

Suplementasi Alginat dan Spirulina Meningkatkan Ketahanan Udang *Litopenaeus vannamei* Terhadap Pajanan Salinitas

Alisa Sukma Adella*, Ervia Yudiati, Sri Sedjati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, e-mail: alisasukmaadella@gmail.com

ABSTRAK: Permintaan pasar yang tinggi membuat *Litopenaeus vannamei* menjadi komoditas penting yang perlu ditingkatkan produksinya. Salah satu upaya peningkatan produksi budidaya udang adalah dengan memberikan pakan yang sesuai dengan kebutuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari suplementasi alginat dan Spirulina dalam pakan udang pada ketahanan terhadap tingkat kelangsungan hidup, stres salinitas, serta pertumbuhan panjang dan berat dari post-larvae *L. vannamei*. Metode penelitian dilakukan dengan suplementasi selama 14 hari yang terdiri dari K (kontrol), perlakuan AS 1 (Alg 1 g+Spr 1 mg/kg), perlakuan AS 2 (Alg 2 g+Spr 2 mg/kg), dan perlakuan AS 3 (Alg 3 g+Spr 5 mg/kg) dengan masing-masing 4 pengulangan. Tingkat kelangsungan hidup *L. vannamei* dihitung kemudian dilakukan uji stres salinitas dengan menempatkan udang dari media bersalinitas 25 ppt menjadi 0 ppt. Kelulushidupan udang dicatat setiap 10 menit hingga kematian mencapai >50% dari total udang keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi diperoleh pada udang dengan perlakuan K (87,5%), diikuti AS 1 (85,5%), AS 2 (85%), dan AS 3 (79,5%). Ketahanan terhadap salinitas dengan waktu terlalu lama secara berurutan terjadi pada udang dengan perlakuan AS 1 (100 menit), AS 2 (90 menit) serta K (80 menit) dan AS 3 (80 menit). Pertumbuhan panjang tertinggi terdapat pada AS 3 (0,940 cm), AS 2 (0,926 cm), AS 1 (0,897 cm), dan K (0,890 cm). Pertumbuhan berat tergolong sama pada K (0,023 g), AS 1 (0,023 g), dan AS 3 (0,023 g) dan berat terkecil terdapat pada perlakuan AS 2 (0,018 g).

Kata kunci: Kelangsungan hidup; Pertumbuhan; Suplementasi; Stres Salinitas

Alginate and Spirulina Supplementation Increases Resistance of Litopenaeus vannamei Shrimp Against Salinity Exposure

ABSTRACT: High market demand makes *Litopenaeus vannamei* an important commodity that needs to be increased in production. One of the efforts to increase the production of shrimp aquaculture is to provide feed according to the needs. This study aims to determine the effect of alginate and Spirulina supplementation in shrimp feed on resistance to survival, salinity stress, and growth in length and weight of *L. vannamei* post-larvae. The research method was carried out by supplementation for 14 days consisting of K (control), AS 1 treatment (Alg 1 g+Spr 1 mg/kg), AS 2 treatment (Alg 2 g+Spr 2 mg/kg), and AS 3 treatments (Alg 3 g+Spr 5 mg/kg) with 4 repetitions each. The survival rate of *L. vannamei* was calculated then a salinity stress test was carried out by placing the shrimp from media with a salinity of 25 ppt to 0 ppt. Shrimp survival was recorded every 10 minutes until death reached > 50% of the total shrimp. The results showed that the highest survival rate was obtained in shrimp treated with K (87.5%), followed by AS 1 (85.5%), AS 2 (85%), and AS 3 (79.5%). Resistance to salinity with the longest time sequentially occurred in shrimp treated with AS 1 (100 minutes), AS 2 (90 minutes) and K (80 minutes) and AS 3 (80 minutes). The highest growth in length was found in AS 3 (0.940 cm), AS 2 (0.926 cm), AS 1 (0.897 cm), and K (0.890 cm). Weight growth was the same in K (0.023 g), AS 1 (0.023 g), and AS 3 (0.023 g) and the smallest weight was found in AS 2 treatment (0.018 g).

Keywords: Survival; Growth; Supplementation; Salinity Stress

PENDAHULUAN

Budidaya *Litopenaeus vannamei* menjadi budidaya yang populer di kalangan masyarakat saat ini. *L. vannamei* dipilih karena waktu pemeliharaan yang singkat dan mudah dalam proses budidayanya sebab udang ini tahan terhadap penyakit, memiliki tingkat kelangsungan hidup tinggi serta nilai konversi pakannya yang rendah (Putri *et al.*, 2020). Udang dinilai sebagai komoditas yang penting dalam industri krustasea, terutama *L. vannamei* yang produksinya mendominasi di negara tropis. Permintaan pasar akan *L. vannamei* sangat besar sehingga banyak pihak termasuk pemerintah berusaha untuk meningkatkan produksinya (Kurniawan *et al.*, 2021). Berbagai pihak berupaya meningkatkan produksi dengan memikirkan cara-cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan kelangsungan hidup *L. vannamei*.

Upaya peningkatan produksi budidaya udang yang dapat dilakukan ialah dengan pemberian pakan yang sesuai dengan kebutuhan udang. Pakan yang sesuai membuat pertumbuhan udang menjadi optimal dan produksi pun dapat ditingkatkan (Perdana *et al.*, 2021). Bahan baku yang umum digunakan sebagai tambahan pada pakan ialah rumput laut. Alginat ialah polisakarida alami yang diperoleh dari dinding sel alga cokelat (Raus *et al.*, 2021). Alginat adalah gel yang terdiri atas ion Natrium, Kalsium, Magnesium, Strontium dan Barium yang komposisinya ditentukan oleh keseimbangan pertukaran ion dan air laut (Pawar & Edgar, 2012). Alginat dinilai dapat meningkatkan sistem kekebalan pada udang (Yudiati *et al.*, 2021).

Kandungan nutrisi pada pakan menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan produksi udang. Pakan yang berasal dari alam dianggap mampu memenuhi nutrisi saat kehidupan awal larva udang, salah satu contohnya yaitu Spirulina. Spirulina menandung sebanyak 60% protein yang terdiri atas 12 asam amino esensial dan 10 vitamin (Putri *et al.*, 2013). Ekstrak air dari Spirulina mengandung pigmen fikosianobilin yang terdiri atas allofikosianin, fikosianin, serta fikoeritrin yang berfungsi sebagai antioksidan serta menangkal radikal bebas yang dapat merusak kekebalan tubuh (Sedjati *et al.*, 2022).

Faktor lain yang perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan produksi udang adalah salinitas. Salinitas air sangat mempengaruhi laju pertumbuhan serta tingkat kelulushidupan *L. vannamei* (Salsabiela, 2020). Uji stres salinitas digunakan untuk mengetahui kualitas dari suatu benur. Uji stres salinitas dilakukan dengan cara menurunkan kadar salinitas secara drastis sehingga dapat diketahui tingkat kelulusan hidup suatu benur (Khairul, 2018). Benur yang berkualitas baik dapat meningkatkan keberhasilan budidaya. Suplementasi alginat dan Spirulina pada pakan buatan komersial diduga dapat menjadi solusi untuk meningkatkan hasil produksi dalam rangka memenuhi permintaan pasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari suplementasi alginat dan Spirulina dalam pakan udang pada tingkat kelangsungan hidup, ketahanan terhadap stres salinitas, serta pertumbuhan panjang dan berat dari post-larvae (PL) *L. vannamei*.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada 22 Juni – 8 Juli 2022. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Kota Semarang. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental laboratoris. Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 kelompok perlakuan dan 4 pengulangan. Perlakuan tersebut diantaranya adalah kontrol, AS 1 (Alg 1 g+Spr 1 mg/kg), AS 2 (Alg 2 g+Spr 2 mg/kg), dan AS 3 (Alg 3 g+Spr 5 mg/kg).

Persiapan media pemeliharaan dilakukan dengan sterilisasi air laut menggunakan kaporit sebanyak 30 ppm dan diaerasi selama 1 hari. Air laut 25 ppt yang sudah bebas dari kaporit dipindahkan ke dalam wadah pemeliharaan berupa botol ukuran 1,5 liter sebanyak 16 buah. Botol sebelum digunakan terlebih dahulu dicuci. Bagian tutup botol disumbat dengan kapas dan diisi pasir hingga batas 100 ml sebagai filtrasi.

Pakan buatan komersial Evergreen yang memiliki tekstur butiran disuplementasi dengan alginat dan Spirulina dalam 3 perlakuan dan juga dibuat satu kontrol tanpa penambahan apapun. Alginat 10.000 ppm dan Spirulina 100 ppm dicampurkan dengan jumlah 0,1 ml dan 0,01 ml untuk

perlakuan AS 1; 0,2 ml dan 0,03 ml untuk perlakuan AS 2; serta 0,3 ml dan 0,05 ml untuk perlakuan AS 3. Semua perlakuan ditambahkan dengan air laut hingga menjadi 0,5 ml. Pakan ini lalu dikeringkan dengan cara dimasukkan ke dalam oven dan diatur suhunya sebesar 60°C. Pakan yang telah kering ditempatkan pada wadah rapat dan stok disimpan dalam kulkas.

Masa pemeliharaan *L. vannamei* pada penelitian ini dilakukan selama 14 hari yakni pada PL-8 hingga PL-21. Selama masa pemeliharaan dilakukan penyiponan rutin tiap dua hari sekali. Pemberian pakan diberikan sebanyak 4 kali. Pakan perlakuan diberikan pada pukul 08.00; 12.00; 16.00; dan 20.00.

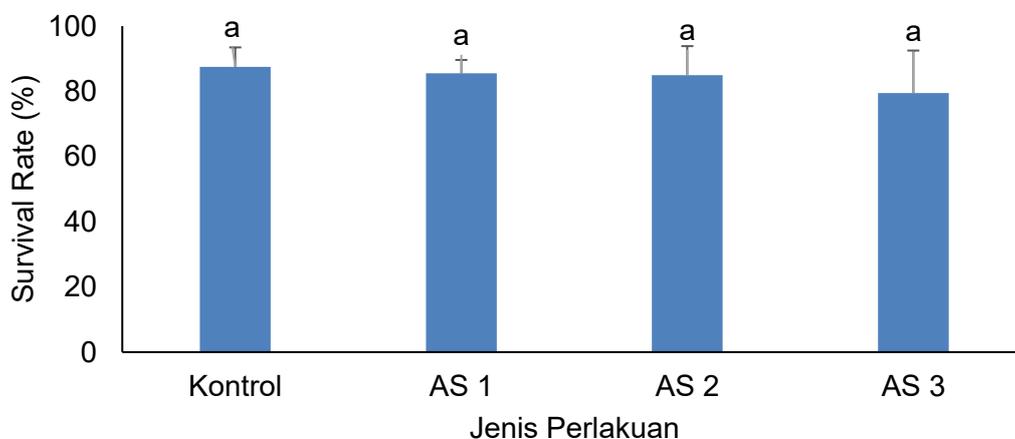
Tiap botol perlakuan diambil 20 PL udang untuk dilakukan uji stres salinitas. Air yang digunakan adalah air dengan salinitas 0 ppt. PL udang disaring lalu dimasukkan pada botol falcon 50 ml berisi aquades dan diamati. Kelulushidupan udang dicatat setiap 10 menit hingga kematian mencapai > 50% dari total udang keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data tingkat kelangsungan hidup diperoleh setelah dilakukan pemeliharaan selama 14 hari menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup antar perlakuan tergolong sama. Tingkat kelangsungan hidup disajikan pada Gambar 1.

Tingkat kelangsungan hidup dari PL *L. vannamei* yang disuplementasi alginat dan Spirulina menunjukkan rata-rata nilai SR tertinggi terdapat pada kontrol dengan nilai sebesar 87,5%, diikuti AS 1 dengan 85,5%, AS 2 sebesar 85% dan AS 3 dengan 79,5%. Semua jenis perlakuan memiliki tingkat kelangsungan hidup diatas 70%. Tingkat kelangsungan hidup udang dikategorikan baik apabila > 70% (Tuiyo *et al.*, 2022).

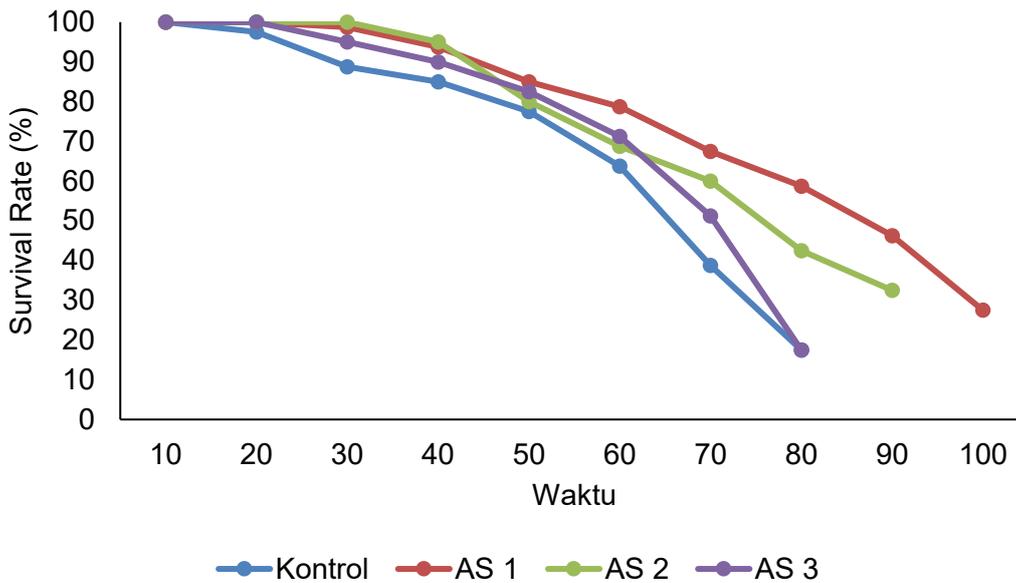
Berdasarkan hasil analisis uji one way ANOVA menunjukkan bahwa suplementasi alginat dan Spirulina dalam pakan tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) pada tingkat kelangsungan hidup dari post larvae *L. vannamei*. Berdasarkan hasil data menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan. Suplementasi menjadi tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup diduga karena kurangnya jumlah pakan yang diberikan. Tingkat kelangsungan hidup PL *L. vannamei* dipengaruhi oleh jumlah pakan yang diberikan (Tuiyo *et al.*, 2022). Pemberian alginat dan Spirulina meningkatkan napsu makan udang sehingga kebutuhan pakan menjadi lebih banyak. Alginat sendiri memiliki kemampuan untuk membantu melancarkan daya cerna pakan sehingga nafsu makan udang akan meningkat (Widyantoko *et al.*, 2015). Penelitian Utomo *et al.* (2006) menunjukkan hasil jika Spirulina mampu menambah nafsu makan ikan. Kebutuhan pakan yang tidak terpenuhi memicu terjadinya kanibalisme pada *L. vannamei* (Putri *et al.*, 2020). Adanya kanibalisme dapat membuat tingkat kelangsungan hidup menjadi lebih rendah.



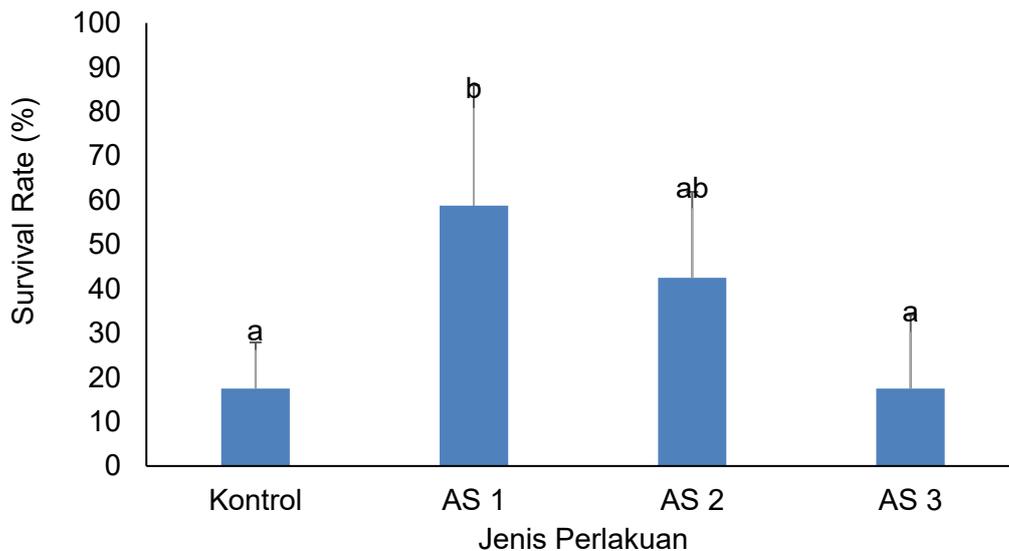
Gambar 1. Tingkat kelangsungan hidup PL *L. vannamei* pada akhir pemeliharaan. Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($p>0,05$)

Pengamatan ketahanan PL udang yang dilakukan tiap 10 menit selama uji stres salinitas menunjukkan bahwa kontrol memiliki ketahanan terhadap stress salinitas terendah. Kelompok perlakuan AS 1 memperoleh tingkat ketahanan yang paling tinggi. Data pengamatan ketahanan PL udang disajikan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.

Tingkat kelangsungan hidup dari PL *L. vannamei* yang disuplementasi alginat dan Spirulina menunjukkan rata-rata nilai SR pada menit ke-80 yang tertinggi diperoleh kelompok perlakuan AS 1 dengan 58,75%, diikuti oleh AS 2 dengan 42,5% serta Kontrol dan AS 3 yang keduanya senilai 17,5%. Waktu hidup PL udang paling lama terdapat pada kelompok perlakuan AS dengan 100 menit, diikuti AS 2 dengan 90 menit, serta Kontrol dan AS 3 dengan waktu 80 menit.



Gambar 2. Tingkat ketahanan hidup PL *L. vannamei* melalui uji stress salinitas pada waktu yang berbeda



Gambar 3. Tingkat ketahanan hidup PL *L. vannamei* pada menit ke-80 terhadap uji stress salinitas. Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

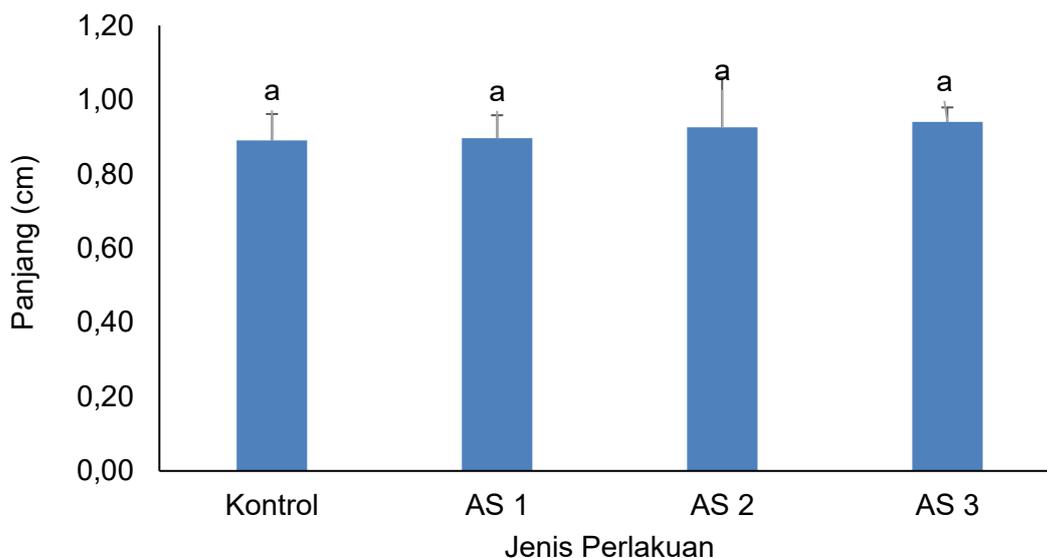
Hasil analisis uji one way ANOVA menunjukkan bahwa suplementasi alginat dan Spirulina dalam pakan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada ketahanan terhadap stres salinitas dari post larvae *L. vannamei*. Berdasarkan hasil data pengamatan ketahanan PL *L. vannamei* terhadap stres salinitas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan. AS 1 adalah perlakuan dengan ketahanan tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan AS 2 namun berbeda nyata dengan Kontrol dan AS 3.

Kelompok perlakuan AS 1 diduga menjadi konsentrasi terbaik dari kombinasi alginat dan Spirulina karena dapat bertahan dalam kondisi salinitas 0 dengan waktu yang paling lama di antara kelompok perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan suplementasi alginat dari *Sargassum siliquosum* meningkatkan kekebalan pada *L. vannamei* (Yudiati *et al.*, 2016). Penggunaan Spirulina dalam pakan juga dapat meningkatkan ketahanan tubuh udang (Putri *et al.*, 2013)

AS 1 merupakan kelompok perlakuan dengan konsentrasi alginat dan Spirulina terendah. Konsentrasi alginat dan Spirulina yang terlalu tinggi dapat berubah menjadi toksik bagi udang. Tingginya konsentrasi alginat mengindikasikan banyaknya kandungan bahan untuk meningkatkan ketahanan tubuh namun kandungan yang terlalu tinggi dapat menimbulkan efek negatif (Rustikawati, 2012).

Salinitas sangat berhubungan dengan osmoregulasi dan daya tahan tubuh udang. Udang merupakan hewan euryhaline tetapi juga memerlukan kondisi lingkungan yang optimal agar dapat mengatur osmoregulasinya (Saptiani *et al.*, 2016). Udang yang dipelihara di salinitas ekstrem akan membuat daya tahan tubuh udang berada di titik terendah (Utami *et al.*, 2016). Udang diuji dengan menurunkan salinitas dari 25 ppt menjadi 0 ppt. Tingkat kematian udang hingga 100% dapat terjadi karena adanya penurunan salinitas secara ekstrem (Hadi *et al.*, 2018). Penurunan salinitas secara drastis membuat hewan kesulitan dalam mengatur osmoregulasi tubuhnya sehingga menyebabkan hewan tersebut mengalami kematian (Rachmawati *et al.*, 2012). Benur yang dapat bertahan hidup dalam salinitas rendah memiliki daya tahan tubuh yang baik karena dapat tahan terhadap tekanan osmotik lingkungannya (Khairul, 2018). Suplementasi alginat dan Spirulina dapat meningkatkan daya tahan tubuh udang sehingga mampu bertahan lebih lama terhadap perubahan salinitas.

Pengamatan pertumbuhan panjang dilakukan sebelum dan setelah pemeliharaan PL udang selama 14 hari menunjukkan bahwa panjang udang antar perlakuan tergolong sama. Rata-rata panjang udang tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan AS 3 sedangkan rata-rata panjang udang terendah terdapat pada Kontrol. Data pertumbuhan panjang PL udang disajikan pada Gambar 4.



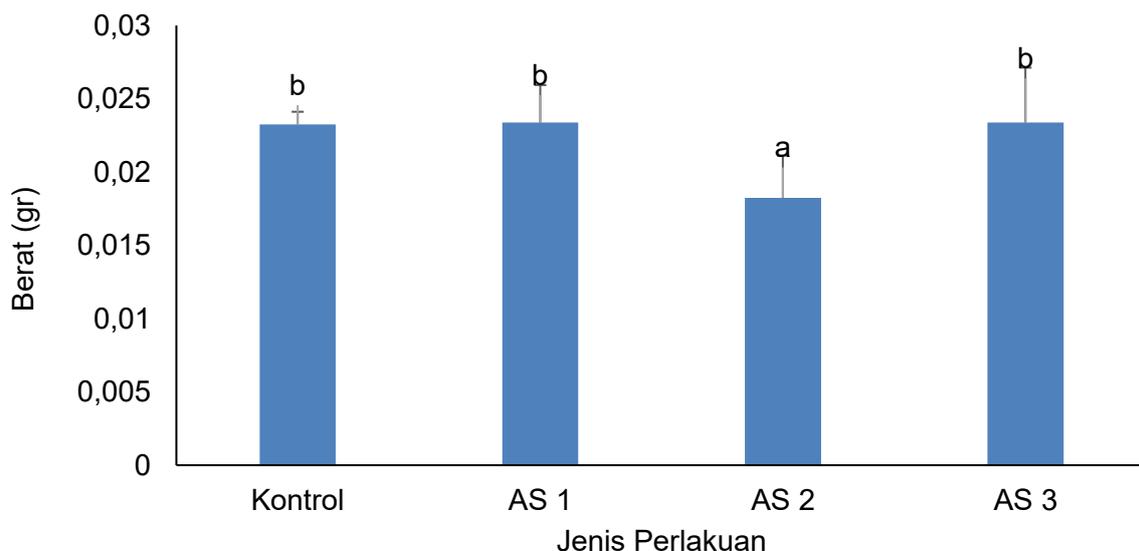
Gambar 4. Pertumbuhan panjang PL *L. vannamei*. Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($p > 0,05$)

Perhitungan rata-rata pertumbuhan panjang mutlak dari PL *L. vannamei* yang disuplementasi alginat dan Spirulina memperlihatkan pertumbuhan panjang tertinggi pada perlakuan AS 3 dengan 0,940 cm, diikuti perlakuan AS 2 dengan 0,926 cm, perlakuan AS 1 dengan 0,897 cm dan Kontrol dengan 0,890 cm. Pertumbuhan tertinggi didapatkan oleh perlakuan dengan konsentrasi tertinggi. Alginat dari rumput laut cokelat pada pakan memiliki fungsi sebagai imunostimulan yang membuat kekebalan terhadap bakteri dan patogen meningkat sehingga energi tubuh dapat digunakan untuk pertumbuhan (Widyantoko *et al.*, 2015). Spirulina memiliki protein tinggi yakni sekitar 55-70% yang didalamnya banyak terkandung asam amino esensial (Christwardana *et al.*, 2013). Asam amino esensial ini diperlukan untuk pertumbuhan serta pemeliharaan sel-sel (Maulidiyanti *et al.*, 2015).

Hasil analisis uji one way ANOVA menunjukkan bahwa suplementasi alginat dan Spirulina dalam pakan tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) pada pertumbuhan panjang dari post larvae *L. vannamei*. Uji lanjutan Duncan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan. Hasil perlakuan suplementasi alginat dan Spirulina memiliki pertumbuhan panjang tertinggi meskipun dinilai tidak berpengaruh nyata. Hasil ini diduga karena waktu pemeliharaan yang terlalu singkat sehingga perbedaan antar perlakuan tergolong kecil. Pemeliharaan pada penelitian ini dilakukan selama 14 hari sedangkan pada penelitian Tuiyo *et al.* (2022) dilakukan selama 30 hari. Penelitian Awaludin *et al.*, (2020) juga melakukan pemeliharaan selama 28 hari untuk penelitian pertumbuhan udang.

Pengamatan pertumbuhan berat udang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antar kelompok perlakuannya. Kelompok perlakuan AS 1 dan AS 3 memiliki udang dengan rata-rata berat tertinggi sedangkan kelompok perlakuan AS 2 memiliki rata-rata berat terendah. Data pertumbuhan berat PL udang disajikan pada Gambar 5.

Perhitungan rata-rata pertumbuhan berat mutlak dari PL *L. vannamei* yang disuplementasi alginat dan Spirulina memperlihatkan pertumbuhan berat tergolong sama pada Kontrol, AS 1, dan AS 3 dengan 0,023 g sedangkan AS 2 memiliki berat 0,0182 g. Hasil analisis uji one way ANOVA menunjukkan bahwa suplementasi alginat dan Spirulina dalam pakan berpengaruh nyata ($p<0,05$) pada pertumbuhan berat dari post larvae *L. vannamei*. Uji lanjutan Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara AS 2 dengan kelompok perlakuan lainnya. Hal ini dapat dikarenakan benur tidak makan secara merata sehingga pertumbuhan berat menjadi tidak sama (Supito *et al.*, 2017). Perbedaan ini diduga karena kualitas benur pada AS 2 tergolong tidak terlalu baik sehingga terjadi perbedaan berat. Salah satu penyebab yang menghambat pertumbuhan udang adalah kualitas benur yang rendah (Putri *et al.* 2020).



Gambar 5. Pertumbuhan berat PL *L. vannamei*. Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p<0,05$)

Penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan antara hasil analisis data pertumbuhan dan berat dari PL *L. vannamei*. Pertumbuhan panjang dan berat tidak berbanding lurus dapat disebabkan oleh udang yang tidak memakan pakan yang diberi secara merata sehingga kandungan nutrisi yang terserap tidak optimal dan hanya mengalami salah satu pertumbuhan saja (Tuiyo *et al.* 2022). Pertumbuhan udang yang tidak optimal diduga disebabkan oleh padat tebar yang tinggi. Penelitian ini menggunakan PL 8 sebanyak 50 individu yang diisi pada botol berukuran 1,5 liter sedangkan pada penelitian Tuiyo *et al.* (2022) menggunakan PL 10 sebanyak 20 individu/liter. Penelitian Usman *et al.* (2022) menyatakan bahwa padat tebar optimal untuk kelangsungan hidup serta pertumbuhan pada PL 8 ialah 25 individu/liter. Padat tebar yang tinggi membuat ruang gerak untuk memperoleh makanan dan oksigen menjadi terbatas sehingga pertumbuhan udang tidak maksimal (Pratama & Suciyo, 2022). Masa pemeliharaan diduga juga terlalu singkat untuk penelitian pertumbuhan panjang dan berat udang.

KESIMPULAN

Suplementasi alginat dan Spirulina dalam pakan udang tidak berpengaruh nyata pada tingkat kelangsungan hidup post-larvae *L. vannamei*. Suplementasi ini berpengaruh nyata pada ketahanan terhadap stres salinitas post-larvae *L. vannamei* dengan AS 1 (Alg 1 g+Spr 1 mg/kg) sebagai perlakuan yang memiliki ketahanan tertinggi. Suplementasi ini tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan panjang tetapi berpengaruh nyata pada pertumbuhan berat post-larvae *L. vannamei*.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin, A., Simanjuntak, R.F., & Jumsan, J., 2020. Modifikasi Pakan Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, 37(3):168–74.
- Christwardana, M., Nur, M.M.A., & Hadiyanto, H., 2013. *Spirulina platensis*: Potensinya sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1):1–4.
- Hadi, F.R., Riyantini, I., Subhan, U., & Ihsan, Y.N., 2018. Efek Cekaman Salinitas Rendah Perairan terhadap Kemampuan Adaptasi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(2):72–79.
- Khairul, K.K., 2018. Uji Stress Test Melalui Penurunan Salinitas Berbeda untuk Menentukan Kualitas Benur Udang Windu (*Penaeus monodon fabricius*, 1979). *Edu Science*, 5(2):6–10. DOI: 10.36987/jes.v5i2.924.
- Kurniawan, A., Pramudia, Z., Rahardjo, Y.T., Julianto, H., & Amin, A.A., 2021. Kunci Sukses Budidaya Udang Vaname: Pengelolaan Akuakultur Berbasis Ekologi Mikroba. UB Press, Malang.
- Maulidiyanti., Santoso, L., & Hudaidah, S., 2015. Pengaruh Pemberian Pakan Alami *Daphnia sp* yang Diperkaya dengan Tepung Spirulina terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan. *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 4(1):461–470.
- Pawar, S.N., & Edgar, K.J., 2012. Alginate Derivatization: A Review of Chemistry, Properties and Applications. *Biomaterials*, 33(11):3279–3305. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2012.01.007
- Perdana, P.A., Lumbessy, S.Y., & Setyono, B.D.H., 2021. Pengkayaan Pakan Alami *Artemia sp.* dengan *Chaetoceros sp.* Pada Budidaya Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Marine Research*, 10(2):252–58. DOI: 10.14710/jmr.v10i2.30375.
- Pratama, A.W.W., & Suciyo., 2022. Performa Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Intensif. *Fisheries of Wallacea Journal*, 3(2):71–80. DOI: 10.24815/jkpi.v2i2.26449.
- Putri, F.M., Sarjito, & Suminto., 2013. Pengaruh Penambahan *Spirulina sp.* dalam Pakan Buatan terhadap Jumlah Total Hemosit dan Aktivitas Fagositosis Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(1):101–112.
- Putri, T., Supono, & Putri, B., 2020. Pengaruh Jenis Pakan Buatan dan Alami terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuakultur*

- Rawa Indonesia*, 8(2):76–92. DOI:10.36706/jari.v8i2.12760.
- Rachmawati, D., Hutabarat, J., & Anggoro, S., 2012. Pengaruh Salinitas Media Berbeda terhadap Pertumbuhan Keong Macan (*Babylonia spirata* L.) pada Proses Domestikasi. *Ilmu Kelautan*, 17(3):41–47.
- Raus, R. A., Nawawi, W.M.F.W., & Nasaruddin, R.R., 2021. Alginate and Alginate Composites for Biomedical Applications. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 16(3):280–306. DOI: 10.1016/j.ajps.2020.10.001.
- Rustikawati, I., 2012. Efektivitas Ekstrak *Sargassum* sp. terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi *Streptococcus iniae*. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(2): 25–34.
- Salsabiela, M., 2020. Pola Osmoregulasi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Dewasa yang Diablastasi dan Dikultivasi pada berbagai Tingkat Salinitas.” *Gema Wiralodra*, 11(1):43–53. DOI: 10.31943/gemawiralodra.v11i1.117.
- Saptiani, G., Pebrianto, C.A., Hardi, E.H., & Agustina., 2016. Kerentanan Udang Windu (*Panaeus monodon*) terhadap *Vibrio harveyi* pada Berbagai Stadia Molt dan Osmolaritas. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 18(1):19–25. DOI: 10.22146/jfs.10327.
- Sedjati, S., Yudiati, E., Supriyanti, E., Azhar, N., & Yulian, C.V.A., 2022. Bioenkapsulasi Nauplii *Artemia* dengan *Spirulina* sp. dan Resistensinya terhadap Bakteri *Vibrio* spp. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1):79–86. DOI: 10.14710/jkt.v25i1.12763.
- Supito, A.T., Soleh, M., Adiwidjaya, D., Arifin, Z., Susanto, A., Priyoutomo, T.P., Setiadi, A., & Chorim, M. A., 2017. Teknik Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara.
- Tuiyo, R., Lamadi, A., & Pakaya, D., 2022. Pengaruh Pemberian Probiotik pada Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi*, 2(1):13–20. DOI: 10.56190/jvst.v2i1.16.
- Usman, S., Masriah, A., & Jamaluddin, R., 2022. Pengaruh Padat Tebar terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara Pada Wadah. *Journal of Marine and Fisheries*, 1(1):21–32.
- Utami, W., Sarjito., & Desrina., 2016. Pengaruh Salinitas Terhadap Efek Infeksi *Vibrio Harveyi* pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1):82–90.
- Utomo, N.B.P., Carman, O., & Fitriyanti, N., 2006. Pengaruh Penambahan *Spirulina platensis* dengan Kadar Berbeda pada Pakan Terhadap Tingkat Intensitas Warna Merah pada Ikan Koi Kohaku (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(1):1–4. DOI: 10.19027/jai.5.1-4.
- Widyantoko, W., Pinandoyo., & Herawati, V.E., 2015. Optimalisasi Penambahan Tepung Rumput Laut Coklat (*Sargassum* sp.) yang Berbeda dalam Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Juvenil Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2):9–17.
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko., Ayuningtyas., Triyanto., & Handayani, C.R., 2016. Innate Immune-Stimulating and Immune Genes up-Regulating Activities of Three Types of Alginate from *Sargassum siliquosum* in Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*, 54:46–53. DOI:10.1016/j.fsi.2016.03.022
- Yudiati, E., Wijayanti, D.P., Azhar, N., Chairunnisa, A.I., Sri, S., & Arifin, Z., 2021. Alginate Oligosaccharide / Polysaccharide and Lactic Acid Bacteria (*Lactobacillus bulgaricus* FNCC–0041 & *Streptococcus thermophilus* FNCC–0040) as Immunostimulants Against Pathogenic *Vibrio* spp. Using *Artemia* Bio Model. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 919:1–11. DOI: 10.1088/1755-1315/919/1/012060