



Jurnal Sains Akuakultur Tropis

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698

Email: sainsakuakulturtropis@gmail.com, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

Budidaya Intensif: Dinamika Kualitas Air Terhadap Performa Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Dengan Padat Tebar Berbeda

*Intensive Cultivation: Dynamics of Water Quality on the Performance of Whitelag Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with Different Stocking Densities*

Muhammad Akbarurrasyid^{1)*}, Dinno Sudinno¹, Vini Taru Febriani Prajayati¹, Dwi Fitri Handayani¹

¹Budidaya Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Pangandaran, Jl. Raya Babakan KM. 02, Babakan, Pangandaran, Jawa Barat-46396, Indonesia

* Corresponding author: Akbarurrasyid3@gmail.com

DOI: 10.14710/sat.v9i2.26781

Abstrak

Kualitas air merupakan faktor penentu dalam kegiatan budidaya *Litopenaeus vannamei*. Dinamika kualitas air pada tambak berlangsung secara cepat dan saling terkait antara komponen sehingga berdampak pada performa *L. vannamei*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika kualitas air terhadap performa *L. vannamei*. Penelitian dilaksanakan di Pandeglang, Banten selama 3 bulan (September s.d November 2024). Tambak yang diamati sebanyak 2 petak dengan luasan 2.500 M² per petak (padat tebar 136 Ekor m⁻² dan 150 Ekor m⁻²). Hasil penelitian dinamika kualitas air terhadap performa *L. vannamei* dengan padat tebar berbeda menunjukkan bahwa parameter suhu, salinitas, kecerahan, alkalinitas, nitrit dan TOM optimal menunjang kegiatan budidaya. Sedangkan parameter yang mengalami fluktuasi melebihi batas yang dipersyaratkan, yaitu: ammonium, pH dan nitrat. Hasil uji korelasi menunjukan bahwa perbedaan padat tebar berpengaruh terhadap fluktuasi dan tingkat korelasi parameter kualitas air budidaya. Sedangkan hasil uji regresi MBW terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9084$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9253$ (tambak 2). Hasil korelasi ADG terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9214$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9114$ (tambak 2). Hasil penelitian menunjukan bahwa tingkat kelangsungan hidup terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9963$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9962$ (tambak 2). Secara umum, dinamika kualitas air, hasil uji korelasi dan regresi kualitas air terhadap performa *L. vannamei* mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

Kata Kunci: ADG, Dinamika Kualitas Air, Performa, *Litopenaeus vannamei*, MBW, Survival Rate.

Abstract

Water quality is a determining factor in *Litopenaeus vannamei* cultivation activities. The dynamics of water quality in ponds occur quickly and are interrelated between components so that they have an impact on the performance of *L. vannamei*. This study aims to determine the dynamics of water quality on the performance of *L. vannamei*. The study was conducted in Pandeglang, Banten for 3 months (September to November 2024). The ponds observed were 2 plots with an area of 2,500 m² per plot (stocking density of 136 tail m⁻² and 150 tail m⁻²). The results of the study of water quality dynamics on the performance of *L. vannamei* with different stocking densities showed that the parameters of temperature, salinity, brightness, alkalinity, nitrite and TOM optimally supported cultivation activities. While the parameters fluctuated beyond the required limits, namely: ammonium, pH and nitrate. The results of the correlation test showed that differences in stocking densities affected the fluctuation and level of correlation of the water quality parameters of cultivation. Meanwhile, the results of the MBW regression test on water quality are respectively: $R^2 = 0.9084$ (pond 1) and $R^2 = 0.9253$ (pond 2). The results of the ADG correlation on water

quality are respectively: $R^2 = 0.9214$ (pond 1) and $R^2 = 0.9114$ (pond 2). The results of the study showed that the survival rate on water quality is respectively: $R^2 = 0.9963$ (pond 1) and $R^2 = 0.9962$ (pond 2). In general, the dynamics of water quality, the results of the correlation test and the regression of water quality on the performance of *L. vannamei* support the growth and survival of shrimp.

Keywords: ADG, Dynamics of Water Quality, *Litopenaeus vannamei*, MBW, Performance, Survival Rate

PENDAHULUAN

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) secara intensif merupakan kegiatan budidaya dengan kepadatan tinggi sekitar 800.000–1.000.000 ekor Ha^{-2} atau sekitar 80-100 ekor m^{-2} dengan memanfaatkan teknologi budidaya (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016; Putra *et al.*, 2023; Rizky *et al.*, 2022). Teknologi budidaya yang digunakan meliputi konstruksi tambak (*High Density Polyethylen, lining*, beton), penggunaan kincir atau *blower* untuk suplai oksigen, probiotik, serta inputan pakan buatan dan pakan alami. Budidaya *L. vannamei* intensif dapat dilakukan dengan sistem bioflok dengan memanfaatkan probiotik (Khoa *et al.*, 2020), penentuan titik aerasi (Araujo *et al.*, 2025), dan pembatasan pakan dengan memanfaatkan plankton sebagai pakan alami (Akbarurrasyid *et al.*, 2024; Junior *et al.*, 2025). Penggunaan berbagai teknologi budidaya diharapkan dapat mendukung pertumbuhan udang yang dibudidayakan dengan kepadatan tinggi. Budidaya *L. vannamei* dengan kepadatan tinggi dibatasi oleh ruang budidaya, pertumbuhan yang relatif lambat dan perubahan kualitas air sejalan dengan penambahan waktu budidaya.

Penambahan waktu budidaya menyebabkan biomassa *L. vannamei* dan limbah budidaya bertambah. Penambahan biomassa udang menyebabkan ruang menjadi terbatas, akumulasi sisa metabolisme (feses) dan sisa pakan tidak termanfaatkan meningkat yang berakibat pada penambahan limbah budidaya. Limbah kegiatan budidaya udang ditemukan dalam bentuk bahan organik yang tersuspensi, terlarut dan koloid (Renitasari *et al.*, 2023; Supriatna *et al.*, 2023). Keberadaan bahan organik pada tambak *L. vannamei* dipengaruhi oleh kepadatan dan sistem budidaya yang digunakan. Sistem budidaya intensif dengan kepadatan tinggi menyebabkan jumlah akumulasi bahan organik yang berdampak langsung terhadap dinamika kualitas air dan performa *L. vannamei*. Bahan organik pada tambak *L. vannamei* dapat ditelusur berdasarkan konsentrasi *Total Organic Matter* (TOM). Konsentrasi TOM yang tinggi berdampak pada peningkatan kandungan unsur hara, menurunnya oksigen terlarut dan pH serta proses aktivitas biologi meningkat yang berdampak pada performa dan kualitas air tambak *L. vannamei* (Akbarurrasyid *et al.*, 2023; Akbarurrasyid *et al.*, 2023).

Kualitas air budidaya mengalami fluktuasi secara cepat pada lingkungan tambak, hal ini disebabkan oleh faktor lingkungan secara alamiah dan intensifikasi atau perlakuan selama kegiatan budidaya berlangsung. Secara alamiah lingkungan tambak dapat mentoleransi kualitas air pada batas tertentu. Namun, intensifikasi kegiatan budidaya menyebabkan penumpukan bahan organik yang berpengaruh langsung terhadap kualitas air dan performa. Fluktuasi parameter perairan seperti salinitas, suhu, pH, oksigen terlarut, fosfat, nitrit dan *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) berpengaruh terhadap pertumbuhan *L. vannamei*. Konsentrasi salinitas mempengaruhi kondisi hipertonik pada sistem osmoregulasi udang (Delgado-Gaytán *et al.*, 2020). Sedangkan suhu mempengaruhi tingkat nafsu makan dan laju pertumbuhan (Ariadi *et al.*, 2023). Laju pertumbuhan dipengaruhi oleh fluktuasi pH yang ekstrim mengakibatkan peningkatan stress fisiologis yang terjadi dalam ekosistem perairan (Yu *et al.*, 2020). Kondisi dinamis ekosistem perairan dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen terlarut dan nutrisi (Correa-González *et al.*, 2014; Farabi & Latuconsina, 2023; Wahyuni *et al.*, 2022). Nutrisi pada perairan berpengaruh terhadap konsentrasi fosfat, nitrit dan TAN (Akbarurrasyid *et al.*, 2023; Kürten *et al.*, 2019; Supriyono *et al.*, 2025).

Dinamika kualitas air yang tidak stabil menyebabkan udang menjadi *stress* dan mempengaruhi produktivitas tambak. Perubahan kualitas air berhubungan langsung dengan produktivitas dan pertumbuhan yang berakibat pada performa *L. vannamei*. Menurut Akbarurrasyid *et al.*, (2023) kualitas air tambak budidaya memiliki hubungan sangat kuat terhadap pertumbuhan *Mean Body Weight* (MBW), *Average Daily Growth* (ADG) dan *Survival Rate* (SR). Intensifikasi kegiatan budidaya dapat ditinjau berdasarkan padat tebar sehingga diperlukan upaya pengelolaan yang tepat dalam meminimalisir dampak terhadap perubahan kualitas air dan pertumbuhan. Menurut Mustafa *et al.*, (2022) budidaya *L. vannamei* secara intensif dengan padat tebar 100-220 ekor m^{-2} dan produktivitas sekitar 13.9-44.4 ton per Ha per siklus diperkirakan menghasilkan limbah Nitrogen (N) sebanyak 28 ton per siklus dan fosfor (P) sebanyak 6.61 ton per siklus. Limbah yang dihasilkan berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan, perubahan kualitas air dan organisme budidaya (Nguyen *et al.*, 2019; Renitasari *et al.*, 2023). Berdasarkan hal tersebut perlu dilaksanakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui dinamika kualitas terhadap performa *L. vannamei* yang dibudidayakan dengan padat tebar berbeda dalam sistem intensif.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di wilayah Pandeglang, Banten, Indonesia selama dua bulan terhitung mulai bulan oktober s.d desember 2024. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode *ex post causal design* berdasarkan kondisi aktual pada tambak yang diamati (Ariadi *et al.*, 2023). Tambak yang diamati berjumlah dua petak dengan luasan 2500 m² per petak. Kegiatan budidaya yang dilaksanakan menggunakan sistem intensif dengan kepadatan yang berbeda, yakni: 136 ekor m⁻² untuk tambak 1 dan 150 ekor m⁻² untuk tambak 2.

Dinamika Kualitas Air

Kualitas air adalah faktor penting yang harus diperhatikan dalam kegiatan budidaya. Dinamika kualitas air terjadi secara cepat yang dipengaruhi oleh kondisi alamiah, biota budidaya, waktu budidaya dan inputan selama kegiatan budidaya berlangsung. Dinamika kualitas air tambak *L. vannamei* dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan parameter perairan secara *in situ* dan *ex situ*. Parameter perairan dan metode pengamatan kualitas air tambak *L. vannamei* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter dan metode pengamatan kualitas air

No	Parameter	Teknik Pengamatan	Metode Pengamatan	Keterangan
1	Suhu (°C)	<i>In situ</i>	<i>Multi probe*</i>	Harian
2	Kecerahan (cm)	<i>In situ</i>	<i>Secchi disk**</i>	Harian
3	<i>Power of Hydrogen</i>	<i>In situ</i>	<i>Multi probe*</i>	Harian
4	Salinitas (‰)	<i>In situ</i>	Refraktometer*	Harian
5	<i>Dissolved Oxygen</i> (mg/L)	<i>In situ</i>	<i>Multi probe*</i>	Harian
6	Total Organic Matter (mg/L)	<i>Ex Situ</i>	Titiasi*	Mingguan
7	Alkalinitas (mg/L)	<i>Ex Situ</i>	Titiasi*	Mingguan
8	Amoniak (mg/L)	<i>Ex Situ</i>	<i>Spectrofotometer*</i>	Mingguan
9	Nitrit (mg/L)	<i>Ex Situ</i>	<i>Spectrofotometer*</i>	Mingguan
10	Nitrat (mg/L)	<i>Ex Situ</i>	<i>Spectrofotometer*</i>	Mingguan

Keterangan: *Akbarurrasyid *et al.*, (2023); **Inayah *et al.*, (2023)

Performa *L. vannamei*

Performa *L. vannamei* yang dibudidayakan secara intensif dapat ditelusur berdasarkan tingkat pertumbuhan (*Average Body Weight*/ABW dan *Average Daily Growth*/ADG) serta *Survival Rate* (SR) selama kegiatan budidaya. Pertumbuhan *L. vannamei* dilakukan dengan cara sampling mingguan, sedangkan SR diperoleh pada akhir masa pemeliharaan.

Mean Body Weight

Menurut Pramudia *et al.*, (2023) *Mean Body Weight* (MBW) dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$MBW \text{ (grams/ekor)} = \frac{\text{Bobot Udang Terjala (grams)}}{\text{Jumlah Udang Terjala (Ekor)}}$$

Average Daily Growth

Menurut Pramudia *et al.*, (2023) *Average Daily Growth* (ADG) dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$ADG \text{ (\%/hari)} = \frac{MBW \text{ sekarang (grams/ekor)} - ABW \text{ Sebelumnya (grams/ekor)}}{\text{Interval Sampling (Hari)}} \times 100\%$$

Survival Rate

Menurut Pramudia *et al.*, (2023) *Survival Rate* (SR) dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$SR \text{ (\%)} = \frac{\text{Populasi Akhir (ekor)}}{\text{Populasi Awal (ekor)}} \times 100\%$$

Analisa Data

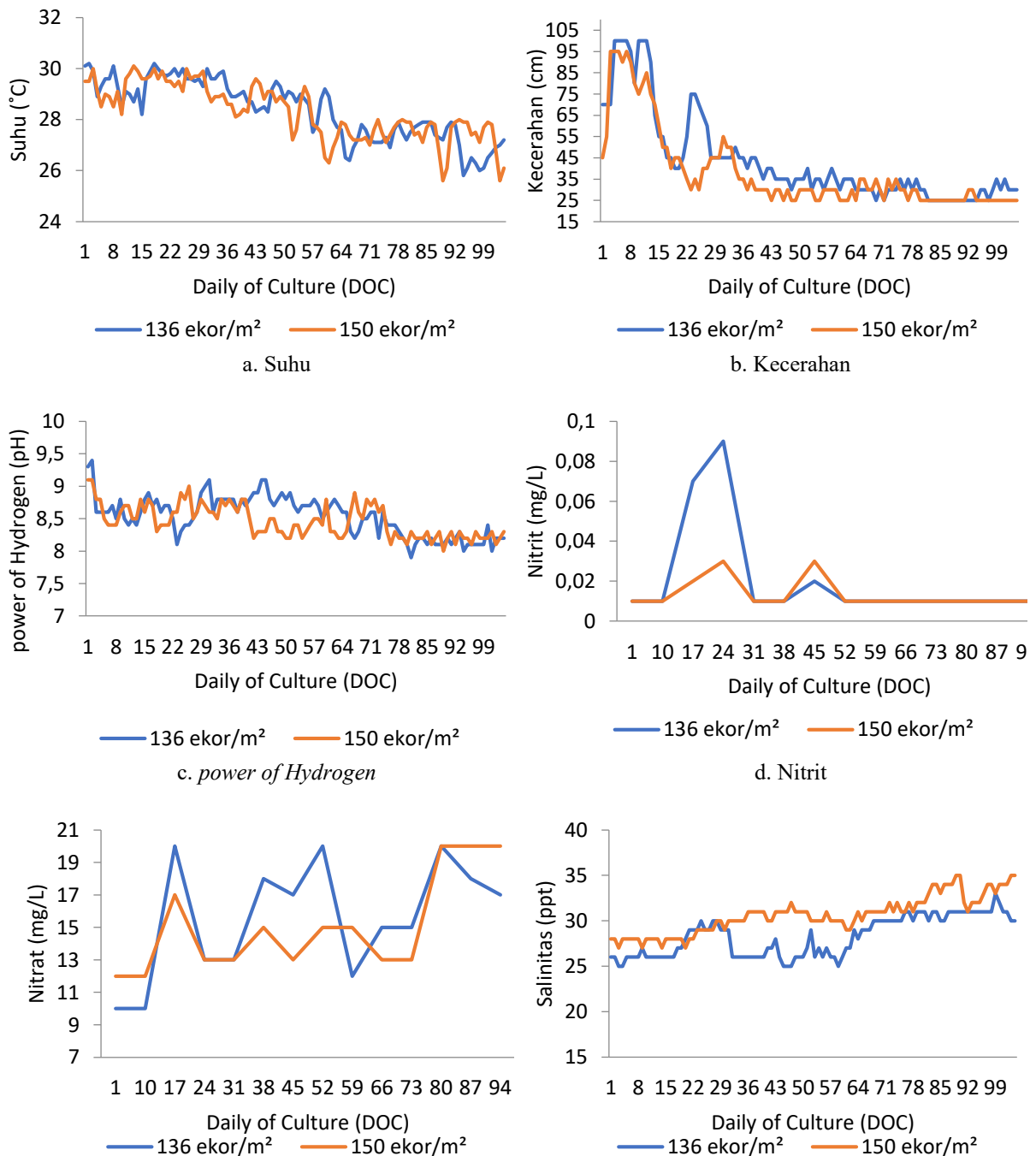
Analisa data dilakukan dengan menggunakan analisa statistik korelasi dan regresi. Statistik korelasi terhadap dinamika kualitas air dan performa *L. vannamei* (Akbarurrasyid *et al.*, 2023). Statistik korelasi dilaksanakan terhadap parameter kualitas air yang bertujuan untuk mengetahui tingkat hubungan dan dinamika kualitas air, sedangkan statistik regresi dilakukan terhadap kriteria performa (*Mean Body*

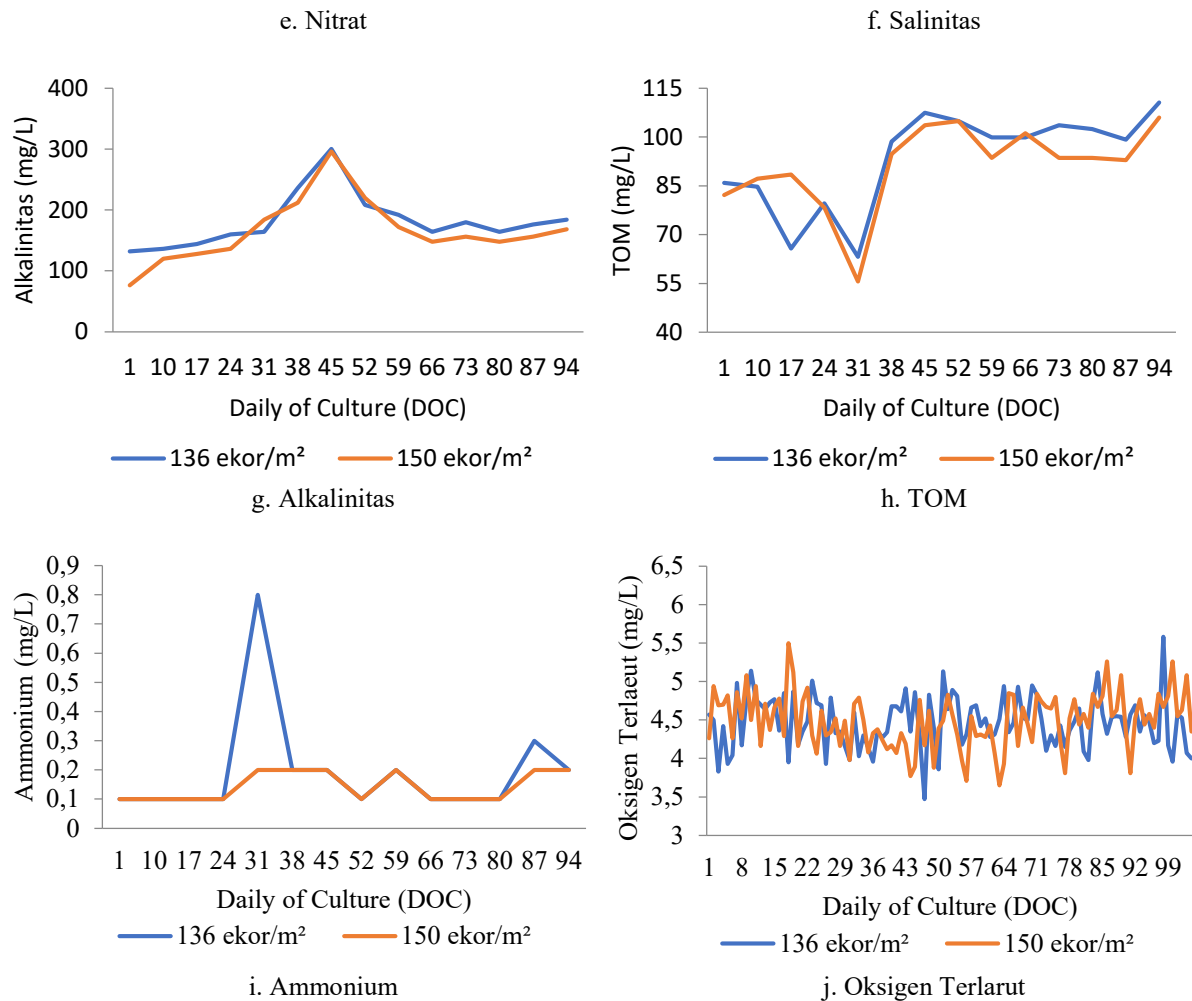
Weight/MBW, Average Daily Growth/ADG dan Survival Rate/SR) dan kualitas air budidaya yang bertujuan untuk mengetahui tingkat hubungan objek yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Kualitas Air

L. vannamei dapat tumbuh optimal pada kondisi perairan yang sesuai dengan persyaratan. Kondisi perairan tambak budidaya dapat ditinjau berdasarkan parameter perairan. Parameter perairan tambak mengalami fluktuasi secara alamiah sejalan dengan penambahan inputan yang berpengaruh seperti padat tebar. Padat tebar intensif berkaitan langsung dengan kualitas air yang disebabkan penambahan bahan organik sisa budidaya yang berdampak pada dinamika kualitas air. Hasil pengamatan kualitas air (Gambar. 1) menunjukkan sebagian besar parameter kualitas berada dalam kisaran optimal untuk kegiatan budidaya udang, terkecuali parameter pH dan nitrat mengalami fluktuasi harian lebih tinggi dibandingkan nilai optimal yang dipersyaratkan. Fluktuasi harian nitrat yang tinggi sejalan dengan peningkatan nilai amoniam. Menurut Akbarurrasyid *et al.*, (2023) konsentrasi nitrat berpengaruh terhadap peningkatan nilai amoniam.





Gambar 1. Fluktuasi kualitas air: a. suhu; b. kecerahan; c. *power of Hydrogen*; d. nitrit; e. nitrat; f. salinitas; g. alkalinitas; h. TOM; i. ammonium; dan j. oksigen terlarut

Hasil pengamatan salinitas pada tambak 1 (136 ekor m⁻²) sekitar 25-33 (28.31±2.21) ppt, sedangkan pada tambak 2 (150 ekor m⁻²) sekitar 27-35 (30.67±2.08) ppt. Secara umum, salinitas yang diperoleh berada dalam kisaran optimal yang dipersyaratkan, meskipun mengalami fluktuasi harian yang melebihi ambang batas. Nilai salinitas optimal yang dipersyaratkan berkisar 3-32 ppt (Bauer *et al.*, 2017; Rizaldi *et al.*, 2025). Namun, *L. vannamei* dapat hidup pada rentang salinitas yang luas sekitar 5-45 ppt (Amalo *et al.*, 2023; Amri & Kanna, 2008). Salinitas berperan penting dalam proses osmotik udang sehingga fluktuasi salinitas harus dapat dikelola dengan baik. Fluktuasi salinitas dipengaruhi oleh proses evaporasi dan suhu perairan yang sangat tinggi. Nilai suhu tambak yang didapatkan selama penelitian berkisar 25.8-30.2 (28.34±1.18)°C untuk tambak 1 dan sekitar 25.6-30.1 (28.27±1.09)°C. Konsentrasi suhu pada perairan tambak berpengaruh langsung terhadap proses kimia dan biologi dan kimia yang terjadi dalam tambak budidaya. Proses kimia dan biologi perairan memiliki hubungan positif terhadap keberadaan oksigen terlarut.

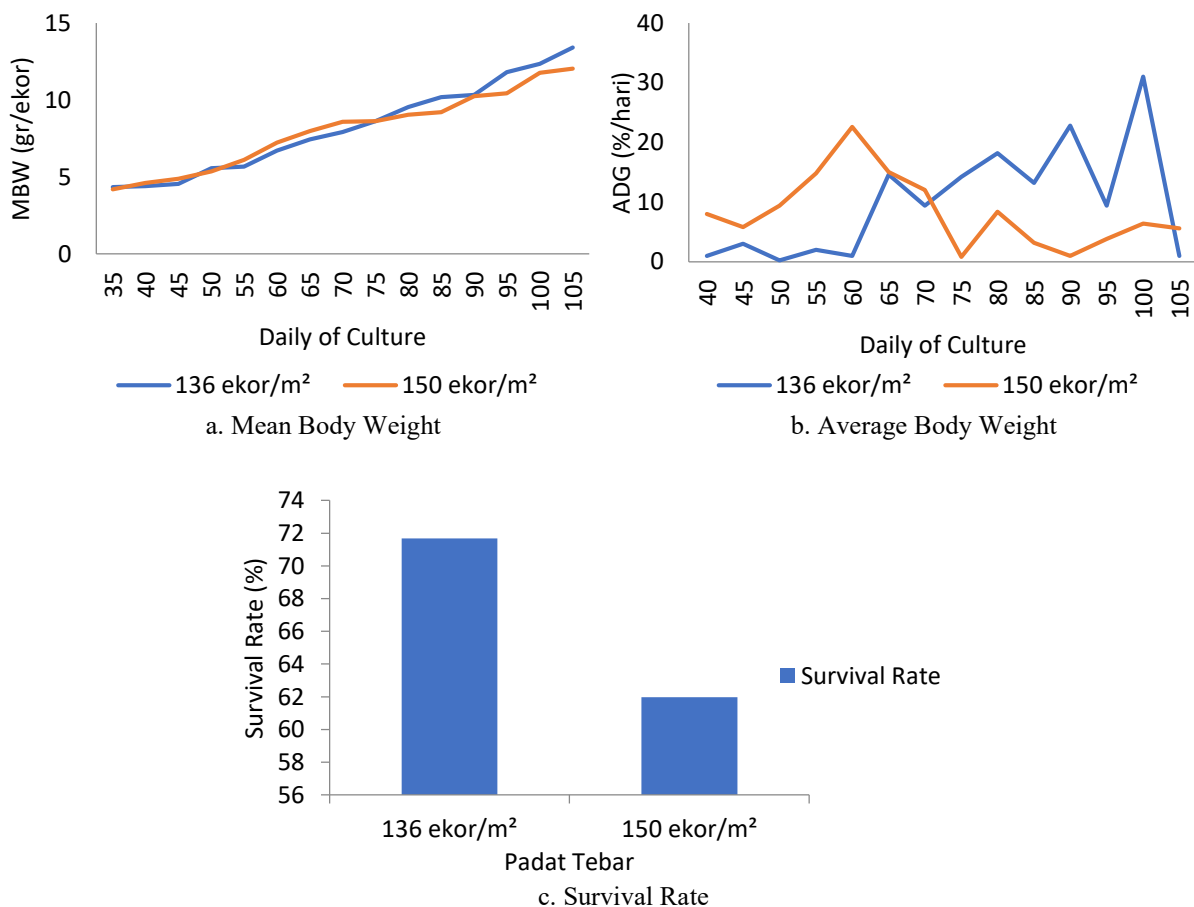
Konsentrasi oksigen terlarut berkisar 3.47-5.58 (4.46±0.36) mg/L untuk tambak 1 dan sekitar 3.65-5.50 (4.49±0.37) mg/L untuk tambak 2. Konsentrasi oksigen yang dihasilkan sesuai dengan yang dipersyaratkan untuk kegiatan budidaya udang sekitar 3-7.5 mg/L (Putra & Abdul, 2014; Rizaldi *et al.*, 2025). Konsentrasi oksigen berpengaruh langsung terhadap proses fotosintesis dalam tambak. Fotosintesis berhubungan langsung dengan tingkat kecerahan perairan. Tingkat kecerahan perairan tambak sesuai dengan persyaratan budidaya perikanan. Nilai kecerahan yang diperoleh pada tambak 1 berkisar 25-100 (43.36±21.53) cm, sedangkan pada tambak 2 berkisar 25-95 (38.26±19.09) cm. Oksigen terlarut memiliki hubungan positif terhadap alkalinitas, sebaliknya berkorelasi negatif terhadap nitrat (Akbarurrasyid *et al.*, 2023; Wafi *et al.*, 2021). Nilai alkilinitas yang dihasilkan optimal mendukung pertumbuhan udang, sedangkan konsentrasi nitrat menjadi faktor pembatas yang sangat berpengaruh. Fluktuasi nitrat lebih tinggi dibandingkan dengan nilai optimum yang dipersyaratkan. Konsentrasi nitrat pada tambak 1 berdasarkan hasil penelitian berkisar 10-20 (15.50±3.65) mg/L, sedangkan tambak 2 berkisar 12-20 (15.18±3.06) mg/L.

Konsentrasi nitrat yang sangat tinggi disebabkan oleh akumulasi sisa metabolisme, sisa pakan yang tidak dimanfaatkan dan plankton yang mati.

Konsentrasi nitrat pada ekosistem tambak berhubungan langsung dengan para parameter unsur nitrogen anorganik terlarut lainnya seperti nitrit dan *Total Organic Matter* (TOM). Menurut Huang *et al.*, (2016) nitrogen anorganik terlarut dipengaruhi faktor kandungan nitrat, nitrit, amonium, peningkatan kadar amonium diduga tidak teroksidasi menjadi nitrit yang disebabkan bakteri *Nitrosomonas* sp. tidak dapat merubah amonium. Konsentrasi nitrit yang dihasilkan berkisar 0.01-0.09 (0.024±0.028) mg/L pada tambak 1 dan berkisar 0.01-0.03 (0.014±0.007) mg/L pada tambak 2. Nilai nitrit pada tambak 1 menunjukan proses oksidasi yang terhambat sehingga berdampak pada peningkatan konsentrasi amonium. Hasil penelitian menunjukan tingkat konsentrasi amonium pada tambak 1 berkisar 0.1-0.8 (0.225±0.225) mg/L pada tambak 1, sedangkan pada tambak 2 berkisar 0.1-0.2 (0.143±0.049) mg/L. Konsentrasi amonium mengalami fluktuasi yang sangat tinggi selama periode budidaya, hal ini disebabkan oleh produksi limbah budidaya perikanan. Produksi limbah budidaya berpengaruh terhadap peningkatan nilai TOM. Nilai TOM yang dihasilkan pada tambak 1 berkisar 63.2-110.6 (92.46±16.10) mg/L, sedangkan pada tambak 2 berkisar 55.61-105.94 (89.82±15.16) mg/L. Kandungan bahan organik yang tinggi berdampak pada peningkatan kandungan unsur hara, menurunnya oksigen terlarut dan pH serta proses aktivitas biologi meningkat yang berdampak pada udang budidaya (Akbarurrasyid *et al.*, 2023; Ghufro *et al.*, 2018).

Performa *L. Vannamei*

Performa *L. vannamei* (Gambar. 2) dapat ditinjau berdasarkan tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Pertumbuhan *L. vannamei* digambarkan dengan nilai *Mean Body Weight* (MBW) dan *Average Body Weight* (ABW). Nilai MBW yang dihasilkan mengalami peningkatan selama masa pemeliharaan, nilai MBW pada tambak 1 berkisar 4.35-13.4 (8.78±2.86) gr per ekor, sedangkan nilai MBW pada tambak 2 berkisar 4.20-12.04 (8.51±2.36) gr per ekor. Penambahan bobot tubuh udang disebabkan oleh berbagai faktor seperti ketersediaan pakan dan nutrisi yang cukup serta kesesuaian parameter lingkungan perairan. Nilai MBW yang didapatkan sejalan dengan laju pertumbuhan *L. vannamei* yang ditandai dengan nilai ABW. Nilai ABW yang dihasilkan berkisar 1-29.4 (14.02±8.82) % untuk tambak 1 dan berkisar 0.8-26.4 (11.73±8.78) % untuk tambak 2. Hasil penelitian menunjukan pertumbuhan tambak 1 lebih tinggi dibandingkan dengan tambak 2, hal ini dapat disimpulkan padat tebar berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan.



Gambar 2. Performa *L. vannamei*. a. *Mean Body Weight*; b. *Average Body Weight*; dan c. *Survival Rate*

Padat tebar berpengaruh terhadap *Survivale Rate* (SR) hal ini disebabkan ketersediaan ruang, faktor makanan dan lingkungan. Nilai SR pada tambak 1 sebesar 71.68% dan tambak 2 sebesar 61.97%. Secara umum, performa *L. vannamei* menunjukan kinerja pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang baik. Hasil penelitian menunjukan tingkat pertumbuhan akhir MBW sebesar 13.4 gr per ekor (tambak 1) dan 12.04 gr per ekor (tambak 2) sama dengan yang pernah dilaporkan, tapi tingkat SR yang sedikit lebih rendah, khususnya pada tambak 2. Tingkat pertumbuhan optimal udang berkisar 13.38-32.50 gram/ekor pada umur pemeliharaan sekitar 110 dan SR sebesar 70.72% (Akbarurrasyid *et al.*, 2024; Gunarto *et al.*, 2012). Nilai SR yang rendah disebabkan oleh fluktuasi kualitas air yang tinggi seperti pH, nitrat dan ammonium. Menurut Anisa *et al.*, (2021) konsentrasi pH mempengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimia di dalam air media budidaya maupun proses biokimia tubuh udang yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Konsentrasi nitrat yang berlebihan menyebabkan perairan menjadi kaya akan *nutrient* yang menyebabkan terjadinya *blooming alga* dan mempengaruhi ketersediaan oksigen terlarut sehingga berpengaruh pada tingkat kelangsungan hidup (Akbarurrasyid *et al.*, 2024).

Dinamika Kualitas Air Tehadap Performa *L. vannamei*

Kualitas air merupakan faktor penting dalam kegiatan budidaya *L. vannamei*. Fluktuasi kualitas air berpengaruh langsung terhadap udang budidaya dan parameter lingkungan perairan lainnya. Sebagaiian besar parameter perairan memiliki hubungan dan keterkaitan dengan parameter lainnya. Hasil analisis korelasi antara parameter perairan menunjukan tingkat hubungan parameter perairan yang berbeda dan saling mempengaruhi. Hasil korelasi menunjukan parameter suhu berkorelasi berbeda antara tambak 1 (Tabel. 2) dan 2 (Tabel. 3) terutama pada parameter oksigen terlarut dan ammonium. Tambak 1 menunjukan oksigen terlarut dan ammonium korelasi positif terhadap suhu (0.066744 dan 0.193377), tapi berkorelasi negatif pada tambak 2 (-0.71136 dan -0.08580). Perbedaan hasil analisis korelasi disebabkan oleh jumlah padat tebar yang berbeda. Padat tebar yang rendah menyebabkan kebutuhan oksigen terlarut tercukupi dan membantu dalam proses oksidasi kimia perairan seperti ammonium (Farabi & Latuconsina, 2023; Utami *et al.*, 2022).

Tabel 2. Hasil korelasi parameter kualitas air tambak 1

	Suhu	Kecerahan	pH	Salinitas	Oksigen Terlarut	Alkalinitas	Ammonium	Nitrit	Nitrat	TOM
Suhu	1									
Kecerahan	0.527919	1								
pH	0.743319	0.2720891	1							
Salinitas	-0.52064	-0.3197105	-0.63186	1						
Oksigen Terlarut	0.066744	0.5011833	-0.0135	-0.2970945	1					
Alkalinitas	-0.08906	-0.4251358	0.190959	-0.2819347	-0.056147814	1				
Ammonium	0.193377	-0.1534579	0.32645	0.1114058	-0.56030824	0.050065148	1			
Nitrit	0.416795	0.2965059	-0.06534	0.0296802	0.336499954	-0.189123819	-0.209505583	1		
Nitrat	-0.28793	-0.6392869	-0.29281	0.3024286	0.026301906	0.379600325	-0.135577992	0.07814	1	
TOM	-0.63194	-0.4635092	-0.34967	0.0970383	0.004297582	0.5684657	-0.455022377	-0.51177	0.281677	1

Korelasi oksigen terlarut pada tambak 1 dan 2 menunjukan hasil yang berbeda terutama pada parameter nitrit (0.336499 dan -0.597070), tapi keseluruhan tambak berkorelasi positif pada parameter nitrat (0.026301906 dan 0.132555) dan TOM (0.517535 dan 0.517535), hal ini disebabkan oleh keberadaan nitrit pada perairan tidak stabil karena faktor ketersediaan oksigen terlarut yang digunakan oleh *L. vannamei*. Jumlah populasi *L. vannamei* yang semakin tinggi menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut berkurang dan berakibat pada fluktuasi parameter lainnya seperti nitrit. Oksigen terlarut memiliki keterkaitan dengan parameter kecerahan, alkalinitas, nitrit (Ariadi *et al.*, 2021; Sari *et al.*, 2023). Hasil korelasi parameter nitrit pada tambak 1 menunjukan korelasi positif terhadap nitrat (0.07814), sebaliknya berkorelasi negatif terhadap parameter TOM (-0.51177), sedangkan pada tambak 2 parameter nitrit berkorelasi negatif terhadap nitrat (-0.17603) dan berkorelasi positif terhadap TOM (0.021608). Konsentrasi nitrit yang rendah disebabkan proses perubahan bentuk yang relatif singkat dan tidak stabil jika dibandingkan dengan nitrat yang relatif stabil pada lingkungan perairan dan bersifat akumulatif. Kandungan nitrit meningkat pada masa pemeliharaan hari ke-50 sampai dengan panen (Farabi & Latuconsina, 2023; Makmur *et al.*, 2018).

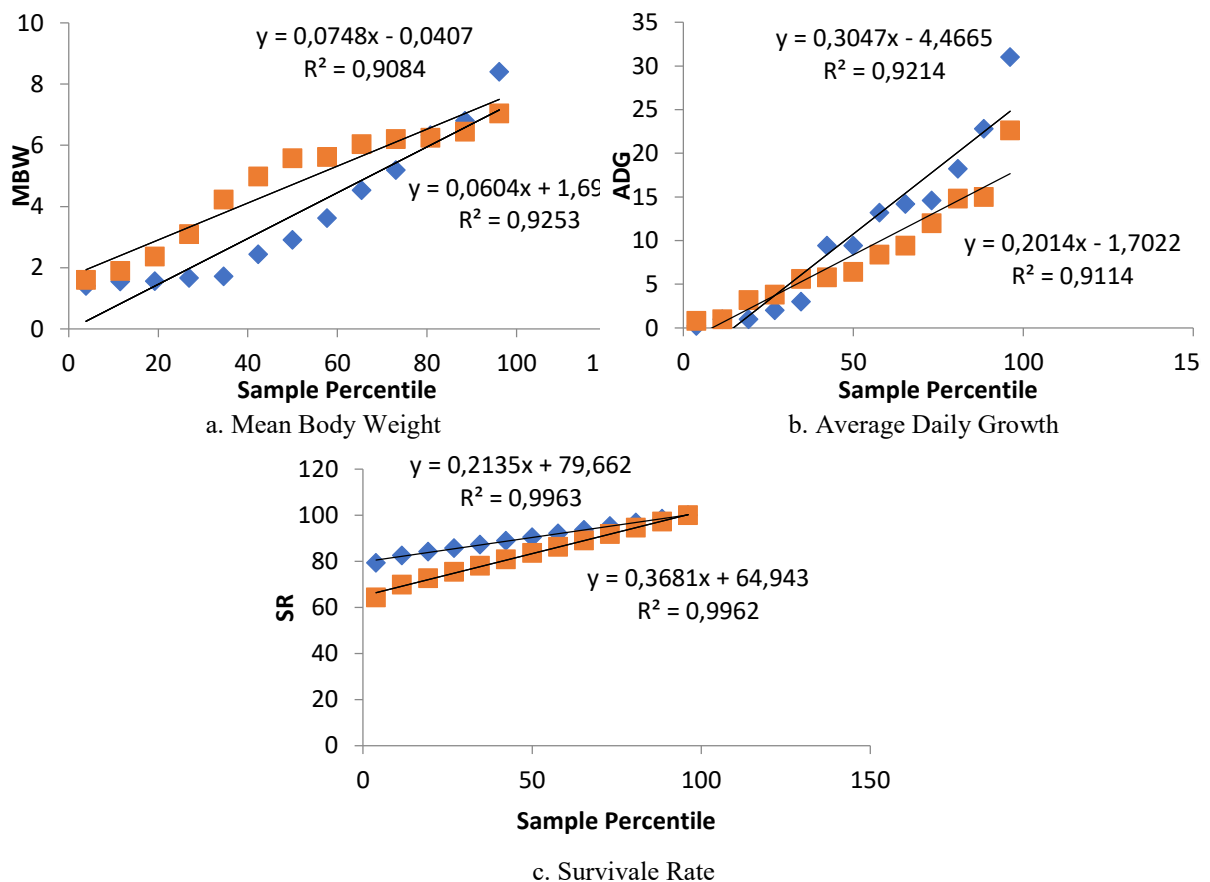
Hasil analisis korelasi parameter kecerahan menunjukan tingkat korelasi yang berbeda pada kedua tambak terutama pada parameter oksigen terlarut (0.5011833 dan -0.6392869) dan nitrit (0.2965059 dan -0.0931051). Fluktuasi parameter kualitas air disebabkan oleh padat tebar yang berbeda yang berakibat pada perbedaan inputan dan sisa kegiatan budidaya perikanan. Parameter oksigen terlarut dan nitrit pada tambak 1 memiliki korelasi positif, sedangkan pada tambak 2 memiliki korelasi negatif. Tingkat korelasi positif menunjukan tingkat kecerahan tinggi, tingkat kecerahan dipengaruhi oleh jumlah material organik yang bersumber dari sisa metabolisme *L. vannamei*. Jumlah sisa metabolisme dipengaruhi oleh jumlah *L. vannamei* yang terdapat dalam kolam budidaya. Material organik yang tinggi membutuhkan oksigen yang tinggi untuk proses penguraian. Jumlah material organik berpengaruh terhadap konsentrasi pH. Bahan organik memiliki korelasi dengan parameter pH, salinitas, kecerahan, fosfat, dan nitrit (Ariadi *et al.*, 2021; Putra *et al.*, 2023). Hasil korelasi parameter pH menunjukan hasil yang bertolak belakang dengan parameter alkalinitas, salinitas dan nitrit pada masing-masing tambak. pH pada tambak 1 menunjukan korelasi positif

terhadap parameter alkalinitas (0.190959) dan ammonium (0.32645) serta menunjukkan hasil yang berkorelasi negatif pada tambak 2. Perbedaan pada tambak 2 disebabkan jumlah material organik yang tinggi akibat dari jumlah populasi yang tinggi pula. Material organik dalam tambak bertambah seiring dengan penambahan material inputan seperti jumlah padat tebar *L. vannamei* (Albab *et al.*, 2025; Wafi *et al.*, 2021).

Tabel 3. Hasil korelasi parameter kualitas air tambak 2

	Suhu	Kecerahan	pH	Salinitas	Oksigen Terlarut	Alkalinitas	Ammonium	Nitrit	Nitrat	TOM
Suhu	1									
Kecerahan	0.396351	1								
pH	0.608007	0.52835125	1							
Salinitas	-0.59255	-0.7395429	-0.78724	1						
Oksigen Terlarut	-0.71136	-0.1400972	-0.14789	0.168595	1					
Alkalinitas	-0.27814	-0.3780386	-0.55788	0.498777	-0.24674	1				
Ammonium	-0.0858	-0.1985638	-0.39944	0.412853	-0.534	0.580258	1			
Nitrit	0.564775	-0.0931051	0.130176	-0.17955	-0.59707	0.326903	0.016485	1		
Nitrat	-0.24159	-0.4776984	-0.69062	0.511062	0.132555	0.005641	0.151895	-0.17603	1	
TOM	-0.6028	-0.5151918	-0.43549	0.367732	0.517535	0.369426	-0.12056	0.021608	0.226817	1

Korelasi alkalinitas pada tambak 1 dan 2 tidak terlalu menunjukkan perbedaan pada beberapa parameter perairan, kecuali pada parameter nitrit. Nilai nitrit pada tambak 1 berkorelasi negatif (-0.189123) terhadap parameter alkalinitas, sebaliknya berkorelasi positif pada tambak 2 (0.326903). Perbedaan tersebut disebabkan oleh stabilitas nitrat yang relatif rendah dan dipengaruhi oleh faktor oksigen terlarut dan konsentrasi nitrat. Hasil korelasi nitrat menunjukkan korelasi positif terhadap parameter TOM pada keseluruhan tambak. Peningkatan konsentrasi TOM disebabkan oleh meningkatnya komponen unsur hara seperti nitrat dan menurunnya pH dan oksigen terlarut (Farabi & Latuconsina, 2023; Ghufroon *et al.*, 2018). Secara umum, parameter perairan memiliki korelasi yang berbeda pada masing-masing parameter di setiap tambak. Namun, korelasi salinitas memiliki cenderung yang seragam pada masing-masing tambak, karena kegiatan penelitian pemeliharaan pada masing-masing kolam dilakukan menggunakan nilai salinitas yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan padat tebar berpengaruh terhadap fluktuasi dan tingkat korelasi parameter kualitas air budidaya.



Gambar 3. Hasil korelasi performa *L. vannamei* terhadap kualitas air. a. Mean Body Weight; b. Average Body Weight; dan c. Survival Rate

Fluktuasi parameter kualitas air menunjukkan hubungan yang kuat terhadap performa *L. vannamei* (Gambar. 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MBW dan ADG pada tambak 1 dan 2 dipengaruhi

oleh kualitas air. Tingkat hubungan MBW terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9084$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9253$ (tambak 2). Sedangkan tingkat hubungan ABW terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9214$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9114$ (tambak 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor-faktor kualitas air. Kualitas air berperan penting terhadap proses oksidasi pada lingkungan perairan, serta biokimia, osmoregulasi dan respon fisiologis yang menunjang performa *L. vannamei*. Kualitas air seperti suhu, salinitas dan oksigen merupakan kunci keberhasilan kegiatan budidaya perikanan. Menurut Putra *et al.*, (2024) suhu air optimal bagi kehidupan udang adalah antara 28-30°C. Kisaran suhu tersebut, konsumsi oksigen cukup tinggi sehingga nafsu makan udang tinggi, sebaliknya suhu dibawah 20°C nafsu makan udang menurun.

Udang bersifat *euryhaline* yaitu mampu menyesuaikan diri pada kisaran salinitas yang cukup tinggi (3-45 ppt). Udang mempunyai tekanan osmotik tubuh tertentu, sehingga jika salinitas lingkungan perairan tidak sesuai, maka akan mengakibatkan peningkatan energi osmoregulasi menjadi besar. Menurut Wahyuni *et al.*, (2022) oksigen terlarut dapat membawa zat-zat makanan bersama sel darah pada udang dan menyebarkan keseluruhan tubuh udang sehingga proses akhirnya akan menghasilkan energi yang digunakan udang untuk aktifitas tubuhnya. Hal ini karena peningkatan nutrisi berarti semakin banyak energi yang dikonsumsi udang, pertumbuhan akan semakin meningkat. Kualitas air berperan penting terhadap tingkat kelangsungan hidup udang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9963$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9962$ (tambak 2). Kualitas air yang memenuhi persyaratan mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Menurut Renitasari *et al.*, (2024) kelangsungan hidup *L. vannamei* dipengaruhi oleh faktor pakan, padat tebar dan kualitas air.

Kesimpulan

Hasil penelitian dinamika kualitas air terhadap performa *L. vannamei* dengan padat tebar berbeda menunjukkan bahwa parameter suhu, salinitas, kecerahan, alkalinitas, nitrit dan TOM optimal menunjang kegiatan budidaya. Sedangkan parameter mengalami fluktuasi melebihi batas yang dipersyaratkan, yaitu: ammonium, pH dan nitrat. Hasil uji korelasi menunjukan bahwa perbedaan padat tebar berpengaruh terhadap fluktuasi dan tingkat korelasi parameter kualitas air budidaya. Sedangkan hasil uji regresi MBW terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9084$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9253$ (tambak 2). Hasil korelasi ADG terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9214$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9114$ (tambak 2). Tingkat kelangsungan hidup terhadap kualitas air secara berturut-turut yakni: $R^2 = 0.9963$ (tambak 1) dan $R^2 = 0.9962$ (tambak 2). Hasil penelitian menunjukkan dinamika kualitas air, uji korelasi dan regresi kualitas air terhadap performa *L. vannamei* mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Kelautan dan Perikanan yang telah memfasilitasi dan mendukung terlaksananya penelitian dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbarurrasyid, M., Prajayanti, V.T.F., Nurkamalia, I., & Gunawan, B.I. 2023. Struktur Komunitas Plankton Sebagai Indikator Produksi Budidaya Udang Vaname (*Penaeus vannamei*). Jurnal Riset Akuakultur, 17(4): 249–263.
- Akbarurrasyid, M., Prama, E.A., Sembiring, K., Anjarsari, M., Sofian, A., & Astiyani, W.P. 2023. Monitoring of Aquatic Environmental Factors on the Growth of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931). Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada, 25(2): 181–188.
- Akbarurrasyid, M., Sofian, A., Sudinno, D., Maryani, V.I., Prajayati, V.T.F., & Arifin, I.F.S.Z. 2024. The Abundance of *Chlorella* sp. and *Chlamydomonas* sp.: Water Quality, Growth, and Feed Conversion Ratio of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Fisheries Journal, 14(3): 1546–1559.
- Akbarurrasyid, M., Sutisna, R.R., Astiyani, W.P., & Sudinno, D. 2024. Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*): Teknologi, Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup dan Kelayakan Usaha. Journal Perikanan, 14(1): 390–401.
- Akbarurrasyid, M., Prajayati, V.T.F., & Katresna, M. 2023. Temporal Diversity of Plankton as a Bioindicator of Environmental Quality in the Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Farming Area. Journal Perikanan, 13(3): 783–795.
- Akbarurrasyid, M., Prajayati, V.T.F., Katresna, M., Prama, E.A., & Sofian, A. 2024. Temporal Distribution, Structure, Level, and Trophic Function of Plankton Communities in the Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) Ponds in Sukabumi, Indonesia. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 28(3): 1373–1399.

- Albab, M.A.U., Sabdaningsih, A., & Prakoso, K. 2025. Pengaruh Kualitas Air Terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Penaeus vannamei* Boone, 1931). Journal of Maquares, 12(1), 61–80.
- Amalo, P., Valentine, R.Y., Adi, C.P., & Mbura, R.P.G. 2023. Management of Water Quality Parameters In Cultivating Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) In Intensive Tambak PT. Aneka Tambak Oseana Nusantara , NTB. Sainteks: Jurnal Sain Dan Teknik, 5(2), 154–162.
- Amri, K., & Kanna, I. (2008). Budidaya udang vannamei secara intensif, semi intensif dan tradisional. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Anisa, A., Marzuki, M., Setyono, B.D.H., & Scabra, A.R. 2021. Survival Rate Of Post-Larval Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Maintained at Low Salinity Using The Method Tiered Acclimatization. Jurnal Perikanan Unram, 11(1), 129–140.
- Araujo, A.N., San Andres, C.F., Nguyen, K.Q., Corby, T.L., Rhodes, M.A., García, J., Roy, L.A., & Davis, D.A. 2025. Effects of minimum dissolved oxygen setpoints for aeration in semi-intensive pond production of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture, 594, 741376.
- Ariadi, H., Azril, M., & Mujtahidah, T. 2023. Water Quality Fluctuations in Shrimp Ponds during Dry and Rainy Seasons. Ribarstvo, Croatian Journal of Fisheries, 81(3): 127–137.
- Ariadi, H., Wafi, A., Musa, M., & Supriatna, S. 2021. The Relationship Between of Water Quality Parameters in Intensive Aquaculture of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan, 12(1), 18–28.
- Bauer, W., Abreu, P.C., & Poersch, L.H. 2017. Plankton and water quality variability in an estuary before and after the shrimp farming effluents: Possible impacts and regeneration. Brazilian Journal of Oceanography, 65(3), 495–508.
- Correa-González, J.C., del Carmen Chávez-Parga, M., Cortés, J.A., & Pérez-Munguía, R.M. 2014. Photosynthesis, respiration and reaeration in a stream with complex dissolved oxygen pattern and temperature dependence. Ecological Modelling, 273: 220–227.
- Delgado-Gaytán, M.F., Gómez-Jiménez, S., Gámez-Alejo, L.A., Rosas-Rodríguez, J.A., Figueroa-Soto, C.G., & Valenzuela-Soto, E.M. 2020. Effect of salinity on the synthesis and concentration of glycine betaine in osmoregulatory tissues from juvenile shrimps *Litopenaeus vannamei*. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology, 240, 110628.
- Farabi, A.I., & Latuconsina, H. 2023. Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur. Jurnal Riset Perikanan Dan Kelautan, 5(1): 1–13.
- Ghufron, M., Lamid, M., Sari, P.D.W., & Suprpto, H. 2018. Teknik pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tambak pendampingan PT Central Proteina Prima Tbk Di Desa Randutata, Kecamatan Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Journal of Aquaculture and Fish Health, 7(2): 70-78.
- Gunarto, Suwoyo, H.S., & Tampangallo, B.R. 2012. Budidaya Udang Vaname Pola Intensif Dengan Sistem Bioflok Di Tambak. Jurnal Riset Akuakultur, 7(3): 393–405.
- Huang, J.C., Lee, T.Y., Lin, T.C., Hein, T., Lee, L.C., Shih, Y.T., Kao, S.J., Shiah, F.K., & Lin, N.H. 2016. Effects of different N sources on riverine DIN export and retention in a subtropical high-standing island, Taiwan. Biogeosciences, 13(6): 1787–1800.
- Inayah, Z.N., Musa, M., & Arfiati, D. 2023. Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Cultivation Systems. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(10), 8821–8829.
- Junior, G., Fernando, G., Wasielesky, W., Cardozo, A., Poersch, L.H.S., Brito, L.O., Krummenauer, D., & Fôes, G.K. 2025. Effect of feed restriction for Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* in a semi-intensive synbiotic system: Plankton community, growth and economics. Aquaculture, 595, 741481.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2016). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2016 Tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). In *Kementerian Kelautan dan Perikanan* (pp. 1–43). Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Khoa, T.N.D., Tao, C.T., Van Khanh, L., & Hai, T.N. 2020. Super-intensive culture of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in outdoor biofloc systems with different sunlight exposure levels: Emphasis

- on commercial applications. *Aquaculture*, 524, 735277.
- Kürten, B., Zarokanellos, N.D., Devassy, R.P., El-Sherbiny, M.M., Struck, U., Capone, D.G., Schulz, I.K., Al-Aidaros, A.M., Irigoien, X., & Jones, B.H. 2019. Seasonal modulation of mesoscale processes alters nutrient availability and plankton communities in the Red Sea. *Progress in Oceanography*, 173: 238–255.
- Makmur, M., Suwoyo, H.S., Fahrur, M., & Syah, R. 2018. Pengaruh Jumlah Titik Aerasi Pada Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3): 727–738.
- Mustafa, A., Paena, M., Athirah, A., Ratnawati, E., Asaf, R., Suwoyo, H.S., Sahabuddin, S., Hendrajat, E.A., Kamaruddin, K., Septiningsih, E., Sahrijanna, A., Marzuki, I., & Nisaa, K. 2022. Temporal and Spatial Analysis of Coastal Water Quality to Support Application of Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei* Intensive Pond Technology. *Sustainability*, 14(5): 3-25
- Nguyen, T.A.T., Nguyen, K.A.T., & Jolly, C. 2019. Is super-intensification the solution to shrimp production and export sustainability? *Sustainability*, 11(19): 1–22.
- Pramudia, Z., Faqih, A.R., & Kurniawan, A. 2023. Analysis of Growth and Water Quality Dynamics in vannamei white Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultivation Using the Millennial Shrimp Farming Analysis of Growth and Water Quality Dynamics in White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultivation Using the Mill. *Eco. Env. & Cons.*, 28(May): 664–671.
- Putra, A., Ilham, Rukmonoh, D., Sarifah, A., Larasati, R.F., Suariadin, H., & Aulia, D. 2023. Peningkatan Produktivitas Budidaya Udang Vaname Sistem Intensif Melalui Pendekatan Kaizen. *Jurnal Sains Akuakulture Tropis*, 7(2): 153–174.
- 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 Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Intensif. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3): 871–878.
- Putra, F. & Abdul, M. 2014. Monitoring kualitas air pada tambak pembesaran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 6(2): 137–141.
- Renitasari, D.P., Ihwan, I., & Syahrir, M. 2023. Minimaliser limbah N dan P tambak udang vaname dengan memanfaatkan biofilter kerang darah (*Anadara granosa*). *Sains Akuakultur Tropis : Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 7(1): 139–145.
- Renitasari, D.P., Kuniaji, A., Yunarty, Y., Anam, K., & Aonullah, A.A. 2024. Pengaruh Padat Tebar Berbeda Terhadap Kondisi Parameter Kualitas Air Dan Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram*, 13(4): 998–1007.
- Rizaldi, R., Sabdaningsih, A., Ayuningrum, D., & Bahry, M.S. 2025. Analisis Hubungan Parameter Fisika Kimia Kualitas Air Dengan Total *Vibrio* spp. Pada Tambak Udang Vaname Yang Diberikan Probiotik Jamur. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 9(1), 1–14.
- Rizky, P. N., Cahyanurani, A. B., & Fahrudin, F. (2022). Aspek Teknis (Kontruksi) Tambak terhadap Produktivitas Budidaya Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) secara Intensif di PT. Andulang Shrimp Farm, Sumenep, Jawa Timur. *Grouper*, 13(1), 26–35.
- Sari, P.D.P., Arthana, I.W., & Julyantoro, P.G.S. 2023. Kesesuaian Ekologi Budiaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Tambak Semi Intensif Di Kecamatan Gerokgak, Bali. *Jurnal Riset Akuakultur*, 17(2): 121-132.
- Supriatna, Darmawan, A., & Maizar, A. 2023. Pathway analysis of pH in whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei* concrete pond intensifies in Banyuwangi East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1191(1):1-7
- Supriyono, E., Nurussalam, W., Rirojoyo, G.P., Faturachman, I., Rohman, Hastuti, S., & Mahmud, M.B. (2025). Kelayakan Kualitas Air dan Tanah Budidaya Segmentasi Pembesaran di Kecamatan Kemang Bogor. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 9(1): 62–78.
- Utami, D.A.S., Auriel Ramlanis, A., Ezra Mohammad Faruq, W., dan Saputra, F. 2022. Padat Tebar Optimum Untuk Mendukung Optimasi Kualitas Air Dan Produksi Tambak Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuakultura*, 6: 53–60.
- Wafi, A., Ariadi, H., Muqsith, A., & Madusari, B.D. 2021. Business Feasibility of Intensive Vaname Shrimp

(*Litopenaeus vannamei*) with Non-Partial System. Economic and Social of Fisheries and Marine Journal, 008(02): 226–238.

- Wafi, A., Ariadi, H., Muqsith, A., Mahmudi, M., & Fadjar, M. 2021. Oxygen Consumption of *Litopenaeus vannamei* in Intensive Ponds Based on the Dynamic Modeling System. Journal of Aquaculture and Fish Health, 10(1), 17-24.
- Wahyuni, R.S., Rahmi, R., & Hamsah, H. 2022. Efektivitas Oksigen Terlarut Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jurnal Perikanan Unram, 12(4): 536–543.
- 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(December 2019), 100280.