

## PENGARUH PUPUK FERMENTASI KARAGENAN TERHADAP DIAMETER SEL DAN KANDUNGAN LIPID *Chlorella vulgaris* SKALA SEMI MASSAL

### THE EFFECT OF FERMENTED CARRAGEENAN FERTILIZER ON CELL DIAMETER AND LIPID CONTENT OF *Chlorella vulgaris* IN SEMI-MASS SCALE

Alfin Tauhid\*, Luthfiana Aprilianita Sari, Gunanti Mahasri

Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga Kampus C,

Jl. Dharmahasada Permai No. 330, Mulyorejo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60115, Indonesia

\*Korespondensi: alfin.tauhid209a@gmail.com

#### ABSTRACT

*Chlorella vulgaris* is one of the microalgae that has the potential to be used as a raw material for biodiesel. Additionally, it is also used as a food additive and a natural feed source, so efforts to culture it are necessary to meet the availability of the *C. vulgaris* stock. Environmental conditions and nutrients are factors that need to be considered. One source of nutrients can be obtained from the fermentation of carrageenan. Meanwhile, environmental conditions are related to the culture system used. A semi-mass culture scale was used to increase the microalgae biomass. The study used ANOVA and Duncan's multiple distance test with four treatments and five replications, namely: P1 (control): using a mixed fertilizer of Urea 70 ppm, ZA 40 ppm, TSP 40 ppm, EDTA 5 ppm, FeCl<sub>3</sub> 1 ppm, and NPK 5 ppm with a dosage equal to the Walne fertilizer dosage of 1 mL/L; P2: using carrageenan fertilizer fermented with a dosage of 20 ppm; P3: using carrageenan fertilizer fermented with a dosage of 30 ppm; and P4: using carrageenan fertilizer fermented with a dosage of 40 ppm. The results of the study showed that the addition of fermented carrageenan fertilizer obtained the best dosage of 20 ppm with a cell diameter of 2.79 µm and a lipid content of 45.02%.

Keywords: *C. vulgaris*, carrageenan, cell diameter, fermentation, lipid

#### ABSTRAK

*Chlorella vulgaris* merupakan salah satu mikroalga yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku biodiesel. Selain itu juga digunakan sebagai *food additive* serta sumber pakan alami sehingga perlu dilakukan upaya kultur untuk memenuhi ketersediaan stok *C. vulgaris*. Kondisi lingkungan serta nutrisi merupakan kondisi yang perlu diperhatikan. Salah satu sumber nutrisi dapat diperoleh dari hasil fermentasi karagenan. Sedangkan kondisi lingkungan berkaitan dengan sistem kultur yang digunakan. Kultur skala semi massal digunakan untuk meningkatkan biomassa mikroalga. Penelitian tersebut menggunakan uji ANOVA dan uji jarak berganda Duncan dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan yaitu P1 (Kontrol): menggunakan pupuk campuran Urea 70 ppm, ZA 40 ppm, TSP 40 ppm, EDTA 5 ppm, FeCl<sub>3</sub> 1 ppm, dan NPK 5 ppm dengan takaran pemberian disamakan dengan dosis pupuk Walne yakni 1 mL/L, P2: menggunakan pupuk karagenan yang difermentasi dengan dosis 20 ppm, P3: menggunakan pupuk karagenan yang difermentasi dengan dosis 30 ppm, dan P4: menggunakan pupuk karagenan yang difermentasi dengan dosis 40 ppm. Hasil penelitian diperoleh bahwa penambahan pupuk karagenan yang difermentasi diperoleh dosis terbaik 20 ppm dengan hasil diameter sel 2,79 µm dan kandungan lipid 45,02%.

Kata kunci: *C. vulgaris*, diameter sel, fermentasi, karagenan, lipid

## PENDAHULUAN

Mikroalga adalah salah satu sumber potensial minyak nabati karena memiliki kandungan minyak yang tinggi dalam bentuk lipid (Amini dan Susilowati 2010). Salah satu mikroalga yang berpotensi sebagai penghasil lipid adalah *Chlorella vulgaris* (Harahap *et al.* 2013). *C. vulgaris* juga digunakan sebagai makanan kesehatan atau *food additive* serta pakan alami ikan (Wenno *et al.* 2010; Yulita 2014). Manfaat yang dimiliki *C. vulgaris* menyebabkan perlunya ketersediaan stok *C. vulgaris* dimana hal tersebut yang menjadi alasan dilakukannya upaya kultur.

Kondisi lingkungan serta nutrisi merupakan kondisi yang perlu diperhatikan (Mufidah *et al.* 2017; Mahdi *et al.* 2012). Kultur *C. vulgaris* pada umumnya menggunakan campuran pupuk kimia, dimana pupuk kimia tersebut memiliki harga yang relative mahal (Aulia *et al.* 2021). Sumber nutrisi alternatif untuk *C. vulgaris* salah satunya dapat diperoleh dari karagenan. Karagenan merupakan hasil ekstraksi dari rumput laut yang memiliki kandungan antara lain karbohidrat, protein, besi, fosfor, kalsium, potasium, dan sodium (Rasyid 2003; Webber *et al.* 2012). Melalui proses fermentasi, karagenan dapat digunakan untuk pupuk *C. vulgaris*. Hasil pengujian kandungan N dan P pupuk karagenan yang difermentasi diperoleh nilai N 24,6 g/L dan P 8,4 g/L. Harapan penerapan pupuk hasil fermentasi karagenan tersebut dapat digunakan sebagai alternatif atau substitusi terhadap pupuk kimia yang sebelumnya digunakan.

Kultur skala semi massal digunakan untuk meningkatkan biomassa mikroalga yang sebelumnya telah dikultur dalam skala laboratorium (Buwono dan Nurhasanah 2018). Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan dan dosis optimal dari pupuk karagenan yang difermentasi terhadap diameter sel dan kandungan lipid *C. vulgaris* yang dikultur pada kondisi semi massal (*semi indoor*).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus-Oktober 2022 di Laboratorium Bioteknologi dan Laboratorium Kimia

Analisis Fakultas Perikanan dan Kelautan serta Laboratorium Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya.

### Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian tersebut antara lain adalah akuarium 19 L, rak, aerator RESUN LP60, selang aerator, batu aerator dan pipa ½ inchi, sambungan T pipa ukuran ½ inchi, tutup pipa ukuran ½ inchi, kran aerator, stop kontak, bor, selang 5/8 inchi, gergaji, gunting, *water pump resun*, profil tank, termometer, refraktometer, pH paper, dan *lux meter*, erlemeyer, toples, kertas saring 10 mikron dan corong, *autoclave*, mikroskop optica, *haemocytometer*, dan laptop dengan aplikasi *Proview*, tabung sentrifuse, *Centrifuge Hettich Rotanta 460R*, oven Memmert UN 55, vortex DWB mx-S, dan neraca analitik dengan ketelitian 0,01 g, dan cawan petri, pipet tetes, dan *test tube*, serta *beaker glass*.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian tersebut antara lain adalah *C. vulgaris*, lem pipa, ties cable, bubuk karagenan, EM4 (dekomposer), Urea, ZA, TSP, EDTA, FeCl<sub>3</sub>, NPK, aquadest, alkohol 70%, Chlorin, Na-Thiosulfat, sabun, air laut, aquabides, serta methanol dan kloroform.

### Metode dan rancangan penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian tersebut adalah eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 5 kali ulangan dengan rincian perlakuan yaitu, P1 (Kontrol): menggunakan pupuk campuran Urea 70 ppm, ZA 40 ppm, TSP 40 ppm, EDTA 5 ppm, FeCl<sub>3</sub> 1 ppm dan NPK 5 ppm dengan takaran pemberian disamakan dengan dosis pupuk Walne yakni 1 mL/L (Irfiansyah 2015), P2: menggunakan pupuk karagenan yang difermentasi dengan dosis 20 ppm, P3: menggunakan pupuk karagenan yang difermentasi dengan dosis 30 ppm, P4: menggunakan pupuk karagenan yang difermentasi dengan dosis 40 ppm (Dini 2012). Analisa data yang digunakan adalah ANOVA yang dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan selang kepercayaan 95% dan tingkat kesalahan 5% (Hidayati *et al.* 2020).

## Prosedur penelitian

### Persiapan wadah

Pipa sepanjang 4 m dipotong menggunakan gergaji dengan ukuran 1 m menjadi 4 buah kemudian dilubangi menggunakan bor sebanyak 20 lubang. Selanjutnya ujung pipa ditutup ujung yang satu disambungkan pada selang 5/8". Pipa dikaitkan pada rak menggunakan *ties cable*. Aliran udara aerator dipecah menggunakan sambungan T 1/2". Selang selanjutnya disambungkan pada aerator.

Sterilisasi dilakukan pada air laut, akuarium, selang aerator, kran aerator dan batu aerator. Alat-alat tersebut dicuci menggunakan sabun lalu disterilisasi menggunakan chlorin. Konsentrasi chlorin yang digunakan berdasarkan Utami (2014) adalah 60 ppm yang dinetralkan menggunakan Na-thiosulfat 20 ppm. Sterilisasi dilakukan dengan merendam peralatan yang disebutkan pada air yang diberi chlorin. Air laut diencerkan terlebih dahulu menggunakan air tawar hingga salinitasnya menjadi 25 ppt selanjutnya diberi chlorin dan diaerasi. Sterilisasi untuk alat lain seperti rak, pipa, dan aerator adalah disemprot menggunakan alkohol 70%.

Lubang-lubang tersebut kemudian dipasang kran aerator, selang aerator, serta batu aerator. Akuarium disusun pada rak masing-masing 5 akuarium, sehingga masing-masing rak terdiri dari 10 akuarium.

### Pembuatan pupuk

Pupuk yang digunakan pada penelitian tersebut terdiri dari dua jenis yakni pupuk kontrol yang terdiri dari campuran Urea 70 ppm, ZA 40 ppm, TSP 40 ppm, EDTA 5 ppm, FeCl<sub>3</sub> 1 ppm, dan NPK 5 ppm serta pupuk perlakuan yang berasal dari hasil fermentasi karagenan menggunakan EM4. Persiapan pupuk kontrol dilakukan dengan menghitung gram dari masing-masing campuran pupuk kemudian pupuk dicampurkan dan dilarutkan dengan aquades hingga mencapai volume yang diinginkan.

Pembuatan pupuk perlakuan dilakukan dengan mencampurkan karagenan sebanyak 100 g dengan 1000 mL aquades kedalam toples kaca kemudian diberikan EM4 sebanyak 10% dari total volume larutan karagenan, toples selanjutnya ditutup. Campuran bahan tersebut kemudian difermentasi selama 3

minggu. Setelah 3 minggu, hasil fermentasi kemudian disaring menggunakan corong dan kertas saring 10 mikron ditampung pada tabung erlenmeyer. Pupuk yang telah disaring selanjutnya disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit.

### Kultur *C. vulgaris*

Bibit *C. vulgaris* yang digunakan pada penelitian tersebut berasal dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo. Volume bibit *C. vulgaris* untuk setiap akuariumnya adalah 20% dari volume total (Dirjen Perikanan Budidaya BPBBAP Situbondo 2017). Air laut dipindahkan menggunakan bantuan *water pump*. Proses pemeliharaan dan pengamatan *C. vulgaris* dilakukan dari fase adaptasi hingga fase kematian.

### Pengukuran kualitas air

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari. Parameter kualitas air yang diukur antara lain adalah suhu, pH, dan salinitas. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer dengan cara memasukkan termometer pada akuarium kemudian dilakukan pencatatan pada suhu yang tertera pada termometer. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH *paper* dengan mencocokkan warna yang diperoleh pada kertas indikator pH dengan indikator warna yang tersedia. Pengukuran salinitas dilakukan dengan refraktometer. Pengukuran salinitas dilakukan dengan cara meneteskan masing-masing sampel pada refraktometer selanjutnya diamati dan dilakukan pencatatan nilai salinitasnya.

### Pengukuran diameter sel *C. vulgaris*

Pengukuran diameter sel *C. vulgaris* dilakukan dengan cara mengambil sampel *C. vulgaris* dari masing-masing akuarium kemudian dimasukkan pada *test tube*. Masing-masing *test tube* diberi *label* perlakuan dan ulangan. Pengukuran diameter sel dilakukan di bawah mikroskop optika yang disambungkan pada laptop dengan aplikasi *proview*. Aplikasi *proview* tersebut perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk pengukuran yang pertama. Kalibrasi dilakukan dengan cara menyesuaikan perbesaran yang digunakan pada mikroskop dengan perbesaran yang terdapat pada aplikasi *proview*. Perbesaran

mikroskop yang digunakan adalah dengan perbesaran 400x dengan satuan mikron. Pengukuran dilakukan dengan menghitung rata-rata diameter sel *C. vulgaris* minimal 30 sel dari masing-masing sampel. Pengukuran diameter sel dilakukan setiap hari.

#### *Pengukuran kadar lipid C. vulgaris*

Pengukuran kadar lipid *C. vulgaris* dilakukan dengan cara ekstraksi dalam jangka waktu dua hari sekali. Sampel yang digunakan sebanyak 20 buah sampel yang diperoleh dari masing-masing akuarium perlakuan. Ekstraksi lipid berdasarkan Febtisuharsi (2016) adalah dengan cara memasukkan 50 mL sampel pada tabung sentrifuse. Sampel disentrifuse dengan kecepatan 6000 rpm selama 10 menit, pellet yang mengendap didasar tabung diambil dan diletakkan pada cawan petri lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 24 jam. *C. vulgaris* yang telah kering disuspensikan menggunakan 1 mL aquabides. Selanjutnya ditambahkan larutan methanol 2,5 mL dan kloroform 1,25 mL kemudian di-vortex selama 2 menit. Selanjutnya, ditambahkan 1,25 mL aquabides dan 1,25 mL kloroform disentrifuse kembali dengan kecepatan 6000 rpm selama 10 menit. Lipid yang mengendap diletakkan pada cawan petri. Campuran larutan kimia yang digunakan sebelumnya dihilangkan dengan pemanasan 80°C selama 50 menit. Kadar lipid dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Febtisuharsi 2016).

$$\% \text{ lipid} = \frac{Lw}{Bw} \times 100$$

Keterangan:

Lw = Berat lipid sampel (g)

Bw = Berat biomassa sampel (g)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Diameter sel *C. vulgaris*

Hasil uji ANOVA menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) kecuali pada hari keempat. Hasil uji jarak berganda Duncan diperoleh perlakuan pupuk karagenan 20 ppm dan pupuk karagenan 30 ppm berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap perlakuan pupuk kimia. Hasil diameter sel tertinggi adalah perlakuan pupuk karagenan 20 ppm dengan diameter sel 2,79  $\mu\text{m}$  dilanjutkan perlakuan pupuk

karagenan 30 ppm dengan diameter sel 2,78  $\mu\text{m}$  dan hasil terendah adalah perlakuan pupuk kimia dengan diameter sel 2,46  $\mu\text{m}$  (Tabel 1).

Berdasarkan hasil penelitian, perubahan ukuran diameter sel terus terjadi dan yang signifikan adalah pada hari keempat. *C. vulgaris* pada hari ketiga hingga hari keenam memasuki fase eksponensial dimana sel akan lebih aktif dalam melakukan pembelahan sel. Mikroalga dalam fase ini memerlukan ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhannya (Sartika 2010). Sumber nutrisi (nitrogen) dalam kultur mikroalga dapat diperoleh dari nitrit, nitrat, dan ammonium (Elystia *et al.* 2019b). Nitrat merupakan senyawa yang mudah larut dalam air sehingga lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroalga untuk pertumbuhannya (Triastuti *et al.* 2011). Hasil rata-rata diameter sel yang diperoleh diduga terjadi karena ketersediaan nitrogen yang terdapat dalam lingkungan kultur kurang sesuai dengan kebutuhan *C. vulgaris*. Wijaya (2006) dalam Elystia *et al.* (2019a) menyebutkan bahwa nitrogen dalam bentuk nitrat memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas biomassa alga karena nitrat tersebut dibutuhkan untuk pembentukan protein, lemak, dan klorofil.

Hadiyanto dan Azim (2012) menyebutkan, bahwa makronutrien berperan dalam menentukan kuantitas mikroalga. Sedangkan jika terjadi nutrisi (nitrogen) yang tersedia terbatas akan menyebabkan perubahan arah pertumbuhan untuk akumulasi cadangan makanan yang berakibat terjadinya peningkatan ukuran sel mikroalga. Pernyataan tersebut didukung oleh Li *et al.* (2020) yang menyebutkan bahwa kondisi nutrisi yang terbatas pada lingkungan budidaya dapat memberikan rata-rata diameter sel mikroalga yang lebih tinggi.

Faktor-faktor kondisi yang menyebabkan diperolehnya hasil rata-rata diameter sel *C. vulgaris* yang fluktuatif juga dipengaruhi oleh kondisi parameter kualitas air. Sebagaimana penelitian Aprilliyanti *et al.* (2016) yang menyebutkan bahwa parameter kualitas air lingkungan budidaya *Chlorella* sp. skala semi masal memiliki pengaruh terhadap kelimpahan sel *Chlorella* sp.

Berdasarkan penelitian Utami *et al.* (2012) lama waktu penyinaran terbaik adalah 18 jam pada siklus terang dan 6 jam siklus gelap. Selain itu, suhu dan salinitas juga berpengaruh terhadap terjadinya

pembelahan dan pembesaran ukuran sel *C. vulgaris* (Adar *et al.* 2016). Sedangkan pada kondisi lingkungan penelitian, intensitas cahaya, dan lama waktu penyinaran tidak bisa dibuat selalu tetap karena adanya pengaruh cuaca.

### Persentase lipid *C. vulgaris*

Data persentase diukur pada hari kesatu, ketiga, kelima, dan ketujuh. Berdasarkan analisis ANOVA, diperoleh perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ) pengaruh pemberian pupuk karagenan terhadap persentase lipid *C. vulgaris* kecuali pada hari pertama. Pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 2, hasil rata-rata persentase lipid tertinggi adalah perlakuan pupuk karagenan 20 ppm pada hari kelima

dengan persentase lipid 45,02% kemudian dilanjutkan dengan perlakuan pupuk karagenan 30 ppm dengan persentase 28,19%, perlakuan pupuk karagenan 40 ppm 22,78%, dan hasil terendah adalah perlakuan pupuk kimia dengan persentase 19,68%. Persentase lipid tertinggi diperoleh pada hari kelima dikarenakan kondisi kultur mendekati fase stasioner dimana pada fase tersebut mikroalga akan melakukan akumulasi cadangan makanannya dan terjadi penurunan tingkat pembelahan sel. Sebagaimana penelitian yang dilakukan Baroni *et al.* (2019) terhadap mikroalga *Nannochloropsis salina*, *Chlorella* sp. (*marine*), dan *Haematococcus pluvialis* yakni pada fase linier mikroalga tersebut mengalami penurunan tingkat pembelahan sel dan terjadi akumulasi cadangan makanan di dalam sel mikroalga.

Tabel 1. Rata-rata diameter sel *C. vulgaris* ( $\mu\text{m}$ ) yang dikultur menggunakan pupuk kimia dan pupuk fermentasi karagenan

Hari	Pupuk			
	Pupuk kimia	Karagenan F 20	Karagenan F 30	Karagenan F 40
0	2,21±0,00	2,21±0,00	2,21±0,00	2,21±0,00
1	2,57±0,36	2,75±0,22	2,50±0,35	2,65±0,31
2	2,56±0,14	2,63±0,36	2,62±0,36	2,45±0,25
3	2,58±0,26	2,89±0,28	2,67±0,27	2,78±0,11
4	2,46±0,18a	2,79±0,13b	2,78±0,28b	2,56±0,14ab
5	2,59±0,19	2,82±0,22	2,78±0,48	2,65±0,18
6	2,73±0,22	2,74±0,27	2,90±0,33	2,86±0,37
7	2,67±0,19	2,76±0,19	2,67±0,31	2,72±0,18
8	2,70±0,39	2,76±0,42	2,65±0,37	2,94±0,21

Keterangan: Pupuk kimia: Urea, ZA, TSP, EDTA,  $\text{FeCl}_3$ , NPK (Kontrol); Karagenan F 20: konsentrasi 20 ppm; Karagenan F 30: konsentrasi 30 ppm; Karagenan F 40: konsentrasi 40 ppm, Superskrip berbeda dalam satu kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ )

Tabel 2. Rata-rata lipid (%) *C. vulgaris* yang dikultur menggunakan pupuk kimia dan pupuk fermentasi karagenan

Hari	Pupuk			
	Pupuk kimia	Karagenan F 20	Kaaragenan F 30	Karagenan F 40
1	21,55±8,89	35,43±9,74	27,24±8,42	26,07±9,42
3	12,06±6,65a	32,90±7,63b	19,29±6,73a	14,49±2,41a
5	19,62±3,75a	45,02±8,05b	28,19±8,02a	22,78±2,74a
7	12,64±3,27a	39,21±4,97c	24,23±9,45b	14,99±4,00a

Keterangan: Keterangan: Pupuk kimia: Urea, ZA, TSP, EDTA,  $\text{FeCl}_3$ , NPK (Kontrol); Karagenan F 20: konsentrasi 20 ppm; Karagenan F 30: konsentrasi 30 ppm; Karagenan F 40: konsentrasi 40 ppm, Superskrip berbeda dalam satu kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ )

Pengujian ANOVA pada hari pertama diperoleh hasil yang tidak berbeda nyata. Kondisi yang terjadi pada fase ini adalah populasi yang belum banyak bertambah namun proses fotosintesis masih aktif berlangsung dan terjadi peningkatan ukuran sel (Dirjen Perikanan Budidaya BPBBAP Situbondo 2017). Selain itu juga terdapat kemungkinan kematian sel mikroalga apabila sel mikroalga yang dikultur tidak dapat beradaptasi dengan baik (Hadiyanto dan Azim 2012).

Proses terjadinya akumulasi cadangan makanan pada mikroalga juga dipengaruhi kondisi lingkungan. Kondisi tersebut berkaitan dengan proses fotosintesis dan penyimpanan cadangan makanan yang terjadi didalam sel *C. vulgaris* yang dipicu oleh kondisi lingkungan yang terdiri dari nutrien dan kondisi parameter air. Hasil tersebut selaras dengan pernyataan Elystia *et al.* (2019b) yang menyebutkan kondisi nitrogen yang terbatas menyebabkan mikroalga akan memodifikasi jalur biosintesisnya untuk mengakumulasi lipid. Hasil penelitian tersebut berbeda dengan penelitian Febtisuharsi (2016) terkait persentase kandungan lipid dengan penambahan nutrien yang berasal dari kotoran ternak ayam, sapi, dan kambing, dimana hasil persentase lipid tertinggi adalah pada kotoran ternak ayam yang memiliki kandungan nitrogen tinggi.

Selain dari ketersediaan nutrien, lama penyinaran atau fotoperiode memiliki pengaruh terhadap reaksi terang dan reaksi gelap *C. vulgaris* sehingga berdampak pada pembentukan cadangan makanan seperti lipid. Dimana telah diketahui bahwa proses pembentukan ATP dan NADPH terjadi pada fase terang sedangkan proses pembentukan cadangan makanan terjadi pada fase gelap (Ai 2012). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Bahar *et al.* (2022) diperoleh hasil bahwa variasi lama fotoperiode memiliki dampak terhadap persentase lipid pada *C. vulgaris*.

Hasil pengukuran kualitas air (Tabel 3) diperoleh kisaran suhu yaitu 26-30°C, kemudian pH 7, salinitas 30-37

ppt dan intensitas cahaya berkisar 450-910 lux. Parameter pH dan suhu berada pada kisaran normal selama masa kultur. Nilai pH optimum pertumbuhan *Chlorella* adalah berkisar 7-8,5 (Makmur *et al.* 2011). Sedangkan untuk suhu optimum berkisar 25°C namun masih memiliki batas toleransi berkisar 30-35°C (Mufidah *et al.* 2017; Makmur *et al.* 2011). Kisaran optimum salinitas untuk *C. vulgaris* adalah 25-34 ppt namun masih dapat ditoleransi pada kisaran 30-40 ppt (Aulia *et al.* 2021; Triastuti *et al.* 2011). Sedangkan intensitas cahaya yang terukur selama masa kultur tidak terlalu optimal. Kisaran intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk kultur *Chlorella* sp. adalah 3.000-30.000 lux (Regista *et al.* 2017).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan yang diberikan menunjukkan hasil yang fluktuatif dan berbeda nyata pada hari keempat yang disebabkan oleh adanya pengaruh kondisi lingkungan dari parameter kualitas air serta ketersediaan nitrogen di dalam media kultur. Selanjutnya dampak dari ketersediaan nitrogen di dalam media kultur juga mempengaruhi kandungan lipid *C. vulgaris* skala semi massal yang dapat dilihat bahwa dosis terbaik pupuk yang digunakan adalah 20 ppm.

### Saran

Mengacu dari hasil penelitian yang telah dijelaskan pada bagian pembahasan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui bentuk sumber nitrogen yang terdapat di dalam kandungan pupuk karagenan yang difermentasi. Selain itu juga dapat dilakukan pengukuran terlebih dahulu terhadap kandungan karagenan sebelum dilakukan proses fermentasi sebagai perbandingan dengan hasil fermentasinya.

Tabel 3. Kisaran kualitas air selama 8 hari kultur

No	Parameter	Hasil
1	Suhu air	26-30°C
2	pH	7
3	Salinitas	30-37 ppt
4	Intensitas cahaya	450-910 lux

## DAFTAR PUSTAKA

- Adar O, Kaplan-Levy RN, Banet G. 2016. High Temperature Chlorellaceae (*Chlorophyta*) Strains from the Syrian-african Rift Valley: The Effect of Salinity and Temperature on Growth, Morphology and Sporulation Mode. *European Journal of Phycology*. 51(4): 387-400.
- Ai NS. 2012. Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains*. 12(1): 28-34.
- Amimi S, Susilowati R. 2010. Produksi Biodiesel dari Mikroalga *Botryococcus braunii*. *Squalen*. 5(1): 23-32.
- Aprilliyanti S, Soeprbowati TR, Yulianto B. 2016. Hubungan Kemelimpahan *Chlorella* sp. dengan Kualitas Lingkungan Perairan pada Skala Semi Masal BBBPBAP Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 14(2): 77-81.
- Aulia AE, Maimunah Y, Suprastyani H. 2021. Penggunaan Ekstrak Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) sebagai Pupuk dengan Salinitas yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Biomassa dan Klorofil-a pada Mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 5(1): 47-55.
- Bahar HS, Djunaedi A, Widianingsih. 2022. Perbedaan Lama Fotoperiode terhadap Total Lipid Kultur Mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Journal of Marine Research*. 11(1): 92-97.
- Baroni EG, Yap KY, Webley PA, Scales PJ, Martin GJO. 2019. The Effect of Nitrogen Depletion on The Cell Size, Shape, Density, and Gravitational Settling of *Nannochloropsis salina*, *Chlorella* sp. (*Marine*) and *Haematococcus pluvialis*. *Algal Research*. 39: 1-10.
- Buwono NR, Nurhasanah RQ. 2018. Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. pada Skala Kultur yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 10(1): 26-33.
- Dini W. 2012. Kombinasi Pupuk Urea dan Perasan *Eucheuma* sp. terhadap Populasi *Nannochloropsis oculata* [Skripsi]. Surabaya (ID): Universitas Airlangga.
- Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo. 2017. Petunjuk Teknis Produksi Phytoplankton. Situbondo. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo. 49 hlm.
- Elystia S, Darmayanti I, Muria SR. 2019a. Pengaruh Variasi Konsentrasi *Bead* Alga *Chlorella* sp. dalam *Flat-fotobioreaktor* untuk Menyisihkan Nutrien pada *Palm Oil Mill Effluent* (POME). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 18(1): 14-20.
- Elystia S, Muria SR, Pertiwi SIP. 2019b. Pemanfaatan Mikroalga *Chlorella* sp. untuk Produksi Lipid dalam Media Limbah Cair Hotel dengan Variasi Rasio C:N dan Panjang Gelombang Cahaya. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 11(1): 25-43.
- Febtisuhasri A. 2016. Kepadatan Sel dan Kadar Lipid Mikroalga *Chlorella* sp. pada Kultur Media Alternatif Kotoran Ternak [Skripsi]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.
- Hadiyanto, Azim M. 2012. *Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan*. Semarang (ID): UPT UNDIP Press.
- Harahap PS, Susanto AB, Susilaningsih D, Rahma DY. 2013. Pengaruh Substitusi Limbah Cair Tahu untuk Menstimulasi Pembentukan Lipida pada *Chlorella* sp. *Journal of Marine Research*. 2(1): 80-86.
- Hidayati PA, Mubarak AS, Sudarno. 2020. The Optimal N/P Ratio of Shrimp Culture Waste Liquid Fertilizer on Growth of *Chlorella vulgaris*. *2nd International Conference on Fisheries and Marine Science 26 September 2019, Surabaya, Indonesia*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Irfiansyah MR. 2015. Teknik Kultur *Chlorella* sp. Skala Massal untuk Pakan *Rotifera* sp. dan Starter Tambak di BBBPBAP Jepara, Jawa Tengah [Skripsi]. Surabaya (ID): Universitas Airlangga.
- Li P, Sun X, Sun X, Tang J, Turaib A, Wang X, Cheng Z, Deng L, Zhang Y. 2020. Response of Lipid Productivity to Photosynthesis of *Chlorella vulgaris* Under Various Nutrient Stress Modes. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*. 12: 1-13.
- Mahdi ZM, Titisari YN, Hadiyanto. 2012. Evaluasi Pertumbuhan Mikroalga dalam Medium POME: Variasi Jenis Mikroalga, *Medium*, dan Waktu Penambahan Nutrient. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1): 312-319.
- Makmur, Rachmansyah, Fahrur M. 2011.

- Hubungan antara Kualitas Air dan Plankton di Tambak Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 2(1): 961-968.
- Mufidah A, Agustono, Sudarno, Nindarwi DD. 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*. 7(2): 50-56.
- Rasyid A. 2003. Beberapa Catatan tentang Karagenan. *Oseana*. 28(4): 1-6.
- Regista R, Ambeng A, Litaay M, Umar MR. 2017. Pengaruh Pemberian *Vermikompos* Cair *Lumbricus rubellus Hoffmeister* pada Pertumbuhan *Chlorella* sp. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 2(1): 1-8.
- Sartika D. 2010. Aktivitas Antioksidan Lipid Mengandung Pigmen dan Komposisi Kimia dari *Chlorella vulgaris* pada Umur Panen yang Berbeda [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Triastuti RJ, Mubarak AS, Prabandari L. 2011. Pengaruh Penambahan Pupuk Bintil Akar Kacang Tanah sebagai Sumber Nitrogen dan Fosfor terhadap Populasi *Chlorella* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3(2): 157-163.
- Utami NP, Suherman YS, Haetami K. 2012. Pertumbuhan *Chlorella* sp. yang Dikultur pada Perioditas Cahaya yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 237-244.
- Utami RA. 2014. Pengaruh Pemberian Konsentrasi Pupuk Daun Turi Putih (*Sesbania grandiflora*) terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid pada *Chlorella* sp [Skripsi]. Surabaya (ID): Universitas Airlangga.
- Webber V, de Carvalho SM, Ogliari PJ, Hayashi L, Barreto PLM. 2012. Optimization of The Extraction of Carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* Using Response Surface Methodology. *Food Science and Technology (Campinas)*. 32(4): 812-818.
- Wenno MR, Purbosari N, Thenu JL. 2010. Ekstraksi Senyawa Antibakteri dari *Chlorella* sp. *Jurnal Penelitian Terapan*. 10(2): 131-137.
- Yulita E. 2014. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Karet Remah sebagai Media Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* untuk Pakan Alami Ikan. *Jurnal Dinamika Penelitian Industry*. 25(1): 1-11.