mL.

Fluktuasi total *Vibrio* di kolam C7 lebih ekstrem dibandingkan C6, dengan puncak 6.400 CFU/mL pada DOC 43. Grafik fluktuasi total vibrio air kolam pemeliharaan udang vaname disajikan pada Gambar 5g. Kolam C6 menunjukkan pola yang lebih stabil, dengan nilai tertinggi 2.230 CFU/mL pada DOC 102. Peningkatan drastis di C7 terjadi antara DOC 29–36, diikuti penurunan hingga DOC 50. Pada akhir periode, jumlah *Vibrio* kedua kolam hampir setara. *Vibrio* kuning mendominasi, mencapai 92% di C6 pada DOC 102 dan 100% di C7 pada DOC 36. Sementara itu, *Vibrio* hijau tertinggi terdeteksi pada DOC 43, masing-masing 90% di C6 dan 76% di C7.

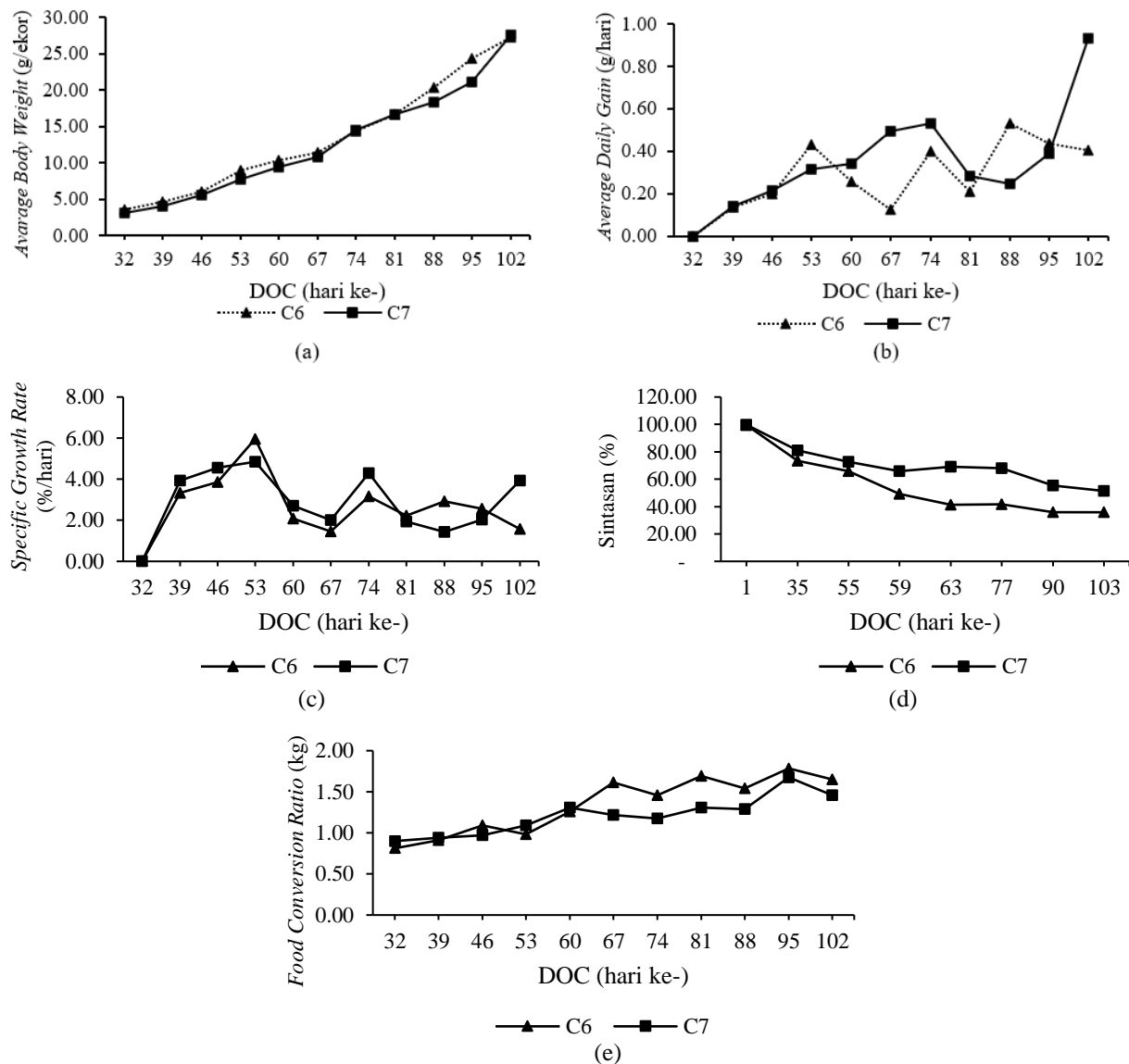
Kinerja Produksi

Kinerja produksi merupakan gambaran hasil akhir dari kegiatan budidaya selama masa studi yang dilakukan di tambak semi intensif berlokasi di Lampung Selatan. Kinerja produksi udang vaname menunjukkan perbandingan antara dua kolam, yaitu C6 dan C7, yang masing-masing memiliki luas 2.500 m² dengan padat tebar sebesar 67 ekor/m² atau setara dengan populasi awal 167.625 ekor per kolam. Masa pemeliharaan berlangsung selama 103 hari (DOC 103) dengan bobot rata-rata akhir (ABW) sebesar 25 gram. Laju pertumbuhan harian (ADG) tercatat sebesar 0,30 g/hari untuk kolam C6 dan 0,31 g/hari untuk kolam C7. Ukuran panen mencapai 40 ekor/kg pada kedua kolam. Namun, laju pertumbuhan spesifik (SGR) kolam C7 lebih tinggi, yaitu 2,97%/hari dibandingkan dengan kolam C6 sebesar 2,74%/hari. Tingkat kelangsungan hidup (SR) menunjukkan perbedaan yang signifikan, dengan nilai 35,83% pada kolam C6 dan 51,43% pada kolam C7. Total pakan yang diberikan selama pemeliharaan sebanyak 1.730 kg di kolam C6 dan 2.295 kg di kolam C7, dengan rasio konversi pakan (FCR) masing-masing sebesar 1,88 dan 1,80. Hasil produksi panen total mencapai 921,30 kg di kolam C6 dan 1.278,00 kg di kolam C7, menunjukkan bahwa kolam C7 memiliki kinerja produksi yang lebih optimal, baik dari segi efisiensi pakan maupun hasil panen. Rincian data kinerja produksi masing-masing kolam disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Kinerja produksi udang vaname di tambak semi intensif, Lampung Selatan

Kolam	C6	C7
Luas kolam (m ²)	2.500	2.500
Padat tebar (ekor/m ²)	67	67
Populasi (ekor/kolam)	167.625	167.625
DOC (hari ke-)	103	103
ABW (g/ekor)	25	25
ADG (g/hari)	0,30	0,31
SGR (%/hari)	2,74	2,97
Size (ekor/kg)	40	40
SR (%)	35,83	51,43
Total pakan (kg)	1.730	2.295
FCR (kg)	1,88	1,80
Total panen (kg)	921,30	1.278,00

Hasil pengukuran kinerja produksi *Average Body Weight* (ABW), *Average Daily Gain* (ADG), sintasan (SR), *Food Conversion Ratio* (FCR) mengalami perkembangan setiap minggunya seiring dengan pertambahan umur budidaya udang vaname. Perkembangan setiap parameter produksi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kinerja produksi (a) *Average Body Weight* (ABW); (b) *Average Daily Gain* (ADG); (c) *Specific Growth Rate* (SGR) (d) Sintasan (SR); (e) *Food Conversion Ratio* (FCR) udang vaname di tambak semi intensif, Lampung Selatan

Gambar 6a memperlihatkan dinamika *Average Body Weight* (ABW) udang vaname selama 102 hari pemeliharaan di kolam yang diamati. Kedua kolam menunjukkan tren peningkatan ABW yang sama, dengan C6 umumnya lebih tinggi hingga DOC 88 (20,40 g/ekor vs. 18,30 g/ekor). Namun, pada DOC 102, ABW udang di C7 sedikit melampaui C6 (27,60 g/ekor vs. 27,20 g/ekor). Pertumbuhan ABW tertinggi terjadi antara DOC 88 dan DOC 102 di kedua kolam.

Perbandingan laju pertumbuhan harian rata-rata (*Average Daily Gain*/ADG) udang vaname antara kolam yang diamati disajikan pada Gambar 6b. Kedua kelompok udang memiliki nilai awal ADG sebesar 0,00 g/hari pada hari ke-32 (DOC 32). Selama periode pengamatan, udang pada kolam C7 menunjukkan tren peningkatan ADG yang lebih stabil, dengan puncak pertumbuhan sebesar 0,93 g/hari pada DOC 102. Sebaliknya, udang pada kolam C6 mengalami fluktuasi yang lebih besar, dengan ADG tertinggi sebesar 0,53 g/hari yang dicapai pada DOC 88. Pada periode DOC 95 hingga DOC 102, ADG udang C7 mengalami peningkatan signifikan dari 0,39 g/hari menjadi 0,93 g/hari. Sebaliknya, ADG udang C6 menurun secara ringan dari 0,44 g/hari menjadi 0,40 g/hari pada periode yang sama. Nilai ADG terendah untuk udang C6 tercatat sebesar 0,13 g/hari pada DOC 39 dan DOC 67, sedangkan udang C7 menunjukkan nilai ADG terendah sebesar 0,14 g/hari pada DOC 39. Secara umum, udang vaname di kolam C7 menunjukkan kinerja pertumbuhan ADG yang lebih tinggi dan konsisten dibandingkan dengan kolam C6, khususnya pada fase akhir pemeliharaan.

Gambar 6c menyajikan perbandingan laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*/SGR) udang vaname selama pemeliharaan 102 hari. Kedua kelompok memulai dengan SGR 0,00%/hari pada DOC 32. Puncak SGR tercapai pada DOC 53, yaitu 5,96%/hari untuk C6 dan 4,85%/hari untuk C7. Setelahnya, terjadi penurunan tajam hingga DOC 67, dengan SGR C6 dan C7 masing-masing turun menjadi 1,45%/hari dan 2,00%/hari. Pada DOC 74, C7 mengalami lonjakan SGR menjadi

4,30%/hari, sedangkan C6 hanya mencapai 3,16%/hari. Menjelang akhir periode, SGR C7 meningkat menjadi 3,94%/hari, sementara C6 turun ke 1,58%/hari. Secara keseluruhan, udang C7 menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih tinggi dan stabil dibandingkan C6, khususnya pada fase akhir pemeliharaan.

Perbandingan tingkat sintasan (*Survival Rate*/SR) udang vaname antara kolam C6 dan C7 ditampilkan pada Gambar 6d. Kedua kelompok memulai dengan SR 100% pada DOC 1. Sepanjang periode pemeliharaan, terjadi penurunan SR di kedua kolam, namun kolam C7 secara konsisten menunjukkan SR yang lebih tinggi dibandingkan C6. SR C6 menurun tajam hingga mencapai 35,83% pada DOC 103, sedangkan C7 menurun lebih moderat hingga 51,43%. Selisih terbesar tercatat pada DOC 77, dengan SR C7 sebesar 68,04% dan C6 hanya 41,49%. Secara umum, kolam C7 menunjukkan tingkat sintasan yang lebih baik sepanjang periode observasi.

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 6e merupakan perbandingan rasio konversi pakan (*Food Conversion Ratio*/FCR) udang vaname pada kolam yang diobservasi. Secara umum, FCR pada kedua kolam menunjukkan tren peningkatan seiring waktu. Kolam C6 mengalami fluktuasi FCR yang lebih besar dibandingkan C7. Peningkatan signifikan terjadi antara DOC 53 dan 60, di mana FCR C6 naik dari 0,98 menjadi 1,26 kg, dan C7 dari 1,09 menjadi 1,31 kg. FCR tertinggi pada kolam C6 tercatat sebesar 1,79 kg pada DOC 95, dan terendah 0,81 kg pada DOC 32. Sementara itu, kolam C7 menunjukkan nilai FCR yang lebih stabil, dengan nilai tertinggi 1,68 kg pada DOC 95 dan terendah 0,90 kg pada DOC 32. Secara keseluruhan, kolam C7 menunjukkan efisiensi pakan yang sedikit lebih baik, khususnya pada awal periode budidaya.

Pembahasan

Kualitas Air

Manajemen kualitas air merupakan faktor penting dalam menunjang keberhasilan budidaya udang, karena parameter kualitas air secara langsung memengaruhi tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan udang. Oleh sebab itu, penerapan strategi pengelolaan kualitas air yang efektif menjadi hal yang esensial sepanjang proses budidaya. Selama periode pemeliharaan, suhu air tercatat belum sepenuhnya memenuhi standar baku mutu sesuai Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 75 Tahun 2016, yaitu berkisar antara 28–31,5°C. Ketidaksesuaian tersebut dipengaruhi oleh paparan sinar matahari secara langsung, yang menyebabkan fluktuasi suhu harian meningkat pada siang hari dan menurun pada pagi hari. Selain itu, kondisi musim kemarau yang ekstrem selama pelaksanaan studi turut berkontribusi terhadap peningkatan suhu tambak secara signifikan. (b)

Selama masa budidaya, nilai pH perairan tercatat berada dalam kisaran 7,18 hingga 8,77, yang masih berada dalam rentang optimal untuk pertumbuhan udang vaname. Fluktuasi harian pH yang dianggap aman untuk budidaya berada pada kisaran $\pm 0,5$ (Iskandar *et al.*, 2021; Yunarty *et al.*, 2022). Nilai pH yang terlalu rendah dapat menghambat proses kitinisasi, sehingga menyebabkan eksoskeleton udang menjadi rapuh dan lunak. Tangguda *et al.* (2018) menyatakan bahwa pH di bawah 6,4 atau di atas 9,8 dapat mengganggu metabolisme udang, sedangkan pH ekstrem (≤ 4 atau > 11) dapat menyebabkan kematian. Menurut Boyd (2010), fluktuasi pH perairan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi karbon dioksida (CO_2), di mana aktivitas fotosintesis pada siang hari menurunkan kadar CO_2 dan meningkatkan pH, sementara respirasi organisme akuatik pada pagi dan sore hari meningkatkan kadar CO_2 dan menurunkan pH.

Oksigen terlarut (DO) merupakan parameter kunci dalam kualitas air yang diperlukan udang vaname untuk respirasi serta mendukung proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi DO pada pukul 05.00 WIB berada di bawah ambang batas minimum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 75 Tahun 2016, yaitu $\geq 3,0$ mg/L. Nilai DO tertinggi tercatat pada pukul 11.00 WIB, sedangkan nilai terendah terjadi pada pukul 05.00 WIB. Menurut Purnamasari *et al.* (2017), peningkatan DO pada siang hari disebabkan oleh aktivitas fotosintesis plankton yang menghasilkan oksigen ke dalam perairan.

Menurut Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 75 Tahun 2016, kisaran salinitas optimal untuk budidaya udang vaname dengan sistem semi intensif adalah 10–35 g/L. Selama observasi, salinitas kolam C6 tercatat antara 22–31 g/L, sedangkan kolam C7 berkisar 16–22 g/L. Perbedaan ini dipengaruhi oleh variasi salinitas pada sumber air yang berasal dari sumur bor. Salinitas juga mengalami fluktuasi akibat proses evaporasi yang meningkatkan konsentrasi garam, serta penambahan air yang dapat menurunkan atau mengubah tingkat salinitas (Iskandar *et al.*, 2022b). Arsad *et al.* (2017) menyatakan bahwa fluktuasi salinitas dapat meningkatkan kebutuhan energi udang untuk osmoregulasi, yang berdampak pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup (Hendriana *et al.*, 2024).

Kecerahan air yang direkomendasikan untuk budidaya udang vaname sistem semi intensif menurut Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 75 Tahun 2016, berada dalam kisaran 20–45 cm. Dalam studi ini, kecerahan kolam cenderung menurun seiring bertambahnya umur budidaya. Penurunan ini disebabkan oleh meningkatnya kekeruhan akibat akumulasi partikel halus serta peningkatan kepadatan mikroorganisme, terutama plankton (Hendriana *et al.*, 2024). Penurunan kecerahan berdampak negatif terhadap organisme fotosintetik, khususnya mikroorganisme berklorofil, karena terbatasnya penetrasi cahaya matahari yang dibutuhkan untuk fotosintesis (Umami *et al.*, 2018). Kondisi tersebut dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, memicu stres pada udang, dan berkontribusi terhadap penurunan tingkat kelangsungan hidup (SR). Kelimpahan plankton tertinggi tercatat sebesar 234×10^4 sel/mL di kolam C6 dan 275×10^4 sel/mL di kolam C7, dengan dominasi kelompok *Chlorophyta* (53–85%), diikuti oleh *Cyanophyta* (2–18%) dan *Chrysophyta* (4–37%).

Alkalinitas optimal untuk budidaya udang vaname sistem semi intensif sesuai Permen KP No. 75 Tahun 2016 adalah 100–150 mg/L. Namun, selama observasi, kadar alkalinitas yang diamati berada di bawah kisaran optimal, dengan nilai terendah sebesar 92,4 mg/L pada DOC 7 di kedua kolam, dan tertinggi sebesar 180,6 mg/L pada DOC 50 di kolam C7. Alkalinitas yang terlalu tinggi dapat menghambat proses pergantian cangkang, sedangkan nilai yang terlalu rendah menyebabkan *molting* abnormal dan menurunkan laju pertumbuhan harian (ADG) (Sitanggang dan Amanda, 2019). Fluktuasi alkalinitas juga memengaruhi tingkat sintasan (SR); peningkatan alkalinitas berlebih dapat menyebabkan lonjakan pH, memicu *blooming* alga, dan berujung pada kematian udang (Kilawati dan Maimunah, 2015; Wiyoto *et al.*, 2023).

Total Organic Matter (TOM) yang direkomendasikan untuk budidaya semi intensif adalah maksimal 90 mg/L, namun kadar TOM di kolam C6 dan C7 tercatat berkisar antara 101–323 mg/L. Peningkatan ini disebabkan oleh akumulasi bahan organik dari sisa pakan, metabolit, serta aktivitas mikroorganisme (Wiyoto *et al.*, 2023). Sementara itu, kadar amonia yang optimal adalah $\leq 0,1$ mg/L, namun nilai tertinggi yang terukur mencapai 0,14 mg/L pada DOC 102 di kedua kolam. Konsentrasi amonia yang tinggi dapat menyebabkan stres, menurunkan kekebalan, menghambat pertumbuhan, dan meningkatkan mortalitas udang vaname (Fei *et al.*, 2020; Kathyayani *et al.*, 2019).

Kadar nitrit selama masa pemeliharaan udang vaname di kolam C6 dan C7 masih berada dalam kisaran optimal, yaitu <1 mg/L. Nitrit dalam konsentrasi tinggi bersifat toksik, mengganggu transportasi oksigen dalam darah, menurunkan tingkat sintasan (SR), serta menyebabkan kerusakan usus yang berdampak pada peningkatan *Food Conversion Ratio* (FCR) (Fadir *et al.*, 2022; Eliyani *et al.*, 2019). Sementara itu, kadar fosfat di kedua kolam berkisar antara 0,08–0,63 mg/L. Meskipun sempat berada sedikit di bawah batas optimal minimal 0,1 mg/L, kadar fosfat secara umum cukup mendukung proses budidaya. Fosfat berperan penting dalam pembentukan jaringan keras seperti eksoskeleton, serta memengaruhi proses *molting* dan metabolisme udang (Scabra *et al.*, 2021).

Jumlah total *Vibrio* sp. yang terdeteksi berkisar antara 500–6.400 CFU/mL, melebihi ambang batas aman menurut Permen KP No. 75 Tahun 2016, yaitu 1.000 CFU/mL. Peningkatan populasi *Vibrio* sp. dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang buruk dan akumulasi limbah organik, yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis, menimbulkan stres, melemahkan sistem imun, dan meningkatkan mortalitas (Wicaksono *et al.*, 2020; Sony *et al.*, 2021).

Kinerja Produksi

Nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) yang tinggi dari hasil studi yang dilaksanakan (1,88 dan 1,80), mengindikasikan terjadinya pemberian pakan berlebih, yang berpotensi meningkatkan akumulasi limbah organik dan menurunkan kualitas air. Kondisi lingkungan tersebut menciptakan habitat ideal bagi pertumbuhan bakteri patogen, terutama *Vibrio parahaemolyticus* dan *Vibrio harveyi*. Menurut Bintari *et al.* (2016), infeksi bakteri vibrio dapat menyebabkan peradangan pada hepatopankreas, menurunkan nafsu makan, mengubah perilaku udang, serta berujung pada kematian. *Vibrio parahaemolyticus* diketahui sebagai penyebab utama penyakit *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND), yang dapat mengakibatkan kematian hingga 100% dalam 20–30 hari setelah penebaran. Gejala AHPND meliputi hepatopankreas yang pucat dan mengecil, usus kosong, serta tubuh udang yang tampak pucat kekuningan (Zorriehzahra dan Banaederakhshan, 2015).

Dalam penelitian ini, gejala AHPND terdeteksi sejak DOC 20 dan terus berlanjut hingga DOC 102, menyebabkan tingkat kelangsungan hidup (SR) yang rendah, yaitu 35,83% pada kolam C6 dan 51,43% pada kolam C7, dengan nilai FCR yang tinggi masing-masing 1,88 dan 1,80. Hasil ini jauh lebih rendah dibandingkan laporan Iskandar (2022) dengan rata-rata SR 85% dan FCR 1,25. Meskipun demikian, nilai *Specific Growth Rate* (SGR) yang diperoleh masih tergolong baik, yakni 2,74–2,97%/hari, dan lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Wahyudi *et al.* (2021) yang melaporkan SGR 1,5% pada DOC 110. Dengan demikian, penerapan manajemen pakan yang efisien serta pengendalian populasi bakteri vibrio secara terpadu menjadi faktor kunci dalam mempertahankan kualitas air, mencegah penyakit, dan mengoptimalkan kinerja produksi udang vaname.

KESIMPULAN

Selama periode budidaya udang vaname semi intensif, parameter kualitas air seperti pH, salinitas, dan kadar nitrit berada dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan udang. Namun, beberapa parameter seperti alkalinitas dan *Total Organic Matter* (TOM) menunjukkan nilai di luar batas optimal yang berpotensi mengganggu proses *molting* dan meningkatkan stres udang. Konsentrasi amonia yang melebihi ambang aman serta populasi bakteri *Vibrio* sp. yang tinggi, khususnya *Vibrio parahaemolyticus*, menyebabkan serangan penyakit AHPND yang berdampak pada rendahnya tingkat sintasan (SR) dan tingginya *Food Conversion Ratio* (FCR). Meski demikian, pertumbuhan spesifik (SGR) udang relatif baik, menunjukkan adanya potensi pertumbuhan yang tetap optimal meskipun terdapat gangguan kesehatan dan kondisi lingkungan yang kurang ideal selama pemeliharaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan staf Tambak H. Khumaidi, Berundung, Ketapang, Lampung Selatan, Lampung, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam proses studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A. P., Maya, V. 2017. Studi kegiatan budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei* dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 9(1): 1-14.
- Boyd, C. E. 2010. Dissolved-oxygen concentrations in pond aquaculture. *Global Aquaculture Advocate*. 40-41.
- Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. 2023. *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Tahun 2022*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Djaelani, A. R. 2013. Teknik pengumpulan data dalam penelitian kualitatif. *Jurnal Ilmiah Pawiyatan*. 20(1): 82-92.
- Effendie, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor.
- Eliyani, Y., I. S. Djunaidah dan D. Sudinno. 2019. Tinjauan kualitas air terhadap tingkat kelayakan Teluk Pangandaran untuk budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*. 13(3): 325-339.
- Fadir, R. M., T. F. Haser, S. P. Febri, T. H. Prihadi dan W. Cahyanti. 2022. Dinamika kualitas air pada pemeliharaan ikan jurung (*Tor soro*) yang dipelihara pada berbagai sistem resirkulasi. *Aquatic Sciences Journal*. 9(2): 103-110.
- Fei, L., S. Li, Y. Yu, M. Sun, J. Xiang dan F. Li. 2020. Effects of ammonia stress on the hemocytes of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Chemosphere*. 239: 1-12.
- Haliman, R. W. dan D. S. Adijaya. 2005. *Udang vaname*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hendriana, A., S. K. Pratiwi, M. Fuadi, S. F. G. Sari, M. A. Mulya dan A. Iskandar. 2024. Application of Viral Inhibitor Protein (VIP) Solution on the Survival Rate and Immunity of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against white spot syndrome virus (WSSV). *Jurnal Mina Sains*. 10(2): 82-93.
- Iskandar, A., A. Rizki, A. Hendriana, G. M. Darmawangsa, A. Abuzzar, K. Khoerullah dan M. Muksin. 2021. Management of Vaname Shrimp *Litopenaeus vannamei* Hatchery at PT Central Proteina Prima, Kalianda, South Lampung. *Jurnal Perikanan Terapan*. 2(1): 1-8.
- Iskandar, A., D. Wandaru dan M. Muslim. 2022a. Teknik produksi pembesaran udang vaname *Litopenaeus vannamei*: studi kasus di PT. Dewi Laut Aquaculture Garut. *NEKTON: Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 2(2): 1-13.
- Iskandar, A., Y. Trianto, A. Hendriana, W. Lesmanawati, B. Prasetyo dan M. Muslim. 2022b. Pengelolaan dan analisa finansial produksi pembesaran udang vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Perikanan Unram*. 12(2): 256-267.
- Kathyayani, S. A., M. Poornima, S. Sukumaran, A. Nagavel dan M. Muralidhar. 2019. Effect of ammonia stress on immune variables of Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* under varying levels of pH and susceptibility to white spot syndrome virus. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 184: 1- 13.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. *Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 75/Permen-KP/2016 tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu *Penaeus monodon* dan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei**. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. *Analisis Indikator Kinerja Utama Sektor Kelautan dan Perikanan Kurun Waktu 2019-2023*. Jakarta: Pusat Data, Statistik, dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kilawati, Y. Dan Y. Maimunah. 2015. Kualitas lingkungan tambak intensif *Litopenaeus vannamei* dalam kaitannya dengan prevalensi penyakit *white spot syndrome virus*. *Research Journal of Life Science*. 2(1): 50-58.
- Pratama, A., Wardiyanto dan Supono. 2017. Studi performa udang vaname *Litopenaeus vannamei* yang dipelihara dengan sistem semi intensif pada kondisi air tambak dengan kelimpahan plankton yang berbeda pada saat penebaran. *e- Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 6(1): 643- 652.
- Purnamasari, I., D. Purnama, M. Angraini dan F. Utami. 2017. Pertumbuhan udang vaname *Litopenaeus vannamei* di Tambak Intensif. *Jurnal Enggano*. 2(1):58-67.
- Rusdy, I., Nurfadillah dan D. H. M. Harahap. 2021. Kualitas air pada budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei* sistem bioflok dengan padat penebaran tinggi di Alue Naga Kota Banda Aceh. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*. 1(3): 104-114.
- Scabra, A. R., M. Marzuki dan Ismail. 2021. Pengaruh penambahan fosfor pada media budidaya terhadap laju pertumbuhan benur udang vaname *Litopenaeus vannamei* di salinitas 0 ppt. *Jurnal Media Akuakultur*. 1(2): 113-124
- Sitanggang, L. P. Dan L. Amanda. 2019. Analisa kualitas air alkalinitas dan kesadahan (*hardness*) pada pembesaran udang putih *Litopenaeus vannamei* di laboratorium Animal Health Service binaan PT. Central Proteina Prima Tbk. Medan. *Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan*. 1(1): 54-60.
- Sony, M., T. G. Sumithra, V. N. Anusress, P. V. Amala, K. J. Reshma, S. Alez dan N. K. Sanil. 2021. Antimicrobial resistance and virulence characteristics of *Vibrio vulnificus*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio harveyi* from natural disease outbreaks of marine/estuarine fishes. *Aquaculture*. 539: 1-14.
- Tacon, A. G. (1987). *The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual*. 2: 45-72.
- Tangguda, S., M. Fadjar dan E. Sanoesi. 2018. Pengaruh teknologi budidaya yang berbeda terhadap kualitas air pada tambak udang vaname. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 6(1): 12-27.
- Tempo. 2022 Okt 29. Setop impor induk udang vaname, KKP targetkan produksi udang nasional 2 juta ton 2024. *tempo.co.*, siap terbit. [diakses 2025 April 19]. <https://bisnis.tempo.co/read/1650716/setop-impor-induk-udang-vaname-kkp-targetkan-produksi-udang-nasional-2-juta-ton-2024>.
- Umami, I. R., R. Hariyati dan S. Utami. 2018. Keanekaragaman fitoplankton pada tambak udang vaname *Litopenaeus vannamei* di Tireman Kabupaten Rembang Jawa Tengah. *Jurnal Biologi*. 7(3): 27 – 32.

- Wahyudi, D., A. Prihutomo dan A. Mukhlis. 2022. Produktivitas budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei* super intensif di bak terpal bundar dengan padat tebar berbeda. *Journal Perikanan*. 12(4): 781-793.
- Wicaksono, B. A., S. H. Dwinanti dan P. Hadi. 2020. Pengendalian populasi bakteri *Vibrio* sp. koloni hijau pada pemeliharaan udang vaname *Litopenaeus vannamei* dengan menggunakan ekstrak daun pepaya *Carica papaya* L. *Intek Akuakultur*. 4(1): 12-23.
- Wiyoto, W., S. Sukenda, E. Harris, K. Nirmala dan D. Djokosetiyanto. 2021. Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* behaviour, oxygen consumption and sediment oxygen demand at different sediment redox potential. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 14:3510–3516.
- Wiyoto, W., S. Y. Wisesa, W. Lesmanawati, M. Muarif, A. Iskandar, A. Hendriana dan D. Lesmana. 2023. Aplikasi Hidrogen Peroksida di Sedimen Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Mina Sains*. 9(1): 46-51.
- Yunarty, Y., A. Kurniaji, B. Budiyati, D. Renitasari dan M. Resa. 2022. Karakteristik kualitas air dan performa pertumbuhan budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei* pola intensif. *Pena Akuatika : Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 21(1): 75-88.
- Zonneveld, K. A., A. Mackensen dan K. H. Baumann. 2007. Stable oxygen isotopes of *Thoracosphaera heimii* (Dinophyceae) in relationship to temperature; a culture experiment. *Marine Micropaleontology*. 64(1-2), 80-90.
- Zorriehzahra, J. Dan R. Banaederakhshan. 2015. Early Mortality Syndrome (EMS) as new emerging threat in shrimp industry. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 3: 64-72.