

Pengaruh Intensitas Cahaya Berbeda terhadap Kepadatan dan Kandungan Karotenoid *Dunaliella salina*

The Effect of Different Light Intensity on Density and Carotenoid Content *Dunaliella Salina*

Rivi Febriani^{1*}, Saberina Hasibuan², dan Syafridiman²

¹Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

²Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

*Email: rivi.febriani@student.unri.ac.id

Abstrak

Diterima
10 Oktober 2019

Disetujui
30 Desember 2019

Mikroalga memiliki peranan penting dalam dunia perikanan, karena ketersediaan mikroalga dibutuhkan sebagai pakan alami pada usaha pembenihan ikan dan udang. Salah satu jenis mikroalga yang potensial untuk dikembangkan sebagai pakan alami adalah *Dunaliella salina*. Faktor yang mempengaruhi mempengaruhi kepadatan dan karotenoid *D. salina* adalah intensitas cahaya karena memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan intensitas cahaya terbaik dalam meningkatkan kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina*. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 12-21 Mei 2019. Bertempat di Laboratorium Pakan Alami, Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan pemberian intensitas cahaya berbeda yaitu P1 (2.500 lux), P2 (3.500 lux), P3 (4.500 lux) dan P4 (5.500 lux) dengan 3 kali ulangan. Pertumbuhan diamati selama 10 hari dengan menghitung kepadatan setiap hari dan kandungan karotenoid pada hari ke-6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya berbeda berpengaruh terhadap kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina*. Kepadatan dan kandungan karotenoid tertinggi terdapat pada intensitas cahaya 5.500 lux dengan kepadatan sebanyak $637,87 \times 10^4$ sel/ml dan kandungan karotenoid sebesar 1,45 µg/ml

Kata kunci: *Dunaliella salina*; karotenoid; intensitas cahaya; kepadatan sel.

Abstract

Microalgae has an important role in the world of fisheries, because the availability of microalgae is needed as a natural feed in the hatchery business of fish and shrimp. One type of microalgae that is potential to be developed as a natural feed is *Dunaliella salina*. Factors that influence affect the density and carotenoids of *D. salina* is the intensity of light because it has an important role in the process of photosynthesis. This study aims to get the best light intensity in increasing the density and content of *D. salina* carotenoids. This research was conducted on 12-21 May 2019. Located in the Natural Feed Laboratory, Center for Brackish Aquaculture Fisheries (BBPBAP) Jepara. The research method used was a Completely Randomized Design with 4 treatments giving different light intensities namely P1 (2,500 lux), P2 (3,500 lux), P3 (4,500 lux) and P4 (5,500 lux) with 3 replications. Growth was observed for 10 days by calculating daily density and carotenoid content on the 6th day. The results showed that different light intensities affected the density and content of *D. salina* carotenoids. The highest density and carotenoid content was found in

the light intensity of 5,500 lux with a density of 637.87×10^4 cells /ml and the carotenoid content of 1.45 μg /ml.

Keyword: *Dunaliella salina*; carotenoid; light intensity; cell density

1. Pendahuluan

Mikroalga memiliki peranan penting dalam dunia perikanan, karena ketersediaan mikroalga dibutuhkan sebagai pakan alami pada usaha pembenihan ikan dan udang. Salah satu jenis mikroalga yang potensial untuk dikembangkan sebagai pakan alami adalah *Dunaliella salina*. Kandungan nutrisi *D. salina* yang ditunjukkan dalam berat kering adalah protein 57%, karbohidrat 32% dan lipid 6 % (Becker, 1994 dalam Hasanuddin, 2012).

Intensitas cahaya merupakan faktor penting dalam kepadatan mikroalgaselain nutrien. Sumber cahaya berasal dari lampu TL (*Tube Lamp*) yang digunakan dalam kultur skala laboratorium. Cahaya dapat meningkatkan ATP yang dihasilkan pada proses fotosintesis, naiknya ATP akan memicu semakin cepatnya laju metabolisme dan mempengaruhi metabolisme karotenoid dalam sel alga (Peri *et al.*, 2009).

Pada penelitian Sugiati (2016) menunjukkan bahwa perbedaan intensitas cahaya dapat meningkatkan kepadatan dan kandungan β -karoten *D. salina*. Penelitian tentang pemberian intensitas cahaya berbeda juga dilakukan Pradana (2017) menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang semakin tinggi menunjukkan pola pertumbuhan *D. salina* semakin cepat dalam mencapai pucak pertumbuhan.

Dunaliella salina memiliki potensi sumber karotenoid sebagai *feed additive* atau *feed suplemen* dalam budidaya ikan (Zainuri *et al.*, 2006). Pemenuhan kebutuhan karotenoid selama ini lebih didominasi oleh produksi karotenoid sintetis. Sukarman dan Hirnawati (2014) mengatakan bahwa harga karotenoid sintesis berkisar antara Rp 2.500.000 hingga Rp 4.000.000 per kilogramnya dan dapat meningkatkan biaya pakan sebesar 15-30%. Kusumaningrum dan Zainuri (2013), menyebutkan bahwa aplikasi fusi protoplas pada produksi karotenoid rekomendasi yang menggunakan *Dunaliella salina* dapat digunakan sebagai pakan unggul dan meningkatkan daya tahan tubuh larva udang.

Laju pertumbuhan dan kandungan karotenoid *D. salina* juga dipengaruhi oleh jenis media kultur yang digunakan. Kultur *D. salina* dapat menggunakan media alami maupun sintesis, tetapi kultur menggunakan media sintesis mempunyai kelemahan karena harganya yang relatif mahal dibandingkan dengan media alami. Salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai media kultur adalah tauge kacang hijau, karena tauge kacang hijau banyak mengandung nutrien yang dibutuhkan bagi pertumbuhan mikroalga. Prihantini *et al.*, (2007) mengatakan bahwa tauge kacang hijau mengandung vitamin A, vitamin C, vitamin E (α -tokoferol) dan vitamin K. Mineral yang terdapat pada tauge adalah Ca, Fe, Mg, P, K, Na, Zn, Cu, Mn dan Se.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan intensitas cahaya terbaik dalam meningkatkan kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina*. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh intensitas cahaya yang berbeda terhadap kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina*. Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan penelitian tentang pengaruh intensitas cahaya yang berbeda terhadap kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina*

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 12-21 Mei 2019. Bertempat di Laboratorium Pakan Alami, Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Sedangkan untuk analisis karotenoid *D. salina* dilakukan di Lab. Chem-Mix Pratama, Kretek, Jambidan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Erlenmeyer, gelas ukur, *objek glass*, *cover glass*, pipet tetes, *beaker glass*, corong, sedotan, aluminium foil, *haemocytometer*, blender, saringan, timbangan analitik, *hand counter*, tong 100 L, pH meter, lux meter, parafilm, mikroskop Olympus CX43, refraktometer, lampu TL 40 watt, *autoclave*, botol sampel 150 ml, selang aerasi, spektrofotometer, rak kultur, baskom, kapas dan kain

kasa serta alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu air laut steril, pupuk taugé kacang hijau, *D. salina*, alkohol 70%, akuades, klorin 60 ppm, Na-Thiosulfat, plastic gelap, formalin 4% dan kertas label.

2.3. Metode Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), karena dalam penelitian ini semua dikondisikan sama kecuali perlakuan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah menggunakan intensitas cahaya yang berbeda sebanyak 4 perlakuan. Untuk memperkecil kekeliruan masing-masing taraf perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. . Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- P1 : Menggunakan intensitas cahaya 2.500 lux
- P2 : Menggunakan intensitas cahaya 3.500 lux
- P3 : Menggunakan intensitas cahaya 4.500 lux
- P4 : Menggunakan intensitas cahaya 5.500 lux

2.4. Prosedur Penelitian

2.4.1 Pengaturan Intensitas Cahaya

Rak kultur disiapkan dengan membuat sekat dan penutup yang pada setiap sisinya ditutup menggunakan plastik gelap. Perlakuan pencahayaan diperoleh dari lampu TL 40 Watt yang ditempatkan pada setiap rak kultur. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan menggunakan lux meter, dengan cara sensor lux meter dimasukkan ke dalam beacker glass dan jarak antara tabung dengan sumber lampu diatur sehingga didapat intensitas yang diharapkan sesuai perlakuan yaitu 2.500 lux, 3.400 lux, 4.500 lux dan 5.500 lux.. Posisi beacker glass diberi tanda sehingga kedudukannya terhadap sumber cahaya tidak berubah, tanda diberikan dibagian alas tempat tabung kultur (erlenmeyer).

2.4.2 Pesiapan Alat dan Bahan

Sterilisasi peralatan yaitu erlenmeyer dan selang aerasi dicuci bersih menggunakan detergen kemudian dikeringan. Sterilisasi bahan yaitu air laut sebagai media dengan cara memasukkan air laut bersalinitas 30 ppt kedalam tong berkapasitas 100 L, disterilkan dengan menambahkan larutan klorin 60 ppm kemudian didiamkan selama 24 jam dan diberi aerasi, untuk menetralsir bau klorin ditambahkan lagi larutan Na-Thiosulfat dengan dosis separuh dari dosis klorin dan diaerasi selama 24 jam. Setelah itu dimasukkan ke dalam 12 erlenmeyer steril sebanyak 1 L pada setiap erlemeyer. Dilanjutkan dengan sterilisasi menggunakan autoklave hingga mencapai tekanan 1 atm selama 2-3 jam.

2.4.3 Pembuatan Pupuk Tauge Kacang Hijau

100 gr taugé yang dicuci bersih dan 500 ml akuades dihaluskan menggunakan blender kemudiandisaring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Setelah itu dipanaskan di atas kompor sampai mendidih pada suhu 100°C, disaring kembali agar hasil saringan benar-benar bersih, kemudian dilakukan pemanasan kembali sampai mendidih.

2.4.4 Lingkungan dan Media Kultur

Media yang digunakan yaitu air laut steril bersalinitas 30 ppt sebanyak 1 L selanjutnya dimasukkan ke dalam erlenmeyer bervolume 2 L. Untuk setiap perlakuan ditambahkan ekstrak taugé kacang hijau sebanyak 60 ml dan diberi aerasi, kemudian inokulum *D.salina* dimasukkan ke dalam media. Kondisi lingkungan yang perlu disiapkan adalah pengaturan suhu ruangan menggunakan AC yaitu 20-25 °C. Setelah itu ditempatkan pada setiap rak kultur yang dilengkapi dengan lampu TL berkekuatan 40 watt yang telah diatur sedemikian rupa agar setiap perlakuan mendapatkan intensitas cahaya sesuai dengan perlakuan.

2.4.5 Perhitungan Kepadatan Awal dan Penebaran Bibit

Pengukuran kepadatan sel inokulum *D. salina* dilakukan dengan cara mengambil 1 ml media kultur dari Erlenmeyer bervolume 2000 ml, kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml akuades, lalu homogenkan. Selanjutnya ambil 1 ml sampel yang telah dihomogenkan tersebut, masukkan kedalam botol bervolume 3 ml, tambahkan 1 tetes formalin 4% yang berfungsi untuk mematikan sel kemudian diteteskan pada *Haemocytometer*, lalu dilakukan pengamatan dibawah mikroskop dengan perbesaran 10 x 10. Kepadatan sel *D. salina* dihitung pada 25 kotak yang terlihat di *Haemocytometer* menggunakan alat bantu *hand counter*. Jumlah *D. salina* yang terhitung dikalikan 10^4 . Sehingga jumlah kepadatan sel dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Kepadatan sel (sel/ml) } N = \text{Jumlah total sel} \times 10^4$$

Volume inokulum yang dibutuhkan untuk inokulasi dihitung menggunakan rumus :

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

2.4.6 Pengamatan Fase Pertumbuhan

Kepadatan sel dihitung dengan cara mengambil 1 ml media kultur *D. salina* pada setiap perlakuan menggunakan pipet tetes dan diberi 1 tetes formalin 4% yang berfungsi untuk mematikan sel dan diteteskan pada *Haemocytometer*, lalu dilakukan pengamatan dibawah mikroskop dengan perbesaran 10 x 10. Kepadatan sel *D. salina* dihitung pada 25 kotak yang terlihat di *Haemocytometer* menggunakan alat bantu *hand counter*. Jumlah *D. salina* yang terhitung dikalikan 10^4 .

2.4.7 Pemanenan *D. salina*

Pemanenan dilakukan dengan cara mengambil sampel sebanyak 150 ml kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dan ditutup rapat menggunakan parafilm kemudian dilanjutkan dengan analisa uji kandungan karotenoid pada *D. salina*.

2.4.8 Analisis Karotenoid *D. salina*

Metode analisis karotenoid dilakukan yaitu dengan mengambil sampel *D. salina* sebanyak 1 ml disentrifugasi pada kecepatan 1.000 rpm selama 5 menit hingga terbentuk 2 lapisan (supernatan dan endapan). Endapan yang diperoleh diekstraksi dengan 3 ml etanol dan 1,5 ml dietil eter, pemberian dietil eter berfungsi untuk memudahkan pembacaan sampel pada spektrofotometer. Selanjutnya vortex hingga homogen kemudian dilakukan penambahan 2 ml akuades dan 4 ml dietil eter. Campuran tersebut dikocok kuat dan disentrifugasi kembali pada kecepatan 1.000 rpm selama 5 menit. Lapisan dietil eter dipisahkan, kemudian diukur pada panjang gelombang 450 nm dengan suhu 4°C. Nilai yang diperoleh setara dengan microgram (μg) karotenoid per ml. Panjang gelombang diukur menggunakan spektrofotometer. Nilai serapan karotenoid dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Prieto *et al.*, (2011) dalam Wahyuni (2018) sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi karotenoid } (\mu\text{g/ml}) = 25,2 \times A_{450}$$

2.4.9 Parameter penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina* sebagai parameter utama serta kualitas air media kultur sebagai parameter pendukung.

2.5. Analisis Data

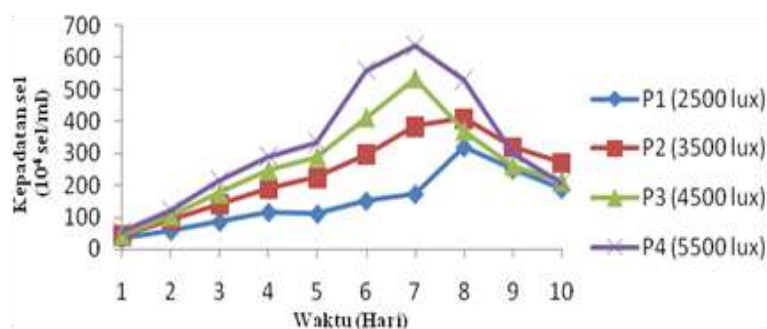
Data yang diperoleh berupa parameter utama yaitu kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina* ditabulasi dan dianalisis menggunakan analisis variasi (ANOVA) dan uji rentang Student Newman-Keuls. Apabila perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata dimana $P < 0,05$ maka dilakukan uji lanjut Student

Newman-Keuls untuk menentukan perbedaan dari masing-masing perlakuan (Sudjana, 1991). Data kualitas air ditampilkan dalam bentuk tabel, kemudian dianalisis secara deskriptif

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kepadatan *D. salina*

Pertumbuhan *D. salina* digambarkan dengan kepadatan sel yang dihitung setiap hari selama 10 hari. Fase kepadatan *D. salina* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rata-rata *D. salina* pada Puncak Kepadatan

Selama kultur terdapat beberapa fase yaitu fase lag, fase eksponensial dan fase kematian. Fase lag pada semua perlakuan terjadi pada hari ke-1. Fase lag merupakan fase awal dimana penambahan kelimpahan mikroalga terjadi dalam jumlah sedikit, pada fase ini mikroalga mengalami penyesuaian terlebih dahulu (Hasanuddin, 2012). Fase eksponensial pada masing-masing perlakuan terjadi pada hari dan kepadatan sel yang berbeda-beda, Pada P1 (2.500 lux) dan P2 (3.500 lux) berlangsung dari hari ke 2 sampai hari ke-8. Sedangkan pada P3 (4.500 lux) dan P4 (5.500 lux) fase eksponensial terjadi pada hari ke-2 sampai ke-7. Fase eksponensial ditunjukkan dengan penambahan jumlah sel yang sangat cepat melalui pembelahan sel mikroalga. Penambahan tersebut apabila dihitung secara matematis maka akan membentuk fungsi logaritma (Kawaroe, 2010). Fase stasioner pada penelitian ini belum bisa teramati dengan jelas hal ini disebabkan karena pengamatan mikroalga *D. salina* dilakukan 24 jam sekali, sehingga perhitungan kepadatan sel pada fase ini tidak teramati. Fase kematian pada P1 (2.500 lux) dan P2 (3.500 lux) terjadi pada hari ke-9 sampai hari ke-10. Sedangkan pada P3 (4.500 lux) dan P4 (5.500 lux) terjadi pada hari ke-8 sampai hari ke-10 di akhir pengamatan. Menurut Lavens dan Surgeloos (1996) dalam Pradana (2017) fase kematian terjadi akibat laju kematian lebih cepat dibandingkan dengan laju pertumbuhan sehingga terjadi penurunan jumlah sel pada saat kultur.

Hasil pengamatan kepadatan sel selama 10 hari menunjukkan bahwa rata-rata kepadatan sel *D. salina* tertinggi terdapat pada hari ke-7 dengan intensitas cahaya sebesar 4.500 lux (P3) dan 5.500 lux (P4). Hal ini disebabkan karena intensitas cahaya yang tinggi membutuhkan waktu yang singkat untuk mencapai puncak kepadatan. Sedangkan pada P1 (2.500 lux) dan P2 (3.500 Lux) puncak kepadatan terjadi pada hari ke-8, hal ini karena cahaya yang rendah menyebabkan laju pertumbuhan lambat sehingga menghasilkan kepadatan yang rendah. Hal ini didukung oleh Facta (2006) bahwa intensitas cahaya merupakan faktor utama dan sekaligus faktor pembatas bagi proses fotosintesis mikroalga. Pada saat intensitas cahaya meningkat, maka mikroalga akan merespon dengan proses reproduksi dan pembelahan sel yang cepat. Pada kondisi yang demikian intensitas cahaya menjadi faktor utama bagi proses reproduksi sel mikroalga. Hasil uji Anova kepadatan sel *D. salina* pada puncak kepadatan disetiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kepadatan *Dunaliella salina* pada puncak kepadatan

Perlakuan (Intensitas cahaya)	Puncak Kepadatan 10 ⁴ sel/ml±Std	Hari ke-
P1 (2.500 lux)	319,32±20,32 ^a	8
P2 (3.500 lux)	409,55±42,13 ^a	8
P3 (4.500 lux)	533,66±91,18 ^b	7
P4 (5.500 lux)	637,87±26,65 ^c	7

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Puncak kepadatan tertinggi didapatkan pada P4 (5.500 lux). P4 berbeda nyata dengan P1, P2 dan P3, kemudian P3 berbeda nyata dengan P1, P2 sementara P1 dan P2 tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan jumlah energi cahaya yang diterima oleh sel mikroalga untuk melakukan proses fotosintesis menyebabkan kepadatan sel berbeda pula. Mikroalga membutuhkan cahaya dengan batas dan kisaran tertentu dalam proses fotosintesis. Hal ini didukung oleh Kawaroe (2010) yang menyatakan bahwa pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar lebih efektif bagi proses fotosintesis.

Perlakuan terbaik untuk menghasilkan kepadatan *D. salina* tertinggi adalah pada P4 (5.500 lux) sebesar $637,87 \times 10^4$ sel/ml, karena pemberian intensitas cahaya 5.500 lux dapat mempercepat pertumbuhan *D. salina* sementara dengan pemberian intensitas cahaya dibawahnya menyebabkan pertumbuhan yang semakin menurun. Intensitas cahaya 5.500 lux diduga memberikan energi kuantum cukup besar terhadap proses pertumbuhan melalui proses fotosintesis yang mengakibatkan mikroalga dapat tumbuh optimal, kemudian melakukan pembelahan sel dan dapat memanfaatkan nutrisi secara efisien serta memiliki kualitas yang baik. Hal ini didukung oleh Hasanuddin (2012) yang mengatakan bahwa pertumbuhan sel mikroalga salah satunya dipengaruhi oleh tinggi rendahnya intensitas cahaya. Sumber energi cahaya akan lebih besar jika intensitas cahaya tinggi sedangkan sumber energi cahaya akan lebih kecil jika intensitas cahaya rendah.

Pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar efektif bagi proses fotosintesis, namun intensitas cahaya yang terlalu tinggi melebihi batas yang mampu ditolerir oleh *D. salina* justru akan menurunkan laju proses fotosintesis, sehingga berdampak terhadap penurunan pertumbuhan. Pariawan (2014) mengatakan bahwa intensitas cahaya tinggi (11.700 lux) memiliki kepadatan sel yang lebih rendah daripada intensitas cahaya 7.400 lux dan 3.400 lux, hal ini dikarenakan intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan berpengaruh dengan meningkatnya suhu dan salinitas sehingga fitoplankton memiliki kendala dalam pertumbuhan yang berakibat pada rendahnya kepadatan populasi akhirnya.

3.2. Kandungan karotenoid *D. salina*

Analisa kandungan karotenoid pada *D. salina* dilakukan pada hari ke-6 setiap perlakuan. Hasil rata-rata kandungan karotenoid *D. salina* pada semua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil kandungan karotenoid *Dunaliella salina* pada hari ke-6

Perlakuan(Intensitas cahaya)	Kandungan karotenoid $\mu\text{g/ml} \pm \text{Std}$
P1 (2.500 lux)	0,38 \pm 0,07 ^a
P2 (3.500 lux)	1,05 \pm 0,18 ^b
P3 (4.500 lux)	1,36 \pm 0,21 ^{bc}
P4 (5.500 lux)	1,45 \pm 0,15 ^c

Keterangan: Huruf *superscrip* yang berbeda pada pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa pemberian intensitas cahaya yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kandungan karotenoid *D. salina* ($P < 0,05$). Analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji Student Newman Keuls yang menunjukkan bahwa kandungan karotenoid tertinggi ditemukan pada P4 (5.500 Lux), P4 berbeda nyata dengan P1 dan P2. Kemudian P1 berbeda nyata terhadap P2, P3 dan P4, namun pada P3 tidak berbeda nyata terhadap P2 dan P4.

Hasil analisis kandungan karotenoid *D. salina* menunjukkan bahwa pemberian intensitas cahaya yang berbeda mempengaruhi kandungan karotenoid yang dihasilkan oleh *D. salina*. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan karotenid tertinggi terdapat pada P4 dengan intensitas cahaya sebesar 5.500 lux, hal ini disebabkan karena ada pemberian intensitas cahaya yang tinggi karotenoid yang dihasilkan juga tinggi, namun sebaliknya pada pemberian intensitas cahaya rendah, karotenoid yang dihasilkan juga rendah. Pada kondisi intensitas cahaya tinggi, enzim bekerja secara optimal untuk menghasilkan karotenoid. Hal ini didukung oleh Steinbrenner dan Linden (2001) yang menyatakan bahwa intensitas cahaya tinggi mampu meningkatkan enzim *carotenoid hydroxylase* (CH) dan *phytoene syntase* (PSY) yang merupakan prekursor pembentukan phytoene. Peningkatan enzim *carotenoid hydroxylase* (CH) dan *phytoene sintase* (PSY) menyebabkan jumlah phytoene juga meningkat. Meningkatnya *phytoene* dapat mempengaruhi meningkatnya karotenoid yang disintesis.

Pisal dan Lele (2005) menyatakan bahwa kondisi lingkungan yang kurang sesuai seperti intensitas cahaya dan salinitas yang tinggi menyebabkan kondisi fisiologis sel *D. salina* tidak seimbang, sehingga sintesis

karotenoid meningkat sebagai bentuk pertahanan diri. Hal ini menyebabkan *D. salina* lebih mampu bertahan terhadap kondisi lingkungan ekstrim dibandingkan jenis mikroalga lain.

3.3. Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air sangat mempengaruhi pertumbuhan *D. salina*. Parameter yang diukur meliputi suhu, pH dan salinitas. Kisaran nilai kualitas air secara umum selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kisaran Nilai Kualitas Air Kultur *D. salina*

Parameter	Kualitas Air pada Perlakuan				
	P1	P2	P3	P4	Optimum
Suhu (°C)	20-22	20-22	20-23	20-24	20-30*
Salinitas (ppt)	30-32	30-33	30-34	30-35	30-38**
pH	8,1-8,6	8,1-8,7	8,1-8,7	8,1-8,8	6-9***

Sumber: * (Tafreshi dan Shariati, 2009); ** (Kusdarwati *et al.*, 2011); *** (Celekli dan Donmez 2009)

Hasil pengukuran suhu berkisar antara 20-25 °C perubahan suhu tersebut masih termasuk kedalam suhu pertumbuhan optimal *D. Salina*. Sesuai dengan pendapat Tafreshi dan Srihartati, (2009) bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan *D. Salina* adalah 20-30°C. Intensitas cahaya tinggi yang diberikan akan melepaskan energi panas yang lebih banyak, sehingga suhu pada media kultur juga mengalami kenaikan.

Hasil pengukuran salinitas pada penelitian ini berkisar antara 30-35 ppt. Sesuai dengan pendapat Kusdarwati *et al.*, (2011) bahwa salinitas optimal untuk pertumbuhan *D. salina* adalah 30-38 ppt. *D. salina* merupakan fitoplankton halofilik yang memiliki habitat perairan laut dan mampu bertahan hidup dalam lingkungan yang memiliki kadar garam tinggi. Akan tetapi Salinitas yang terlalu ekstrem akan menyebabkan pertukaran ion yang terlalu tinggi antara lingkungan dengan cairan didalam sel sehingga dapat mengganggu proses metabolisme organisme fotosintetik.

pH pada penelitian berkisar antara 8,1-8,8. Nilai pH selama proses kultur terus mengalami peningkatan dari hari pertama sampai akhir pengamatan. Menurut Celekli and Donmez, (2009) pH 6-9 merupakan kisaran pH terbaik untuk pertumbuhan *D. salina*. Lavens dan sorgeloos dalam Pradana (2017) mengatakan bahwa perubahan pH pada media kultur terjadi karena aktifitas fotosintesis mikroalga. Proses fotosintesis merupakan proses pengambilan CO₂ yang terlarut dalam air, dan berakibat pada penurunan CO₂ dalam air. Penurunan CO₂ akan meningkatkan pH.

4. Kesimpulan

Intensitas cahaya yang berbeda, berpengaruh nyata terhadap kepadatan dan kandungan karotenoid *D. salina*. Kepadatan sel tertinggi terdapat pada P4 (5.500 lux) sebanyak 637,87 x 10⁴ sel/ml. Kandungan karotenoid tertinggi terdapat pada P4 (5.500 lux) sebesar 1,45 µg/ml.

5. Referensi

- Celekli, A. and G. Domez. 2006. Effect of pH, Light Intensity, Salt and Nitrogen Concentration on Growth and β-Karoten Accumulation by a New Isolate of *Dunaliella salina*. *World jurnal of microbiologi*. 22, 183-189.
- Facta, 2006. Pengaruh Pengaturan Intensitas Cahaya yang Berbeda terhadap Kelimpahan Sel *Dunnallella* sp. dan Oksigen Terlarut dengan Simulator TRIAC dan Mikrokontroler AT89852. *Jurnal Ilmu Kelautan* 11 (2): 67-71.
- Hasanuddin, M. 2012. Pengaruh Perbedaan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Lipid Mikroalga *Scenedesmus* sp. yang dibudidayakan pada Limbah Cair Tapioka. [Skripsi]. Fakultas Sains dan ekologi. UIN Malang.
- Kawaroe, 2010. *Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: IPB Press.
- Kusdarwati, R., A. Mustofa, dan B.S. Rahardja. 2011. Pengaruh Penambahan Vitamin B12 pada Media Blotong Kering terhadap Pertumbuhan Populasi *Dunaliella salina*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3 (1): 73-77.
- Kusumaningrum, H.P, dan M. Zainuri. 2013. Aplikasi Pakan Alami Kaya Karotenoid untuk Post Larvae *Penaeus monodon* Fab. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 18(3): 143-149.
- Pariawan, A. 2014. *Pengaruh Cahaya Terhadap Kandungan Karotenoid Chorella* sp. [Skripsi]. Surabaya: Universitas Airlangga.

- Peri, P. L., G. M. Pastur and M. V. Lencinas. 2009. Light Intensities and Water Status of Two Main *Nothofagus* Species of Southern Patagonian Forest, Argentina. *Journal of Forest Science*, 55, 2009 (3). Santa Cruz. Argentina. P.105, 107.
- Pisal, D.S. dan S.S. Lele. 2005. Carotenoid Production from Microalga, *Dunaliella salina*. *Indian Journal Biotechnol.* 4:476-483.
- Pradana, D. P. 2017. Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Karotenoid *Dunaliella* sp. pada Media Ekstrak Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*). [skripsi]. Lampung. Universitas lampung.
- Prihantini, N.B., B. Putri dan R. Yuniati. 2005. Pertumbuhan *Chlorella* spp. dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal. *Jurnal Makara Sains.* 9 (1): 1-6.
- Steinbrenner, J. and H. Linden. 2001. Regulation of Two Carotenoid Biosynthesis Genes Coding for Phytoene Synthase and Carotenoid Hydroxylase during Stress-Induced Astaxanthin Formation in the Green Alga *Haematococcus pluvialis*. *Plant Physiol. American Society of Plant Biologists.* America. 125. pp. 811-815.
- Sudjana, N. 1991. *Tuntunan Penyusunan Karya Ilmiah*. Bandung: Sinar Baru.
- Sugiati, N. 2016. Peningkatan Kandungan β -Karoten *Dunaliella salina* akibat Pemberian Intensitas Cahaya yang Berbeda. [Skripsi]. Surabaya : Universitas Airlangga.
- Sukarman dan R. Hirnawati. 2014. Alternatif Krotenoid Sintesis (Astaxantin) untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Widyariset* 17 : 334-342.
- Tafreshi, A.H, dan Shariati. 2009. *Dunaliella* biotechnology: Methods an Applications. *Journal of Applied Microbiology.* 107(1): 14-35.
- Wahyuni, N. 2018. Pengaruh Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Media Kultur terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Karotenoid *Dunaliella salina*. [Skripsi]. Banyuwangi: Universitas Airlangga.
- Zainuri, M., H.P. Kusumaningrum dan E. Kusdiyantini. 2006. Microbiological and Ecophysiological Characterisation of Green Algae *Dunaliella* sp. for Improvement of Carotenoid Production. *J. Natur Indonesia.* 10