

PENGARUH PERBEDAAN WARNA CAHAYA LAMPU TERHADAP PERTUMBUHAN *NANNOCHLOROPSIS* SP.

[The Effect Of Different Colors Of Light On The Growth Of *Nannochloropsis* sp.]

Erwandani^{1)*}, Luh Gede Sumahiradewi²⁾, Ni Kadek Puji Astuti³⁾, Charirun Nufus⁴⁾

Budidaya Perairan Universitas 45 Mataram, Mataram

erwandani19@gmail.com (corresponding)

ABSTRAK

Salah satu pakan alami yang keberadaannya sangat penting dalam ekosistem perairan adalah fitoplankton. *Nannochloropsis* sp. merupakan salah satu mikroalga yang dikembangkan sebagai sumber pakan alami. Kandungan nutrisi dari *Nannochloropsis* sp. cukup tinggi dimana kandungan proteinnya mencapai 52,11%, karbohidrat 16%, lemak 27,64%, vitamin C 0,85%, dan klorofil-a 0,89%. Sebagai mikroalga yang tumbuh melalui proses fotosintesis, cahaya merupakan salah satu substansi penting dalam pertumbuhannya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL). Meliputi 4 kali perlakuan dan 4 kali ulangan sehingga didapat 16 unit percobaan. Perlakuan P1 menggunakan cahaya merah, P2 menggunakan cahaya kuning, P3 menggunakan cahaya biru, dan P4 menggunakan cahaya putih. Data yang diukur pada penelitian ini adalah : kepadatan *nannochloropsis*, pertumbuhan relatif dan waktu penggandaan diri. P1 memberikan hasil terbaik dengan kepadatan rata-rata 143.250 sel/mL, pertumbuhan relatif 51,20 %, dan waktu penggandaan diri 55 jam. Berdasarkan hasil analisis ragam atau uji ANOVA penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan warna cahaya lampu berpengaruh nyata terhadap kepadatan populasi dan pertumbuhan relatif *nannochloropsis* sp. namun tidak berpengaruh nyata terhadap waktu penggandaan diri. Selanjutnya hasil pengukuran kualitas air seperti suhu berkisar antara 27-29 °C, pH 8-8.2, DO 4.3-4.5, dan salinitas 35-37 ppt.

Kata kunci: *Nannochloropsis* sp; warna cahaya; kepadatan.

ABSTRACT

One natural food whose presence is very important in aquatic ecosystems is phytoplankton. *Nannochloropsis* sp. is one of the microalgae that was developed as a natural food source. The nutritional content of *Nannochloropsis* sp. quite high where the protein content reaches 52.11%, carbohydrates 16%, fat 27.64%, vitamin C 0.85%, and chlorophyll-a 0.89%. As microalgae that grow through the process of photosynthesis, light is an important substance in their growth. This research used the experimental method Completely Randomized Design (CRD). Includes 4 treatments and 4 repetitions to obtain 16 experimental units. Treatment P1 uses red light, P2 uses yellow light, P3 uses blue light, and P4 uses white light. The data measured in this study were: *nannochloropsis* density, relative growth and self-doubling time. P1 gave the best results with an average density of 143,250 cells/mL, relative growth of 51.20%, and self-doubling time of 55 hours. Based on the results of the analysis of variance or ANOVA test, this research shows that differences in the color of light have a significant effect on population density and relative growth of *Nannochloropsis* sp. but it has no real effect on the self-doubling time. Furthermore, the results of water quality measurements such as temperature ranged between 27-29 °C, pH 8-8.2, DO 4.3-4.5, and salinity 35-37 ppt.

Keywords: *Nannochloropsis* sp; light color, density

PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor tumbuh terpenting karena merupakan sumber energi yang menjaga pertumbuhan serta perkembangbiakan. Nutrisi yang terkandung dalam pakan harus benar-benar terkontrol dan memenuhi kebutuhan ikan tersebut. (Rolls, 2013). Salah satu pakan alami yang keberadaannya sangat penting dalam ekosistem perairan adalah fitoplankton. *Nannochloropsis* sp. merupakan salah satu mikroalga yang dikembangkan sebagai sumber pakan alami. Kandungan nutrisi dari *Nannochloropsis* sp. cukup tinggi dimana kandungan proteinnya mencapai 52,11%, karbohidrat 16%, lemak 27,64%, vitamin C 0,85%, dan klorofil-a 0,89% (Erlania, 2009).

Sebagai mikroalga yang tumbuh melalui proses fotosintesis, cahaya merupakan salah satu substansi penting dalam pertumbuhannya. Fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik dengan bantuan cahaya matahari (Naomi *et al.*, 2011). Salah satu substansi yang dapat meningkatkan kepadatan populasi *Nannochloropsis* sp. yaitu dengan menggunakan pencahayaan dengan warna cahaya yang berbeda. Warna cahaya memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis, yang berfungsi meneruskan warna cahaya yang spesifik yaitu sebagian besar spektrum biru dengan panjang gelombang 450-475 nm, merah 630-675 nm dan kuning 570-590 nm (Richmond, 2004).

Berdasarkan uraian tersebut warna cahaya lampu dapat meningkatkan klorofil dan protein pada fitoplankton, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan warna cahaya lampu yang berbeda terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Selain itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian warna cahaya lampu yang berbeda terhadap pertumbuhan, kepadatan *Nannochloropsis* sp. dan warna cahaya yang paling efektif untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 11 Juni sampai tanggal 11 Juli 2024 di Laboratorium Fakultas Perikanan Universitas 45 Mataram.

Bahan dan Peralatan

Penelitian ini membutuhkan cukup banyak bahan dan peralatan. Bahan-bahan utama yang digunakan adalah *nannochloropsis* sp, air laut, air tawar, pupuk kw21 sebagai sumber nutrisi, Sedangkan peralatan utamanya terdiri dari toples plastic, mikroskop cahaya, DO meter, refraktometer, pH meter, *Sedwichrafter*, cover glass, mikropipet, tabung reaksi, pipet tetes, *hand tally counter*, kabel, staker listrik, aerator, selang aerator, batu aerasi, lampu bohlam warna, gelas ukur, gallon air, bak air, dandang dan kopor.

Penghimpunan Data

Teknik penghimpunan data dilakukan melalui pengamatan langsung (*observation*) pada objek yang diberi perlakuan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga didapatkan 16 unit percobaan. Adapun padat tebar *nannochloropsis* sp. adalah 2.744 sel/mL yang ditebar pada media bervolume 1500 mL di setiap wadah dengan salinitas 35 ppt. Untuk mendapatkan kepadatan yang ditentukan *nannochloropsis* sp diambil dari bibit dengan kepadatan 4.116.000 sel/mL kemudian diencerkan menggunakan rumus pengenceran. Perlakuan P1 menggunakan cahaya merah, perlakuan P2 menggunakan cahaya kuning, perlakuan P3 menggunakan cahaya biru dan perlakuan P4 menggunakan cahaya putih.

Data yang dihimpun pengamatan kepadatan *Nannochloropsis* sp. dilakukan setiap 24 jam sekali selama 14 hari, Kepadatan sel dihitung menggunakan *sedwichrafter* dan mikroskop pada perbesaran lensa objektif 40x. Sampel *Nannochloropsis* sp. diambil menggunakan mikropipet sebanyak 1 ml dan ditetaskan ke dua bagian *sedwichrafter* dan ditutup menggunakan *cover glass*. Selain itu dilakukan juga pengukuran kualitas air seperti suhu, pH, salinitas, dan DO.

Pengolahan dan Analisis Data

Pertumbuhan dan kepadatan *nannochloropsis* sp.

Pertumbuhan dan kepadatan *Nannochloropsis* sp. di setiap perlakuan ditentukan menggunakan rumus menurut (Rizky *et al.*, 2012).

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah sel}}{\text{ml}} = \frac{A+B+C+D+E}{5} \times 1000$$

Keterangan:

Kepadatan : Sel/ml

A, B, C, D, E : Jumlah sel yang dihitung

5 : Jumlah kotak yang diamati dalam kamar hitung

1000 : Jumlah seluruh kotak dalam kamar hitung

Pertumbuhan relatif *nannochloropsis* sp.

Pertumbuhan relatif ditentukan menggunakan rumus mengikuti Mukhlis *et al.* (2017):

$$RGR = \left(\frac{C_t - C_0}{C_0} \right) \times 100$$

Keterangan:

RGR : Pertumbuhan relatif (%)

C_0 : Kepadatan populasi sel awal (sel/ml)

C_t : Kepadatan populasi sel tertinggi selama periode pengamatan (sel/ml)

Waktu penggandaan diri *Nannochloropsis* sp.

Waktu penggandaan diri (double time) ditentukan menggunakan rumus mengikuti Mukhlis *et al.* (2017):

$$DT = \frac{(\log(2) \times \Delta t)}{\log C_t - \log C_0}$$

Keterangan:

DT : Double time (jam)

C_0 : Kepadatan populasi sel awal (sel/ml)

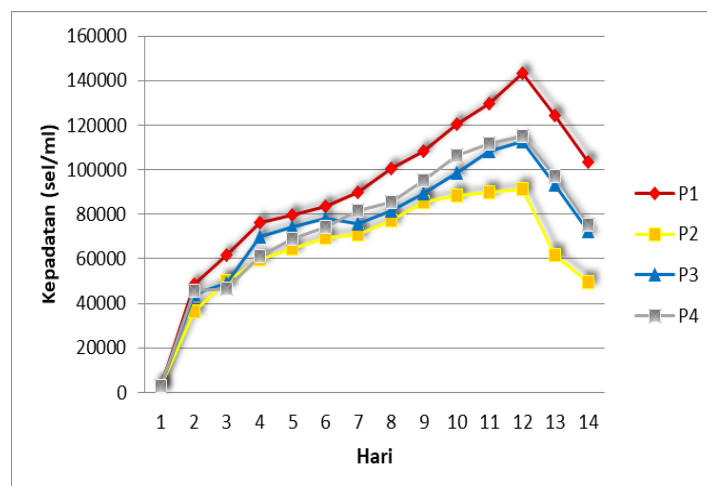
C_t : Kepadatan populasi sel tertinggi selama periode pengamatan (sel/ml)

Δt : Lama waktu dalam satu periode pengamatan (jam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan *Nannochloropsis* sp.

Kepadatan merupakan salah satu parameter pertumbuhan yang dapat digunakan sebagai acuan tumbuh atau tidaknya *Nannochloropsis* sp. Kepadatan sel merupakan jumlah sel per satuan volume media kultur yang digunakan (Zamani *et al.*, 2016). Adapun kepadatan *Nannochloropsis* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 1. Grafik kepadatan *Nannochloropsis* sp.

Pada gambar 1. memperlihatkan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. selama 14 hari. Dapat dilihat terdapat perbedaan jumlah kepadatan *Nannochloropsis* sp. yang disebabkan oleh warna cahaya berbeda. Pada awal pemeliharaan, kepadatan *Nannochloropsis* sp. masih rendah, kemudian mulai meningkat pada hari berikutnya. P1 memiliki kepadatan tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan kepadatan rata-rata yaitu 143.250 sel/mL, sedangkan P2 memiliki kepadatan terendah yaitu 91.250 sel/mL. Peningkatan jumlah kepadatan pada P1 dipengaruhi oleh terjadinya fotosintesis, dimana pada proses ini melibatkan klorofil dalam menyerap cahaya. *Nannochloropsis* sp. memiliki kandungan klorofil a sebagaimana menurut Fauziah *et al.* (2019) klorofil a merupakan pigmen kehijauan yang berperan penting dalam proses fotosintesis sebagai penangkap cahaya. Lebih lanjut sebagaimana menurut Saputra *et al.* (2020) klorofil a sangat kuat pada panjang gelombang yaitu pada sinar merah. Dengan demikian kepadatan tertinggi pada perlakuan (P1) terjadi karena kemampuan klorofil a yang terkandung pada *Nannochloropsis* sp. cenderung menyerap sinar merah. Hasil analisis ragam atau uji ANOVA (lampiran 2) menunjukkan bahwa perlakuan warna lampu yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap kepadatan populasi *Nannochloropsis* sp. dimana $F\text{-hit} > F\text{-tab}$ 0,05. Setelah dilakukan uji lanjut dengan uji BNT, diketahui bahwa P1 memiliki perbedaan yang signifikan terhadap perlakuan P2,P3 dan P4 .

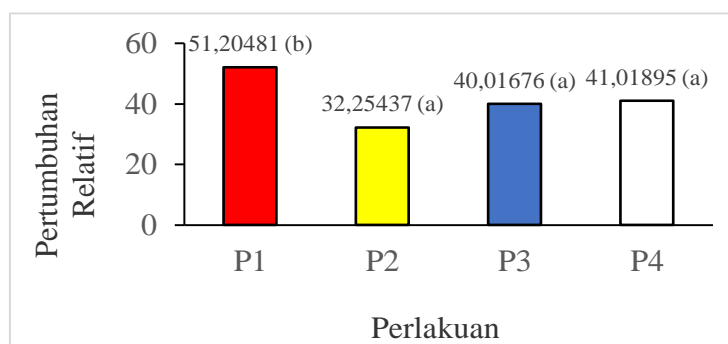
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat siklus kehidupan *Nannochloropsis* sp. dimulai pada fase lag (adaptasi) terjadi pada hari 1 - 3, pada fase ini *Nannochloropsis* sp. beradaptasi dengan cahaya dan lingkungan kultur. Sebagaimana menurut Prayitno (2016) pada fase lag, sel-sel mikroalga mulai beradaptasi dengan kondisi lingkungan. Secara fisiologis, sel-sel tersebut mempersiapkan diri untuk melakukan pembelahan sel dengan cara memproduksi enzim-enzim dan senyawa metabolisme yang diperlukan untuk pembelahan sel. Pada fase ini, sel-sel yang membelah masih sedikit sehingga jumlah sel tidak banyak mengalami peningkatan.

Fase eksponensial terjadi pada hari 3 – 5, Setelah melewati fase adaptasi, *Nannochloropsis* sp. selanjutnya memasuki fase pertumbuhan eksponensial yang ditandai dengan terjadinya peningkatan kepadatan populasi sel yang tinggi, sebagaimana menurut Prayitno (2016) pada fase eksponensial sel-sel membelah diri dengan cepat dan enzim-enzim dan senyawa-senyawa metabolit yang dibutuhkan untuk pembelahan sel sudah tersedia. Fase pertumbuhan dengan tingkat serapan CO₂ dan laju pembentukan biomassa yang tinggi terjadi pada fase eksponensial. Pada fase ini juga terjadi serapan nutrisi dari media secara cepat sehingga nutrisi mulai berkurang. Selanjutnya *Nannochloropsis* sp. memasuki fase stasioner. Pada penelitian ini, fase stasioner ini belum bisa teramati dengan baik dikarenakan pengamatan pertumbuhan kepadatan *Nannochloropsis* sp. dilakukan selama 1 hari/24 jam sekali. Sebagaimana menurut Istirokhatun *et al.*, (2017) jarak fase penurunan dan fase stasioner umumnya relatif singkat, sehingga dibutuhkan perhitungan dengan intensitas yang lebih dari sekali dalam 24 jam. Lebih lanjut menurut Prayitno (2016) pada fase stasioner laju pertumbuhan sel seimbang dengan laju kematian sel.

Fase berikutnya adalah fase kematian terjadi pada hari 13 – 14. Pada fase ini terjadi penurunan kepadatan sel sebagaimana menurut Prayitno (2016) sel-sel mikroalga memasuki fase kematian ditandai dengan kematian sel-sel dalam jumlah besar, sedangkan pembelahan sel hampir tidak terjadi, hal ini terjadi karena faktor-faktor pendukung pertumbuhan semakin terbatas.

Pertumbuhan Relatif

Pertumbuhan relatif merupakan peningkatan jumlah sel pada setiap unit sel pada lama waktu tertentu (Fery *et al.*, 2020). Adapun pertumbuhan relatif *Nannochloropsis* sp pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2. Pertumbuhan relatif *Nannochloropsis* sp. Pada berbagai warna.

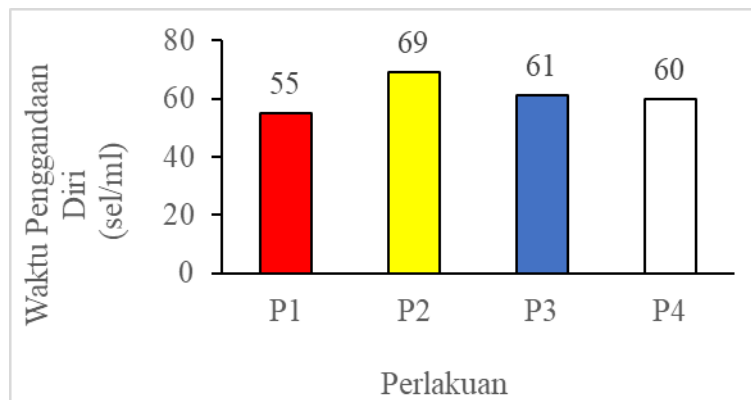
Berdasarkan gambar 2. pertumbuhan relatif *Nannochloropsis* sp. dapat diketahui bahwa perlakuan dengan pertumbuhan relatif tertinggi adalah perlakuan P1 yaitu 51,20481 sel/mL. Selanjutnya diikuti oleh perlakuan P4 41,01895 sel/mL, P3 40,01676 sel/mL, dan P2 32,25437 sel/mL.

Berdasarkan hasil analisis ragam atau uji ANOVA dimana $F_{\text{hit}} > F_{\text{tab}}$ 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan warna lampu yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan relatif *Nannochloropsis* sp. dengan demikian dilakukan uji lanjut dengan uji BNT (Lampiran 3), dimana dari hasil uji tersebut, perlakuan cahaya merah (P1) memiliki perbedaan yang signifikan terhadap perlakuan lainnya.

Pertumbuhan relatif ditentukan dari persentase selisih antara kepadatan awal dan kepadatan puncak kemudian dibandingkan dengan kepadatan awal. Persentase kepadatan relatif tertinggi yang terjadi pada perlakuan merah (P1).. Hal ini disebabkan karena kemampuan klorofil a yang terkandung pada *Nannochloropsis* sp. cenderung menyerap sinar merah sehingga pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. yang dikultur pada sinar merah lebih tinggi, sebagaimana menurut Hanryani *et al.* (2019) spektrum merah dengan panjang gelombang 630-675 nm ini dimanfaatkan untuk menghasilkan energi dalam proses fotosintesis, dimana energi yang dihasilkan dipakai untuk pertumbuhan.

Waktu Penggandaan Diri

Waktu penggandaan diri adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat jumlah sel menjadi 2 kali lipat (Fery *et al.*, 2020). Adapun waktu penggandaan diri *Nannochloropsis* sp pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 3. waktu penggandaan diri *Nannochloropsis* sp

Berdasarkan Gambar 3. waktu penggandaan diri *Nannochloropsis* sp., dapat diketahui bahwa perlakuan waktu penggandaan diri tersingkat adalah perlakuan P1 dengan cahaya berwarna merah yaitu 55 jam. Selanjutnya diikuti oleh P4 60 jam, P3 61 jam, dan P2 69 jam.

Waktu penggandaan diri pada *Nannochloropsis* sp. ini dipengaruhi oleh proses fotosintesis. Penggandaan sel *nannochloropsis* sp. terjadi pada saat berfotosintesis (Bangun, 2012). Yang mana pada proses fotosintesis membutuhkan cahaya dan warna yang baik. Pada saat proses fotosintesis *nannochloropsis* sp. melakukan pembelahan sel (pertumbuhan populasi) dan hal ini dapat berjalan dengan lancar jika cahaya yang dibutuhkan pada saat fotosintesis cukup.

Waktu penggandaan diri menunjukkan bahwa semakin singkat waktu penggandaan diri semakin cepat pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dan semakin lama waktu penggandaan diri maka pertumbuhan akan semakin lama. waktu penggandaan minimum dicapai ketika laju pertumbuhan spesifik mencapai nilai maksimum. Hal ini sesuai pernyataan Afriza *et al.* (2015) waktu penggandaan yang lebih rendah berarti pertumbuhan jumlah populasi lebih cepat karena waktu yang diperlukan untuk pembelahan sel lebih singkat sehingga untuk mencapai kepadatan maksimum lebih cepat.

Hasil analisis ragam atau uji ANOVA dimana $F_{\text{hit}} < F_{\text{tab}}$ 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan warna lampu yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap waktu penggandaan diri *Nannochloropsis* sp. dengan demikian tidak dilakukan uji lanjut.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Nannochloropsis* sp. adapun hasil pengukuran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Kisaran	Sumber Pustaka
Suhu (°C)	27 - 29	25 - 30 Saputra <i>et al.</i> (2020).
pH	8 - 8,2	8 - 9,5 Saputra <i>et al.</i> (2020)
DO (mg/L)	4,3 – 4,5	4,0 - 7,5 Damanik <i>et al.</i> , (2017).
Salinitas (ppt)	35 – 37	25 - 35 Saputra <i>et al.</i> (2020).

Kualitas air merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan dan perkembangan mikroalga, sebagai salah satu organisme yang hidup dalam perairan. Data hasil pengamatan kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada tabel 4. Kepadatan fitoplankton disuatu perairan dipengaruhi oleh faktor lingkungan diantaranya Suhu, pH, DO, dan Cahaya. Suhu mempengaruhi secara langsung efisiensi fotosintesis dan merupakan faktor yang menentukan dalam pertumbuhan mikroalga. Selama kegiatan kultur berlangsung kisaran suhu setiap perlakuan yaitu 27 °C – 29 °C dan kisaran ini tergolong optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. karena berdasarkan pernyataan Saputra *et al.*, (2020), kisaran suhu yang paling optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah 25 °C - 30 °C.

Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan fitoplankton dalam beberapa hal, diantaranya dapat merubah keseimbangan dari karbon organik, ketersediaan nutrisi dan dapat mempengaruhi fisiologi sel (Padang, 2014). Pada penelitian ini pH media kultur yaitu berkisar antara 8 - 8,2. Menurut Saputra *et al.* (2020) *Nannochloropsis* sp. dapat hidup dengan baik pada kisaran pH 8 - 9,5 sehingga nilai pH yang diperoleh masih tergolong cukup untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Nannochloropsis* sp.

Ketersediaan oksigen terlarut merupakan faktor penting untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp., dimana memiliki fungsi sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik, melalui proses fotosintesis. Oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 4,3 ppm – 4,5 ppm dimana kondisi tersebut merupakan nilai optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. sebagaimana menurut Damanik *et al.* (2020) oksigen terlarut optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah berkisar antara 4,00 ppm - 7,5 ppm.

Adapun kisaran salinitas setiap perlakuan berkisar antara 35 ppt - 37 ppt. Kisaran nilai salinitas ini tergolong belum optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. karena berdasarkan Saputra *et al.* (2016), salinitas optimal berkisar antara 25 ppt - 35 ppt. Nilai salinitas yang tinggi didapat dari hasil pengukuran salinitas pada hari pertama (ke-1) dimana mendekati akhir penelitian sehingga nilai salinitas yang tinggi diduga karena terjadinya penguapan. Sebagaimana menurut Damanik *et al.* (2020) bahwa penyebab salinitas berubah mulai dari awal sampai akhir penelitian yaitu karena terjadinya penguapan.

PENUTUP

Simpulan

Warna cahaya berpengaruh nyata terhadap populasi sel *Nannochloropsis* sp. Cahaya berwarna merah memberikan pengaruh signifikan terhadap kepadatan puncak dan pertumbuhan relatif populasi sel *Nannochloropsis* sp. dibandingkan warna lainnya, namun tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap waktu penggandaan diri.

Saran

Beberapa pertumbuhan hewan, tumbuhan bahkan mikro organisme dipengaruhi oleh warna atau kecerahan warna wadah dan warna cahaya tempat organisme hidup atau dikembangkan. Khusus sel *Nannochloropsis* sp. jika ingin pertumbuhan dan kepadatan puncak, maka baik menggunakan warna cahaya berwarna merah. Bagi peneliti selanjutnya dapat menguji warna-warna yang berbeda dengan masa penerangan yang beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Arihanda, D. D. P., Suryono, G. W. Santosa. (2019). Kadar Total Lipid Mikroalga *Nannochloropsis oculata* Hibberd, 1981 Berdasarkan Perbedaan Salinitas dan Intensitas Cahaya. *Journal of Marine Research*. Vol. 8 (3): 229-236.
- Damanik, R., S. Koamriyah, A. Putriningtyas. (2020). Pengaruh Penggunaan Warna Cahaya yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. *Journal of Aquaculture Science*. Vol. 5 (2): 99-109.
- Erlania. (2009). Prospek Pemanfaatan Mikroalga Sebagai Sumber Pangan Alternatif dan Bahan Fortifikasi Pangan. *Media Akuakultur* Vol.4 No. 1: 59-66.
- Lestari, U. A., A. Mukhlis, J. Priyono. (2019). Pengaruh Pupuk Nutrisil dan KW21+Si Terhadap Pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*. *Jurnal Perikanan*. Vol. 9 (1): 66-74.
- Ma, X. N., T. P. Chen, B. Yang, J. Liu, F. Chen. (2016). Lipid Production from *Nannochloropsis*. *Marine Drugs*. Vol. 14 (61): 1-18.
- Marthia, N. (2020). Pengaruh Jenis Kultur terhadap Konsentrasi Biomassa *Nannochloropsis* sp. Pasundan *Food and Technology Journal*. Vol. 7 (3): 97-101.
- Mukhlis, A., Z. Abidin, I. Rahman. (2017). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Ammonium Sulfat Terhadap pertumbuhan Populasi Sel *Nannochloropsis* sp. *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*. Vol. 3: (149-155).
- Naomi, A., J. Pertiwi, P. A. Permatasari, S. N. Dini., A. Saefullah. (2018). Keefektifan Spektrum Cahaya terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata*). *Gravity*. Vol. 4 (2): 93-102.
- Omairah, R., G. Diansyah, F. Agustriani. (2019). Pengaruh Pemberian Amoniak dngan Dosis Berbeda terhadap Pertumbuhan Fitoplankton *Nannochloropsis* sp. Skala Laboratorium. *Maspari journal*. Vol. 11 (1): 23-30.
- Prayitno, J. (2016). Pola Pertumbuhan dan Pemanenan Biomassa dalam Fotobioreaktor Mikroalga untuk Penangkapan Karbon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 17 (1): 45-52.
- Rizky, Y. A., I. Raya, S. Dali. (2012). *Penentuan Laju Pertumbuhan Sel Fitoplankton Chaetoceros vulgaris, Dunaliella salina, dan Porphyridium cruentum*. Skripsi. Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Saputra, N. A., A. G. Tantu, M. Amin, Dahlifa, S. Budi. (2020). Pengaruh Warna Wadah Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* Sp. *Journal of Aquaculture Environment*. Vol. 3 (1): 15-18.
- Zamani, N. P. dan M. Muhaemin. Penggunaan Spektrofotometer sebagai Pendeteksi Kepadatan Sel Mikroalga Laut. (2016). *Maspari journal*. Vol. 8 (1): 39-48.
- Zanello, L. dan F. Vianello. (2020). Microalgae of the Genus *Nannochloropsis* Chemical Composition Functional Implications for Human Nutrition. *Journal of Functional Foods*. Vol. 68: 1-11.