



Studi Pertumbuhan Populasi *Chlorella* sp. pada Skala Laboratorium

Study of Chlorella sp. Population Growth in The Laboratory Scale

Nanik Retno Buwono^{1,4*}, Mohammad Mahmudi^{1,4}, Aminuddin Afandi², Luthfatul Amaliana³,
Benaya Tadeus Garang¹, Firuliza Nurso Sofi¹

¹Prodi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

²Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

³Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

⁴AquaRES Research Group, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

*Korespondensi: buwonoretno@ub.ac.id

Copyright ©2025, Author. Published by the Fisheries Science Study Program, Faculty of Science and Technology, Muhammadiyah University of Sidenreng Rappang, Article Info: Received: October 10, 2024; Revised: December 17, 2024; Accepted: May 2, 2025; Published: October 25, 2025.

Abstrak

Pakan alami berkualitas tinggi sangat penting dalam budidaya ikan dan udang, terutama pada fase awal kehidupan larva. *Chlorella* sp. adalah mikroalga yang berpotensi sebagai pakan alami, namun produksinya perlu ditingkatkan melalui pengkulturan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam kultur skala laboratorium dengan menggunakan stoples 3 liter. Kepadatan sel mikroalga diukur setiap 24 jam dengan metode haemocytometer dan mikroskop pada perbesaran 10x. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan tertinggi tercapai pada hari ke-10 dengan nilai $85,625 \times 10^6$ sel/ml. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan meliputi suhu berkisar $25,6-26,8^\circ\text{C}$, oksigen terlarut (DO) antara 6,18-12,9 ppm, pH dengan nilai 7, dan salinitas 35-38 ppt. Penambahan pupuk walne dan vitamin B12 pada hari ke-7 mempercepat laju pertumbuhan, terutama pada sampel yang diberi tambahan nutrisi. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan kualitas air dan penambahan nutrisi yang tepat dapat meningkatkan produktivitas *Chlorella* sp. sebagai pakan alami yang mendukung budidaya udang vaname.

Kata kunci: *Chlorella* sp., pakan alami, mikroalga, kualitas air.

Abstract

High-quality natural feed is essential in fish and shrimp farming, particularly during the early life stages of larvae. *Chlorella* sp. is a microalga with potential as natural feed, but its production needs to be enhanced through cultivation. This study aims to evaluate the growth of *Chlorella* sp. in laboratory-scale culture using 3-liter jars. Microalgal cell density was measured every 24 hours using a haemocytometer and microscope at 10x magnification. The results showed the highest cell density reached 85.625×10^6 cells/ml on day 10. Environmental factors affecting growth included temperature ranging from $25.6-26.8^\circ\text{C}$, dissolved oxygen (DO) ranging from 6.18-12.9 ppm, pH 7, and salinity between 35-38 ppt. The addition of Walne fertilizer and vitamin B12 on day 7 accelerated the growth rate, especially in the samples supplemented with nutrients. This indicates that proper management of water quality and nutrient addition can enhance the productivity of *Chlorella* sp. as natural feed, supporting vannamei shrimp farming.

Keywords: *Chlorella* sp., natural feed, microalgae, water quality

PENDAHULUAN

Ketersediaan pakan alami dalam budidaya ikan ataupun udang menjadi salah satu tantangan yang perlu diatasi oleh para pembudidaya untuk meningkatkan produksi perikanan budidaya. Pakan alami yang berkualitas tinggi sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan larva ikan dan udang pada awal mula kehidupan (Putri *et al.*, 2020). Penggunaan mikroalga *Chlorella* sp. merupakan salah satu pakan jenis alami dengan potensi besar serta memiliki kandungan nutrisi tinggi, sehingga dapat mendukung keberhasilan usaha budidaya. *Chlorella* sp. adalah jenis fitoplankton yang digunakan

saat pembenihan organisme akuatik di berbagai tempat penetasan. Mikroalga *Chlorella* sp. dapat digunakan sebagai pakan langsung untuk benih udang atau secara tidak langsung dengan memberikannya terlebih dahulu kepada zooplankton, yang kemudian dijadikan pakan bagi benih ikan atau udang (Mufidah *et al.*, 2017).

Chlorella mengandung protein sebesar 55,6%, lemak sebesar 13,3%, karbohidrat sebesar 15%, serat 4,7%, klorofil sebesar 4,2%, serta mineral seperti kalsium, fosfor, besi, dan vitamin yaitu karoten, asam askorbat, tiamin, riboflavin, niasin, asam pantotenat, asam folat, biotin, vitamin B6, B12, dan vitamin E (Wirosaputro dan Sumarlina, 2018). Komposisi asam amino dalam *Chlorella* sangat lengkap, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan yang terdapat dalam telur atau bahan makanan lainnya. Karena kekayaan nutrisinya, *Chlorella* sp. sering dimanfaatkan sebagai pakan untuk ikan ataupun udang, rotifera, larva ikan kerapu cantang, ikan nila, dan lainnya dalam budidaya perikanan yang membantu meningkatkan produktivitas budidaya (Andriani *et al.*, 2023). Namun, kendala dalam produksi pakan alami berbasis mikroalga seperti *Chlorella* sp. adalah kebutuhan akan kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhannya, sehingga penting untuk memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga jenis *Chlorella* sp. (Aprilliyanti *et al.*, 2016). Produksi pakan alami jenis *Chlorella* sp. berkembang pada media yang mengandung unsur hara esensial seperti Nitrogen, kalsium, sulfur, karbon, fosfor, magnesium, dan natrium, serta unsur hara mikro seperti mangan, boron, silikon, molibdenum, tembaga, seng, besi, kobalt, dan vanadium. Untuk mencapai pertumbuhan optimal, *Chlorella* sp. juga memerlukan kondisi lingkungan yang mendukung, seperti suhu sekitar 25°C, pH 7-8, dan salinitas 25 ppt (Mufidah *et al.*, 2017).

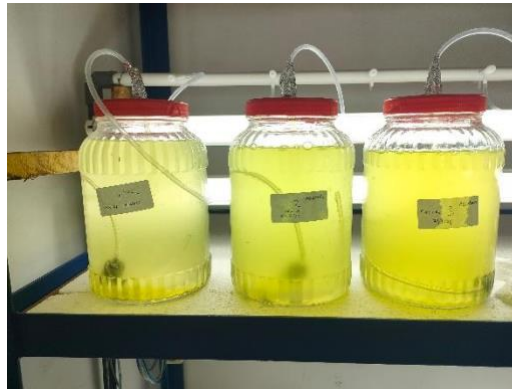
Pakan alami seperti *Chlorella* sp. dalam budidaya perikanan tidak bisa sepenuhnya bergantung pada sumber alami, sehingga diperlukan usaha pengkulturan untuk meningkatkan produksinya. Dengan demikian, para petambak dapat memaksimalkan produktivitas budidaya. Oleh karena itu, pengembangan *Chlorella* sp. pada skala laboratorium dilakukan untuk mempelajari pola pertumbuhannya dengan mengamati kepadatan sel yang berkembang di dalam media. Penelitian ini bertujuan untuk bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam kultur skala laboratorium serta mengetahui faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhannya guna meningkatkan produksinya sebagai pakan alami berkualitas tinggi dalam budidaya udang vaname.

METODE PENELITIAN

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi selang, aerator, kompor, panci, stoples kaca sebanyak 3 buah, pipet, batu aerasi, haemocytometer, mikroskop, stoples plastik, sarung tangan lateks, serta aluminium foil. Bahan yang dibutuhkan dalam kultur adalah air laut, pupuk walne, vitamin B12, aquades, serta 750 ml inokulan *Chlorella*. Kegiatan ini mencakup persiapan bibit mikroalga, persiapan alat kultur, sterilisasi alat dan bahan, proses kultur, dan pemantauan setelah kultur dilakukan. Stoples ukuran 3 liter digunakan sebagai wadah kultur skala laboratorium, yang

disterilisasi dengan air laut yang telah melewati proses perebusan. Selanjutnya, masukkan 2,5 liter air laut ke dalam setiap stoples, tutup rapat, dan biarkan selama 24 jam. Selang dan batu aerasi yang akan digunakan juga disterilisasi dengan air laut yang telah direbus. Setelah proses sterilisasi selama 24 jam, langkah berikutnya adalah proses kultur.

Bibit murni *Chlorella* dimasukkan ke dalam masing-masing media sampel (sampel A, B, dan C) sebanyak 250 ml. Sampel A, B, dan C berfungsi sebagai replikasi, dan semua perlakuan pada sampel tersebut dilakukan secara identik, tanpa adanya perbedaan perlakuan nutrisi. Penambahan bibit murni dilakukan sambil diaerasi untuk memastikan distribusi bibit yang merata dalam media air laut. Aerasi dilakukan selama 13 hari tanpa pergantian air (Gambar 1). Dalam penelitian ini, pupuk walne dan vitamin B12 tidak ditambahkan pada awal kultur akan tetapi ditambahkan pada hari ke-7 kultur.



Gambar 1. Kultur Mikroalga

Kepadatan sel mikroalga yang terdapat pada setiap toples dapat ditentukan dengan pengambilan dari setiap toples berisi sampel, selanjutnya menganalisis jumlah sel yang ada dalam sampel tersebut untuk mendapatkan data yang akurat mengenai kepadatan mikroalga. Kemudian mengamati sampel tersebut di bawah mikroskop menggunakan alat hitung yang disebut *haemocytometer*. Alat ini memungkinkan kita menghitung secara langsung jumlah sel dalam volume tertentu. Penggunaan *haemocytometer* ini juga memerlukan bantuan mikroskop cahaya menggunakan perbesaran 10x dalam pengamatan sel mikroalga. Dalam penelitian mikroalga, metode ini lebih sering dipilih dibandingkan dengan metode lain seperti menggunakan *sedgwick rafter* (Ma'rufatin, 2016). Perhitungan kepadatan mikroalga dapat menggunakan *haemocytometer neubauer* (Borowitzka dan Moheimani, 2013).

$$\text{Jumlah (sel/mL)} = \frac{\text{Jumlah sel yang dihitung}}{\text{Kotak yang dihitung}} \times V \times 1000$$

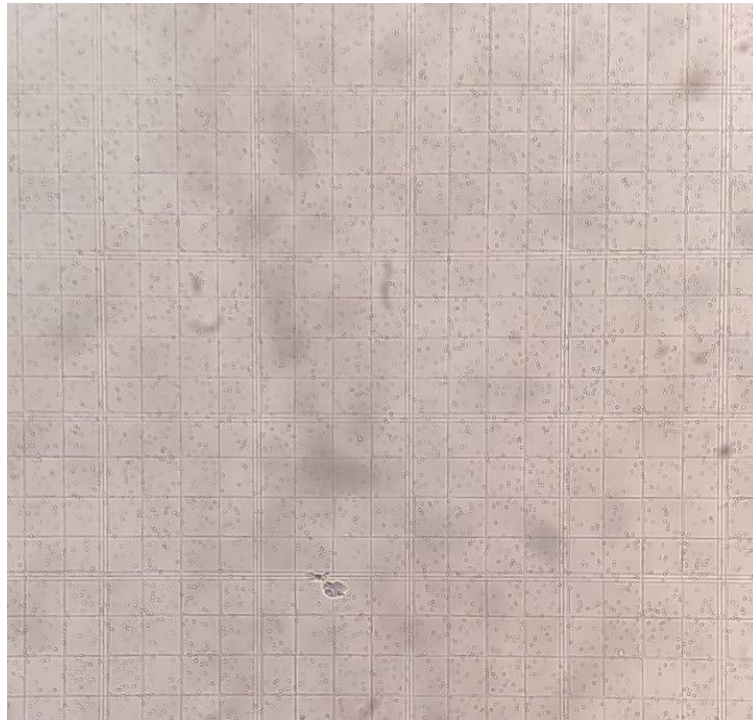
Keterangan:

Jumlah sel yang dihitung = Sel yang ditemukan saat pengamatan
Kotak yang dihitung = 80 kotak
V = Volume

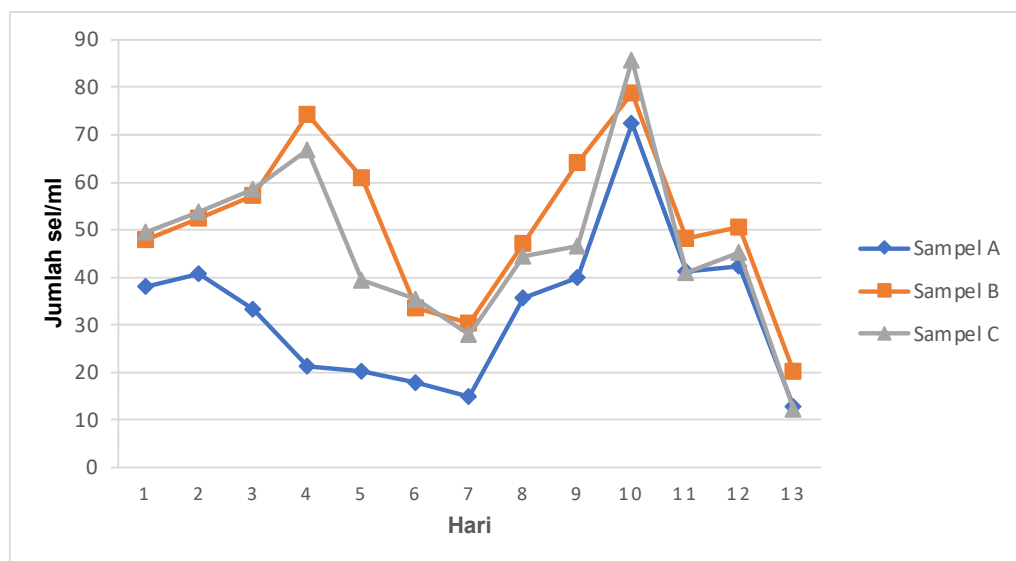
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kepadatan sel

Kepadatan populasi *Chlorella* sp. diukur setiap 24 jam, mulai dari hari pertama hingga hari ke-13. Kepadatan *Chlorella* ditentukan dengan menghitung jumlah sel yang ada di dalam kotak kecil berukuran sisi 0,05 milimeter pada *haemocytometer*. Pertumbuhan *Chlorella* diamati menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 10 kali. Hasil pengamatan terhadap *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Kepadatan Sel *Chlorella* sp. pada Perbesaran Lensa *Objective* 10x



Gambar 3. Grafik Kepadatan Sel *Chlorella* sp.

Pertumbuhan *Chlorella* sp. secara umum melalui lima tahap, yaitu fase adaptasi di mana sel menyesuaikan diri pada lingkungan yang baru, fase eksponensial dapat ditandai dengan peningkatan jumlah sel secara eksponensial, fase penurunan pertumbuhan di mana laju pertumbuhan mulai melambat, fase stasioner ketika jumlah sel mencapai titik maksimum dan stabil, serta fase kematian di mana jumlah sel mulai menurun (Novianti, 2017). Ketersediaan nutrisi merupakan faktor penting yang mendukung pertumbuhan optimal mikroalga (Suwarsono *et al.*, 2024). Grafik pertumbuhan *Chlorella* sp. selama 13 hari disajikan pada Gambar 3. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa kepadatan sel pada sampel A, B, dan C mengalami fase adaptasi atau fase lag pada hari 1 dan 2. Variasi durasi fase lag mikroalga dipengaruhi oleh perbedaan komposisi antara media kultur dan cairan sel. Adaptasi ini merupakan reaksi fisiologis terhadap perubahan lingkungan, yang bertujuan untuk menciptakan kondisi terbaik bagi pertumbuhan sel, termasuk pemulihan fungsi enzim, pengaturan transportasi ion, serta penyesuaian proses metabolisme sel (Anggraeni *et al.*, 2023).

Setelah masa adaptasi berakhir, dapat dilihat bahwa sampel A hari ke 3 mengalami penurunan jumlah kepadatan dan saat hari ke 3 sampai hari ke 4 sampel B dan C mengalami pertumbuhan dengan cepat (fase eksponensial). Kemudian, sampel B dan C mengalami penurunan drastis hari ke-5. Pertumbuhan mikroalga pada sampel A yang menurun, kemudian sampel B dan C yang hanya mengalami pertumbuhan dengan cepat selama 2 hari, diduga karena pada awal kultur dengan ukuran 2,5 liter dalam toples 3 liter tidak ditambahkan dengan pupuk walne dan vitamin B12 akan tetapi sudah ditambahkan pada saat kultur pertama dengan ukuran erlenmeyer 500 ml. Penurunan dan rendahnya kepadatan mikroalga ini, menunjukkan *Chlorella* pada sampel A, B, dan C kekurangan nutrisi yang mengakibatkan persaingan dan kematian sel (Azizah *et al.*, 2015).

Grafik di atas menunjukkan adanya kenaikan jumlah kepadatan sel pada ketiga sampel mulai hari ke-8, yang dapat dijelaskan dengan penambahan pupuk walne dan vitamin B12 pada hari ke-7 sebanyak 2,5 ml per sampel. Penambahan nutrisi ini mendorong peningkatan eksponensial pada populasi mikroalga, yang terlihat jelas pada periode antara hari ke-8 hingga ke-10. Laju pertumbuhan yang tinggi ini disebabkan oleh pembelahan sel yang cepat, didukung oleh ketersediaan nutrisi yang optimal dalam media kultur. Hasil ini sejalan dengan temuan Boroh *et al.*, (2019) dan Mufidah *et al.*, (2017), yang menunjukkan bahwa tambahan nutrisi yang mengandung unsur makro dan mikro seperti pupuk walne dan vitamin B12 dapat merangsang pertumbuhan mikroalga secara signifikan, terutama pada fase logaritmik. Peningkatan yang cepat pada fase eksponensial juga sejalan dengan penelitian oleh Ma'rufatin (2016), yang menyatakan bahwa pemberian nutrisi tambahan mendukung peningkatan biomassa mikroalga dalam kultur skala laboratorium.

Kepadatan tertinggi tercatat pada hari ke-10, dengan sampel A mencapai $72,5 \times 10^6$ sel/ml, sampel B $78,75 \times 10^6$ sel/ml, dan sampel C $85,625 \times 10^6$ sel/ml. Setelah mencapai puncak, ketiga sampel mengalami fase transisional, di mana laju pertumbuhan mulai melambat pada hari ke-11 dan ke-12. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kehabisan sumber daya atau akumulasi produk sampingan yang

mungkin menghambat pertumbuhan, yang juga sesuai dengan temuan Sudarmo *et al.* (2018), yang menunjukkan bahwa setelah fase eksponensial, mikroalga sering memasuki fase stasioner atau penurunan karena keterbatasan nutrisi dan oksigen. Pada hari ke-13, ketiga sampel mengalami penurunan kepadatan yang signifikan, dengan sampel A ($12,8125 \times 10^6$ sel/ml), sampel B ($20,3125 \times 10^6$ sel/ml), dan sampel C ($12,1875 \times 10^6$ sel/ml), yang menandakan fase kematian. Proses ini juga terlihat dengan munculnya buih pada permukaan media kultur dan perubahan warna media yang tidak hijau pekat, sebuah indikasi bahwa mikroalga mengalami stres atau kematian sel. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Hamouda *et al.* (2023), yang menemukan bahwa stres lingkungan, termasuk kelebihan populasi, dapat menyebabkan penurunan vitalitas mikroalga pada fase akhir kultur.

2. Kualitas Air

Beberapa faktor kunci yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam kultur mencakup berbagai kondisi kimia dan fisik air, di mana kondisi fisik tersebut seperti suhu dan intensitas cahaya, serta aerasi, sedangkan kondisi kimia mencakup suhu, *Dissolved Oxygen* atau oksigen terlarut, pH, dan salinitas, yang semuanya berperan penting dalam menciptakan lingkungan yang optimal bagi perkembangan mikroalga tersebut.

Tabel 1. Pengukuran dan batas optimum kualitas air saat kultur *Chlorella* sp.

Kualitas air	Kisaran hasil pengukuran skala laboratorium			Kisaran optimal (boroh <i>et al.</i> , 2019)
	Sampel a	Sampel b	Sampel c	
Suhu (°C)	25,3 – 26,8	25,6 – 27,7	25,8 – 26,8	24 – 34
DO (ppm)	6,18 – 10,9	5,99 – 12,9	5,65 – 10,7	4,8
pH	7	7	7	6 – 9
Salinitas (ppt)	35 – 37	35 – 37	33 – 37	25 – 39

Data mengenai suhu, kadar oksigen terlarut, pH, dan salinitas yang didapatkan dari pengukuran kualitas air sepanjang penelitian memberikan informasi yang penting dan relevan mengenai kondisi lingkungan yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp., dan hasil lengkap dari pengukuran serta analisis tersebut dapat diperoleh secara rinci pada Tabel 1. Pengukuran suhu pada tiga sampel kultur *Chlorella* sp. selama 13 hari menunjukkan suhu rata-rata antara 25,3-27,7°C. Suhu ini termasuk dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan alga. Kondisi kultur laboratorium yang terjaga, seperti suhu yang stabil dan pencahayaan buatan, menciptakan lingkungan yang kondusif untuk fotosintesis. Proses fotosintesis ini tidak hanya menghasilkan biomassa tetapi juga mempengaruhi metabolisme seluler, termasuk peningkatan ekskresi (Taradifa *et al.*, 2023).

Hasil penelitian pada pengukuran kadar DO atau oksigen terlarut dalam kultur *Chlorella* sp. skala laboratorium menunjukkan bahwa dari ketiga sampel yang dikultur, nilainya berkisar antara

5,65 hingga 12,19. Hal ini terjadi karena dipengaruhi adanya cahaya lampu sebagai penunjang proses fotosintesis. Nilai DO tertinggi terjadi pada sampel 2 yaitu berkisar 12,9 ppm dalam hal ini juga terjadinya peningkatan terhadap kepadatan *Chlorella* sp. Kandungan nilai DO yang optimum dalam kegiatan untuk budidaya maupun kultur yaitu berkisar 4-8 ppm (Putra *et al.*, 2023). Kadar oksigen terlarut dalam kultur laboratorium ini juga dipengaruhi adanya peningkatan fotosintesis yang diakibatkan adanya metabolisme dari *Chlorella* sp. Fotosintesis dan aerasi juga dapat mempengaruhi karena terjadi perputaran suplai setiap harinya. Suhu juga memiliki keterkaitan dengan hasil kadar oksigen terlarut dikarenakan jika suhu rendah tentu kandungan oksigen terlarut juga lebih tinggi kadarnya.

Nilai pH air pada pengukuran ke-3 sampel kultur skala laboratorium, yang dilakukan dari hari pertama hingga hari ke-13, menunjukkan hasil berkisar di angka 7. Tingkat keasaman yang ideal untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. secara optimal adalah antara 6 hingga 9. Namun, perlu dicatat bahwa beberapa spesies mikroalga lainnya dapat bertahan dan berkembang cukup baik pada nilai pH yang lebih tinggi dari standar, bahkan mencapai sekitar 11 (Delilla *et al.*, 2022). Nilai pH ini berfungsi sebagai faktor pengontrol yang penting dalam memantau perkembangan *Chlorella* sp. setiap harinya, yang pada gilirannya mencerminkan kemampuan mikroalga dalam menggunakan unsur hara yang tersedia secara biologis. Selain itu, nilai pH yang tinggi dapat memiliki dampak signifikan terhadap aktivitas fotosintesis mikroalga, yang merupakan proses kunci dalam produksi energi dan pertumbuhan mereka. Oleh karena itu, pemantauan pH secara berkala sangat penting untuk memastikan kondisi yang mendukung bagi pertumbuhan dan perkembangan *Chlorella* sp. serta mikroalga lainnya.

Hasil pengukuran salinitas dalam pengukuran skala laboratorium yang media tumbuhnya menggunakan air laut mendapatkan nilai salinitas yang tinggi. Hasil pengamatan yang didapatkan dari ke-3 sampel yaitu bernilai berkisar antara 33-37 ppt. Nilai yang tertinggi pada pengukuran salinitas yaitu berkisar 37 yang dipengaruhi oleh adanya perubahan suhu yang terjadi dari metabolisme sel *Chlorella* sp. (sisa ekskresi sel) serta terjadinya penguapan yang dihasilkan oleh lampu neon watt juga dapat mempengaruhi kadar salinitas (Selvika *et al.*, 2016). Aerasi juga dapat mempengaruhi peningkatan pada salinitas dikarenakan adanya proses transpirasi. *Chlorella* sp. dapat berkembang dengan baik pada tingkat salinitas yang optimal, yaitu antara 25 hingga 34 ppt, serta dapat tumbuh dalam media air yang cukup bersalinitas tinggi. Salinitas rata-rata perairan ini terukur antara 32-32,25 ppt. Nilai ini menunjukkan kondisi salinitas alami yang mendukung kehidupan biota laut (Aprilliyanti *et al.*, 2016).

Stabilitas suhu dan pH sangat penting untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. Suhu yang terjaga antara 25,3 hingga 27,7°C berada dalam rentang yang ideal untuk pertumbuhannya, karena suhu yang stabil mendukung proses fotosintesis yang diperlukan mikroalga untuk berkembang. Selain itu, kadar oksigen terlarut (DO) yang optimal, berkisar antara 5,65 hingga 12,19

ppm, juga mendukung laju pertumbuhan *Chlorella sp.*, terutama pada sampel dengan kadar DO tertinggi. Di sisi lain, peningkatan salinitas yang melebihi 37 ppt dapat menghambat pertumbuhan mikroalga, meskipun *Chlorella sp.* masih dapat tumbuh baik pada salinitas antara 25 hingga 34 ppt. Secara keseluruhan, suhu yang stabil, pH yang sesuai, dan kadar DO yang memadai mendukung fase pertumbuhan, sedangkan fluktuasi salinitas dan kekurangan oksigen menjadi faktor yang mempengaruhi terjadinya fase kematian sel pada *Chlorella sp.*

KESIMPULAN

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kepadatan sel *Chlorella* mencapai puncaknya pada hari ke-10 sampel A ($72,5 \times 10^6$ sel/ml), B ($78,75 \times 10^6$ sel/ml), dan sampel dengan kepadatan maksimum tercatat sebesar $85,625 \times 10^6$ sel/ml pada sampel C. Pertumbuhan *Chlorella* menunjukkan pola fluktuatif, dengan penurunan tajam terjadi setelah hari ke-11, mengindikasikan masuknya fase transisi menuju fase kematian. Dinamika ini dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti kualitas air, suhu (rata-rata $28-30^\circ\text{C}$), pH ($7,5-8,2$), dan kadar oksigen terlarut ($4-6$ mg/L), yang berperan penting dalam mendukung atau menghambat pertumbuhan *Chlorella sp.* Selama masa kultur, fase pertumbuhan dapat diamati dengan jelas, dimulai dari fase lag atau adaptasi, fase eksponensial, hingga fase kematian. Penambahan nutrisi seperti pupuk Walne dan vitamin B12 pada hari ke-7 terbukti krusial, ditunjukkan dengan lonjakan kepadatan sel sebesar 25% dalam dua hari setelah aplikasi. Hasil ini menekankan pentingnya manajemen nutrisi dan kondisi kultur yang optimal untuk meningkatkan produksi *Chlorella sp.* sebagai pakan alami berkualitas tinggi dalam industri perikanan. Studi lanjutan direkomendasikan untuk mengevaluasi pengaruh variasi dosis pupuk dan intensitas cahaya terhadap laju pertumbuhan serta hasil akhir kultur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DPPM) Universitas Brawijaya yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini melalui hibah Doktor Mengabdikan 2024 dengan nomor kontrak 00149.23/UN10.A0501/B/PM.01.01/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, M.D., Elystia, S., & Andrio, D. (2023). Potensi Mikroalga *Chlorella sp* untuk Menghilangkan Nutrien dari Grey Water pada Sistem Reaktor Biofilm Batch Sequencing. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Volume 12 Number 1, pp. 229-241.
- Andriani, Y., Shiyam, D.F., Hasan, Z., & Pratiwy, F.M. (2023). Penggunaan berbagai pupuk alami dalam budidaya *Chlorella sp.* *Jurnal Agroqua*. Vol. 21(1): 33-45.
- Aprilliyanti, S., Soeprbowati, T. R., & Yulianto, B. (2016). Hubungan kemelimpahan *Chlorella sp* dengan kualitas lingkungan perairan pada skala semi masal di bbbpbap jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 14(2): 77-81.
- Azizah, R., Sulistianingtyas, I., Pringgenies, D., & Rudiyaniti, S. (2016). Potensi rumput laut *Eucheuma sp.* Terhadap kepadatan fitoplankton *Chlorella sp.* *Jurnal Kelautan Tropis*. Vol. 18 (3): 166-177.

- Buwono, N. R., & Nurhasanah, R. Q. (2018). Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. pada Skala Kultur yang Berbeda [Study of *Spirulina* sp. Population Growth in The Different Culture Scale. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 10 (1): 26.
- Borowitzka, M. A., & Moheimani, N. R. (Eds.). (2013). *Algae for biofuels and energy*. Dordrecht: Springer.
- Boroh, R., Litaay, M., Umar, M. R., & Ambeng, A. (2019). Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*. Vol. 4 (2): 129-137.
- Chilmawati, D., dan Suminto., 2008. Penggunaan Media Kultur yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. Budidaya Perairan. Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Delilla, S., Syafriadiman, S., & Hasibuan, S. (2022). The effect of addition booster manstap to density cell of *Chlorella* sp. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 27 (2): 219-226.
- Hamouda, R. A., Alsharif, A. A., & Alsharif, A. A. (2023). Effect of different concentrations of kerosene in dry weight of algae and its consortium. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(5), 1234–1245.
- Luthfi, A. (2021). Sumber Nitrogen Alternatif untuk Pertumbuhan Isolat Mikroalga *Monoraphidium* sp. P5-4 dan *Choricystis parasitica* P2-15 Asal Situ Pamulang. In Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ma'rufatin, A. (2016). Pengaruh Pemanenan Mikroalga (*Chlorella* sp.) secara Kontinyu Terhadap Pertumbuhannya di dalam Fotobioreaktor. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. Vol. 9 (1): 19-30.
- Mufidah, A., Agustono., Sudarmo., & Nindarwi, D.D. (2017). Teknik Kultur *Chlorella* sp. Skala Laboratorium dan Intermediet di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. Vol. 7 (2): 50-56.
- Novianti, T., Zainuri, M., Widowati, I. 2017. Studi Tentang Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* Yang Dikultivasi Berdasarkan Sumber Cahaya Yang Berbeda. *Jurnal Mangifera Edu*. Vol. 1 (2): 1-8.
- Putra, A., Syafa'Yumna, A., Alfiaz, A. T., Nugraha, B. A., Sartika, D., Ramadiansyah, F., ... & Suharyadi, S. (2023). Analisis Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Intensif. *Jurnal Perikanan Unram*. Vol.13 (3): 871-878.
- 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*. Vol. 8(2): 176-192.
- Selvika, Z., Kusuma, A. B., Herliany, N. E., & Negara, B. F. (2016). Pertumbuhan *Chlorella* Sp. pada Beberapa Konsentrasi Limbah Batubara (The Growth Rate Of The *Chlorella* Sp. At Different Concentrations Of Coal Waste Water). *Depik*. Vol. 5 (3): 10-25.
- Sudarmo, E., Zulkarnain, D., & Deswati, D. (2018). Application of FLOCponics to improve water quality. *Bioflux*, 11(3), 483–495.
- Sumsanto, M. (2023). Studi Teknik Pengelolaan Kualitas Air Pada Pemeliharaan Induk Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) di PT. Suri Tani Pemuka Unit Hatchery Singaraja, Bali. *Jurnal Lemuru*. Vol. 5 (3): 507-516.
- Suwarsono, S. J., Kemer, K., Rumengan, A., Manengkey, H., Rumampuk, N., & Mamuaja, J. (2024). Profil Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* Pada Media KW21. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. Vol. 12 (1): 18-25
- Taradifa, S., Hasibuan, S., & Syafriadiman, S. (2023). Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Azolla Sp. Terhadap Kepadatan Sel *Chlorella* Sp. *Jurnal Riset Akuakultur*. Vol. 7 (2): 85-93.
- Wirosaputro, S., & Sumarlina, T. (2018). *Chlorella: Makanan Kesehatan Global Alami*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 149 hal.