



Pengaruh Tingkat Salinitas terhadap Laju Pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada Kultur Skala Laboratorium

Effects of Different Salinity Levels on the Growth Rate of *Thalassiosira* sp. in Laboratory-Scale Culture

Diajeng Lintang Salma Hermawan¹, Maria Agustini², Didik Budiyanto³

^{1,2,3}Program Studi Budidaya Perairan, Fakultasnya Teknologi Pangan dan Perikanan, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: diajenglintang@gmail.com

ABSTRAK

Thalassiosira sp. merupakan diatom laut yang banyak dimanfaatkan sebagai pakan alami larva udang vaname karena memiliki ukuran sel yang sesuai dan kandungan nutrisi yang mendukung pertumbuhan awal larva. Produktivitas kultur mikroalga ini sangat dipengaruhi oleh salinitas yang berperan dalam mengatur keseimbangan osmotik dan aktivitas fisiologis sel. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh tingkat salinitas terhadap kepadatan dan laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. serta menentukan salinitas optimum pada kultur skala laboratorium. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan salinitas (26, 28, 30, dan 32 ppt), masing-masing enam ulangan. Kultur dipelihara dalam media 10 L hingga hari ke-6 kultur (DOC 6), dengan pengamatan kepadatan sel menggunakan *haemocytometer*. Suhu, pH, dan oksigen terlarut diukur sebagai parameter kualitas air pendukung. Data laju pertumbuhan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. ($p < 0,001$). Salinitas 28 ppt menghasilkan kepadatan sel tertinggi sebesar 229×10^4 sel/mL pada DOC 2 dengan laju pertumbuhan 34.000 sel/hari. Selama penelitian, kualitas air berada pada kisaran yang mendukung pertumbuhan, yaitu suhu 25,5–27,4°C, pH 7,52–8,71, dan oksigen terlarut 6,9–8,5 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas 28 ppt merupakan kondisi optimum untuk kultur laboratorium *Thalassiosira* sp. dan berpotensi diterapkan sebagai acuan dalam produksi pakan alami untuk hatchery udang vaname.

INFO ARTIKEL

Article History:

Received 18/11/2025

Revised 10/12/2025

Accepted 5/01/2026

Published 30/03/2026

Kata Kunci:

- *Thalassiosira* sp,
- fitoplankton,
- kultur laboratorium,
- laju pertumbuhan
- salinitas

ABSTRACT

Thalassiosira sp. is a marine diatom widely used as a natural feed for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae due to its appropriate cell size and high nutritional value, which support early larval development. The productivity of *Thalassiosira* cultures is strongly influenced by salinity, a key environmental factor regulating osmotic balance and cellular physiological processes. This study aimed to evaluate the effects of different salinity levels on the cell density and growth rate of *Thalassiosira* sp. and to determine the optimum salinity for laboratory-scale culture. The experiment employed a Completely Randomized Design with four salinity treatments (26, 28, 30, and 32 ppt), each consisting of six replicates. Cultures were maintained in 10-L containers for six days (day of culture, DOC 6), and cell density was determined daily using a haemocytometer. Temperature, pH, and dissolved oxygen were monitored as supporting water quality parameters. Growth rate data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. Salinity significantly affected the growth rate of *Thalassiosira* sp. ($p < 0.001$). The highest cell density, 229×10^4 cells mL^{-1} , was recorded at a salinity of 28 ppt on DOC 2, with a corresponding growth rate of 34,000 cells day^{-1} . Throughout the experiment, water quality remained within suitable ranges for microalgal growth, with temperatures of 25.5–27.4°C, pH values of 7.52–8.71, and dissolved oxygen concentrations of 6.9–8.5 mg L^{-1} . These findings indicate that a salinity of 28 ppt provides the optimum conditions for the laboratory-scale cultivation of *Thalassiosira* sp. and may serve as a practical reference for enhancing natural feed production in Pacific white shrimp hatcheries.

Key Words:

- *Thalassiosira* sp,
- growth rate,
- laboratory-scale culture,
- phytoplankton
- salinity

PENDAHULUAN**Pendahuluan**

Fitoplankton merupakan produsen primer dalam ekosistem akuatik dan berperan penting sebagai sumber pakan alami pada kegiatan pembenihan berbagai organisme perairan. Pada hatchery udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), ketersediaan pakan alami berkualitas menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan pemeliharaan larva, terutama pada fase awal ketika sistem pencernaan belum berkembang sempurna untuk memanfaatkan pakan buatan. Di antara berbagai jenis mikroalga, diatom memiliki nilai nutrisi yang tinggi karena mengandung protein, lipid, asam lemak esensial, pigmen, dan mineral yang mendukung pertumbuhan serta kelangsungan hidup larva akuatik (Borowitzka, 1997; Brown et al., 1997; Hemaiswarya et al., 2011). Salah satu diatom yang banyak digunakan adalah *Thalassiosira* sp. karena memiliki ukuran sel yang sesuai dengan bukaan mulut larva udang, mudah dikultur, serta mampu menyediakan nutrisi yang dibutuhkan selama fase nauplius hingga zoea (Erlangga et al., 2021; Etesami et al., 2022; Panjaitan et al., 2015).

Keberhasilan kultur *Thalassiosira* sp. dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti salinitas, suhu, pH, oksigen terlarut, intensitas cahaya, dan ketersediaan nutrisi. Di

antara faktor-faktor tersebut, salinitas merupakan parameter yang sangat menentukan karena memengaruhi keseimbangan osmotik, aktivitas fotosintesis, penyerapan nutrisi, serta pembelahan sel. Salinitas yang tidak sesuai dengan kebutuhan fisiologis mikroalga dapat meningkatkan beban osmoregulasi sehingga mengurangi efisiensi metabolisme dan menurunkan produktivitas kultur. Sebaliknya, salinitas optimum mampu meningkatkan pertumbuhan dan akumulasi biomassa (Baek et al., 2011; Garcia et al., 2012; Ningsih et al., 2017; Zhao et al., 2024).

Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa *Thalassiosira* sp. mampu tumbuh pada rentang salinitas yang relatif luas, tetapi salinitas optimum yang diperoleh masih menunjukkan variasi antarpenelitian. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh variasi strain, media kultur, intensitas cahaya, komposisi nutrisi, serta skala kultur yang digunakan (Dara et al., 2024; Subhan et al., 2023). Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu lebih menitikberatkan pada pengamatan kepadatan sel sebagai indikator keberhasilan kultur, sedangkan informasi mengenai respons laju pertumbuhan pada berbagai tingkat salinitas masih relatif terbatas, terutama pada kondisi kultur laboratorium yang merepresentasikan sistem produksi pakan alami untuk hatchery. Kondisi ini menunjukkan bahwa informasi mengenai salinitas optimum yang mampu menghasilkan pertumbuhan mikroalga secara efisien masih perlu diperkuat.

Kesenjangan penelitian ini terletak pada masih terbatasnya informasi mengenai hubungan antara variasi salinitas dan laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada kultur skala laboratorium dengan kondisi pemeliharaan yang terkontrol. Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan pengaruh salinitas terhadap kepadatan kultur, informasi yang mengintegrasikan kepadatan sel dan laju pertumbuhan untuk menentukan salinitas optimum yang aplikatif bagi produksi pakan alami masih belum memadai.

Kebaharuan penelitian ini adalah penyediaan bukti eksperimental mengenai salinitas optimum bagi kultur laboratorium *Thalassiosira* sp. melalui evaluasi terpadu terhadap kepadatan sel dan laju pertumbuhan pada empat tingkat salinitas (26, 28, 30, dan 32 ppt). Pendekatan ini diharapkan memberikan dasar ilmiah yang lebih komprehensif dalam menentukan kondisi kultur yang optimal serta menghasilkan rekomendasi teknis yang dapat diterapkan pada produksi pakan alami untuk hatchery udang vaname.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh berbagai tingkat salinitas terhadap kepadatan sel dan laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada kultur skala laboratorium serta menentukan salinitas optimum yang menghasilkan pertumbuhan terbaik. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan teknologi kultur mikroalga sekaligus menjadi acuan dalam meningkatkan efisiensi dan konsistensi produksi pakan alami pada kegiatan pembenihan udang vaname.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Algae PT Raja Benur Prima, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, pada 28 Oktober hingga 20 Desember 2025. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan terdiri

atas empat tingkat salinitas, yaitu 26, 28, 30, dan 32 ppt. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak enam kali, sehingga terdapat 24 unit percobaan. Jumlah ulangan ditentukan berdasarkan rumus Federer dengan ketentuan $(t - 1)(r - 1) \geq 15$.

Persiapan Media dan Kultur

Media kultur disiapkan dalam wadah berkapasitas 10 L. Air laut dengan salinitas awal 32 ppt diencerkan menggunakan air tawar untuk memperoleh media bersalinitas 26, 28, dan 30 ppt, sedangkan perlakuan 32 ppt menggunakan air laut tanpa pengenceran. Setelah media disterilisasi, setiap wadah diberi pupuk kultur yang terdiri atas Natrium Fosfat (NP), vitamin B12, FeCl, dan silikon (Si) dengan dosis 7,5 mL untuk masing-masing jenis pupuk.

Bibit *Thalassiosira* sp. sebanyak 1 L dengan kepadatan awal 128×10^4 sel/mL diinokulasikan ke dalam setiap wadah kultur. Kultur dipelihara hingga hari ke-6 kultur (Day of Culture/DOC 6) dengan aerasi sedang dan pencahayaan menggunakan lampu Luxen LED 120 cm, 18 W, 1.800 lumen, dengan intensitas cahaya berkisar 5.000–10.000 lux. Kepadatan sel diamati setiap hari secara mikroskopis menggunakan haemocytometer.

Parameter Pengamatan dan Analisis Data

Parameter utama yang diamati meliputi kepadatan sel dan laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. Kepadatan sel dinyatakan dalam $\times 10^4$ sel/mL, sedangkan laju pertumbuhan dihitung berdasarkan perubahan kepadatan sel selama fase pertumbuhan dan dinyatakan sebagai ribu sel/hari. Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) sebagai parameter pendukung selama proses kultur.

Data laju pertumbuhan dianalisis menggunakan analisis ragam (Analysis of Variance/ANOVA) pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata, analisis dilanjutkan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk membandingkan perbedaan antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

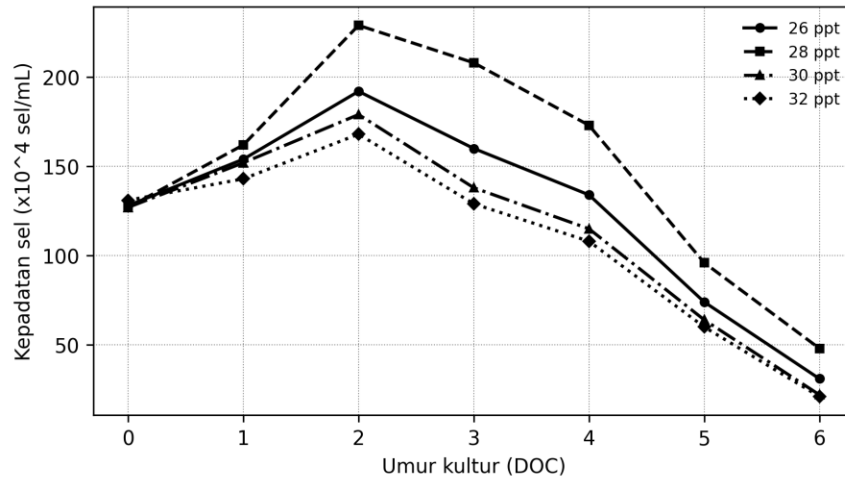
Kepadatan Sel *Thalassiosira* sp. pada Berbagai Tingkat Salinitas

Pola pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada seluruh perlakuan menunjukkan kecenderungan yang serupa, yaitu peningkatan kepadatan sel sejak awal kultur hingga mencapai puncaknya pada DOC 2, kemudian diikuti penurunan secara bertahap hingga DOC 6 (Tabel 1; Gambar 1). Perlakuan salinitas 28 ppt menghasilkan kepadatan sel tertinggi sebesar 229×10^4 sel/mL, sedangkan kepadatan maksimum pada perlakuan 26, 30, dan 32 ppt masing-masing mencapai 192×10^4 , 179×10^4 , dan 168×10^4 sel/mL.

Tabel 1. Rata-rata kepadatan sel *Thalassiosira* sp. pada berbagai tingkat salinitas

Salinitas	DOC 0	DOC 1	DOC 2	DOC 3	DOC 4	DOC 5	DOC 6
26 ppt	128	154	192	160	134	74	31
28 ppt	127	162	229	208	173	96	48
30 ppt	127	152	179	138	115	64	22
32 ppt	131	143	168	129	108	60	21

Keterangan: kepadatan sel dinyatakan dalam $\times 10^4$ sel/mL



Gambar 1. Pola pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada berbagai tingkat salinitas selama DOC 0–DOC 6.

Peningkatan kepadatan sel hingga DOC 2 menunjukkan bahwa *Thalassiosira* sp. berada pada fase pertumbuhan eksponensial, yaitu fase ketika aktivitas pembelahan sel berlangsung secara maksimal. Penurunan kepadatan setelah DOC 2 mengindikasikan bahwa kultur mulai memasuki fase stasioner dan selanjutnya mengalami fase penurunan, yang umumnya dipengaruhi oleh berkurangnya ketersediaan nutrisi, meningkatnya kompetisi antar sel, serta akumulasi metabolit selama kultur berlangsung.

Kepadatan sel yang lebih tinggi pada salinitas 28 ppt menunjukkan bahwa perlakuan tersebut memberikan kondisi lingkungan yang paling sesuai bagi pertumbuhan *Thalassiosira* sp. Pada kisaran salinitas tersebut, keseimbangan tekanan osmotik diduga mampu mendukung proses penyerapan nutrisi, aktivitas fotosintesis, dan pembelahan sel secara lebih efisien. Sebaliknya, peningkatan salinitas hingga 30–32 ppt diduga meningkatkan kebutuhan energi untuk mempertahankan keseimbangan osmotik sehingga energi yang tersedia untuk pertumbuhan sel menjadi berkurang.

Hasil penelitian ini sejalan dengan García et al. (2012), yang melaporkan bahwa pertumbuhan *Thalassiosira weissflogii* lebih optimal pada kisaran salinitas rendah hingga sedang dibandingkan pada salinitas yang lebih tinggi. Demikian pula, Dara et al. (2024) dan Subhan et al. (2023) menunjukkan bahwa respons pertumbuhan *Thalassiosira* sp. terhadap salinitas dipengaruhi oleh kondisi kultur yang digunakan, sehingga nilai salinitas optimum dapat bervariasi antarpenelitian. Variasi tersebut mengindikasikan bahwa keberhasilan kultur tidak hanya ditentukan oleh salinitas, tetapi juga oleh interaksi antara karakteristik strain, media kultur, dan kondisi lingkungan selama pemeliharaan.

Secara ilmiah, temuan ini memperkuat bahwa salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan yang berperan penting dalam mengoptimalkan pertumbuhan *Thalassiosira* sp. Pada aspek praktis, penggunaan salinitas 28 ppt berpotensi meningkatkan efisiensi produksi mikroalga sebagai pakan alami pada hatchery udang vaname karena mampu menghasilkan kepadatan kultur yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Namun demikian, pengujian lebih lanjut pada skala intermediet dan skala massal masih diperlukan untuk mengevaluasi konsistensi respons pertumbuhan pada kondisi produksi yang berbeda.

Laju Pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada Berbagai Tingkat Salinitas

Perbedaan tingkat salinitas memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. (Tabel 2). Perlakuan salinitas 28 ppt menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi sebesar 34.000 sel/hari, sedangkan laju pertumbuhan terendah diperoleh pada salinitas 32 ppt, yaitu 12.000 sel/hari. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan salinitas berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. ($F = 43,412$; $p < 0,001$). Uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa seluruh perlakuan berbeda nyata satu sama lain.

Tabel 2. Laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. dan hasil analisis statistik pada berbagai tingkat salinitas.

Salinitas	Rata-rata laju pertumbuhan (ribu sel/hari)	Notasi BNT	Keterangan
26 ppt	22	c	berbeda nyata
28 ppt	34	d	tertinggi
30 ppt	17	b	berbeda nyata
32 ppt	12	a	terendah
ANOVA	$F = 43,412$; $p < 0,001$	-	berpengaruh sangat nyata

Laju pertumbuhan yang lebih tinggi pada salinitas 28 ppt menunjukkan bahwa kondisi tersebut memberikan lingkungan yang paling mendukung bagi aktivitas fisiologis *Thalassiosira* sp. Pada kisaran salinitas ini, keseimbangan tekanan osmotik diduga memungkinkan proses penyerapan nutrisi, aktivitas fotosintesis, dan pembelahan sel berlangsung secara lebih efisien. Sebaliknya, pada salinitas 30–32 ppt, peningkatan tekanan osmotik diduga meningkatkan kebutuhan energi untuk mempertahankan homeostasis sel sehingga energi yang tersedia untuk pertumbuhan menjadi berkurang. Pada salinitas yang lebih rendah (26 ppt), *Thalassiosira* sp. masih mampu tumbuh dengan baik, namun laju pertumbuhannya lebih rendah dibandingkan pada salinitas 28 ppt, yang mengindikasikan bahwa kondisi tersebut belum memberikan keseimbangan fisiologis yang optimal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan García et al. (2012), yang melaporkan bahwa pertumbuhan dan komposisi biokimia *Thalassiosira weissflogii* lebih optimal pada kisaran salinitas rendah hingga sedang dibandingkan pada salinitas yang lebih tinggi. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Dara et al. (2024) dan Subhan et al. (2023), yang menunjukkan bahwa respons pertumbuhan *Thalassiosira* sp. terhadap salinitas dipengaruhi oleh kondisi kultur, sehingga kisaran salinitas optimum dapat berbeda antarpenelitian. Variasi tersebut menunjukkan bahwa salinitas optimum tidak bersifat universal, tetapi dipengaruhi oleh interaksi antara karakteristik strain, media kultur, komposisi nutrisi, serta kondisi lingkungan selama pemeliharaan.

Temuan ini memberikan bukti bahwa pengaturan salinitas merupakan salah satu faktor penting dalam mengoptimalkan produktivitas kultur *Thalassiosira* sp. Selain menghasilkan kepadatan sel yang lebih tinggi, salinitas 28 ppt juga menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi produksi mikroalga sebagai pakan alami pada hatchery udang vaname. Meskipun demikian, penerapan hasil

penelitian ini masih perlu divalidasi pada kultur skala intermediet dan massal karena perubahan volume kultur, intensitas cahaya, serta dinamika nutrien dapat memengaruhi respons pertumbuhan mikroalga (Prihardianto et al., 2023; Renaud et al., 2002; Wahyudi et al., 2022).

Kualitas Air Kultur

Kualitas air selama penelitian relatif stabil dan berada pada kisaran yang mendukung pertumbuhan *Thalassiosira* sp. (Tabel 3). Suhu berkisar 25,5–27,4°C, pH 7,52–8,71, dan oksigen terlarut 6,9–8,5 mg/L. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter suhu, pH, maupun oksigen terlarut antarperlakuan, sehingga kondisi kualitas air relatif seragam selama periode kultur.

Tabel 3. Rata-rata dan kisaran kualitas air selama kultur *Thalassiosira* sp.

Salinitas	Suhu (°C)	pH	Oksigen terlarut (mg/L)
26 ppt	26,23 (25,7-27,3)	7,97 (7,52-8,49)	7,52 (6,9-8,2)
28 ppt	26,23 (25,5-27,2)	8,08 (7,73-8,45)	7,42 (6,8-8,1)
30 ppt	26,37 (25,7-27,0)	8,17 (7,61-8,71)	7,83 (7,4-8,5)
32 ppt	26,43 (25,5-27,4)	8,26 (7,90-8,73)	7,53 (6,8-8,3)

Stabilitas parameter kualitas air menunjukkan bahwa variasi pertumbuhan *Thalassiosira* sp. yang diamati terutama dipengaruhi oleh perlakuan salinitas, bukan oleh perubahan faktor lingkungan lainnya. Suhu yang berada pada kisaran 25,5–27,4°C masih mendukung aktivitas metabolisme dan fotosintesis diatom laut, sedangkan pH 7,52–8,71 menyediakan kondisi yang sesuai bagi aktivitas enzimatis dan ketersediaan karbon anorganik terlarut yang diperlukan dalam proses fotosintesis. Konsentrasi oksigen terlarut yang tetap berada di atas 6 mg/L juga menunjukkan bahwa proses aerasi dan aktivitas fotosintesis berlangsung dengan baik selama pemeliharaan kultur.

Kondisi kualitas air yang relatif seragam antarperlakuan memperkuat interpretasi bahwa peningkatan kepadatan sel dan laju pertumbuhan pada salinitas 28 ppt terutama disebabkan oleh perlakuan salinitas, bukan oleh variasi parameter lingkungan lainnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa keberhasilan kultur mikroalga dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor lingkungan, termasuk salinitas, suhu, cahaya, serta ketersediaan nutrien (Borowitzka, 1997; Chisti, 2007; Garcia et al., 2012; Zhao et al., 2024). Oleh karena itu, pengendalian kualitas air secara konsisten merupakan faktor penting untuk mempertahankan kondisi kultur yang optimal dan mendukung pertumbuhan mikroalga yang stabil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat salinitas berpengaruh signifikan terhadap kepadatan sel dan laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. pada kultur skala laboratorium. Salinitas 28 ppt merupakan kondisi yang paling optimal untuk mendukung pertumbuhan *Thalassiosira* sp., sehingga menghasilkan kepadatan sel dan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan salinitas lainnya. Selama penelitian,

parameter kualitas air berada pada kisaran yang mendukung pertumbuhan mikroalga, sehingga perbedaan respons pertumbuhan terutama dipengaruhi oleh perlakuan salinitas. Temuan ini memberikan informasi ilmiah mengenai kisaran salinitas optimum untuk kultur *Thalassiosira* sp. serta dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknik produksi pakan alami yang lebih efisien dan konsisten untuk mendukung kegiatan hatchery udang vaname. Berdasarkan hasil penelitian ini, penggunaan salinitas 28 ppt dapat dipertimbangkan sebagai kondisi awal dalam kultur laboratorium *Thalassiosira* sp. Penelitian selanjutnya disarankan dilakukan pada skala intermediet dan massal dengan mengevaluasi produktivitas biomassa, kandungan klorofil-*a*, protein, lipid, serta stabilitas kultur pada berbagai kondisi operasional. Selain itu, kajian mengenai interaksi salinitas dengan faktor lingkungan lain, seperti intensitas cahaya dan konsentrasi nutrisi, perlu dilakukan untuk menghasilkan rekomendasi teknis yang lebih komprehensif bagi penerapan kultur *Thalassiosira* sp. pada skala hatchery.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Dr. Soetomo, serta Laboratorium Algae PT Raja Benur Prima, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, atas dukungan fasilitas dan sarana yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan teknis dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan naskah.

DAFTAR PUSTAKA

- Baek, S. H., Jung, S. W., & Shin, K. (2011). Effects of Temperature and Salinity on Growth of *Thalassiosira Pseudonana* (Bacillariophyceae) Isolated from Ballast Water. *Journal of Freshwater Ecology*, 1–6. <https://doi.org/10.1080/02705060.2011.582696>
- Borowitzka, M. A. (1997). Microalgae for Aquaculture: Opportunities and Constraints. *Journal of Applied Phycology*, 9(5), 393–401. <https://doi.org/10.1023/A:1007921728300>
- Brown, M. R., Jeffrey, S. W., Volkman, J. K., & Dunstan, G. A. (1997). Nutritional Properties of Microalgae for Mariculture. *Aquaculture*, 151(1–4), 315–331. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01501-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01501-3)
- Cadrin, S. X. (2000). Advances in Morphometric Identification of Fishery Stocks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(1), 91–112. <https://doi.org/10.1023/A:1008939104413>
- Chisti, Y. (2007). Biodiesel from Microalgae. *Biotechnology Advances*, 25(3), 294–306. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>
- Dara, A., Surianti, & Hasrianti. (2024). Pengaruh Salinitas Yang Berbeda Terhadap Kepadatan *Thalassiosira* Sp. Skala Laboratorium. *JSIPi (JURNAL SAINS DAN*

- INOVASI PERIKANAN) (*JOURNAL OF FISHERY SCIENCE AND INNOVATION*), 8(1), 70–77. <https://doi.org/10.33772/jsipi.v8i1.685>
- Diniah, S., Karnan, K., & Suyantri, E. (2024). The Morphometrics of Mangrove Crabs (*Scylla serrata*) in the Essential Ecosystem Area (KEE) of Bagek Kembar Mangrove Forest, Sekotong, West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(3), 574–580. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i3.7513>
- Erlangga, E., Andira, A., Erniati, E., Mahdaliana, M., & Muliani, M. (2021). Increased Density of *Thalassiosira* Sp with Different Doses of Silicate Fertilizer. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 166–173. <https://doi.org/10.29103/aa.v8i3.4685>
- Etesami, E., Jorjani, S., & Noroozi, M. and. (2022). Research Article: Improvement of *Thalassiosira Weissflogii* as a High Valuable Nutritional Feed. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 21(1). <http://jifro.ir/article-1-3974-en.html>
- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683en> (Original work published FAO)
- Furukawa, F., Iwata, A., & Kobayashi, S. (2014). Current State of the Mud Crab Fishery and Resource Conservation in Indonesia: Case Studies of South Sulawesi and Maluku. *Japanese Journal of Southeast Asian Studies*, 52(1), 22–51. https://doi.org/10.20495/tak.52.1_22
- Garcia, N., Lopez Elias, J. A., Miranda, A., Martinez Porchas, M., Huerta, N., & Garcia, A. (2012). Effect of Salinity on Growth and Chemical Composition of the Diatom *Thalassiosira Weissflogii* at Three Culture Phases. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(2), 435–440. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-18>
- Hemaiswarya, S., Raja, R., Ravi Kumar, R., Ganesan, V., & Anbazhagan, C. (2011). Microalgae: A Sustainable Feed Source for Aquaculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(8), 1737–1746. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0632-z>
- Leoville, A., Lagarde, R., Grondin, H., Faivre, L., Rasoanirina, E., & Teichert, N. (2021). Influence of Environmental Conditions on the Distribution of Burrows of the Mud Crab, *Scylla Serrata*, in a Fringing Mangrove Ecosystem. *Regional Studies in Marine Science*, 43, 101684. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101684>
- Ningsih, D. R., Widiastuti, E. L., Murwani, S., & Tugiyono, T. (2017). Kadar Lipid Tiga Jenis Mikroalga Pada Salinitas Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 4(1), 23–29. <https://doi.org/10.23960/jbekh.v4i1.122>
- Panjaitan, A. S., Wartono Hadie, & Sri Harijati. (2015). Penggunaan *Chaetoceros Calcitrans*, *Thalassiosira Weissflogii* dan Kombinasinya pada Pemeliharaan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*, Boone 1931) [the Use of *Chaetoceros Calcitrans*, *Thalassiosira Weissflogii* and Its Combination to The

- Larval Rearing of Vaname (*Litopenaeus Vannamei*, Boone 1931)]. *Berita Biologi*, 14(3).
- Pati, S. G., Paital, B., Panda, F., Jena, S., & Sahoo, D. K. (2023). Impacts of Habitat Quality on the Physiology, Ecology, and Economical Value of Mud Crab *Scylla* sp.: A Comprehensive Review. *Water*, 15(11), 2029. <https://doi.org/10.3390/w15112029>
- Prihardianto, M. K., Subandiyono, S., & Chilmawati, D. (2023). Pola Pertumbuhan *Thalassiosira* Sp. Pada Media Walne Dengan Rasio N/P Berbeda. *Sains Akuakultur Tropis : Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 7(2), 196–206. <https://doi.org/10.14710/sat.v7i2.17283>
- Renaud, S. M., Thinh, L.-V., Lambrinidis, G., & Parry, D. L. (2002). Effect of Temperature on Growth, Chemical Composition and Fatty Acid Composition of Tropical Australian Microalgae Grown in Batch Cultures. *Aquaculture*, 211(1–4), 195–214. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00875-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00875-4)
- Shanthakumar, M., & Anandhi, U. (2016). An Overview of Crustacean Diversity in Mangrove Ecosystem. In *Arthropod Diversity and Conservation in the Tropics and Sub-Tropics* (pp. 81–99). https://doi.org/10.1007/978-981-10-1518-2_5
- Subhan, R. Y., Verdian, A. H., & Muahirin, R. (2023). Pengaruh Salinitas Berbeda Terhadap Kultur Pakan Alami *Thalassiosira* Sp. Skala Intermediet. *Jurnal Perikanan Terapan*, 4(1), 20–26.
- Susiana, S., Kurniawan, D., Rochmady, R., Nurwisti, I., Rezky, B., & Lestari, F. (2024). Biological Aspects of Mangrove Crab (*scylla Serrata*) at the Beladen Estuary, Dompak, Tanjungpinang, Riau Islands. *BIOTROPIA*, 31(1), 54–62. <https://doi.org/10.11598/btb.2024.31.1.2036>
- Syafaat, M. N., Azra, M. N., Waiho, K., Fazhan, H., Abol-Munafi, A. B., Ishak, S. D., Syahnon, M., Ghazali, A., Ma, H., & Ikhwanuddin, M. (2021). A Review of the Nursery Culture of Mud Crabs, Genus *Scylla*: Current Progress and Future Directions. *Animals*, 11(7), 2034. <https://doi.org/10.3390/ani11072034>
- Wahyudi, W., Chilmawati, D., Samidjan, I., & Suminto, S. (2022). Pengaruh Rasio Chelator dan Metal pada Media Kultur Terhadap Pola Pertumbuhan dan Kandungan Protein Sel Diatom *Thalassiosira* sp. *Sains Akuakultur Tropis*, 6(1), 129–137. <https://doi.org/10.14710/sat.v6i1.11755>
- Zhao, Y., Sun, Y., Zhu, Z., Li, Y., Zhang, L., Li, J., Agathos, S. N., Zhou, C., & Han, J. (2024). Effects of Salinity and Temperature on Growth Performance, Biochemical Composition, and Biosilification Process of *Cyclotella Cryptica*. *Algal Research*, 84, 103751. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103751>