



## DINAMIKA KUALITAS AIR DAN KELIMPAHAN *Vibrio* PADA PEMELIHARAAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) DI HATCHERY PT DELTA WINDU PURNAMA SITUBONDO

### WATER QUALITY AND VIBRIO DYNAMICS IN VANNAMEI SHRIMP HATCHERY AT PT DELTA WINDU PURNAMA, SITUBONDO

Nella Azzahra Dwi Saputro\*, Bambang Suprakto, Asep Akmal Aonullah

Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo, Kementerian Kelautan dan Perikanan,

Jl. Raya Buncitan, Sidoarjo, Jawa Timur, 61254, Indonesia

Korespondensi: azzahranella24@gmail.com (NAD Saputro)

Diterima 28 Juni 2025 – Disetujui 23 Oktober 2025

**ABSTRAK.** Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi. Namun, pada fase pemeliharaan post larva, fluktuasi kualitas air dan tingginya kelimpahan vibrio dapat menyebabkan stres dan kematian larva. Oleh karena itu, evaluasi terhadap pemeliharaan dan kualitas air menjadi penting untuk mendukung keberhasilan produksi benur. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air, kesehatan dan pertumbuhan benur udang vaname selama masa pemeliharaan post larva. Pemeliharaan dilakukan mulai stadia PL4–5 hingga PL10–11 dengan menggunakan tiga bak berukuran 6 x 4 x 2 meter (volume air 40 ton) masing-masing diberi kode A6, B4, dan B11. Hasil *fry quality* menunjukkan seluruh bak memperoleh grade A dengan perkembangan stadia dan *gut muscle ratio* yang optimal. Hasil pengamatan terhadap kesehatan benur, tidak ditemukan adanya nekrosis, rendahnya infeksi vibrio, serta tingginya daya tahan terhadap stres. Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan post larva menunjukkan rata-rata panjang mencapai 7,76–9,27 mm, dan tingkat kelangsungan hidup rata-rata sebesar 88%, melampaui standar minimum SNI 7311:2009. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air dan pengendalian kelimpahan vibrio selama masa pemeliharaan benur udang secara efektif mampu meningkatkan kelangsungan hidup dan kualitas post larva udang vaname.

**KATA KUNCI:** Post larva, udang vaname, kualitas air, vibrio, *survival rate*.

**ABSTRACT.** *Vannamei shrimp (Litopenaeus vannamei) is a high-value aquaculture commodity. However, during the post-larval rearing phase, fluctuations in water quality and high abundance of Vibrio can cause stress and larval mortality. Therefore, evaluation of rearing practices and water quality is important to support successful juvenile shrimp production. This study aims to evaluate water quality, health, and growth of vannamei shrimp juveniles during the post-larval rearing period. Rearing was conducted from PL4–5 to PL10–11 using three tanks measuring 6 x 4 x 2 meters (water volume 40 tons), each labeled A6, B4, and B11. The fry quality results showed that all tanks achieved grade A, with optimal stadia development and gut muscle ratio. Observations on juvenile shrimp health revealed no necrosis, low Vibrio infection, and high stress resistance. Observations on post-larval growth showed an average length of 7.76–9.27 mm and an average survival rate of 88%, exceeding the minimum standard of SNI 7311:2009. Therefore, effective water quality management and control of Vibrio abundance during the rearing period of shrimp post-larvae can significantly improve the survival rate and quality of vannamei shrimp post-larvae.*

**KEYWORDS:** *Post larvae, vannamei shrimp, water quality, vibrio, survival rate.*

#### 1. Pendahuluan

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan di sektor perikanan Indonesia yang memiliki daya tarik tinggi di pasar lokal maupun internasional. Peningkatan permintaan global terhadap komoditas ini mendorong tumbuhnya produksi nasional secara signifikan (Utomo et al., 2022). Udang vaname memiliki sejumlah keunggulan, antara lain tingkat ketahanan yang tinggi terhadap

penyakit, kemampuan beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, laju pertumbuhan yang cepat, serta berpotensi untuk dibudidayakan pada sistem dengan kepadatan tebar tinggi (Usman *et al.*, 2022). Karena karakteristik tersebut, udang ini menjadi pilihan utama bagi banyak pelaku usaha budidaya di Indonesia.

Kemudahan dalam membudidayakan udang vaname dalam beberapa tahun terakhir turut mendorong antusiasme para petambak untuk mengembangkan komoditas ini (Se *et al.*, 2023). Namun, seiring berkembangnya industri ini, tantangan baru pun muncul, salah satunya adalah ketersediaan benih yang berkualitas. Permintaan akan benih yang sehat dan unggul terus meningkat, namun pada kenyataannya, banyak hatchery yang menghadapi kendala terutama berkaitan dengan kualitas air (Renitasari *et al.*, 2024). Pencemaran air pada hatchery umumnya disebabkan oleh sisa pakan yang tidak termakan, penumpukan kotoran udang, limbah organik dari proses pemeliharaan, serta kurang optimalnya sistem filtrasi dan sirkulasi air. Pengelolaan air yang tidak optimal dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi amonia dan nitrit, memicu pertumbuhan bakteri patogen seperti *Vibrio*, serta menurunkan tingkat kelangsungan hidup larva (Rizaldi *et al.*, 2025). Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan kualitas air yang baik melalui proses filtrasi, aerasi yang memadai, pemantauan parameter fisika-kimia secara rutin, serta penambahan probiotik untuk menjaga kestabilan ekosistem pemeliharaan.

Manajemen kualitas air menjadi salah satu faktor kunci yang harus diperhatikan dalam setiap tahapan budidaya, termasuk pada fase pemeliharaan larva. Kondisi kualitas air yang stabil sangat memengaruhi kesehatan dan keberhasilan budidaya udang (Renitasari *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air yang optimal menjadi langkah penting untuk menjaga keberlanjutan produksi. Namun demikian, salah satu ancaman utama lainnya yang perlu diperhatikan adalah bakteri *Vibrio*, yang merupakan mikroflora alami di perairan namun dapat berkembang pesat akibat tingginya bahan organik dan penurunan kualitas air (Ariadi & Mujtahidah, 2022; Ariyati *et al.*, 2024). Jika tidak segera dikendalikan, bakteri ini dapat menyebabkan penyakit vibriosis pada udang vaname, yang ditandai dengan munculnya bercak putih, warna kemerahan pada bagian telson dan ekor, serta melanosis atau bintik hitam pada tubuh (Ambat *et al.*, 2022).

Melalui penelitian ini, dilakukan pengamatan terhadap dinamika kualitas air dan kelimpahan bakteri *Vibrio* selama fase pemeliharaan larva udang vaname di hatchery PT. Delta Windu Purnama, Kabupaten Situbondo untuk mengavaluasi perubahan parameter kualitas air, mengidentifikasi kelimpahan *Vibrio*, serta performa pertumbuhan pada pemeliharaan larva udang vaname. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengelolaan lingkungan hatchery yang lebih efektif dan berkelanjutan, serta memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas produksi benur udang vaname.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 6 Januari sampai 7 Februari 2025 di PT. Delta Windu Purnama, yang berlokasi di Desa Kalianget, Kecamatan Banyuglugur, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam kegiatan ini antara lain pH meter digital, DO meter, termometer, refraktometer, test kit Merck-Supelco untuk pengukuran amonia, nitrit, nitrat, dan alkalinitas, botol sampel, tabung reaksi, timbangan analitik, erlenmeyer, *hot plate*, *magnetic stirrer*, vortex, laminar air flow, inkubator, oven, autoklaf, mikropipet, PCR tube, dan pipet. Media selektif TCBS digunakan untuk analisis bakteri. Pada uji ketahanan (stress test), alat dan bahan tambahan yang digunakan meliputi wadah berisi air, air tawar 0 ppt sebanyak 250 ml, air payau 5 ppt sebanyak 250 ml, air laut yang dicampur formalin 500 ppm sebanyak 1000 ml, benur  $\pm 350$  ekor pada setiap perlakuan, stopwatch, serta batang segitiga untuk menghitung jumlah benur yang mati. Seluruh alat disterilkan terlebih dahulu sebelum digunakan.

### 2.3 Prosedur Penelitian

#### a. Benur dan Wadah Pemeliharaan

Benur yang digunakan berasal dari Benchmark Genetics-USA dengan ukuran pemeliharaan mulai stadia PL4–5 hingga PL10–11. Wadah pemeliharaan benur menggunakan bak beton dengan ukuran 6 x 4 x 2 meter (volume air 40 ton) masing-masing diberi kode A6, B4, dan B11. Metode pemeliharaan dilakukan melalui beberapa proses persiapan meliputi, pencucian bak tahap pertama, sterilisasi, pemasangan aerasi, pencucian tahap kedua, dan pengisian air. Pada pencucian tahap pertama, bak dibersihkan dari sisa kotoran dan lumut menggunakan air tawar serta campuran deterjen 6000 ppm, kemudian dikeringkan selama 1–2 hari sebelum digunakan kembali. Selanjutnya dilakukan sterilisasi terhadap ruangan, bak, instalasi pipa, dan peralatan pendukung menggunakan bahan seperti kaporit, formalin, dan oxalic acid sesuai standar di PT. Delta Windu Purnama untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme patogen. Tahap berikutnya adalah pemasangan aerasi untuk menjaga kadar oksigen terlarut dalam air, di mana setiap bak dilengkapi sekitar 250 titik aerasi yang digantung 3–5 cm dari dasar bak dengan jarak antar titik sekitar 40 cm. Setelah itu dilakukan pencucian tahap kedua menggunakan air tawar untuk menghilangkan residu formalin dan chlorin, kemudian bak dikeringkan sebelum diisi air laut. Tahap terakhir adalah pengisian air laut sebanyak 15 ton per bak dengan salinitas 30–33 ppt, yang disaring menggunakan filter bag berukuran 100 mikron dan diaerasi kuat selama 24 jam untuk menetralkan gas terlarut. Selanjutnya ditambahkan Sanocare PUR (1 ppm) untuk mengurangi bakteri dan EDTA (10 ppm) untuk mengikat logam berat. Suhu air dijaga pada 33°C menggunakan pemanas hingga kondisi stabil dan siap digunakan untuk penebaran post larva sesuai dengan kepadatan yang telah ditentukan.

#### b. Pengujian Kualitas Air

Prosedur pengujian kualitas air dilakukan untuk memantau kondisi media pemeliharaan post larva di hatchery PT. Delta Windu Purnama. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap dua hari sekali pada pagi hari pukul 05.30 WIB selama masa pemeliharaan post larva. Parameter yang diuji meliputi pH, suhu, oksigen terlarut (DO), salinitas, alkalinitas, nitrit (NO<sub>2</sub>), amoniak (NH<sub>3</sub>), dan amonium (NH<sub>4</sub>). Pengujian dilakukan menggunakan alat seperti pH meter, termometer, DO meter, refraktometer, dan test kit khusus. Setiap alat disterilkan sebelum dan sesudah digunakan menggunakan akuades dan alkohol. Pengukuran pH, suhu, DO, dan salinitas dilakukan secara langsung pada air bak pemeliharaan, sedangkan alkalinitas diuji menggunakan test kit reagen R1, R2, dan R3. Parameter NO<sub>2</sub> dan NH<sub>4</sub> diuji dengan penambahan reagen serbuk atau cair pada sampel air, kemudian hasilnya dibandingkan dengan indikator warna. Nilai NH<sub>3</sub> dihitung berdasarkan hasil pengukuran NH<sub>4</sub> dengan mempertimbangkan suhu dan pH air. Seluruh prosedur ini bertujuan untuk memastikan kondisi lingkungan pemeliharaan tetap optimal bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup post larva.

#### c. Uji Ketahanan (*Stress Test*)

Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan benur udang vaname bertahan terhadap perubahan lingkungan, khususnya salinitas. Pengujian dilakukan pada stadia post larva PL9 dengan hewan uji sebanyak 100 ekor benur dan wadah uji berupa box persegi berukuran 10 x 10 cm. Sebanyak 100 ekor benur masing-masing dimasukkan pada tiga media uji yang berbeda yaitu air laut (30 ppt) sebanyak 1000 mL sebagai kontrol, air tawar (0 ppt), air payau (5 ppt) dan air laut (30 ppt) yang ditambahkan formalin 500 ppm dengan volume air masing-masing sebanyak 300 mL. Penggunaan formalin mengacu pada pedoman SNI 8037:2014 tentang Produksi Benur Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*), sebagai salah satu cara untuk menilai ketahanan benih terhadap stres kimia dan lingkungan. Pengujian dilakukan selama 60 menit pada masing-masing media uji dengan bantuan stopwatch sebagai alat ukur waktu. Setelah pengujian berakhir, jumlah benur yang mati dilakukan perhitungan, data hasil pengamatan kemudian dianalisis menggunakan rumus kelangsungan hidup yang mengacu pada (Khairul, 2018).

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

SR = Survival Rate (%),

Nt = Jumlah benur hidup setelah pengujian (ekor)

No = Jumlah benur awal yang diuji (ekor)

#### d. Pengamatan Post Larva

Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis setiap hari (pagi hari) untuk menilai kondisi benur udang vaname. Secara makroskopis, sebanyak 50 ekor sampel diambil secara acak, ditetaskan larutan iodine agar mudah diukur, kemudian diletakkan di atas kertas milimeter blok berlapis laminasi. Metode pengukuran panjang diukur dari ujung mata hingga ujung uropoda. Sementara itu, pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengambil 50 ekor post larva dari sisi kiri, tengah, dan kanan bak pemeliharaan menggunakan jaring, kemudian dimasukkan ke baskom berisi air laut sebelum dipindahkan ke test tube dan dibawa ke laboratorium QC. Pemeriksaan mikroskopis meliputi kondisi gut dan necrosis menggunakan metode scoring. Penilaian gut dilakukan pada tahap PL 9, sedangkan pengamatan lainnya dilakukan pada setiap fase perkembangan benur.

#### e. Pengujian Kelimpahan Bakteri *Vibrio*

Pengujian kelimpahan bakteri *Vibrio* dilakukan melalui dua tahap, yakni pembuatan media selektif TCBS dan penanaman sampel air dari wadah pemeliharaan post larva. Media TCBS dibuat dengan melarutkan bubuk TCBS, KCl,  $\text{MgSO}_4$ , dan NaCl ke dalam aquades, kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan pengadukan konstan hingga homogen. Setelah didinginkan, larutan dituangkan ke cawan petri dan dibiarkan mengeras. Seluruh proses dilakukan secara aseptis untuk menghindari kontaminasi. Selanjutnya, penanaman sampel dilakukan dengan meneteskan 100  $\mu\text{l}$  air dari *test tube* ke permukaan media menggunakan mikropipet steril, lalu diratakan memakai batang segitiga. Cawan petri ditutup parafilm, kemudian diinkubasi pada suhu 32°C selama 18–20 jam dan diwaktu 12 jam dilakukan cek bakteri nyala. Koloni *Vibrio* yang tumbuh dihitung menggunakan *colony counter* di bawah lampu penerangan dengan cara mengelompokkan koloni *Vibrio* yang sejenis berdasarkan warna koloni yang terbentuk pada media TCBS (Ambat *et al.*, 2022).

### 2.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk mengevaluasi kualitas air dan kelimpahan *Vibrio* yang memengaruhi pemeliharaan post larva udang vaname, dengan mempertimbangkan parameter seperti suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, amonia, nitrit, dan nitrat. Data yang dikumpulkan dianalisis dalam bentuk tabel, grafik, atau diagram guna memudahkan interpretasi. Hasil pengukuran kualitas air kemudian dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 8037:2014) tentang Produksi Benur Udang Vaname guna memastikan kondisi lingkungan pemeliharaan berada dalam kisaran optimal bagi post larva.

## 3. Hasil dan Pembahasan

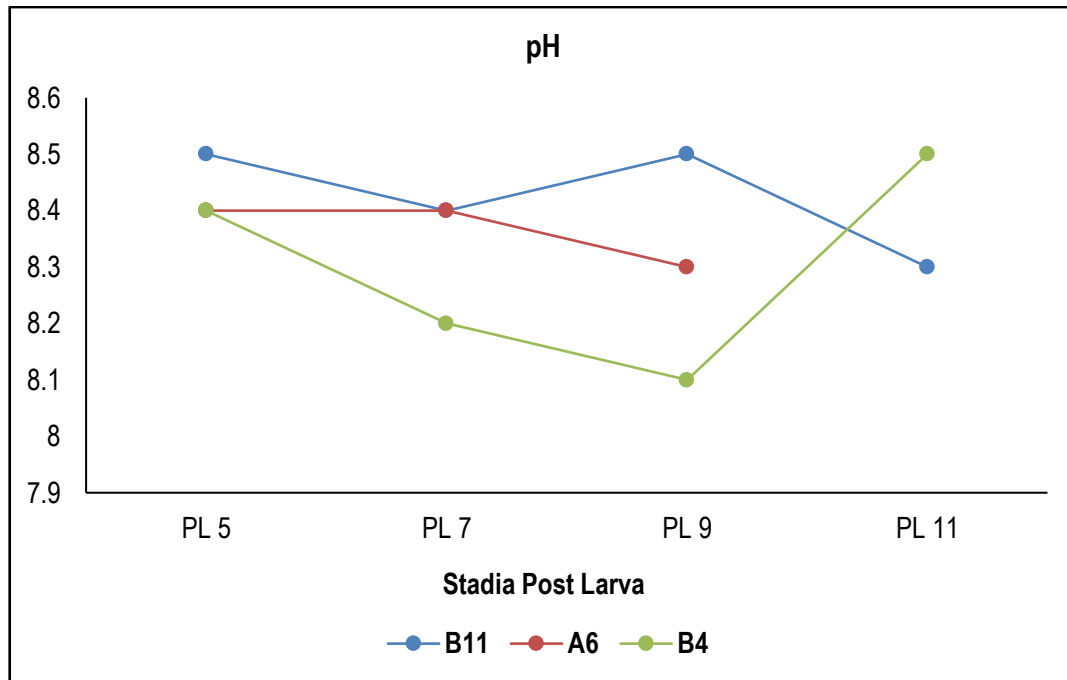
### 3.1 Pengujian Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan secara berkala selama masa pemeliharaan post larva udang vaname di bak A6, B4, dan B11. Ketiga bak tersebut digunakan sebagai perlakuan berbeda berdasarkan kondisi lingkungan dan umur post larva. Parameter kimia yang dianalisis meliputi pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), alkalinitas, nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), dan amonia bebas ( $\text{NH}_3$ ).

#### a. pH

Pengukuran pH dilakukan setiap dua hari sekali pukul 05.30 WIB menggunakan pH meter. Selama masa pemeliharaan, pH berada pada kisaran 8,1–8,5, masih sesuai dengan standar hatchery yaitu antara 7,8–8,5. Berdasarkan **Gambar 1**, pH pada perlakuan B11 cukup stabil, sementara A6 sedikit menurun di stadia PL 9, dan B4 menunjukkan penurunan paling rendah di PL 9 sebelum kembali naik di PL 11.

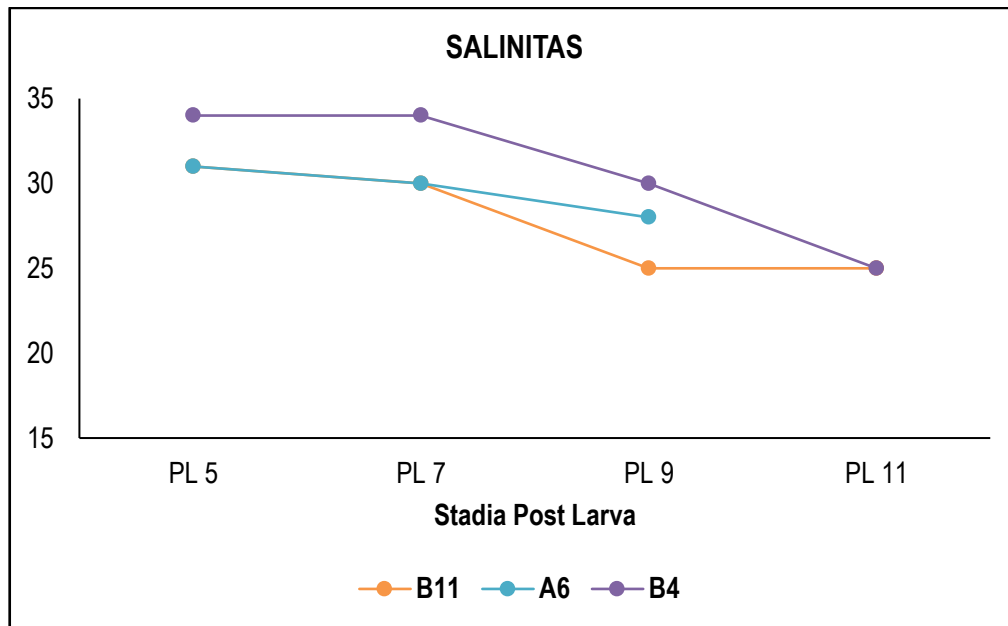
Namun demikian, fluktuasi pH yang terjadi masih dalam kondisi optimal dengan rata-rata nilai pH harian sebesar 8,3. Hal ini sesuai dengan rentang nilai pH pada SNI 8037:2014 yaitu pH optimal untuk pemeliharaan benur berada pada kisaran 7,5–8,5. Hal ini sejalan dengan pendapat Kanwilyanti *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa pH ideal untuk larva udang vaname berkisar antara 7,8–8,4. Jika pH terlalu rendah, nafsu makan larva bisa menurun, sedangkan pH yang terlalu tinggi bisa menyebabkan stres, melembeknya tubuh larva, dan meningkatkan kadar amonia yang beracun di air (Chakravarty *et al.*, 2016). Oleh karena itu, meskipun nilai pH selama pemeliharaan masih dalam batas aman, kestabilan pH tetap perlu dijaga agar larva dapat tumbuh dengan optimal.



**Gambar 1. Grafik Pengukuran pH.**

#### b. Salinitas

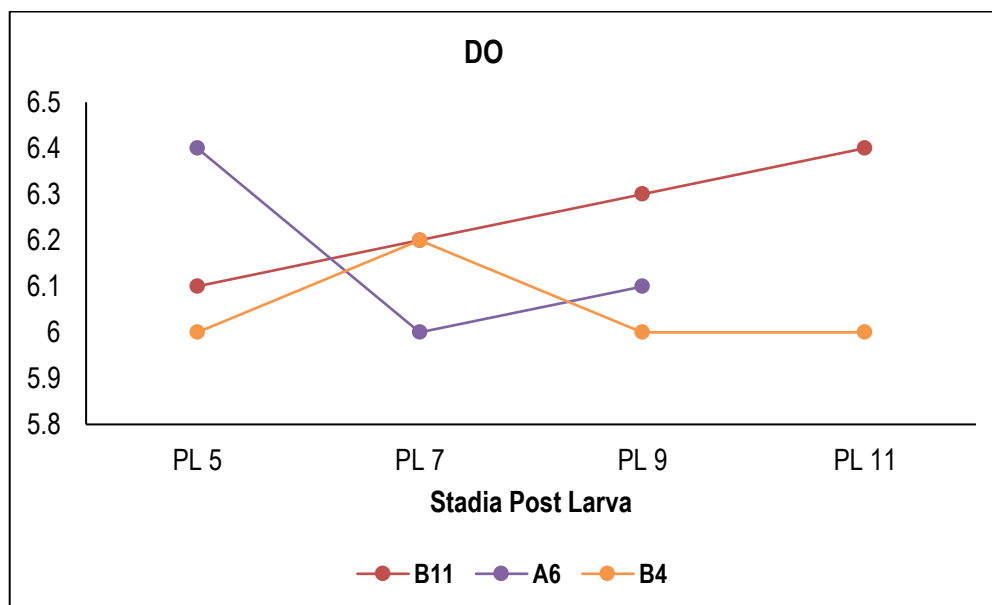
Salinitas merupakan faktor penting dalam pemeliharaan post larva udang vaname. Menurut Nur & Sahni, (2024), kisaran salinitas yang optimal berada pada 25–29 ppt, sedangkan berdasarkan (SNI 7311:2009), salinitas ideal untuk larva udang vaname adalah 29–34 ppt. Kegiatan pemeliharaan, pengukuran salinitas dilakukan setiap dua hari sekali pada pukul 05.30 WIB menggunakan refraktometer. Hasil pengukuran menunjukkan salinitas berada dalam kisaran 26–34 ppt, dengan rata-rata nilai sebesar 29 ppt dengan nilai salinitas terendah sebesar 25 ppt tercatat di bak B4 dan B11. Perubahan salinitas selama kegiatan monitoring umumnya dipengaruhi oleh proses penguapan air, penambahan air baru saat penggantian sebagian media, serta penyesuaian kadar garam untuk memenuhi kebutuhan stadia larva dan permintaan pembeli benur. Syukri & Ilham, (2016), menyatakan bahwa salinitas berpengaruh terhadap proses osmoregulasi udang, dan perubahan salinitas yang ekstrem dapat menyebabkan stres atau gangguan *moulting*. Dengan demikian, menjaga kestabilan salinitas dalam kisaran optimal sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup post larva udang vaname. Hasil pengukuran salinitas dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Grafik Pengukuran Alkalinitas.**

c. DO (*Dissolved Oxygen*)

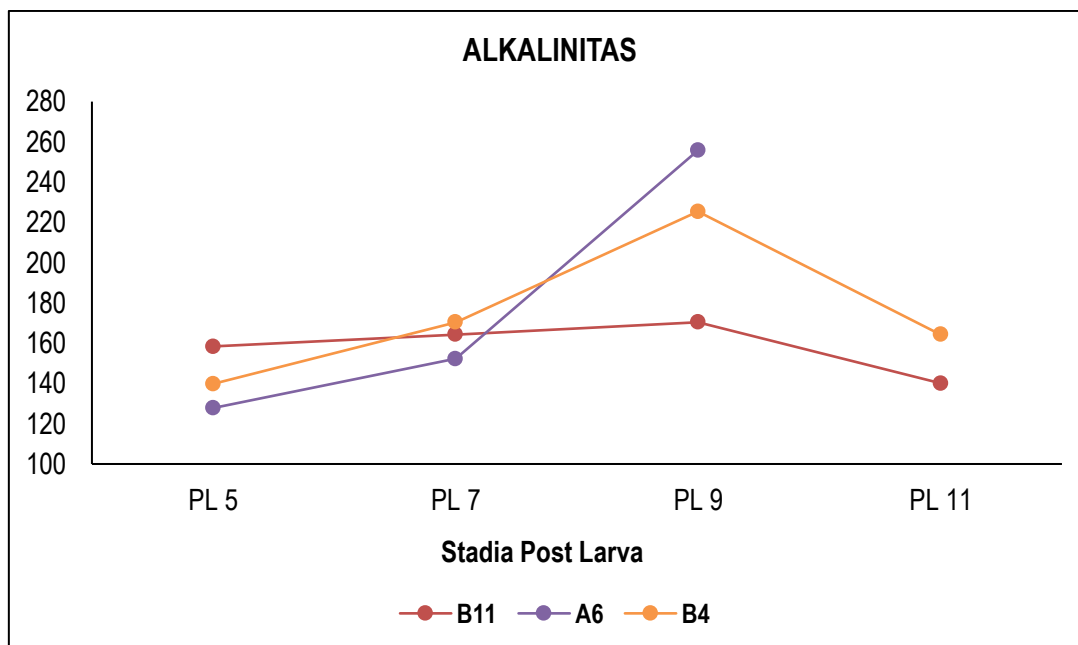
Pengukuran DO dilakukan setiap hari pada pukul 05.30 WIB menggunakan DO meter, dengan hasil berkisar antara 6,0–6,4 ppm, yang masih tergolong aman karena berada di atas ambang batas minimum 4,0 ppm sesuai standar di hatchery PT. Delta Windu Purnama. Berdasarkan SNI 8037:2014 tentang Produksi Benur Udang Vaname, kadar oksigen terlarut yang baik untuk pemeliharaan benur berada di atas 4 ppm, sehingga hasil pengukuran selama pemeliharaan tergolong optimal. Nilai tersebut sejalan dengan Ningsih *et al.*, (2021) yang menyebutkan bahwa kadar DO minimum untuk pemeliharaan udang vaname adalah 3 ppm. Sementara itu, menurut Syukri & Ilham, (2016) yang menyatakan bahwa kisaran ideal untuk pasca larva berada antara 6–9 ppm. Oksigen terlarut memiliki peran penting dalam mendukung respirasi larva dan proses nitrifikasi, karena kadar DO yang terlalu rendah dapat mengganggu pernapasan udang serta memicu akumulasi amonia akibat terganggunya proses nitrifikasi. Oleh karena itu, keberadaan aerasi berperan besar dalam menjaga kestabilan kadar oksigen terlarut selama masa pemeliharaan dan hasil pengukuran oksigen terdapat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3. Grafik Pengukuran DO.**

#### d. Alkalinitas

Alkalinitas menunjukkan kemampuan air menetralkan asam melalui keberadaan ion karbonat, bikarbonat, dan hidroksida yang berperan menjaga kestabilan pH. Pengukuran dilakukan dua hari sekali pukul 05.30 WIB menggunakan metode titrasi dengan test kit, menghasilkan nilai berkisar antara 120–260 ppm dengan nilai rata-rata 170 ppm, seperti ditunjukkan pada **Gambar 4**. Secara umum, nilai alkalinitas teramati berfluktuasi dengan rentang tertinggi teramati pada PL9 dan kemudian mengalami penurunan pada PL11. Namun demikian, rentang alkalinitas yang diamati masih masuk dalam rentang yang optimal dan memenuhi standar SNI 8037:2014 tentang Produksi Benur Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*), yang menetapkan nilai alkalinitas ideal yaitu  $\geq 122$  ppm. Nilai tersebut juga sejalan dengan kisaran yang direkomendasikan untuk budidaya udang vaname, yakni 90–150 ppm (Haspiani *et al.*, 2024). Alkalinitas berperan penting sebagai penyangga pH, menjaga kestabilan kimia air, dan menyediakan ion mineral seperti kalsium yang dibutuhkan dalam proses moulting serta pengerasan eksoskeleton (Laut *et al.*, 2023). Nilai yang terlalu rendah dapat menyebabkan moulting tidak normal, sedangkan nilai yang terlalu tinggi berpotensi menghambat moulting dan meningkatkan risiko penyakit. Dengan demikian, nilai alkalinitas yang diamati mendukung kestabilan lingkungan pemeliharaan larva dan menunjang pertumbuhan udang vaname secara optimal.



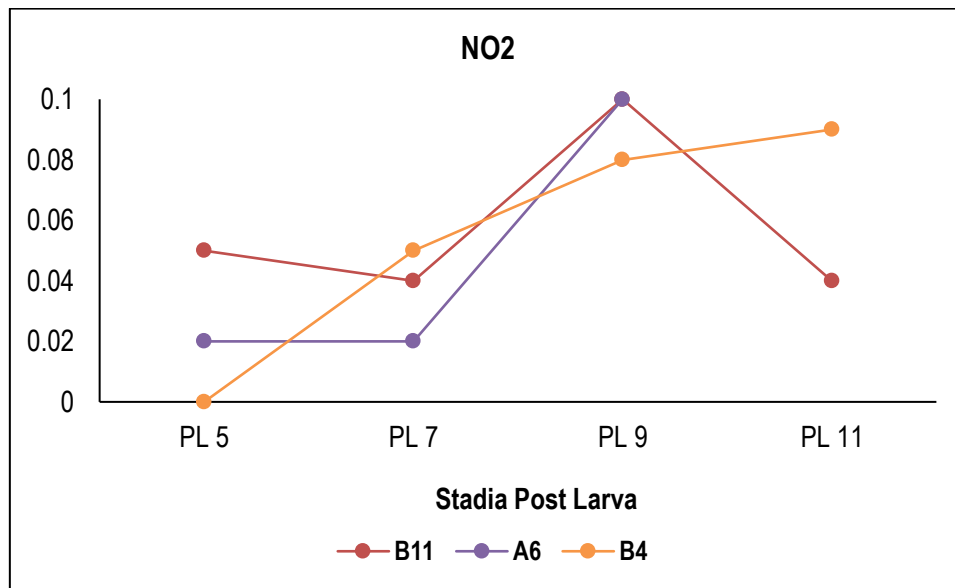
**Gambar 4. Grafik Pengukuran Alkalinitas.**

#### e. NO<sub>2</sub> (Nitrit)

Kadar nitrit (NO<sub>2</sub>) pada tiga perlakuan bak B11, A6, dan B4 selama stadia post larva udang vaname (PL 5–PL 11) diukur setiap dua hari sekali pada pukul 05.00 WIB menggunakan test kit. Berdasarkan grafik pada **Gambar 5**, fluktuasi kadar nitrit masih berada dalam kisaran aman untuk pertumbuhan larva, di mana pada perlakuan B11 berkisar antara 0,05–0,09 mg/L dengan kecenderungan stabil, A6 menunjukkan peningkatan dari 0,02 mg/L pada PL 5 hingga mencapai 0,11 mg/L pada PL 9 lalu sedikit menurun, sedangkan B4 mengalami peningkatan konsisten dari 0,01 mg/L menjadi 0,09 mg/L.

Seluruh nilai tersebut masih tergolong aman karena berada di bawah ambang batas toksik, mengingat kadar nitrit yang disarankan dalam budidaya udang vaname sebaiknya tidak melebihi 0,1 mg/L (Widodo *et al.*, 2021), sedangkan Putra *et al.*, (2023) menyatakan bahwa batas optimum kadar nitrit untuk pertumbuhan udang vaname adalah  $<0,6$  mg/L. Meski nilai pada A6 mendekati ambang batas 0,11 mg/L pada PL 9, pengelolaan kualitas air yang dilakukan masih cukup efektif, namun tetap diperlukan pemantauan yang ketat agar tidak melebihi batas aman. Nitrit merupakan senyawa peralihan dalam siklus nitrogen yang bersifat toksik bila terakumulasi, sehingga pengukuran rutin seperti yang dilakukan setiap

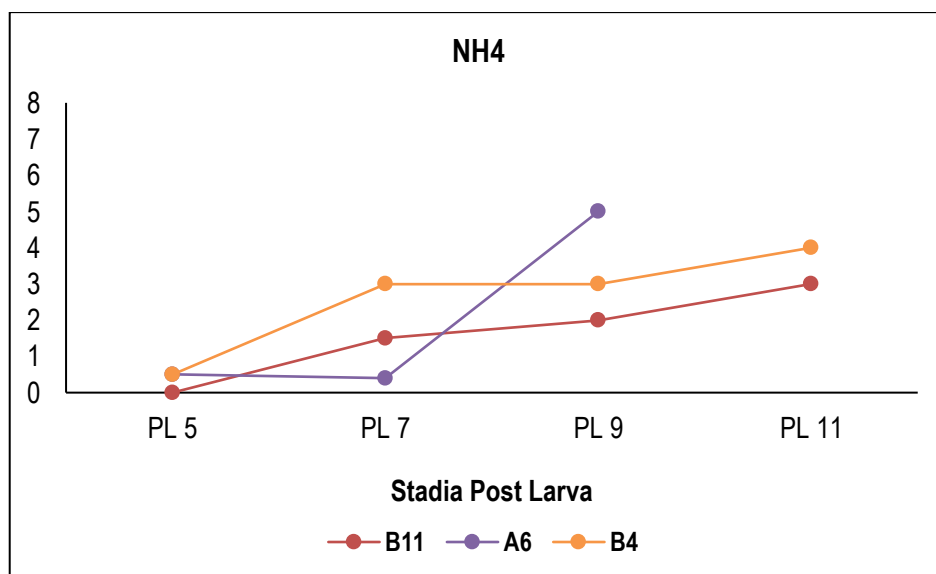
dua hari sekali sangat penting untuk menjaga lingkungan tetap mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva.



Gambar 5. Grafik Pengukuran NO<sub>2</sub>.

f. Kadar Amonium (NH<sub>4</sub>)

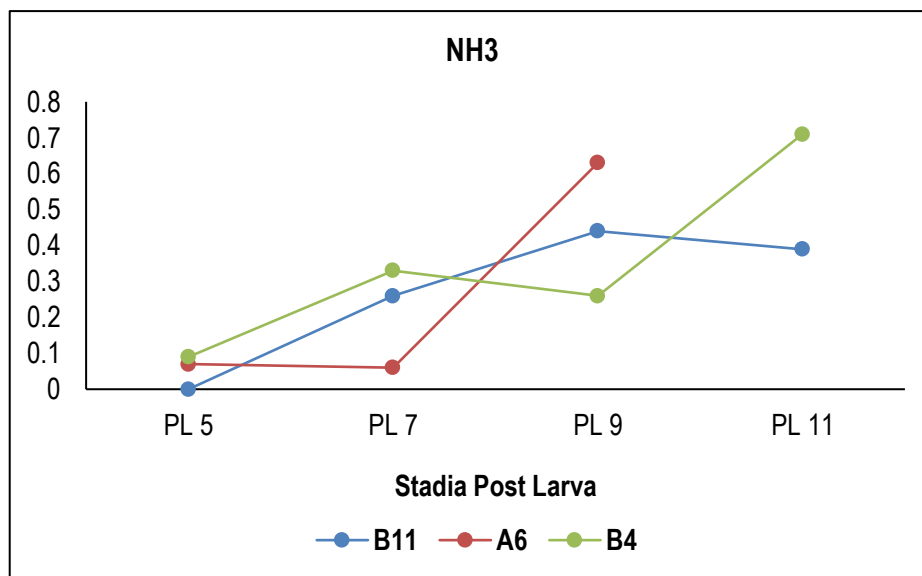
Pengukuran kadar amonium (NH<sub>4</sub>) selama pemeliharaan post larva di hatchery dilakukan setiap dua hari sekali pukul 05.30 pagi menggunakan metode test kit. Kadar amonium (NH<sub>4</sub>) yang terukur selama pemeliharaan menunjukkan variasi antar bak pada **Gambar 6**, yaitu Bak A6 berkisar antara 0,5–5 ppm dengan fluktuasi tertinggi mencapai 4,5 ppm, Bak B4 sebesar 0,5–4 ppm, dan Bak B11 antara 0–4 ppm. Seluruh nilai ini masih berada di bawah batas maksimum NH<sub>4</sub> <10 ppm sesuai standar yang ditetapkan oleh hatchery PT. Delta Windu Purnama. Amonium sendiri terbentuk dari hasil metabolisme organisme akuatik dan proses dekomposisi bahan organik. Di dalam air, amonia dapat hadir dalam dua bentuk, yaitu amonia tak terionisasi (NH<sub>3</sub>) yang bersifat toksik, dan ion amonium (NH<sub>4</sub>) yang relatif tidak berbahaya kecuali jika berada dalam konsentrasi tinggi. Namun demikian, kadar amonium tertinggi yang terdeteksi, yaitu 2,5 mg/L, telah melebihi kisaran toleransi ideal menurut Tangguda *et al.* (2015), yakni 0,1786–1,0440 mg/L.



Gambar 6. Grafik Pengukuran NH<sub>4</sub>.

g. Kadar Amonia ( $\text{NH}_3$ )

Pengukuran konsentrasi amonia ( $\text{NH}_3$ ) dilakukan setiap dua hari sekali pada pukul 05.30 pagi untuk memperoleh hasil yang konsisten, mengingat kondisi lingkungan pada pagi hari cenderung lebih stabil. Data yang dikumpulkan berasal dari pengukuran konsentrasi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), kemudian dikonversi menjadi  $\text{NH}_3$  menggunakan rumus tertentu yang mempertimbangkan faktor suhu dan pH air, karena kedua parameter ini memengaruhi keseimbangan antara  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NH}_3$ . Hasil konversi tersebut digunakan untuk memantau dinamika kadar  $\text{NH}_3$  selama masa pengamatan, yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada **Gambar 7**.



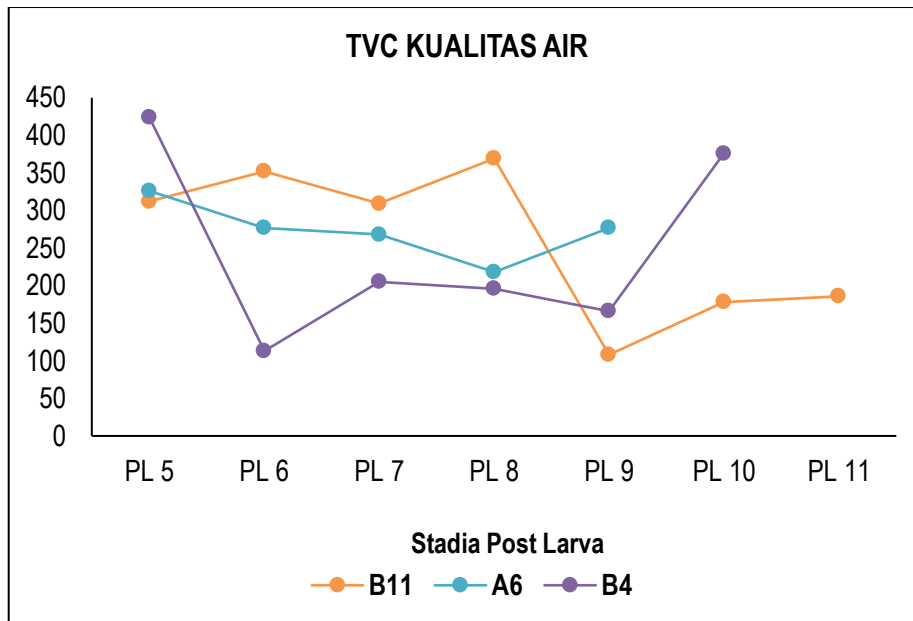
**Gambar 7. Grafik Pengukuran  $\text{NH}_3$ .**

Hasil pengukuran kadar amonia ( $\text{NH}_3$ ) menunjukkan bahwa bak A15 memiliki kisaran 0,05–1,08 ppm dengan nilai tertinggi 0,68 ppm, bak B3 berkisar antara 0–0,81 ppm, dan bak B1 antara 0–0,35 ppm. Meskipun seluruh nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas aman umum <10 ppm, peningkatan ini disebabkan oleh sisa metabolisme larva dan sisa pakan yang diberikan. Kandungan amonia yang meningkat berbanding lurus dengan muatan padatan tersuspensi di air. Data pada grafik juga menunjukkan tren peningkatan kadar  $\text{NH}_3$  seiring perkembangan stadia post larva, terutama pada bak B4 yang mencapai nilai tertinggi mendekati 0,7 ppm pada stadia PL11. Pada stadia Mysis dan Post larva, peningkatan amonia diduga menjadi faktor penyebab tingginya mortalitas larva udang (Sunaryo *et al.*, 2018).

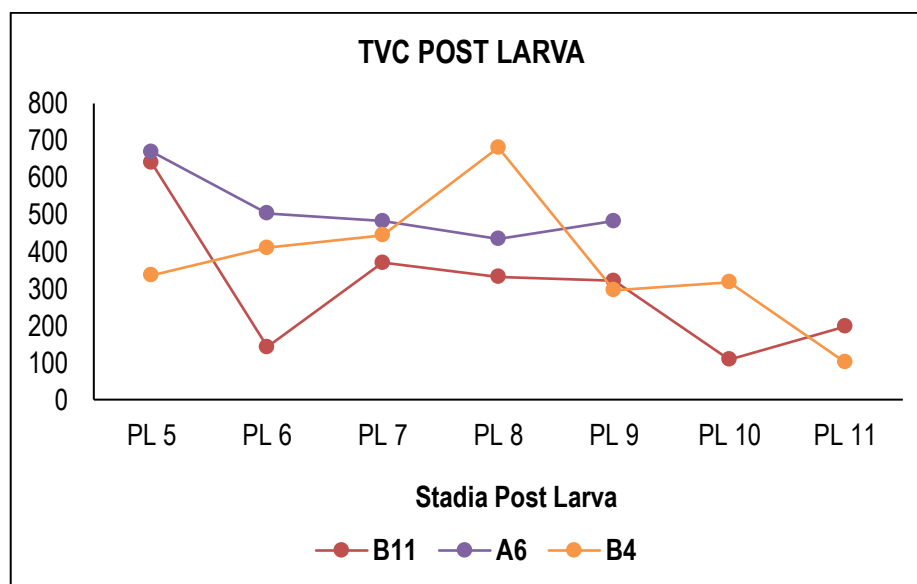
### 3.2 Kelimpahan Bakteri *Vibrio*

Grafik TVC Kualitas Air pada **Gambar 8**. dan TVC Post Larva pada **Gambar 9**. menunjukkan fluktuasi jumlah bakteri selama pemeliharaan stadia post larva PL5–PL11 di tiga bak B11, A6, dan B4. Pada media air, TVC tertinggi tercatat di bak B4 saat PL5 >400 CFU/ml dan terendah di B11 pada PL9 ~100 CFU/ml, sementara A6 menunjukkan tren yang paling stabil. Grafik TVC Post Larva mencatat nilai tertinggi di A6 dan B11 pada PL5 >600 CFU/ml, serta nilai terendah di B11 pada PL10 ~100 CFU/ml. Nilai *Vibrio* yang terdeteksi selama pemeliharaan juga masih berada di bawah ambang batas, yaitu kurang dari  $10^3$  CFU/ml, sehingga tergolong aman dan sesuai dengan standar yang berlaku di hatchery. Pengujian ini penting dilakukan secara rutin untuk mencegah vibriosis, terutama akibat *Vibrio harveyi*, bakteri patogen penyebab penyakit bercahaya pada larva udang vaname (Amrullah & Mar'iyah, 2023). Peningkatan populasi *Vibrio* umumnya disebabkan oleh akumulasi sisa pakan dan bahan organik yang mendukung pertumbuhan bakteri (Aris *et al.*, 2024). Jika jumlahnya melebihi ambang aman  $\geq 10^3$  CFU/ml, larva dapat mengalami stres hingga menyebabkan kematian (Ariadi & Mujtahidah, 2022). Selama nilainya masih di

bawah ambang tersebut, kondisi lingkungan budidaya tetap tergolong aman bagi udang maupun organisme lainnya.



**Gambar 8. Grafik Pengukuran TVC Kualitas Air Post Larva.**



**Gambar 9. Grafik Pengukuran TVC Post Larva.**

### 3.3 Fry Quality Standard for Post Larva

#### 3.3.1 Fry Quality Standard for Post Larva

*Fry Quality Standard* di hatchery PT. Delta Windu Purnama digunakan untuk menilai kualitas benur post larva melalui parameter seperti panjang rata-rata, standar deviasi, necrosis, rasio otot saluran pencernaan, serta uji stres di berbagai jenis air. Hasil penilaian dikonversi menjadi skor total untuk menentukan grade benur. Data pada bak A6, B4, dan B11 menunjukkan grade A dengan total skor tinggi, yang menandakan benur layak jual dan bermutu. Bila hasil tidak memenuhi standar, panen ditunda atau dilakukan pemusnahan (flushing) jika kualitas tetap tidak tercapai.

**Tabel 1. Fry Quality Standar Bak A6, B4, dan B11.**

| Kode Bak Pemeliharaan         |                             |           |                |           |                |           |    |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----|
| Parameter Fry Quality Standar | A6                          |           | B4             |           | B11            |           |    |
|                               | Hasil Uji                   | Score Uji | Hasil Uji      | Score Uji | Hasil Uji      | Score Uji |    |
| Average Length                | 8,25 mm                     | 20        | 7,80 mm        | 20        | 7,76 mm        | 20        |    |
| Standar Deviation             | ±0.90                       | 15        | ±0.63          | 20        | ±0.68          | 20        |    |
| Necrosis                      | 0%                          | 15        | 0%             | 15        | 0%             | 15        |    |
| Gut Muscle Ratio              | 1:3,5<br>(94%)              | 3         | 1:3,5<br>(96%) | 3         | 1:3,5<br>(92%) | 2         |    |
| Stress Test                   | Air Tawar (0 ppm)           | 97%       | 15             | 97%       | 15             | 98%       | 15 |
|                               | Air Payau (5 ppm)           | 98%       | 15             | 95%       | 15             | 96%       | 15 |
|                               | Air laut+Formalin (500 ppm) | 99%       | 15             | 99%       | 15             | 99%       | 15 |
| Total Score                   | 94                          |           | 98             |           | 97             |           |    |
| Grade                         | A                           |           | A              |           | A              |           |    |

Hasil evaluasi kualitas benih udang vaname pada **Tabel 1.** menunjukkan bahwa benih yang dipelihara pada tiga bak berbeda, yaitu Bak A6, B4, dan B11, dievaluasi berdasarkan beberapa parameter standar kualitas benih. Pada parameter panjang rata-rata, benih dari Bak A6 memiliki ukuran terbesar yaitu 8,25 mm, diikuti oleh benih dari Bak B4 sebesar 7,80 mm, dan Bak B11 sebesar 7,76 mm. Semua bak memperoleh skor maksimal 20, menunjukkan bahwa panjang benih dari ketiga bak tersebut memenuhi standar yang diharapkan.

Untuk parameter *standard deviation*, yang mengukur keseragaman ukuran benih, Bak B4 dan B11 menunjukkan nilai lebih rendah, yaitu 0,63 dan 0,68, yang berarti benih dari kedua bak ini memiliki ukuran yang lebih seragam. Sebaliknya, Bak A6 memiliki nilai 0,90, yang sedikit lebih tinggi, sehingga memperoleh skor 15. Semua bak menunjukkan hasil sempurna pada parameter necrosis, dengan persentase necrosis 0%, yang menunjukkan bahwa tidak ada jaringan mati pada benih, sehingga masing-masing bak mendapatkan skor 15.

Parameter gut muscle ratio diamati berdasarkan pedoman SNI 8037:2014 tentang Produksi Benur Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*), dengan cara membandingkan lebar otot (muscle) terhadap lebar usus (gut) pada segmen abdomen tengah di bawah mikroskop. Perbandingan dilakukan menggunakan rasio 1:x untuk menilai proporsi perkembangan otot terhadap usus. Hasil pengamatan menunjukkan ketiga bak memiliki rasio yang sama yaitu 1:3,5, dengan persentase benih berbeda, yakni Bak B4 (96%), A6 (94%), dan B11 (92%). Berdasarkan hasil tersebut, B4 dan A6 memperoleh skor 3, sedangkan B11 memperoleh skor 2, yang menandakan perbedaan kecil dalam kualitas otot dan usus.

Uji ketahanan stres juga mengacu pada SNI 8037:2014, yang dilakukan dengan merendam benih selama 30 menit dalam tiga kondisi berbeda, yaitu air tawar (0 ppt), air payau (5 ppt), dan air laut yang mengandung formalin 500 ppm. Setelah perlakuan, dihitung persentase benih yang bertahan hidup. Hasil uji menunjukkan tingkat kelangsungan hidup lebih dari 95% di semua kondisi, menandakan ketahanan stres yang baik. Setiap bak memperoleh skor sempurna 15, dengan total skor tertinggi pada Bak B4 (98%), diikuti B11 (97%), dan A6 (94%). Penentuan grade mutu benih juga mengikuti kriteria dalam SNI 8037:2014, di mana grade A diberikan apabila total skor berada di atas 90% dan seluruh parameter utama (morfologi, ketahanan stres, dan kualitas fisiologis) memenuhi standar kelulusan. Berdasarkan hasil pengamatan, ketiga bak memenuhi kriteria tersebut sehingga dikategorikan dalam grade A, yang menunjukkan kualitas benih yang sangat baik dan layak untuk didistribusikan.

### 3.2.2 Pertumbuhan Post Larva

Parameter pertumbuhan post larva pada tiga bak, yaitu A6, B4, dan B11, dapat dilihat pada **Tabel 2**. Dari segi panjang, post larva pada Bak A6 memiliki panjang minimum 7 mm dan maksimum 10 mm, dengan rata-rata panjang 8,32 mm. Sementara itu, Bak B4 memiliki panjang minimum 7,0 mm dan maksimum 10,5 mm, dengan rata-rata 8,11 mm. Bak B11 memiliki post larva dengan panjang minimum 8,0 mm dan maksimum 11,5 mm, serta rata-rata panjang terbesar yaitu 9,27 mm.

Variasi ukuran post larva dihitung menggunakan koefisien variasi (CV) dengan rumus standar deviasi dibagi rata rata panjang benur, di mana CV menunjukkan tingkat keseragaman ukuran, dan semakin kecil nilainya maka semakin seragam ukuran larva. Berdasarkan hasil perhitungan, variasi ukuran terkecil ditemukan pada Bak B11 dengan nilai 0,46, menunjukkan ukuran post larva lebih konsisten dibandingkan Bak A6 (0,82) dan B4 (0,67). Hal ini juga sejalan dengan nilai standar deviasi, di mana Bak A6 memiliki deviasi terbesar (0,90), menandakan penyebaran ukuran yang lebih besar, sedangkan Bak B11 memiliki deviasi terkecil (0,92). Penggunaan koefisien variasi dalam analisis keseragaman ukuran larva juga diterapkan oleh Saputra *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa nilai CV yang kecil menggambarkan tingkat keseragaman ukuran yang tinggi, menandakan kondisi pertumbuhan larva yang optimal. Pada stadia post larva, Bak A6 memiliki 94% post larva pada stadia PL 9, Bak B4 98% pada stadia PL 10, dan Bak B11 97% pada stadia PL 11, menunjukkan bahwa Bak B4 dan B11 memiliki larva dengan pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan Bak A6.

**Tabel 2. Akumulasi Hasil Monitoring Pertumbuhan Bak A6, B4, dan B11.**

| Parameter Pertumbuhan |                   | Kode Bak Post Larva |         |         |
|-----------------------|-------------------|---------------------|---------|---------|
|                       |                   | A6                  | B4      | B11     |
| Average Length        | Panjang (Min)     | 7 mm                | 7.0 mm  | 8.0 mm  |
|                       | Panjang (Max)     | 10 mm               | 10,5 mm | 11.5 mm |
|                       | Rata-Rata Panjang | 8.32 mm             | 8.11 mm | 9.27 mm |
| Variasi Ukuran        |                   | 0,82                | 0,67    | 0,46    |
| Standar Deviation     |                   | ±0,90               | ±0,86   | ±0,92   |
| Stadia Post Larva     |                   | PL9                 | PL10    | PL11    |

### 3.2.3 Survival rate Post Larva

Tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) post larva sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan nutrisi pakan. Jika kesehatan dan pertumbuhan post larva terjaga dengan baik, maka angka kematian akan rendah dan *survival rate* akan tinggi. Pakan yang bergizi dan seimbang berperan penting dalam mendukung kesehatan serta meningkatkan ketahanan tubuh post larva terhadap stres lingkungan. Fahrurrozi *et al.* (2023), menyatakan bahwa kelimpahan plankton dalam sistem budidaya memiliki hubungan positif dengan nilai *survival rate* dan efisiensi konversi pakan (FCR), di mana keberadaan plankton yang stabil dapat meningkatkan ketersediaan pakan alami dan mendukung kesehatan lingkungan perairan. Selain itu, Jusadi *et al.* (2011) menunjukkan bahwa pemberian rotifer yang diperkaya dengan taurin sebesar 50 mg/L mampu meningkatkan *survival rate* dan mempercepat perkembangan larva udang vaname, sehingga meningkatkan kualitas benih yang dihasilkan. Faktor lingkungan seperti salinitas juga memainkan peran penting. Penelitian Labusa *et al.* (2024) mengungkapkan bahwa salinitas sekitar 26 ppt memberikan hasil *survival rate* tertinggi pada post larva PL-9, dengan kondisi kualitas air yang stabil dan sesuai dengan standar nasional.

**Tabel 3. *Survival Rate* Bak A6, B4, dan B11.**

| Tanggal Panen   | Kode Bak | Populasi Awal | Populasi Akhir | <i>Survival Rate</i> (%) |
|-----------------|----------|---------------|----------------|--------------------------|
| 26 Januari 2025 | A6       | 1.689.000     | 1.492.000      | 88%                      |
| 28 Januari 2025 | B4       | 1.873.000     | 1.596.000      | 85%                      |
| 30 Januari 2025 | B11      | 1.568.000     | 1.413.000      | 90%                      |

Berdasarkan hasil monitoring di lapangan, *survival rate* pada tiga bak yaitu A6, B4, dan B11 menunjukkan hasil yang cukup baik. Bak A6 dengan populasi awal 1.689.000 post larva mengalami penurunan menjadi 1.492.000 post larva dengan *survival rate* sebesar 88%. Bak B4 menunjukkan *survival rate* sebesar 85% dari populasi awal 1.873.000 menjadi 1.596.000, sedangkan bak B11 mencatat *survival rate* tertinggi yaitu 90% dari populasi awal 1.568.000 menjadi 1.413.000 post larva. Secara keseluruhan, ketiga bak menunjukkan *survival rate* pada kisaran 85–90%, yang mencerminkan kondisi pemeliharaan yang baik dan sesuai dengan rekomendasi hasil penelitian sebelumnya.

#### 4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan kualitas air selama pemeliharaan post larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di hatchery PT. Delta Windu Purnama telah berada dalam kisaran optimal sesuai SNI 8037:2014. Nilai pH (8,1–8,5), salinitas (26–34 ppt), oksigen terlarut (6,0–6,4 ppm), dan alkalinitas (120–260 ppm) berada dalam batas ideal untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup post larva. Konsentrasi nitrit (0,01–0,11 mg/L), amonium (0,5–5 ppm), serta amonia (0,05–1,08 ppm) juga masih tergolong aman, menandakan bahwa sistem pemeliharaan dan sirkulasi air berjalan efektif. Populasi bakteri *Vibrio* pada media dan tubuh larva tetap di bawah ambang batas aman ( $<10^3$  CFU/ml), menunjukkan kondisi sanitasi dan manajemen kualitas air yang baik. Evaluasi fry quality standard memperlihatkan bahwa seluruh benur dari bak A6, B4, dan B11 memperoleh grade A, dengan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) tinggi, yaitu 85–90%. Secara keseluruhan, kegiatan pemeliharaan post larva di hatchery PT. Delta Windu Purnama menunjukkan performa produksi yang optimal dengan pertumbuhan seragam, kualitas benur layak jual, dan kondisi lingkungan yang terkendali. Hal ini menegaskan bahwa manajemen kualitas air dan pemantauan rutin merupakan faktor kunci keberhasilan dalam produksi benur udang vaname.

#### Daftar Pustaka

- Nur, A.F., & Sahni, R. (2024). Pertumbuhan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diberi *Artemia* sp. tersuplementasi nutrien. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, Vol. 9, No.1, 16-24. 10.33772/jsipi.v9i1.1013
- Ambat, K. N., Abida, I. W., & Maherlina, R. (2022). Kelimpahan Bakteri *Vibrio* sp. Pada Sampel Air Tambak di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Pasuruan Jawa Timur. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 3(3), 66–72. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i3.16461>
- Amrullah, S. H., & Mar'iyah, K. (2023). Analisis Total Bakteri *Vibrio* Pada Sampel Air Tambak Udang Vaname di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 6(1), 8–14. <https://doi.org/10.33323/indigenous.v6i1.380>
- Ariadi, H., & Mujtahidah, T. (2022). Analisis permodelan dinamis kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(4), 255. <https://doi.org/10.15578/jra.16.4.2021.255-262>
- Aris, M., Samadan, G. M., & Ane, M. O. (2024). Perbandingan Kepadatan Bakteri *Vibrio* spp. pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Lokasi Berbeda. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 5(3), 214–222. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v5i3.22327>

- Ariyati, R. W., Widowati, L. L., Rahmawati, A., Sarjito, S., & Rejeki, S. (2024). Kelimpahan dan Jenis Bakteri *Vibrio* Pada Air dan Sedimen Tambak Udang Vaname Sistem Monokultur dan Polikultur dengan *Gracilaria* Sp. di Kabupaten Brebes. *Jurnal Riset Akuakultur*, 181–195. <https://doi.org/10.15578/jra.18.3.2023.181-195>
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). Standar Nasional Indonesia (SNI 8037.1:2014). *Udang Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*).
- Chakravarty, M. S., Ganesh, P. R. C., Amarnath, D., Sudha, S., Srinu Babu, T., & Ganesh, P. (2016). International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2016; 4(4): 390-395 Spatial variation of water quality parameters of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds at Narsapurapupeta, Kajuluru and Kaikavolu villages of East Godavari district, Andhra Pradesh. *IJFAS*, 4(4), 390–395. [www.fisheriesjournal.com](http://www.fisheriesjournal.com)
- Fahrurrozi, A., Linayati, L., Ariadi, H., Yusufi Mardiana, T., Diah Madusari, B., Bahrus Syakirin, M., Studi Budidaya Perairan, P., Perikanan, F., Pekalongan, U., Sriwijaya No, J., & Tengah Penulis Korespondensi, J. (2023). Korelasi Kelimpahan Plankton. *Jurnal Miyang (J.Miy): Ronggolawe Fisheries and Marine Science Journal* 3(1), 26–33. <http://journal.unirow.ac.id/index.php/miyang>
- Goib Wiranto, I. D. P. H. (2010). Pembuatan Sistem Monitoring Kualitas Air Secara Real Time dan Aplikasinya Dalam Pengelolaan Tambak Udang. *Teknologi Indonesia*, 2, 107–1013.
- Haspiani Haspiani, Megawati Megawati, & Akmal Abdullah. (2024). Pengelolaan Kualitas Air Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) di PT. Benur Top De Heus Askra. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan*, 2(2), 97–106. <https://doi.org/10.62951/manfish.v2i2.49>
- Jusadi, D., Ruchyani, S., Mokoginta, I., & Ekasari, J. (2011). Peningkatan kelangsungan hidup dan perkembangan larva udang putih melalui pengayaan rotifera dengan taurin. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, Vol. 10, Issue 2, 131–136. <https://journal.ipb.ac.id/jai/article/download>.
- Kanwilyanti, S., Supriharyono, -, & Suryanto, A. (2013). Kelimpahan Larva Udang di Sekitar Perairan PT. Kayu Lapis Indonesia, Kaliwungu, Kendal. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(4), 71–80. <https://doi.org/10.14710/marj.v2i4.4270>
- Khairul. (2018). Uji Stress Test Melalui Penurunan Salinitas Berbeda Untuk Menentukan Kualitas Benur Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1979). *Jurnal Eduscience (JES)* Vol. 5, Issue 2, 6-10. <https://doi.org/10.36987/jes.v5i2.924>
- Labusa, M. H., Isroni, W., & Dewi, N. N. (2024). The Effect of Different Salinity on Growth Rate and Survival Rate of Post-Larva (PL-9) Vanname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Development and Environment*, 7(2), 490–495. <https://doi.org/10.31002/jade.v7i2.2206>
- Listriyana, A., Handayani, C., Pahlewi, A.D. (2023). Analisis Kualitas Air Alkalinitas Pada Perairan Tambak Intensif Situbondo. *ZONA LAUT*, 4(2): 159-164. 10.62012/zi.v4i2.27456
- Ningsih, A., Sulistiono, S. T., Miratis, S., Program, S., Teknologi, H., Perikanan, F., Pertanian, U., Pgri, B., Jalan, I., Tongkol, N., & Kertosari, B. (2021). Praktik Kerja Lapang Manajemen Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di PT. Surya Windu Kartika Desa Bomo Kecamatan Rogojampi Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Perikanan*, Vol. 3, Issue 1: 15-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.36526/lemuru.v3i1.1275>
- Putra, A., Syafa'Yumna, A., Alfiaz, A. T., Nugraha, B. A., Sartika, D., Ramadiansyah, F., Novela, M., Chairani, N. J. D., Samsuardi, S., & Ramadhan, S. (2023). Analisis Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Intensif. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 871–878. <http://doi.org/10.29303/jp.v13i3.569>

- 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. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i4.675>
- Rizaldi, R., Sabdaningsih, A., Ayuningrum, D., & Bahry, M. S. (2024). Analisis hubungan parameter fisika kimia kualitas air dengan total *Vibrio* spp. pada tambak udang vaname yang diberikan probiotik jamur. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 9(1), 1-14. <https://doi.org/10.14710/sat.v9i1.24421>.
- Utomo, S. R., Rantung, S. V., Sondakh, S. J., Andaki, J. A., & Rarung, L. K. (2022). Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Studi Kasus di Balai Pelatihan dan Penyuluhan Perikanan Bitung). *AKULTURASI*, 10(1), 62–73. <https://doi.org/10.35800/akulturasi.v10i1.39938>.
- Saputra, A., Rahmaningsih, N., & Anggraeni, N. (2018). Performa Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) pada Industri Tambak Udang PT. Berkas Kasih Karunia Tapanuli Tengah ditinjau dari Aspek Kualitas Air. *Jurnal Perikanan Terapan*. 2(1): 11-22. <https://jurnal.uts.ac.id/index.php/jupiter>
- Se, A. N., Santoso, P., & Liufeto, F. Ch. (2023). Pengaruh Perbedaan Suhu dan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *JURNAL VOKASI ILMU-ILMU PERIKANAN (JVIP)*, 3(2), 84. <https://doi.org/10.35726/jvip.v3i2.1218>
- Standar Nasional Indonesia. (2009). *Produksi benih udang vaname (Litopenaeus vannamei) kelas benih sebar*. SNI\_7311\_2009-libre.pdf
- Sunaryo, S., Widiasa, I. N., Djunaedi, A., & Sasmoko, P. (2018). Mortalitas Larva *Litopenaeus vannamei* Pada Penerapan Perbedaan Sistem Filtrasi Air Media Pemeliharaan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 103. <https://doi.org/10.14710/jkt.v21i2.3089>
- Syukri, M., & Ilham, M. (2016). Pengaruh Salinitas Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Larva Udang Windu (*Penaeus monodon*). *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 5(2), 86–96. <https://doi.org/10.31850/jgt.v5i2.166>
- Tangguda, S., Arfiati, D., & Ekawati, A. W. (2015). Karakterisasi Limbah Padat Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) untuk Kultur Murni *Chlorella* sp. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. Singaraja, 7 Desember 2015. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/semnasmipa/article/view/10310>
- Usman, S., Andi Masriah, & Jamaluddin, R. (2022). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Yang Dipelihara Pada Wadah. *FISHIANA: Journal of Marine and Fisheries*, 1(1), 21–32. <https://doi.org/10.61169/fishiana.v1i1.10>
- Widodo, B., Any, J., Bambang, S., & Galis, A. (2021). *Penerapan Manajemen Kontrol Kualitas Air Tambak Udang Vannamei di Desa Poncosari, Srandakan, Bantul Untuk Meningkatkan Skill Dan Tingkat Ekonomi Petambak*. Prosiding Seminar Nasional seri 7 “Menuju Masyarakat Madani dan Lestari” Diseminasi Hasil-Hasil Pengabdian, 22 November 2017. <https://dspace.uin.ac.id/handle/123456789/11559>

