



Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dengan Menggunakan Limbah Cair Budidaya Udang Vaname dan Bandeng

The Growth of Nannochloropsis sp. Using Wastewater from Vannamei Shrimp and Milkfish Cultivation

Muh. Ansar¹, Irmansyah¹, Darsiani^{1*}, Dewi Yuniati, Fauzia Nur¹, Shobrina Silmi Qori Tartila², Antoni Harahap³, Suri Purnama Febri⁴, Yanti Mutalib⁵

¹ Program Studi Akuakultur, Jurusan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene, Sulawesi Barat, Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H, Talumung, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat 91412

² Program Studi Akuakultur, Fakultas Agrikultur, Universitas Tidar, Jawa Tengah, Jl. Kapten Suparman No.39, Potrobangsari, Kecamatan Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah 56116

³ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat, Jl. Raya Dramaga, Babakan, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16680

⁴ Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Samudra, Aceh, Jl. Prof. Dr. Syarif Thayeb, Meurandeh, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh 24416,

⁵ Prodi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Muhammadiyah Luwuk, Jl. KH. Ahmad Dahlan No.III/79 Luwuk Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, 94711

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah cair budidaya udang vaname dan bandeng sebagai media pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan april 2024. Selama 9 Hari di Balai Benih Ikan Pantai (BBIP) Poniang, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 (dua) perlakuan masing-masing 3 (tiga) ulangan yaitu perlakuan A (limbah cair budidaya udang vaname), perlakuan B (limbah cair budidaya ikan bandeng). Parameter yang diuji pertumbuhan harian, dan kepadatan populasi. Analisis data yang digunakan yaitu analisis ragam (*Independent-Samples T Test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan limbah cair budidaya udang dan bandeng untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada hari ke-4 dengan nilai pertumbuhan harian tertinggi diperoleh pada perlakuan A (limbah cair budidaya udang vaname) yaitu 71.333 sel/mL. Sedangkan kepadatan populasi tertinggi diperoleh pada perlakuan A (limbah cair budidaya udang vaname) yaitu 54.889 sel/mL, sedangkan perlakuan B 40.889 sel/mL.

Kata kunci: Bandeng, limbah budidaya, *Nannochloropsis* sp., pertumbuhan, udang vaname

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of using liquid waste from vannamei shrimp and milkfish cultivation as a growth medium for Nannochloropsis sp. This research was carried out in April 2024. For 9 days at the Poniang Beach Fish Seed Center (BBIP), Majene Regency, West Sulawesi Province. This research used a completely randomized design (CRD) with two treatments of three replications each, namely treatment A (waste water from vannamei shrimp cultivation) and treatment B (waste water from milkfish cultivation). The parameters tested were daily growth and population density. The data analysis used was an analysis of variance (independent-samples T test). The results of the research show that the effect of using liquid waste from shrimp and milkfish cultivation for the growth of Nannochloropsis sp. had a significant effect ($p < 0.05$) on day 4 with the highest daily growth obtained in treatment A (vaname shrimp cultivation liquid waste), namely 71,333 cells/mL. Meanwhile, the highest population density was obtained in treatment A (vannamei shrimp cultivation liquid waste), namely 54,889 cells/mL, while treatment B was 40,889 cells/mL.

Keywords: Milkfish, cultivation waste, growth, *Nannochloropsis* sp., Vannamei shrimp

***Corresponding Author:**
Darsiani, Program Studi
Akuakultur, Jurusan Perikanan,
Universitas Sulawesi Barat;
darsianirazak@unsulbar.ac.id

Diterima: 10-10-2024

Disetujui: 28-07-2025

Diterbitkan: 31-08-2025

Kutipan: Ansar, M., Irmansyah, Darsiani, Yuniati, D., Nur, F., Tartila S. S. Q., Harahap, A., Febri, S.P., Mutalib, Y. (2025). Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dengan Menggunakan Limbah Cair Budidaya Udang Vaname dan Bandeng. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 26 (2), 71-78.
<https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v26i2.2025.71-78>

PENDAHULUAN

Nannochloropsis sp. adalah mikroalga hijau dapat bertindak sebagai pakan alami untuk zooplankton dan dapat mensterilkan kualitas air (Haryati, 2021). *Nannochloropsis* sp. memiliki keunggulan yakni mengandung karbohidrat sebesar 16%, protein 52,11%, dan lemak 27,64%, *Eicosa Pentaenoic Acid* (EPA) dan *Dokosaheksaenoic Acid* (DHA), serta mengandung antibiotik (Erlania, 2009). *Nannochloropsis* sp. dapat dikultur secara semi massal ataupun massal, dengan kemampuan populasi bertumbuh cepat (Dianursanti dan Wijanarka, 2007), namun tetap memiliki faktor pembatas untuk kehidupannya, sehingga dibutuhkan media tumbuh yang optimal bagi *Nannochloropsis* sp.

Kultur mikroalga termasuk *Nannochloropsis* sp., sering menghadapi masalah yakni pertumbuhan populasi yang tidak stabil. Hal ini disebabkan oleh faktor pendukung yang tidak ideal, seperti kurangnya nutrisi pada media pertumbuhannya. Oleh karena itu, sebagai media kultur mikroalga, diperlukan kandungan nutrisi yang cukup. Media yang umum digunakan untuk kultur mikroalga adalah pupuk sintetis (*walne*), tetapi pupuk tersebut mahal, sehingga diperlukan media alternatif yang dapat mendukung pertumbuhan mikroalga. Pada tuntutan tersebut, dapat digunakan alternatif penggunaan limbah dari budidaya udang vaname dan ikan bandeng (Febrinawati et al., 2020).

Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa kebutuhan perharahan pada kultur *Nannochloropsis* sp. dapat terpenuhi dengan memanfaatkan limbah budidaya. Tangguda dan Prasetya (2019), melaporkan bahwa limbah hasil budidaya udang vaname dan ikan bandeng mengandung banyak unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh organisme tingkat trofik yang lebih rendah, termasuk alga, misalnya padatan yang berasal dari residu pakan, feses ikan, dan koloni bakteri. Selain itu, pada limbah budidaya tersebut juga terkandung amonia, karbondioksida, fosfat, hidrogen sulfida, fosfat, dan nitrogen (Nur, 2011). Limbah budidaya mengandung 77% nitrogen, 85% fosfor, nitrat 9,680 mg/L dan 1,787 mg/L fosfat. Selanjutnya kadar nitrat dan fosfat ideal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 3,912,5 mg/L dan 0,27-5,51 mg/L, dan pada konsentrasi nitrat dan fosfat rendah (<0,05%) dapat membatasi pertumbuhan fitoplankton (Febrinawati et al., 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah cair budidaya sebagai media tumbuh untuk *Nannochloropsis* sp.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2024. Masa pemeliharaan *Nannochloropsis* sp. dilakukan selama 9 hari/ siklus, di BBIP (Balai Benih Ikan Pantai) Poniang, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Media dan Wadah Kultur

Toples kaca bervolume 3L sebanyak 6 buah digunakan sebagai wadah penelitian, dan sebelum digunakan semua wadah disterilkan terlebih dahulu. Wadah tersebut diisi air limbah tambak budidaya udang vaname dan budidaya ikan bandeng. Limbah cair disterilkan dengan cara disaring menggunakan kertas saring, kemudian direbus hingga mendidih. Masa pemeliharaan *Nannochloropsis* sp. selama 9 hari dalam 1 siklus masa pemeliharaan (Daefi et al., 2017).

Kepadatan harian *Nannochloropsis* sp. dihitung dengan bantuan alat sedgewick rafter counter dan mikroskop dengan perbesaran 10x. Pengamatan kepadatan

dilakukan setiap hari dengan cara mengambil sampel uji sebanyak 1 mL dari masing-masing wadah penelitian pada pukul 09:00 WITA.

2. Penebaran Bibit *Nannochloropsis* sp.

Bibit *Nannochloropsis* sp. berasal dari Instalasi Pembenihan Udang Windu (IPUW) Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Bibit *Nannochloropsis* sp. terlebih dahulu dihitung kepadatannya dan selanjutnya dapat ditebar dalam wadah pemeliharaan. Kapasitas wadah pemeliharaan 3 L, dan diisi air media (uji coba) masing-masing sebanyak 1L/wadah. Kepadatan stok bibit *Nannochloropsis* sp. yang digunakan adalah 1.150 sel/mL (Sinaga et al., 2021). Jumlah bibit yang digunakan untuk media tumbuh 1L adalah 1:5 (Sari dan Manan, 2012), atau diambil sebanyak 20 mL stok *Nannochloropsis* sp. sehingga kepadatan *Nannochloropsis* sp. dalam wadah penelitian adalah 23.000 individu/ L (kepadatan 23 individu/ mL).

3. Kultur *Nannochloropsis* sp.

Percobaan dilakukan selama 9 hari dan wadah pemeliharaan ditempatkan di bawah sinar lampu. Lampu yang digunakan adalah lampu TL 18 watt, dengan masa penyinaran selama 18 jam setiap hari (Sinaga et al., 2021). Kemudian kepadatan *Nannochloropsis* sp. dapat dihitung tiap hari.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 2 (dua) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan, sehingga terdiri dari 6 satuan percobaan. Perlakuan yang diuji cobakan adalah perlakuan A: media tumbuh/ limbah cair budidaya udang vaname dan perlakuan B: media tumbuh/ limbah cair budidaya ikan bandeng.

Pengubah yang Diamati

1. Pertumbuhan Harian *Nannochloropsis* sp.

Kepadatan *Nannochloropsis* sp., dihitung dengan bantuan *sedgewick rafter counter*, mikroskop, dan *hand counter*. Kemudian perhitungan dilakukan secara langsung, pada saat pengamatan dilakukan di bawah mikroskop. Pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp. disajikan dalam bentuk kurva pertumbuhan dengan memanfaatkan data kepadatan yang diperoleh tiap hari. Kemudian dijelaskan secara deskriptif sesuai kurva yang ditampilkan.

2. Pertumbuhan Mutlak *Nannochloropsis* sp.

Pertumbuhan mutlak *Nannochloropsis* sp., dihitung dengan membandingkan antara kepadatan puncak populasi *Nannochloropsis* sp. dengan kepadatan pada awal percobaan dilakukan.

3. Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur antara lain suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan amoniak. Parameter suhu, pH, dan DO diukur setiap hari pada pukul 07:00 dan pukul 17:00, dan kadar amoniak diuji pada awal (hari pertama), pertengahan (hari ke-5) dan akhir masa pemeliharaan (hari ke-9).

Analisis Data

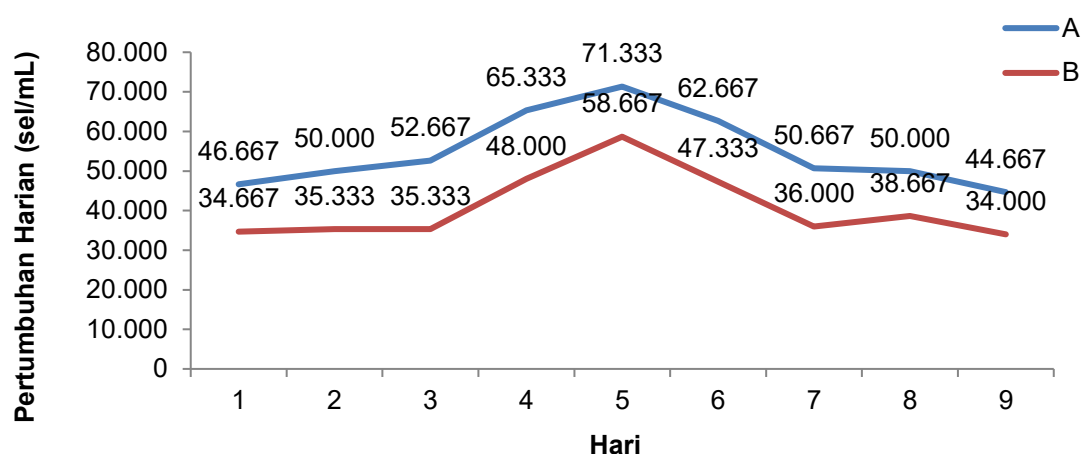
Data pertumbuhan harian dan pertumbuhan mutlak dianalisis dengan menggunakan uji-T untuk mengukur perbedaan rata-rata antara dua kelompok yang dibandingkan. Uji-T

dipilih karena sesuai dengan karakteristik data yang berskala interval dan berdistribusi normal. Prosedur ini bertujuan untuk menguji signifikansi perbedaan yang diamati, sehingga dapat diketahui apakah perbedaan tersebut terjadi secara kebetulan atau mencerminkan perbedaan yang nyata dalam populasi. Hasil uji t kemudian diinterpretasikan berdasarkan nilai p yang diperoleh, dengan tingkat signifikansi yang ditetapkan sebesar 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Harian *Nannochloropsis* sp.

Pengamatan kepadatan *Nannochloropsis* sp. dilakukan setiap pagi hari selama 9 hari. Rata-rata pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp. (Gambar 1) menunjukkan pola pertumbuhan yang sama dari kedua perlakuan yang diuji cobakan pada *Nannochloropsis* sp., yakni menghasilkan beberapa fase pertumbuhan. Pada hari ke-1 sampai hari ke-3 merupakan fase adaptasi, hari ke-4 merupakan fase eksponensial, fase stationer pada hari ke-5 dan fase kematian mulai terlihat sejak hari ke-6 sampai hari ke-9 dengan ditandai dengan adanya penurunan jumlah sel.



Gambar 1. Pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp. selama 9 hari pemeliharaan (Keterangan: A= limbah cair budidaya udang vaname, B= limbah cair budidaya ikan bandeng).

Kepadatan populasi tertinggi diperoleh pada perlakuan A (limbah cair budidaya udang vaname) terjadi pada hari ke-5= 71.333 sel/ mL, pola pertumbuhan pada perlakuan B juga demikian tertinggi pada hari ke-5=58.667 sel/ mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan harian pada *Nannochloropsis* sp. yang dipelihara selama 9 hari mengalami puncak populasi pada hari ke-5 dan terjadi penurunan jumlah sel mulai pada hari ke-6 sampai pada hari ke-9, hal yang sama terjadi baik pada perlakuan A maupun perlakuan B. Peningkatan populasi tertinggi terjadi pada hari ke-5 karena merupakan masa pertumbuhan titik puncak populasi, dan selanjutnya mengalami kematian populasi (Daefi et al., 2017).

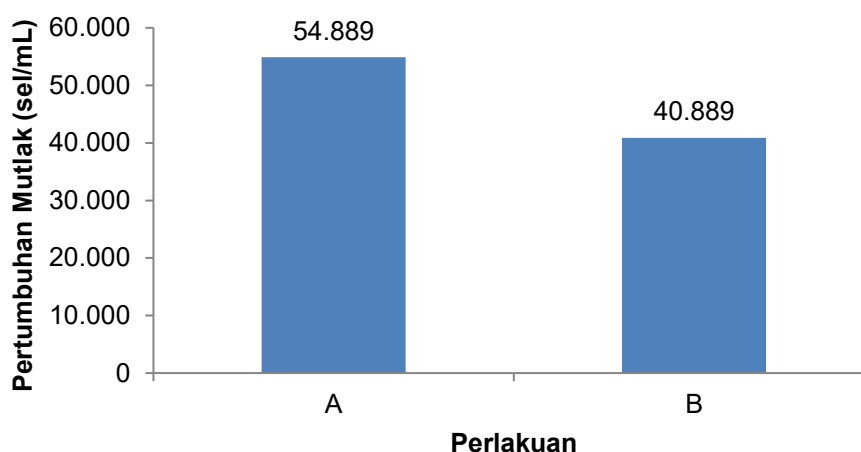
Hasil uji-T menunjukkan bahwa jenis limbah cair yang berbeda pada kultur *Nannochloropsis* sp. tidak signifikan ($p>0,05$) mempengaruhi pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp. pada hari 1-4 dan pada hari 6-9 pemeliharaan. Pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terlihat hanya pada hari ke-5 pemeliharaan. Selanjutnya, diperoleh pula tren pertumbuhan populasi yang lebih tinggi pada perlakuan penggunaan limbah budidaya udang vaname dibanding limbah ikan bandeng, diduga terjadi karena kandungan unsur hara yang lebih tinggi pada limbah cair budidaya udang vaname dibanding limbah cair budidaya ikan bandeng. Hal ini didukung oleh Sari dan Manan (2012) bahwa jenis dan

kadar unsur hara yang ada dalam media tersebut, secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp.

Daefi et al. (2017) menyatakan bahwa pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp. meningkat hingga mencapai kepadatan maksimum karena nutrisi yang cukup tersedia untuk *Nannochloropsis* sp. dan karena masih dalam masa perkembangan. Lebih lanjut dijelaskan oleh Dayana et al. (2022) bahwa mikroalga secara umum memiliki batas optimum terhadap kualitas perairan termasuk perharannya. Ada kadar unsur hara yang berbeda di masing-masing media, yang memberi dampak berbeda pada pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. (Jadid et al., 2017).

Pertumbuhan Mutlak *Nannochloropsis* sp.

Berdasarkan hasil uji-T, menunjukkan bahwa kedua perlakuan yang diuji cobakan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$) pada pertumbuhan mutlak, namun pada hari ke-5 dilakukan analisis menggunakan uji-T diperoleh bahwa kedua perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$). Hasil penghitungan kepadatan *Nannochloropsis* sp. selama penelitian tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan mutlak *Nannochloropsis* sp. (Keterangan: A= Limbah cair budidaya udang vaname, B= Limbah cair budidaya ikan bandeng)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan mutlak *Nannochloropsis* sp. tertinggi diperoleh pada perlakuan A yaitu penggunaan media limbah cair budidaya udang vaname sebanyak 54.889 sel/mL, sedangkan pada perlakuan B dengan media limbah cair budidaya ikan bandeng 40.889 sel/mL. Kepadatan tertinggi diperoleh pada perlakuan A, diduga terjadi karena media tersebut mengandung nutrisi yang cukup untuk menunjang pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. yang lebih baik dibanding dengan media tumbuh perlakuan B. Sebagaimana dinyatakan oleh Nur (2011) limbah budidaya udang vaname dapat menunjang pertumbuhan plankton, dan Febrinawati et al. (2020), limbah terlarut budidaya udang vaname mengandung 77% nitrogen dan 85% fosfor, kandungan nitrat sebesar 9,680 mg/L, kandungan fosfat sebesar 1,787 mg/L. Kadar nitrat yang ideal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 3,912,5 mg/L, dan kandungan fosfat kurang dari 0,02 mg/L dapat menghambat pertumbuhan populasi fitoplankton.

Menurut Chilmawati dan Suminto (2008), nitrat dan fosfat menjadi sumber nutrisi yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan *Nannochloropsis* sp., namun harus dengan konsentrasi yang tepat. Penumbuhan fitoplankton dengan menggunakan media pupuk, baik walne maupun guillard, juga perlu memperhitungkan konsentrasi nitrat yang digunakan. Dinata et al. (2017) melaporkan bahwa untuk menumbuhkan *Nannochloropsis*

sp. dengan menggunakan media *walne*, perlu ditambahkan natrium nitrat (NaNO_3) sebesar 200 g/L. Hal serupa dilaporkan oleh Fatmanita et al. (2023) bahwa untuk menumbuhkan *Nannochloropsis* sp. pada media *guillard* ditambahkan nitrat sebesar 40 g/L.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air suhu, DO, salinitas, dan pH tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Perlakuan		Nilai Optimum	Referensi
	A	B		
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	27,2-30,5	27-30,4	25-30	Sari dan Manan (2012)
DO (mg/L)	3,46-5,03	3,42-4,83	>3	Effendi (2003)
Salinitas (ppt)	28-32	29-32	25-35	Dismayanti et al. (2024)
pH	7,62-7,89	7,85-8,05	7,8-8,46	Yani et al. (2015)

Sumber: Data Hasil Penelitian (2024)

Salah satu faktor penting dalam budidaya perairan adalah kualitas air. Kualitas air dapat mempengaruhi tingkah laku organisme perairan, misalnya tingkat nafsu makan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup, termasuk pada *Nannochloropsis* sp. Suhu mempengaruhi pertumbuhan alga *Nannochloropsis* sp. melalui penyediaan perharaan serta menunjang proses metabolisme dalam sel *Nannochloropsis* sp. Kisaran suhu dari 27-30 $^{\circ}\text{C}$ yang paling layak untuk pertumbuhannya (Sari dan Manan, 2012).

Selama penelitian ini, kandungan oksigen (DO) terlarut terukur berkisar antara 3,42-5,03 mg/L. Nilai tersebut adalah kisaran DO yang layak untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Sesuai dengan pernyataan Effendi (2003), bahwa fitoplankton dapat tumbuh dengan baik pada kandungan DO lebih dari 3 ppm. Ketersediaan oksigen dalam media kultur sangat penting untuk fotosintesis karena oksigen digunakan secara langsung untuk membuat molekul organik, sehingga akhirnya populasi dapat mengalami peningkatan jumlah (Jadid et al., 2017). Kandungan oksigen terlarut dalam kolom perairan dapat pula dipengaruhi oleh kondisi suhu, atmosfir, salinitas, turbulensi, respirasi, serta limbah yang masuk ke badan air (Madyawan et al., 2020). Selanjutnya Hamzah et al. (2022) melaporkan bahwa konsentrasi oksigen dalam perairan dapat mengalami penurunan jumlah diakibatkan oleh kelebihan nutrisi yang masuk ke badan perairan.

Menurut Dismayanti et al. (2024), kisaran salinitas yang terukur selama penelitian ini (28–32 ppt), yang menunjukkan bahwa kisaran salinitas yang baik untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Salinitas tinggi atau rendah dapat mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. karena dapat menghambat fotosintesis dan menghambat pertumbuhannya. Hal serupa dilaporkan oleh Dara et al. (2024) bahwa secara umum mikroalga memiliki kisaran optimum yang dapat menunjang pertumbuhannya termasuk kisaran salinitas, karena salinitas dapat mempengaruhi osmotik di dalam suatu organisme. Lebih lanjut dijelaskan oleh Maghfiroh et al. (2019) bahwa pada kondisi gradient osmotik yang berbeda antara di dalam tubuh dengan lingkungan, maka dapat menyebabkan stres bagi organisme bahkan dapat menyebabkan kematian pada kondisi yang lebih buruk. Selanjutnya parameter pH yang terukur dalam penelitian ini berkisar antara 7,62 dan 8,05. Menurut Yani et al. (2015) *Nannochloropsis* sp. dapat tumbuh pada pH 7,8-8,46.

KESIMPULAN

Penggunaan limbah cair dari tambak budidaya udang vaname efektif meningkatkan kepadatan populasi *Nannochloropsis* sp. pada hari ke-5 dibanding limbah cair budidaya ikan bandeng. Kultur *Nannochloropsis* sp. pada limbah cair budidaya vaname memiliki

pertumbuhan harian sebesar 71.333 sel/ mL dengan pertumbuhan mutlak sebesar 54.889 sel/ mL.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Majene, Sulawesi Barat beserta jajarannya, dan kepada seluruh staf dan teknisi di BBIP (Balai Benih Ikan Pantai) Poniang, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat yang memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chilmawati, D. & Suminto (2008) 'Penggunaan Media Kultur yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp.', *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(1), pp. 42–49.
- Daefi, T., Tugiyono, Rusyani, E., Murwani, S. (2017). Pertumbuhan dan Kandungan Gizi *Nannochloropsis* sp. yang Diisolasi dari Lampung Mangrove Center dengan Pemberian Dosis Urea Berbeda pada Kultur Skala Laboratorium. *Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 4(1), 39–46.
- Dara, A., SURIANTI & HASRIANTI (2024) 'Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Kepadatan *Thalassiosira* sp. Skala Laboratorium', *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, 8(1), pp. 70–77. doi: 10.33772/jsipi.v8i1.685.
- Dayana, M. E., Singkam, A. R. & Jumiarni, D. (2022) 'Keanekaragaman Mikroalga sebagai Bioindikator di Perairan Sungai', *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Sains*, 5(1), pp. 77–84.
- Dianursanti & Wijanarka, A. (2007) 'Enhancement of Cyanobacteria Growth in Serial Configuration Photobioreactor by Flux Density Alteration', *Jurnal Teknologi*, 4(21), pp. 299–308.
- Dinata, K. D. W., Anggreni, D. & Antara, N. S. (2017) 'Pengaruh Konsentrasi Natrium Nitrat dan Natrium Dehidrogen Fosfat pada Media Walne Terhadap Konsentrasi Biomassa dan Protein *Nannochloropsis oculata*', *Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(1), pp. 40–49.
- Dismayanti, S., Syafridiman & Hasibuan, S. (2024) 'Pemanfaatan Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Ikan Patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) sebagai Media Kultur *Nannochloropsis* sp.', *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 12(2), pp. 178–186.
- Erlania, E. (2009) 'Prospek Pemanfaatan Mikroalga Sebagai Sumber Pangan Alternatif Dan Bahan Fortifikasi Pangan', *Media Akuakultur*, 4(1), p. 59. doi: 10.15578/ma.4.1.2009.59-66.
- Fatmanita, F., Nurrachmi, I. & Feliatra, F. (2023) 'Efektivitas Kandungan Nitrogen dalam Pupuk Berbeda terhadap Klorofil pada *Nannochloropsis* sp. Skala Laboratorium', *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 11(3), pp. 192–201. doi: 10.31258/jipas.11.3.p.192-201.
- Febrinawati, N., Putri, B. & Hudaidah, S. (2020) 'Pemanfaatan Limbah Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sebagai Media Kultur *Chaetoceros amami*', *Jurnal Perikanan Unram*, 10(1), pp. 20–28. doi: 10.29303/jp.v10i1.199.
- Effendi, H. (2003) *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hamzah, F., Agustyadi, T., Trenggono, M., Susilo, E., Triyulianti, I. (2022). Alternative Measuring of Dissolved Oxygen in the Western Indonesian Seas During Southeast Monsoon. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(3): 405–425.
- Haryati (2021) *Kebutuhan Nutrisi Induk dan Larva Ikan*. 1st edn. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.

- Jadid, R., Dewiyanti, I. & Nurfadillah (2017) 'Penambahan Air Kelapa pada Media Pertumbuhan Populasi *Nannochloropsis* sp.', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), pp. 113–118.
- Madyawan, D., Hendrawan, I. G. & Suteja, Y. (2020) 'Pemodelan Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) di Perairan Teluk Benoa', *Journal of Marine and Aquatic Science*, 6(2), pp. 270–280.
- Maghfiroh, A., Anggoro, S. & Purnomo, P. W. (2019) 'Pola Osmoregulasi dan Faktor Kondisi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dikultivasi di Tambak Mojo Ulujami Pemalang', *Journal of Maquares*, 8(3), pp. 177–184.
- Nur, A. (2011) *Manajemen Pemeliharaan Udang Vanamei*, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.
- Sari, I. P. & Manan, A. (2012) 'Pola Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* pada Kultur Skala Laboratorium, Intermediet dan Massal', *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2), pp. 123–127.
- Sinaga, L., Putriningtias, A. & Komariyah, S. (2021) 'Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.', *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 4(2), pp. 31–37. doi: 10.35308/ja.v4i2.3456.
- Tangguda, S. & Prasetya, I. N. D. (2019) 'Produksi *Chlorella* sp. dengan Perlakuan Limbah Cair Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Steril', *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 14(2), pp. 96–99.
- Yani, A., Murwani, S. & Rusyani, E. (2015) 'Kultur *Nannochloropsis* sp. dan Pembuatan Pasta *Nannochloropsis* Sp. dengan Menggunakan Dosis NaOH yang Berbeda di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung', *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan*, (April), pp. 588–595.