

Pengaruh Padat Tebar dan Penggunaan Injektor Venturi terhadap Laju Pertumbuhan Udang (*Litopenaeus Vannamei*) dalam Bak Beton

Effects of Stocking Density and the use of Venturi Injectors on the Growth of the Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Concrete Tank

Romi Novriadi¹, Khoirun Nisa Alfitri², Supriyanto Supriyanto³, Rudy Kurniawan⁴, Deendarlianto Deendarlianto⁵, Rustadi Rustadi⁶, Wiratni Wiratni⁵ & Sinung Rahardjo²

¹Pengendali Hama dan Penyakit Ikan Muda, Balai Perikanan Budidaya Laut Batam, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta, Indonesia

²Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Pasar Minggu, Jakarta, Indonesia

³PT. Sinergi Samudera Biru, Jakarta, Indonesia

⁴PT. Multi Dimensi Kreasi, Jakarta, Indonesia

⁵Pusat Studi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

⁶Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author, email: novriadiromi@yahoo.com

Submitted 11 October 2020 Revised 13 November 2020 Accepted 30 November 2020

ABSTRAK Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi terhadap efek dari perlakuan padat tebar yang berbeda dan penggunaan injektor venturi terhadap laju pertumbuhan udang *Litopenaeus vannamei* yang dipelihara di bak beton. Udang *Vannamei* (berat awal $0,3 \pm 0,07$ g) dimasukkan ke dalam 32 bak pemeliharaan dengan ukuran $8 \times 8 \times 1$ m dengan padat tebar 300, 400, 500, 600 udang m^{-2} dan masing-masing padat tebar memiliki delapan pengulangan. Untuk pengamatan injektor venturi, dilakukan di dua kepadatan berbeda yakni 300 dan 600 udang m^{-2} dengan memasang injektor venturi masing-masing di tiga bak pengamatan dan dibandingkan dengan kontrol. Jumlah pakan yang diberikan ditentukan terlebih dahulu berdasarkan asumsi pertambahan berat udang *Vannamei* 1 g per minggu, rasio konversi pakan (FCR) 1,4 dan kematian mingguan sebanyak 3 %. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif antara peningkatan padat tebar dengan laju pertumbuhan udang. Berat akhir udang berada di kisaran $13,0 \pm 0,2$, $11,6 \pm 0,5$, $10,3 \pm 0,4$ dan $9,3 \pm 1,0$ g untuk padat tebar 300, 400, 500, dan 600 udang m^{-2} . Laju pertumbuhan berat harian berada di kisaran $0,14 \pm 0,02 - 0,17 \pm 0,02$ g dan semakin membaik ketika pada tebar diturunkan ($P < 0,05$). Sementara, tidak ada perbedaan yang nyata untuk parameter FCR dan tingkat kelulushidupan udang ($P < 0,05$). Injektor venturi dapat meningkatkan produktivitas produksi sebesar $6,63 \pm 0,094\%$ untuk kepadatan 600 udang m^{-2} dan $7,97 \pm 0,054\%$ untuk kepadatan 300 udang m^{-2} dibandingkan bak kontrol. Selama masa produksi, tidak ada pengaruh nyata untuk penggunaan empat padat tebar berbeda terhadap kondisi kualitas air media pemeliharaan dan tidak ada insiden munculnya wabah penyakit.

Kata kunci: Bak beton; injektor venturi; kualitas air; laju pertumbuhan; *Litopenaeus vannamei*; padat tebar

ABSTRACT The aimed of this study was to evaluate the effects of different stocking density and the use of Venturi injectors on the growth performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in concrete tanks. *Vannamei* shrimp (initial weight 0.3 ± 0.07 g) was stocked into 32 concrete tanks with size of $8 \times 8 \times 1$ m and stocking density of 300, 400, 500, 600 shrimp m^{-2} with eight replicates per treatment. For the Venturi Injectors, it was carried out at two different densities, namely 300 and 600 shrimp m^{-2} by installing the injectors in three treatment tanks and compared the growth with the control. The amount of feed was determine based on the weight gain of 1 g per week, Feed Conversion Ratio (FCR) of 1,4 and weekly mortality of 3%. The observations show that there is a negative correlation between the increase in stocking density and the growth rate of the shrimp. The final weight of shrimp was in the range of 13.0 ± 0.2 , 11.6 ± 0.5 , 10.3 ± 0.4 dan 9.3 ± 1.0 g for stocking densities of 300, 400, 500, dan 600 shrimp m^{-2} . The daily growth rate was in the range of $0.14 \pm 0.02 - 0.17 \pm 0.02$ g and becoming better as the stocking densities lowered ($P < 0.05$). Meanwhile, there was no significant differences for FCR and survival rates of the shrimp ($P < 0.05$). The use of Venturi injectors could increase the productivity by $6.63 \pm 0.094\%$ for 600 shrimp m^{-2} and $7.97 \pm 0.054\%$ for the density of 300 shrimp m^{-2} compared to the control tanks. During the production period, there is no significant effect of different stocking densities on the water quality and no incidence of disease outbreaks.

Keywords: Concrete tanks; venturi injectors; water quality; growth performance; *Litopenaeus vannamei*; Stocking density

PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, sistem produksi udang *Vannamei* *Litopenaeus vannamei* di Indonesia mengalami perubahan, dari sistem ekstensif atau tradisional menuju sistem intensif dan bahkan hingga supra intensif, yang ditandai dengan penggunaan teknologi dan padat tebar tinggi. Menurut [Zulkarnain et al. \(2020\)](#), sistem intensif memiliki karakter jumlah pada tebar antara 110 – 550 udang m⁻² dan supra intensif memiliki padat tebar lebih dari 500 udang m⁻². Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan ketika melakukan produksi dengan sistem padat tebar tinggi. Menurut [Samocha \(2019\)](#), padat tebar tinggi pada sistem produksi intensif akan menghasilkan jumlah produktivitas udang yang lebih tinggi dibandingkan sistem ekstensif dan juga akan lebih efisien dalam memanfaatkan kapasitas lingkungan media pemeliharaan. Namun, masih menurut [Samocha \(2019\)](#), penggunaan padat tebar tinggi yang juga linear dengan jumlah penggunaan pakan, akan berdampak negatif terhadap kondisi kesehatan udang dan kualitas lingkungan media pemeliharaan. Jika hal ini tidak ditangani dengan cepat dan benar, maka kondisi ini akan mengakibatkan meningkatnya konsentrasi ammonia dan nitrit ([Jescovitch et al., 2018](#)), perkembangan populasi mikroorganisme patogen ([Ray et al., 2011](#)), peluang terjadinya wabah penyakit akibat frekuensi kontak antar udang yang lebih intensif ([Kautsky et al., 2000](#); [Ruiz-Velazco et al., 2010](#)) dan semakin meningkatkan akumulasi bahan organik yang pada akhirnya dapat menurunkan konsentrasi oksigen terlarut dalam media pemeliharaan ([Direkbusarakom et al., 1998](#)).

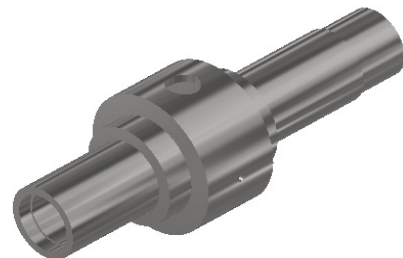
Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif antara padat tebar dan laju pertumbuhan udang *Vannamei* ([Sandifer et al., 1996](#); [Moss & Moss, 2004](#); [Arnold et al. 2009](#)). Pada sistem produksi biofloc, [Krummenauer et al. \(2011\)](#) melaporkan bahwa penggunaan padat tebar 300 udang m⁻² memiliki laju pertumbuhan yang baik dibandingkan dengan performa udang yang dipelihara di padat tebar 450 udang m⁻². Sementara itu, [Samadan et al. \(2018\)](#) yang melakukan pemeliharaan udang *Vannamei* di kolam pasir dan dilapisi mulsa dengan tiga kepadatan berbeda: 100, 200, 300 udang m⁻², menunjukkan adanya tren penurunan laju pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan ketika padat tebar udang *Vannamei* semakin ditingkatkan. Pengamatan pengaruh padat tebar dengan menggunakan teknologi *zero water discharge* (ZWD)-sistem resirkulasi akuakultur juga menunjukkan bahwa laju pertumbuhan, tingkat kelulushidupan, rasio konversi pakan dan produktivitas udang *Vannamei* diperoleh pada sistem produksi dengan menggunakan padat tebar rendah 400 udang m⁻³ dibandingkan dengan hasil yang diperoleh menggunakan padat tebar 750 dan 1000 udang m⁻³ ([Suantika et al., 2018](#)). Namun menarik untuk diamati bahwa penggunaan asam amino sebagai suplemen dalam pakan untuk meningkatkan *palatability* dan memenuhi kebutuhan nutrisi spesifik *Vannamei* menunjukkan hasil yang berbeda, dimana laju pertumbuhan udang *Vannamei* yang dipelihara di kepadatan tinggi memberikan hasil produksi dan FCR yang lebih baik ([Façanha et al., 2016](#)). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi yang tepat antara peningkatan kualitas lingkungan dan nutrisi atau dengan sistem manajemen pakan yang baik dapat memberikan peluang untuk meningkatkan laju

pertumbuhan dan produktivitas udang *Vannamei* ketika akan dipelihara dengan kepadatan tinggi.

Perlakuan padat tebar tinggi juga dapat mempengaruhi keberadaan oksigen terlarut atau *Dissolved oxygen* (DO) dalam media pemeliharaan. Riset yang dilakukan oleh [Krummenauer et al. \(2011\)](#) menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata DO yang paling rendah tercatat pada sistem pemeliharaan dengan padat tebar 450 udang m⁻² yang berada di level 1,32 mg/L, l dibandingkan dengan nilai DO rata-rata 2,02 mg/L yang diperoleh pada sistem pemeliharaan dengan padat tebar lebih rendah 300 udang m⁻². [Brock & Main \(1994\)](#) menyebutkan bahwa konsentrasi DO pada level 0 – 1,5 mg L⁻¹ bersifat mematikan bagi udang dan level 1,7 – 3,0 mg L⁻¹ mengakibatkan rendahnya efisiensi pakan dan laju pertumbuhan udang. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi terhadap perlakuan padat tebar yang berbeda dan penggunaan injektor venturi terhadap laju pertumbuhan udang *Vannamei* dan kualitas media pemeliharaan jika dipelihara di bak beton atau lebih dikenal dengan sistem VITON.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di fasilitas perbesaran udang di PT. Batam Dae Hae Seng (Batam, Kepulauan Riau, Indonesia). Benih udang *Vannamei* diperoleh dari PT. Suri Tani Pemuka (Anyer, Jawa Barat, Indonesia). Dan di aklimatisasikan dan dipelihara di bak pendederan selama dua puluh hari hingga mencapai ukuran tebar yang diinginkan. Pada awal penelitian, udang dengan berat rata-rata 0,3 ± 0,07 g dimasukkan ke dalam bak pemeliharaan dengan ukuran 8 x 8 x 1 m dengan empat padat tebar yang berbeda, yakni: 300, 400, 500 dan 600 udang m⁻² selama masa produksi 65 hari. Penelitian dilakukan dengan menggunakan delapan replikat untuk masing-masing padat tebar yang berbeda. Bak pemeliharaan di suplai oleh media air laut dengan salinitas 30 – 33 ‰ yang dilengkapi dengan *air disc fine bubble diffuser* sebagai suplai oksigen utama dan kincir 0,5 HP (Minipadd™) sebagai media tambahan sistem suplai oksigen terlarut. Pengamatan injektor venturi dilakukan di kepadatan 300 dan 600 udang m⁻² masing-masing di tiga bak produksi untuk setiap perlakuan dan dibandingkan dengan kontrol. Pergantian air dilakukan dengan jumlah 5 – 10% selama masa pemeliharaan.



Gambar 1. Lay-out injektor venturi yang digunakan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut di sistem produksi intensif.

Manajemen pakan

Seluruh kolam pemeliharaan menggunakan pakan yang sama (protein kasar 33 – 35%, dan lemak 5%). Jumlah pakan yang diberikan berdasarkan estimasi penambahan berat udang 1 g per minggu, FCR 1,4 dan kematian mingguan sebanyak 3 %. Selama masa pemeliharaan, udang diberik pakan sebanyak enam kali sehari dan rasio disesuaikan dengan persentase berat udang yang dianalisa setiap minggu.

Sampling pertumbuhan dan kualitas air

Udang disampling setiap minggu dengan menggunakan saringan tangan (diameter 0,5 m dan mata jaring 1 cm) untuk mengambil kurang lebih 30 individu udang per bak. Kualitas air (oksigen terlarut, pH, suhu, salinitas, total padatan terlarut dan redoks potensial) di monitor empat kali sehari yakni jam 06.00 – 07.00 pagi; 14.00 – 15.00 siang; 17.00 – 18.00 sore dan 23.00 – 24.00 malam menggunakan sensor kualitas air (Aqua Troll 500, In-Situ Inc., Fort Collins, CO, USA) dan dikelola oleh AquaEasy Smart Aquaculture apps (BOSCH, Singapore). Pembacaan nilai kecerahan di catat satu kali dalam seminggu dan pembacaan ammonia nitrogen (NH₃-N) dianalisa dengan menggunakan Ultra violet / visible spectrophotometer – UV/Vis (Perkin Elmer, Lambda XLS, USA) juga satu kali

dalam seminggu. Sementara, nitrit nitrogen (NO₂-N) dan nitrat nitrogen (NO₃-N) dianalisa dengan menggunakan HACH DR890 colorimeter (Hach Company, Loveland, CO, USA) dua kali dalam seminggu. Pada akhir produksi, udang dipanen secara total untuk mendapatkan data biomas, berat akhir, penambahan berat (g), penambahan berat harian – ADG (g), nilai konversi pakan - feed conversion ratio (FCR), tingkat kelulushidupan (%) dan asupan pakan.

$$\begin{aligned} \text{Pertambahan berat} &= \frac{(\text{Rata-rata berat akhir} - \text{rata-rata berat awal})}{(\text{rata-rata berat awal})} \times 100 \\ \text{FCR} &= \frac{\text{Jumlah pakan yang diberikan (g)}}{\text{pertambahan berat udang (g)}} \\ \text{Kelulushidupan} &= \frac{\text{Jumlah akhir udang}}{\text{Jumlah awal udang}} \times 100 \\ \text{Asupan pakan} &= \frac{\text{Jumlah pakan (g)}}{\text{udang}} \end{aligned}$$

Analisa statistik

Seluruh parameter laju pertumbuhan dianalisa dengan menggunakan one-way analysis of variance (ANOVA) untuk menentukan perbedaan nyata antar perlakuan yang digunakan dan diikuti dengan uji Tukey's multiple comparison test untuk menentukan perbedaan diantara masing-masing replikat dalam satu perlakuan. Seluruh uji dilakukan dengan menggunakan sistem analisa statistic SAS (V9.4. SAS Institute, Cary, NC, USA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data kualitas air untuk empat perlakuan kepadatan yang berbeda selama masa pengamatan. Data diperoleh dengan menggunakan sensor kualitas air dan di catat serta disimpan dengan menggunakan aplikasi AquaEasy Smart Aquaculture (BOSCH, Singapore).

| | Treatments | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 300 udang m ⁻² | 400 udang m ⁻² | 500 udang m ⁻² | 600 udang m ⁻² |
| Oksigen terlarut (mg L⁻¹) | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 4,76±0,14 | 4,82±0,16 | 4,72±0,33 | 4,89±0,26 |
| 14.00 – 15.00 h | 4,99±0,22 | 4,92±0,18 | 4,75±0,17 | 4,70±0,25 |
| 17.00 – 18.00 h | 5,09±0,24 | 4,99±0,16 | 4,76±0,24 | 4,72±0,19 |
| 23.00 – 24.00 h | 4,76±0,33 | 4,81±0,27 | 4,75±0,33 | 4,89 ±0,24 |
| pH | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 7,33 ± 0,14 | 7,31 ± 0,28 | 7,29 ± 0,17 | 7,28 ± 0,09 |
| 14.00 – 15.00 h | 7,35 ± 0,19 | 7,25 ± 0,23 | 7,23 ± 0,23 | 7,18 ± 0,11 |
| 17.00 – 18.00 h | 7,44 ± 0,20 | 7,24 ± 0,28 | 7,41 ± 0,26 | 7,37 ± 0,19 |
| 23.00 – 24.00 h | 7,29 ± 0,17 | 7,18 ± 0,38 | 7,38 ± 0,28 | 7,24 ± 0,11 |
| Total Padatan Terlarut (mg L⁻¹) | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | | | | |
| 14.00 – 15.00 h | 31,03 ± 0,11 | 32,14 ± 2,31 | 32,19 ± 0,35 | 32,28 ± 0,49 |
| 17.00 – 18.00 h | 29,31 ± 2,14 | 31,27 ± 0,19 | 32,19 ± 0,43 | 32,32 ± 0,51 |
| 23.00 – 24.00 h | 30,04 ± 1,19 | 30,12 ± 2,52 | 31,57 ± 1,63 | 31,62 ± 4,47 |
| | 30,33 ± 1,28 | 31,39 ± 0,29 | 32,39 ± 0,88 | 32,44 ± 0,31 |
| Potensial Redoks (mV) | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 251,89±32,09 | 263,28±23,66 | 261,78±32,61 | 262,49±25,87 |
| 14.00 – 15.00 h | 259,27±23,37 | 264,25±42,22 | 260,33±11,89 | 267,14±30,36 |
| 17.00 – 18.00 h | 260,14±22,58 | 262,55±19,29 | 262,47±27,73 | 261,23±26,55 |
| 23.00 – 24.00 h | 258,32±41,55 | 263,18±29,71 | 262,31±44,03 | 261,32±32,86 |
| Salinitas (‰) | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 32,81±0,30 | 33,05±0,23 | 32,83±0,60 | 32,79±0,59 |
| 14.00 – 15.00 h | 33,07±0,18 | 32,99±0,72 | 32,94±1,08 | 33,15±0,59 |
| 17.00 – 18.00 h | 32,67±0,78 | 32,78±0,29 | 32,67±0,49 | 32,34±1,08 |
| 23.00 – 24.00 h | 32,23±1,54 | 33,19±0,48 | 33,35±0,28 | 33,29±0,37 |
| Suhu (°C) | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 29,22±0,17 | 29,14±0,27 | 29,20±0,18 | 29,17±0,33 |
| 14.00 – 15.00 h | 29,58±0,39 | 29,35±0,11 | 29,42±0,18 | 29,40±0,25 |
| 17.00 – 18.00 h | 29,61±0,22 | 29,43±0,48 | 29,42±0,44 | 29,54±0,52 |
| 23.00 – 24.00 h | 29,29±0,18 | 29,19±0,33 | 29,22±0,19 | 29,24±0,28 |

Tabel 2. Data perbandingan kualitas air di bak pemeliharaan dengan injektor venturi dan tanpa injektor venturi untuk kepadatan 300 dan 600 udang m⁻². Data diperoleh dengan menggunakan sensor kualitas air dan di catat serta disimpan dengan menggunakan aplikasi AquaEasy Smart Aquaculture (BOSCH, Singapore).

| Parameter Kualitas Air | Perlakuan padat tebar udang pada sistem produksi | | | |
|--|--|----------------------|---------------------------|----------------------|
| | 300 udang m ⁻² | | 600 udang m ⁻² | |
| | Injektor venturi | Non-injektor Venturi | Injektor venturi | Non-injektor Venturi |
| Oksigen terlarut (mg L ⁻¹) | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 4,81±0,11 | 4,75±0,14 | 4,72±0,27 | 4,69±0,26 |
| 14.00 – 15.00 h | 5,02±0,14 | 4,91±0,18 | 4,75±0,17 | 4,70±0,25 |
| 17.00 – 18.00 h | 5,11±0,09 | 4,97±0,16 | 4,76±0,24 | 4,71±0,19 |
| 23.00 – 24.00 h | 4,85±0,14 | 4,76±0,13 | 4,75±0,33 | 4,89 ±0,24 |
| pH | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 7,32 ± 0,14 | 7,31 ± 0,28 | 7,35 ± 0,16 | 7,29 ± 0,09 |
| 14.00 – 15.00 h | 7,36 ± 0,17 | 7,28 ± 0,25 | 7,23 ± 0,23 | 7,18 ± 0,11 |
| 17.00 – 18.00 h | 7,44 ± 0,20 | 7,24 ± 0,28 | 7,41 ± 0,26 | 7,37 ± 0,19 |
| 23.00 – 24.00 h | 7,29 ± 0,11 | 7,18 ± 0,29 | 7,37 ± 0,25 | 7,24 ± 0,14 |
| Potensial Redoks (mV) | | | | |
| 06.00 – 07.00 h | 254,84±29,11 | 261,14±23,67 | 262,78±33,61 | 262,51±24,87 |
| 14.00 – 15.00 h | 258,27±23,39 | 261,25±42,21 | 259,33±11,89 | 266,14±30,36 |
| 17.00 – 18.00 h | 260,14±22,58 | 262,55±19,29 | 262,47±27,73 | 261,23±26,55 |
| 23.00 – 24.00 h | 261,32±41,55 | 262,18±29,68 | 261,31±41,03 | 262,32±32,86 |

Tabel 3. Data karakteristik unsur nitrogen (NH₃-N, NO₃-N dan NO₂-N) terlarut dalam air untuk empat perlakuan kepadatan berbeda selama masa produksi. Nilai yang disajikan merupakan data rata-rata ± standard deviasi dari delapan replikat per perlakuan.

| | Unit | Perlakuan | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | 300 udang m ⁻² | 400 udang m ⁻² | 500 udang m ⁻² | 600 udang m ⁻² |
| Amonia (NH ₃ -N) | mg L ⁻¹ | 0,22 ± 0,09 | 0,21 ± 0,12 | 0,30 ± 0,27 | 0,29 ± 0,44 |
| Nitrit (NO ₂ -N) | mg L ⁻¹ | 0,09 ± 0,12 | 0,11 ± 0,08 | 0,14 ± 0,30 | 0,14 ± 0,31 |
| Nitrat (NO ₃ -N) | mg L ⁻¹ | 42,88 ± 12,47 | 64,87 ± 20,56 | 78,55 ± 28,94 | 80,94 ± 30,22 |

Selama masa pengamatan, level oksigen terlarut, pH, suhu, salinitas, total padatan terlarut dan redoks potensial yang disajikan di Tabel 1 masih berada dalam jangkauan untuk mendukung optimalisasi laju pertumbuhan seperti yang disarankan oleh Boyd dan Tucker (1992). Penggunaan *air disc fine bubble diffuser* mampu meningkatkan level oksigen terlarut sehingga tidak memiliki perbedaan yang nyata di masing-masing perlakuan. Konsentrasi ammonia berada di kisaran 0,22 ± 0,09; 0,21 ± 0,12; 0,30 ± 0,27; and 0,29 ± 0,44 mg L⁻¹ untuk padat tebar 300 udang m⁻²; 400 udang m⁻²; 500 udang m⁻² dan 600 udang m⁻². Sementara untuk parameter NO₂-N and NO₃-N, konsentrasi yang diperoleh cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya padat tebar udang yang digunakan (Tabel 3). Penggunaan injektor venturi di kepadatan 300 dan 600 udang m⁻² memiliki kontribusi untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dibandingkan kontrol. Secara umum, penggunaan injektor venturi di kepadatan 300 udang m⁻² memiliki level oksigen terlarut lebih baik dibandingkan 600 udang m⁻² (Tabel 2).

Perlakuan padat tebar secara nyata mempengaruhi laju pertumbuhan udang. Berdasarkan data yang disajikan di Tabel 4 diketahui bahwa berat akhir (g), pertambahan berat (g) dan pertambahan berat harian (g) udang yang dibudidayakan di kepadatan 300 udang/m² secara statistic dan nyata lebih baik dibandingkan dengan udang yang dibudidayakan di kepadatan lebih tinggi ($P < 0.05$). Namun, untuk parameter biomas (Kg), kepadatan 300 udang m⁻² menghasilkan jumlah yang lebih sedikit dibandingkan

dengan perlakuan padat tebar yang lebih tinggi. Untuk asupan pakan, jumlah yang diberikan semakin meningkat seiring dengan jumlah padat tebar yang digunakan ($P < 0.05$). Untuk parameter FCR dan tingkat kelulushidupan (%) tidak memiliki perbedaan yang nyata diantara semua perlakuan.

Produksi udang Vannamei yang dilakukan secara intensif di bak beton (VITON) dapat dijadikan sebagai salah satu media alternatif untuk mendukung optimalisasi jumlah produksi. Kelayakan sebuah sistem produksi, selain dinilai dari bobot kultivan yang dihasilkan dan nilai ekonomi yang diperoleh, juga dapat dievaluasi melalui efisiensi penggunaan pakan selama masa produksi (Arsad et al., 2017). Data yang disajikan di Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan padat tebar yang tepat dengan memperhatikan *carrying capacity* sistem produksi dapat menghasilkan biomas, berat akhir, pertumbuhan berat dan rata-rata pertambahan berat harian yang cukup baik. Data yang disajikan menunjukkan bahwa efisiensi pakan tidak memiliki perbedaan yang cukup nyata di semua perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan data historis dari awal masa pemeliharaan dapat mencegah pemberian pakan yang berlebihan. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Sookying et al. (2011) dimana dengan menggunakan data historis yang tepat, FCR produksi udang dengan menggunakan kolam 0,1 ha dan dilapisi dengan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) menggunakan empat kepadatan berbeda, yakni 17, 26, 35 dan 45 udang m⁻² juga tidak memiliki perbedaan yang nyata di tiap

perlakuan. Namun [Sookying et al. \(2011\)](#) juga melaporkan bahwa berat akhir udang terus mengalami penurunan ketika padat tebar udang semakin ditingkatkan. Namun, untuk hasil yang diperoleh, jumlah biomas yang dihasilkan memiliki tren peningkatan ketika padat tebar ditingkatkan ([Sookying et al., 2011](#)). Pada kajian ini, jumlah biomas panen yang dihasilkan juga lebih banyak seiring dengan semakin meningkatnya padat tebar yang digunakan, namun berdampak negatif terhadap berat akhir rata-rata

udang yang dihasilkan dan, laju pertumbuhan harian. Hal ini menunjukkan bahwa jika menginginkan biomas atau hasil panen yang lebih baik, padat tebar tinggi dapat digunakan dengan memperhatikan berbagai aspek pendukung produksi. Namun, jikalau ingin mendapatkan udang dengan ukuran dan kualitas yang lebih baik, dapat menggunakan padat tebar lebih rendah serta disesuaikan dengan *carrying capacity* sistem produksi.

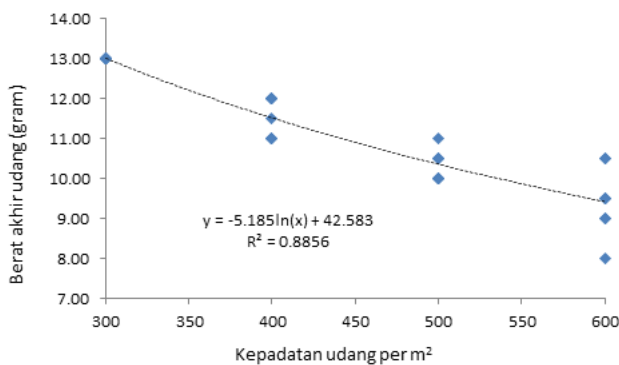
Tabel 4. Data laju pertumbuhan udang (berat awal rata-rata $0,3 \pm 0,07$ g) untuk empat perlakuan kepadatan yang berbeda. Nilai yang disajikan merupakan data rata-rata \pm standar deviasi dari delapan replikat per perlakuan.

| Padat tebar (udang m ⁻²) | Biomass (Kg) | Berat akhir (g) | Pertambahan berat (g) | ADG ¹ (g) | Input pakan (kg/bak) | FCR ² | Kelulushidupan (%) |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|
| 300 | 133,2 \pm 5,1 ^b | 13,0 \pm 0,2 ^a | 12,5 \pm 0,2 ^a | 0,17 \pm 0,02 ^a | 210,00 \pm 0,00 ^a | 1,58 \pm 0,06 | 56,36 \pm 2,17 |
| 400 | 156,9 \pm 15,7 ^{ab} | 11,6 \pm 0,5 ^b | 11,2 \pm 0,5 ^b | 0,16 \pm 0,00 ^b | 220,25 \pm 36,30 ^a | 1,40 \pm 0,18 | 52,98 \pm 4,72 |
| 500 | 172,8 \pm 10,0 ^{ab} | 10,3 \pm 0,4 ^c | 10,0 \pm 0,4 ^c | 0,15 \pm 0,01 ^c | 245,75 \pm 27,29 ^a | 1,43 \pm 0,20 | 52,36 \pm 2,70 |
| 600 | 198,7 \pm 32,0 ^{ab} | 9,3 \pm 1,0 ^d | 8,8 \pm 0,9 ^d | 0,14 \pm 0,02 ^d | 280,8 \pm 34,48 ^{ab} | 1,43 \pm 0,10 | 55,94 \pm 7,73 |
| P-value | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0850 | 0,4822 |
| PSE ³ | 19,8827 | 0,5728 | 0,5515 | 0,0139 | 28,5431 | 0,1468 | 4,8442 |
| Regresi linear | | | | | | | |
| r ² | 0,6173 | 0,8762 | 0,8849 | 0,7778 | 0,4858 | 0,0988 | 0,0074 |
| p-value | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0798 | 0,6388 |

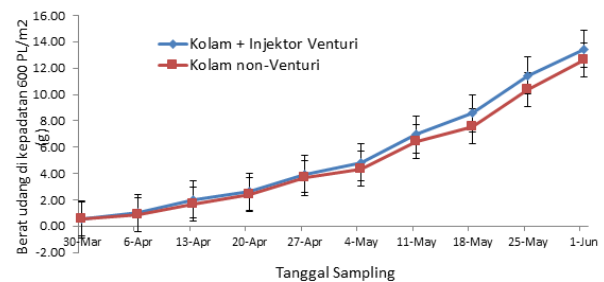
Keterangan:

Hasil dengan huruf superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang cukup nyata ($P < 0,05$). ¹ ADG = Average Daily Growth atau pertumbuhan rata-rata harian; ² FCR = Feed conversion ratio; ³ PSE = Pooled standard error.

Penggunaan padat tebar tinggi atau sistem intensif tentunya juga akan berdampak pada kondisi kualitas air media pemeliharaan ([Racotta & Hernández-Herrera, 2000](#)). Data yang disajikan oleh [Cohen et al. \(2005\)](#) menunjukkan adanya fluktuasi level NH₃-N di kisaran 0,01 – 0,32 mg L⁻¹; NO₂-N di 0,18 – 26,40 mg L⁻¹ dan NO₃-N di 0,2 – 16,90 mg L⁻¹ untuk produksi udang yang dilakukan dengan kepadatan 3,300 PL m⁻³ di sistem *raceway* dengan proses pergantian air yang terbatas. Menurut [Armstrong et al. \(1978\)](#), ammonia bersifat lebih racun dibandingkan nitrit dan nitrit memiliki sifat racun yang lebih tinggi dibandingkan nitrat.



Gambar 2. Grafik logaritmik pertumbuhan udang di empat kepadatan berbeda dengan 8 replikat selama masa perbesaran.



Gambar 3. Perbandingan laju pertumbuhan udang vannamei yang diberi pompa injektor venturi dan tanpa injektor venturi pada kepadatan 600 udang m⁻² (gambar atas) dan 300 udang m⁻² (gambar bawah).

Pengamatan yang dilakukan [Wickins \(1976\)](#) menunjukkan bahwa NH₃-N dengan konsentrasi 0,45 mg L⁻¹ dapat mengurangi laju pertumbuhan Vannamei hingga 50%. Senyawa Nitrat (NO₃-N) walaupun digolongkan dalam kategori sedikit toksik dibandingkan NH₃-N dan NO₂-N, konsentrasi lebih dari 220 mg L⁻¹ memiliki dampak negatif terhadap kelulushidupan, pertumbuhan dan biomas udang yang dihasilkan. Data yang diperoleh pada hasil kajian ini menunjukkan bahwa media pemeliharaan masih berada level yang dipersyaratkan untuk mendukung optimalisasi produksi. Namun, perlu tindakan lebih lanjut untuk mempertahankan konsentrasi unsur nitrogen terlarut agar selalu berada dalam kondisi optimum. Aplikasi kombinasi antara *air disc fine bubble diffuser* sebagai suplai oksigen utama dan kincir 0,5 HP (Minipadd™) sebagai media tambahan dapat digunakan untuk mempertahankan level oksigen terlarut dalam media pemeliharaan.

Namun menarik untuk diamati bahwa peningkatan konsentrasi oksigen terlarut melalui aplikasi injektor venturi, selain dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut di media pemeliharaan dibandingkan kontrol, juga dapat meningkatkan produktivitas udang Vannamei. Lebih lanjut aplikasi injektor venturi di kepadatan optimum (300 udang m⁻²) akan menghasilkan laju pertumbuhan udang Vannamei yang lebih baik. Hal ini tentu berkaitan dengan *carrying capacity* yang lebih baik pada kepadatan optimum dibandingkan kepadatan udang yang dapat mempengaruhi kapasitas media produksi.

Terkait dengan tingkat kelulushidupan (SR), data yang diperoleh Sookying et al. (2011) menunjukkan SR (%) di kisaran 61,5±6,40; 58,0±8,73; 59,5±10,14 dan 65,1±11,19 untuk empat pada tebar yang berbeda dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata untuk setiap perlakuan. Hal yang sama juga diperoleh pada kajian ini, dimana tidak diperoleh perbedaan yang nyata untuk tingkat kelulushidupan di tiap perlakuan. Hanya saja ada kecenderungan bahwa tingkat kelulushidupan udang Vannamei akan sedikit lebih baik di padat tebar yang lebih rendah. Rendahnya tingkat kelulushidupan tidak dipengaruhi oleh kualitas air media pemeliharaan sebagai dampak dari perlakuan padat tebar dan input pakan yang berbeda, namun diduga akibat stress lingkungan dari tingginya tingkat mortalitas pasca pemindahan udang dari bak pendederan ke bak perbesaran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum, terdapat korelasi negatif untuk laju pertumbuhan udang Vannamei ketika padat tebar semakin ditingkatkan dari 300 udang m⁻² ke 600 udang m⁻². Namun, peningkatan padat tebar ini tidak memiliki pengaruh nyata terhadap FCR dan tingkat kelulushidupan udang Vannamei. Aplikasi injektor venturi mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut dan juga produktivitas udang Vannamei. Terkait dengan biomas, produktivitas kolam akan dapat ditingkatkan melalui peningkatan padat tebar yang digunakan, namun hal ini akan berpengaruh pada laju pertumbuhan udang secara individu. Selama masa produksi, tidak ada pengaruh yang cukup nyata terhadap kualitas air media pemeliharaan dan juga insiden munculnya wabah penyakit selama masa pemeliharaan di empat padat tebar yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa melalui manajemen pemeliharaan yang baik, aplikasi padat tebar tinggi untuk meningkatkan hasil produksi masih memungkinkan untuk dilakukan. Namun, tentu hal ini tentu harus memperhatikan *carrying capacity* media pemeliharaan, profil nutrisi yang sesuai untuk kebutuhan spesifik udang Vannamei, manajemen air, serta perlakuan manajemen kesehatan udang selama masa pemeliharaan dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf Batam Dae Hae Seng yang telah membantu pelaksanaan percobaan ini dari masa persiapan hingga akhir. Penulis juga menghaturkan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Pak Suprianto yang telah mensupervisi kegiatan produksi mulai dari masa persiapan hingga akhir produksi dan kepada PT. Multi Dimensi Kreasi yang telah

menyediakan injektor venturi sebagai bahan pengamatan pertumbuhan udang. Penyebutan merk dagang pada artikel ini tidak berarti penulis melakukan dukungan dan juga bukan berarti menghalangi penggunaan produk lain yang juga memiliki efektifitas dan efisiensi yang baik untuk produksi udang Vannamei.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, D. A., D. Chippendale, A. W. Knight & J. E. Colt. 1978. Interaction of ionized and unionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrachium rosenbergii*. Biological Bulletin 154:15-31.
- Arnold, S. J., F. E. Coman, C. J. Jackson & S. A. Groves. 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: an evaluation of artificial substrates and stocking density. Aquaculture 293:42-48.
- Arsad, S., A. Afandy, A.P. Purwadhi, D.K. Saputra & N.R. Buwono. 2017. Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda [Study of Vaname Shrimp Culture (*Litopenaeus vannamei*) in Different Rearing System]. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 9(1): 1-14.
- Boyd, C. E & C.S Tucker. 1992. Water quality and pond soil analyses for aquaculture. Water quality and pond soil analyses for aquaculture.
- Brock J & K.L. Main. 1994. A Guide to the Common Problems and Diseases of Cultured *Penaeus vannamei*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. pp. 242
- Cohen, J.M., T.M. Samocha, J.M. Fox, R.L. Gandy & A.L. Lawrence. 2005. Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *Litopenaeus vannamei* using limited discharge and biosecure management tools. Aquacultural engineering, 32(3-4): 425-442.
- Direkbusarakom, S & Y. Danayadol. 1998. Effect of oxygen deshrimpation on some parameters of the immune system in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Advances in shrimp biotechnology*: 147-149.
- Façanha, F. N., A.R. Oliveira-Neto, C. Figueiredo-Silva & A.J. Nunes. 2016. Effect of shrimp stocking density and graded levels of dietary methionine over the growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in a green-water system. Aquaculture, 463: 16-21.
- Jescovitch, L.N., C. Ullman, M. Rhodes & D.A Davis. 2018. Effects of different feed management treatments on water quality for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Research, 49(1): 526-531.
- Kautsky, N., P. Rönnbäck, M. Tedengren & M. Troell. 2000. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. Aquaculture, 191(1-3): 145-161.
- Krummenauer, D., S. Peixoto, R.O. Cavalli, L.H. Poersch & W. Wasielesky. 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in southern Brazil at different stocking densities. Journal of the World Aquaculture Society, 42(5): 726-733.

- McGraw, W., D.R. Teichert-Coddington, D.B Rouse & C.E Boyd. 2001. Higher minimum dissolved oxygen concentrations increase penaeid shrimp yields in earthen ponds. *Aquaculture*, 199 (3-4): 311-321.
- Mena-Herrera, A., C. Gutierrez-Corona, M. Linan-Cabello & H. Sumano-Lopez. 2006. Effects of stocking densities on growth of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in earthen ponds.
- Moss, K.R.K & S. M. Moss. 2004. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 35:537-542
- Racotta, I.S & R. Hernández-Herrera. 2000. Metabolic responses of the white shrimp, *Penaeus vannamei*, to ambient ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 125(4): 437-443.
- Ray, A.J., K.S. Dillon & J.M Lotz. 2011. Water quality dynamics and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. *Aquacultural Engineering*, 45(3): 127-136.
- Ruiz-Velazco, J. M., A. Hernández-Llamas, V.M. Gomez-Muñoz & F.J. Magallon,. 2010. Dynamics of intensive production of shrimp *Litopenaeus vannamei* affected by white spot disease. *Aquaculture*, 300(1-4): 113-119.
- Samadan, G. M., Rustadi, Djumanto & Murwantoko. 2018. Production performance of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* at different stocking densities reared in sand ponds using shrimpastic mulch. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 11(4): 1213-1221.
- Sandifer, P.A & J.T. Hopkins. 1996. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. *Aquacultural Engineering* 15: 41-52.
- Suantika, G., M.L. Situmorang, J.B. Kurniawan, S.A Pratiwi, P. Aditiawati, D.I. Astuti, F.F.N Azizah, Y.A. Djohan, U. Zuhri & T.M. Simatupang. 2018. Development of a zero water discharge (ZWD)-Recirculating aquaculture system (RAS) hybrid system for super intensive white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture under low salinity conditions and its industrial trial in commercial shrimp urban farming in Gresik, East Java, Indonesia. *Aquacultural Engineering*, 82, pp.12-24.
- Wickins JF. 1976. The tolerance of warm-water prawns to recirculated water. *Aquaculture* 9: 19-3
- Zulkarnain, R., K. Adiyana, Waryanto, H. Nugroho, B. Nugraha, L. Thesiana & E. Supriyono. 2020. Selection of intensive shrimp farming technology for small farmers with analytical hierarchy process: a case for whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 404 (1). IOP Publishing. pp. 12 - 17.