Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Lemna (*Lemna minor*) yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*

[The Effect Of Duckweed (*Lemna minor*) Liquid Organic Fertilizer Concentration On Growth Of *Chlorella vulgaris*]

Nova Indriana¹, Wa Iba¹, Muhammad Idris¹, Ruslaini¹, La Ode Baytul Abidin¹, La Ode Muhammad Aslan¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Faluktas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo
Jl. HAE Mokodompit Kampus Bumi Tridharma Anduonohu Kendari, Indonesia 93232
Email korespondensi: indriananova.idy@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi pupuk organik cair lemna (POC L) yang terbaik sebagai pengganti pupuk komersial media f/2 dalam budidaya mikroalga *C. vulgaris*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan yaitu konsentrasi 5, 10, 15 dan 20 % POC L dan media f/2 sebagai kontrol dengan masing-masing 3 ulangan. Sebanyak 5×10^4 sel/ml *C. vulgaris* dalam masing-masing 150 ml volume media kultur diamati pertumbuhannya setiap dua hari sekali. Kultur *C. vulgaris* dipanen setelah mencapai fase stationer pada hari ke-8. Hasil analisis repeated measure ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan mempengaruhi pertumbuhan sel ($p=0,001$). Pertumbuhan sel *C. vulgaris* yang tertinggi ditemukan pada media f/2 pada hari ke-6 dengan nilai $10,533 \times 10^4$ sel/ml. Yield atau kepadatan sel pada fase logaritmik dan fase stationer berbeda untuk semua perlakuan pada hari ke-6 dan ke-8 ($p=0,001$) dengan kepadatan sel tertinggi ditemukan pada media f/2 dengan nilai berturut-turut adalah $15,6 \times 10^4$ dan $15,8 \times 10^4$ sel/ml. Konsentrasi POC L 5 % memberikan hasil berat kering dan produktivitas yang sedikit lebih tinggi dengan nilai berturut-turut adalah 3,33 g/l dan 0,580 g/l walaupun secara statistik tidak berbeda nyata dengan konsentrasi yang lain. Oleh karena itu hasil penelitian ini menyarankan untuk menggunakan konsentrasi 5 % POC L untuk kultur batch *C. vulgaris*.

Kata kunci: *C. vulgaris*, POC lemna, pertumbuhan sel dan yield mikroalga

ABSTRACT

This study aims to determine the appropriate concentration of duckweed liquid organic fertilizer to substitute commercial f/2 media in batch culture of *C. vulgaris*. The research used a completely randomized design with five concentration treatments of 5, 10, 15, 20 % in triplicates. A total of 5×10^4 cells/ml in each 150 ml of culture volume was observed growth of *C. vulgaris* every two days. The culture was harvested after reached stationary phase at day 8. Repeated measure ANOVA showed that treatments of culture had a significant effect ($p=0,001$) on the microalgae growth. Higher cells density was observed in *C. vulgaris* cultured in f/2 medium ($10,533 \times 10^4$ cells/ml) thus higher growth rate ($0,360 \text{ days}^{-1}$) compared to other treatments. The cells density (yield) at logarithmic ($p = 0,001$) and stationary phase ($p = 0,010$) was significantly different in all concentration used. However microalgae culture in f/2 medium showed the highest cells density at logarithmic and stationary phase at $15,6 \times 10^4$ and $15,8 \times 10^4$ cells/ml, respectively. Although *C. vulgaris* cultured in f/2 medium showed a better growth performance, this study indicated that 5 % concentration of duckweed fertilizer may be used for batch culture of *C. vulgaris* considering their higher dry weight and biomass produced during stationary phase.

Keywords: *C. vulgaris*, duckweed liquid organic fertilizer, cell growth and microalgae yield

PENDAHULUAN

Chlorella sp. merupakan salah satu jenis mikroalga hijau yang berbentuk bulat atau bulat telur, serta memiliki kloroplas seperti cawan, dengan dinding yang keras, padat dan garis tengahnya 5 μm . Genus ini merupakan kelompok alga yang paling beragam, dengan lebih dari 7000 spesies yang dapat tumbuh dalam habitat yang

beragam dan salah satunya adalah *C. vulgaris* (Kabinawa, 2001). Selain telah umum digunakan sebagai pakan alami (Iba et al., 2014), di negara maju penggunaan *Chlorella* sp. sudah sangat baik dan telah menjadi makanan yang *familiar* bagi masyarakat. *Chlorella* sp. telah digunakan sebagai *food additives*, *taste presparatives*, dan obat-obatan (Nakayama, 1992). Pemanfaatan mikroalga *C. vulgaris* untuk

pakan alami diperoleh melalui proses budidaya atau kultur baik *batch*, *semi continuous* maupun *continuous* (Iba *et al.*, 2014).

Salah satu faktor yang berperan penting dan mempengaruhi pertumbuhan dan biomassa mikroalga adalah media kultur atau nutrisi. Selama ini kultur mikroalga lebih banyak menggunakan media kultur sintetik seperti f/2, Walne atau Conway yang harganya relatif mahal dengan supply yang terbatas (Goa, 2019). Pemakaian pupuk organik pada dasarnya memiliki kelebihan yang lebih unggul yaitu selain kandungan unsur N, P, K, pupuk organik juga mengandung unsur hara lain yang melengkapi kebutuhan akan unsur (Sutanto, 2002). Hal ini karena setiap media mempunyai komposisi unsur hara yang berbeda-beda antara satu media dengan yang lain, dimana masing-masing unsur hara tersebut juga mempunyai fungsi yang berbeda pula bagi phytoplankton yang akan dibudidayakan (Chilmawati dan Suminto, 2008).

Oleh karena itu, perlu dicari media kultur alternatif yang murah dan mudah didapatkan dengan kandungan nutrient mikro dan makro yang sesuai untuk pertumbuhan mikroalga. Mikroalga yang digunakan sebagai model pertumbuhan adalah *C. vulgaris*. Mikroalga ini telah umum digunakan sebagai pakan alami dalam pembenihan ikan, udang dan kerang karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan sesuai kebutuhan larva berbagai organisme tersebut. Salah satu alternatif yang bisa dilakukan adalah menggunakan pupuk organik cair dari tumbuhan air yang ada di sekitar kita seperti *Lemna* sp.. *Lemna minor* adalah tanaman air yang berukuran kecil yang mengapung di atas air dan berpotensi sebagai pakan segar untuk ikan karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi (Zidni *dkk.*, 2016). Tumbuhan ini memiliki kandungan N sebanyak 0,8–7,8 % dan P sebanyak 0,03–2,8 % dari total berat keringnya dan beberapa kandungan nutrisi lainnya (Astrid *dkk.*, 2013). Kandungan nutrisi N dan P dalam *L. minor* serta komposisi nutrisi lain yang identik dengan kebutuhan mikroalga *C. vulgaris*

diharapkan dapat meningkatkan populasi mikroalga, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pakan alami dalam kegiatan budidaya.

Kultur mikroalga *C. vulgaris* dengan penambahan pupuk organik cair *L. minor* kemungkinan dapat menjadi alternatif untuk produksi massal karena biaya yang relatif lebih murah serta mudah didapatkan. Akan tetapi belum diketahui konsentrasi pupuk organik cair *L. minor* yang tepat yang bisa digunakan sebagai media kultur untuk pertumbuhan dan biomassa *C. vulgaris* yang optimal. Detail dari pertumbuhan mikroalga menggunakan pupuk cair *L. minor* belum diketahui demikian pula dengan konsentrasi yang tepat dari pupuk ini. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk menentukan konsentrasi pupuk cair *lemna* yang tepat sebagai media pertumbuhan dari mikroalga *C. vulgaris*.

BAHAN DAN METODE

Persiapan POC Azolla

Pupuk organik cair *lemna* (POC L) dibuat mengikuti prosedur pembuatan penelitian yang dilakukan oleh Astrid *dkk.*, (2013) *L. minor* yang telah kering kemudian di blender hingga menjadi serbuk. Kemudian, 200 g *L. minor* yang telah menjadi serbuk dilarutkan dengan 1000 ml akuades, selanjutnya diberi probiotik atau EM4 sebanyak 20 ml dan gula pasir sebanyak 20 gram, setelah selesai bahan yang telah tercampur kemudian dilakukan proses fermentasi selama 7 hari secara anaerob kemudian pupuk *lemna* yang telah difermentasi di saring untuk mendapatkan pupuk dalam bentuk cair. Menyiapkan erlenmeyer 1000 ml dan memasukkan POC sebanyak 1000 ml untuk menyiapkan disterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121 °C selama 30 menit. Setelah dingin POC disaring menggunakan filter untuk memisahkan serat *lemna* yang masih mengendap di dasar erlenmeyer.

Analisis kandungan N dan P POC L dilakukan menggunakan metode pada unsur N yaitu Kjeldahl dan unsur P menggunakan Spektrofotometri.

Persiapan Media Kultur

Persiapan Air Laut Steril

Sebanyak 1 liter air laut yang sudah disaring dengan kapas dan diukur salinitasnya, kemudian disterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121 °C selama 30 menit.

Persiapan Media F/2

Menyiapkan erlenmeyer 300 ml dan memasukan air laut steril sebanyak 150 ml menggunakan gelas ukur 100 ml. Kemudian Memasukkan komposisi media f/2 komersial 135 µm/liter. Setelah itu, mengaduk erlenmeyer tersebut yang bertujuan untuk menghomogenkan air laut steril dan media f/2 (Guillard and Ryther 1962).

Persiapan Inokulan Mikroalga

Bibit mikroalga *C. vulgaris* berasal dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau, Desa Mappakalombo, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Bibit mikroalga *C. vulgaris* yang telah disiapkan kemudian dihitung kepadatan sel awal sebelum dikultur. Penghitungan jumlah atau kepadatan sel calon bibit (inokulan) dilakukan dengan menggunakan haemocytometer mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Fitriani *dkk.* (2017) yaitu penghitungan dilakukan dengan cara mengambil sampel menggunakan pipet tetes, kemudian sampel diteteskan pada bagian tengah permukaan haemocytometer. Penetesan dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi penggelembungan udara, kemudian menutup permukaan haemocytometer dengan cover glass kemudian dilakukan pengamatan dibawah mikroskop. Selanjutnya menghitung kepadatan sel dengan alat bantu handcounter. Kepadatan awal bibit mikroalga *C. vulgaris* yang digunakan adalah 5×10^4 sel/ml. Rumus menghitung stok kepadatan awal dihitung menggunakan rumus yang mengacu pada penelitian Ahuja (2009) sebagai berikut:

$$V1.C1 = V2.C2$$

Dengan: V1 = Volume media dari stok kultur, C1 = Kepadatan sel stok kultur, V2 = Volume media kultur yang diinginkan, C2 = Kepadatan sel awal yang diinginkan

Persiapan Wadah Kultur

Persiapan wadah kultur budidaya yaitu menyiapkan rak kultur, erlenmeyer 250 ml sebanyak 15 buah, lampu TL 10 watt 2 buah. Erlenmeyer yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu dan dikeringkan. Setelah kering bagian mulut erlenmeyer dibungkus menggunakan aluminium foil dan disterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121 °C selama 30 menit. Kemudian memasang timer dan mengatur lampu TL 10 watt pada rak kultur dan mengukur lux cahaya lampu TL menggunakan alat Lux meter.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan.

Perlakuan A = Media f/2 (150 ml air laut steril) sebagai kontrol

Perlakuan B = 5% POC lemna (7,5 ml POC lemna + 142,5 ml air laut steril)

Perlakuan C = 10% POC lemna (15 ml POC lemna + 135 ml air laut steril)

Perlakuan D = 15% POC lemna (22,5 ml POC lemna + 127,5 ml air laut steril)

Perlakuan E = 20% POC lemna (30 ml POC lemna + 120 ml air laut steril)

Variabel Yang Diamati

Pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*

Penghitungan jumlah sel untuk mendapatkan data pertumbuhan sel dilakukan sejak inokulasi sampai fase stasioner akhir. Penghitungan jumlah sel dilakukan mulai dari awal (hari ke 0) sampai akhir penelitian (hari ke 8) setiap 2 hari sekali. Jumlah sel dihitung dengan menggunakan haemocytometer yang diletakkan di bawah lensa objektif mikroskop dengan pembesaran 40 kali. Penentuan jumlah mikroalga *C. vulgaris* diketahui dengan cara menghitung banyaknya jumlah sel *C. vulgaris* yang terdapat dalam 9 kotak besar yang berukuran sisi 1 milimeter pada haemocytometer. Pertumbuhan sel dalam 1 ml sampel dihitung menggunakan rumus perhitungan kepadatan plankton (BBPBAP Jepara, 2015), yaitu:

$$N = \frac{A1 + A2 + A3 + A4 + A5}{5} \times 10^4$$

Dengan : N = jumlah sel mikroalga yang terhitung (sel/ml), A1-A5 = jumlah sel mikroalga pada kotak ke 1 sampai 5, 5 = jumlah kotak dalam pengamatan mikroalga, 10^4 = volume kerapatan sel kotak

Laju Pertumbuhan Spesifik Mikroalga *C. vulgaris*

Laju pertumbuhan spesifik mikroalga *C. vulgaris* dihitung menggunakan rumus persamaan yang mengacu penelitian Moheimani *et al.*, (2013).

$$\mu = \frac{\ln(N_2/N_1)}{t_2 - t_1}$$

Dengan : μ = laju pertumbuhan spesifik (perhari), t = hari, N_1 dan N_2 = jumlah sel pada waktu 1 (t_1) dan 2 (t_2) pada fase eksponensial

Berat Kering (Dry Weight)

Penentuan berat kering (DW) mikroalga *C. vulgaris* yaitu dengan cara mengambil kultur mikroalga *C. vulgaris* pada fase eksponensial sebanyak 5 ml. Sebelum melakukan penyaringan, dilakukan penimbangan kertas saring untuk mengetahui berat filternya, dan disaring menggunakan kertas filter Whatman GF/C sebanyak 2 kali ulangan. Kemudian, menyaring mikroalga *C. vulgaris* dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 75°C selama 1 jam. Setelah itu, kertas filter yang berisi sel kering mikroalga *C. vulgaris* ditimbang kembali. Berat kering (DW) ditentukan oleh persamaan yang mengacu pada penelitian Moheimani *et al.*, (2013).

$$\text{Berat kering (g/l)} = \frac{(\text{Berat filter ditambah mikroalga}) - (\text{Berat filter})}{\text{Volume}}$$

Produksi (Yield) Mikroalga

Produksi (yield) biomassa mikroalga *C. vulgaris* dapat dihitung dengan persamaan yang mengacu pada Iba *et al.*, (2018).

$$\text{Yield (sel/ml)} = \frac{\text{kepadatan sel } t_1 + \text{kepadatan sel } t_2}{2}$$

Dengan : t_1 = Kepadatan sel waktu t_1 , t_2 = Kepadatan sel waktu t_2

Biomassa Mikroalga

Produktivitas biomassa mikroalga *C. vulgaris* dapat dihitung dengan persamaan yang mengacu pada Crismadha (1993).

$$P = \text{Berat kering} \times \text{laju pertumbuhan}$$

Dengan : P = Produktivitas (g/l/hari), Berat kering (g/hari), Laju pertumbuhan (sel/hari)

Analisis Data

Data pertumbuhan sel mikroalga *C. vulgaris* yang dikultur pada media konsentrasi pupuk organik cair lemna yang berbeda dianalisis menggunakan repeated measure analysis of variance (ANOVA) dan akan dibandingkan dengan kontrol. Data laju pertumbuhan spesifik, berat kering, produktivitas biomassa dan produksi (yield) dianalisis menggunakan one way ANOVA. Jika hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji duncan dengan bantuan aplikasi SPSS versi 16.0. Sedangkan untuk penyajian grafik menggunakan Microsoft Excel 2010.

HASIL

Hasil Analisis POC Lemna

Hasil analisis POC L unsur N dan unsur P dalam mg/L yang telah difermentasi selama 7 hari dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan Kandungan POC L unsur N dan unsur P dalam 150 ml pada setiap konsentrasi dihitung menggunakan rumus pengenceran, dapat dilihat pada Tabel 2.

Pertumbuhan Mikroalga *C. Vulgaris*

Pertumbuhan sel mikroalga *C. vulgaris* yang dikultur selama 8 hari dapat dilihat pada Gambar 1. Pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* pada penelitian ini, semua perlakuan tidak mengalami fase lag (fase adaptasi). Pertumbuhan sel tertinggi mikroalga *C. vulgaris* terdapat pada hari ke-6 (Gambar 2), yaitu pada perlakuan f/2 dengan nilai $10,533 \times 10^4$ sel/ml, selanjutnya berurutan-turut perlakuan 5%, 20%, 10% dan 15% POC A dengan nilai 10,2; 7,4; 6,53; 6,4 $\times 10^4$ sel/ml. Pertumbuhan sel *C. vulgaris* pada perlakuan f/2 merupakan perlakuan yang memiliki pertumbuhan sel paling tinggi dibandingkan dengan semua perlakuan POC L. Fase eksponensial mikroalga *C. vulgaris* pada semua perlakuan terjadi pada hari ke-2.

Kemudian pada hari selanjutnya terjadi fase stasioner sampai akhir penelitian, sedangkan perlakuan 20% POC L pada hari ke-4 mengalami penurunan.

Hasil analisis Repeated Measure ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan sel ($p = 0,001$), sedangkan berdasarkan uji lanjut Duncan menyatakan bahwa terdapat perbedaan pada semua perlakuan (Gambar 2).

Laju Pertumbuhan Spesifik Mikroalga *C. Vulgaris*

Laju pertumbuhan spesifik mikroalga *C. vulgaris* pada fase eksponensial pada hari ke-0 sampai hari ke-2 pada semua perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik mikroalga *C. vulgaris* tertinggi terdapat pada perlakuan f/2 dengan nilai 0,360/hari selanjutnya berturut-turut 20%, 5%, 15% dan 10% POC L dengan nilai 0,109/hari; 0,108/hari; 0,074/hari dan 0,067/hari.

Hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap laju pertumbuhan sel mikroalga ($p = 0,026$) sedangkan hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa f/2 berbeda signifikan dengan perlakuan POC L 5, 10, 15 dan 20 %.

Berat Kering (Dry Weight)

Berat kering (DW) dapat dilihat pada Gambar 4. DW tertinggi terdapat pada perlakuan 5% POC L dengan nilai 3,33 g/l, selanjutnya berturut-turut perlakuan 20%, 15%, 10% POC L dan media f/2 dengan nilai 1,37; 1,15; 0,96 dan 0,06 g/l.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan memberikan hasil yang

berpengaruh signifikan terhadap berat kering mikroalga ($p = 0,059$) (Gambar 4).

Yield Mikroalga

Hasil yield mikroalga *C. vulgaris* pada hari ke-2 dan hari ke-4 dan pada hari ke-6 dan hari ke-8 dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai rata-rata yield mikroalga *C. vulgaris* tertinggi pada hari ke-2 dan ke-4 pada perlakuan media f/2 dengan nilai $15,6 \times 10^4$ sel/ml, selanjutnya dengan nilai berturut-turut perlakuan 5%, 15%, 10%, dan 20% POC L yaitu 9,966, 9,566, 9,366 dan $8,333 \times 10^4$ sel/ml. Yield biomassa yang tertinggi pada hari ke-6 dan ke-8 ditemukan pada perlakuan f/2 dengan nilai $15,8 \times 10^4$ sel/ml, berturut-turut diikuti oleh perlakuan 5%, 20%, 10% dan 15% POC L dengan nilai 14; 11; 9,433 dan $8,566 \times 10^4$ sel/ml (Gambar 5).

Hasil dari analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan memberikan hasil yang signifikan terhadap produksi mikroalga pada hari ke-2 dan ke-4 ($p = 0,01$) dan juga berpengaruh signifikan terhadap produksi mikroalga hari ke-6 dan ke-8 (Gambar 5).

Produktivitas Biomassa

Produktivitas biomassa mikroalga *C. vulgaris* pada setiap perlakuan media f/2, 5% POC A, 10% OC A, 15% POC A, dan 20% POC A dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai produktivitas biomassa tertinggi terdapat pada perlakuan 5% POC L dengan nilai 0,580 g/l, selanjutnya berturut-turut perlakuan 20, 15, 10 % POC A dan media f/2 dengan nilai 0,223; 0,156; 0,074 dan 0,021 g/l. Hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap biomassa mikroalga ($p = 0,216$) (Gambar 6).

Table 1. Hasil Analisis Kandungan N dan P POC Lemna

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Metode Analisis
1	Nitrogen	mg/L	22.500	Kjedahl
2	Phospat	mg/L	46.200	Spektrophotometri

Tabel 2. Kandungan N dan P POC Lemna dalam 150 ml

No.	Parameter	Konsentrasi dalam 150 ml (ppm)			
		5% POC L	10% POC L	15% POC L	20% POC L
1	Nitrogen	1.125	2.250	3.375	4.500
2	Phospat	2.310	4.620	6.930	9.240

Gambar 1. Nilai rata-rata pertumbuhan sel *C. vulgaris* (rata-rata jumlah sel $\pm$ SE) Gambar 2. Pertumbuhan Sel pada Hari ke-6. ^{a,b,c} superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$ Gambar 3. Nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik *C. Vulgaris*. ^{a,b} superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$

Gambar 4. Nilai rata-rata berat kering dan berat kering bebas abu berdasarkan berat kering mikroalga *C. vulgaris*. ^{a,b} superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$

Gambar 5. Nilai rata-rata yield hari ke-2 dan ke-4 dan hari ke-6 dan ke-8 *C. vulgaris*. ^{a,b} superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$

Gambar 6. Nilai rata-rata produktivitas biomassa *C. vulgaris*.

PEMBAHASAN

Pertumbuhan Mikroalga

Salah satu parameter pertumbuhan mikroalga terjadi ditandai dengan adanya perubahan warna yang terjadi pada media mikroalga. Pertumbuhan mikroalga yang terjadi perubahan warna kehijau-hijauan menandakan bahwa sel mikroalga telah tumbuh. Perubahan warna ini terjadi pada perlakuan f/2, hal ini sesuai dengan pernyataan Regista dkk., (2017) bahwa selama masa inkubasi (8-10 hari) terjadi perubahan warna pada seluruh media perlakuan yang semula berwarna bening kekuningan berubah menjadi hijau zamrud. Perubahan warna kultur tersebut diikuti dengan peningkatan kerapatan sel. Peningkatan kerapatan sel *Chlorella* sp. pada media perlakuan, menandakan terjadinya pemanfaatan nutrisi yang terkandung. Sedangkan pada perlakuan POC L berwarna kuning kecoklatan dikarenakan POC L itu sendiri yang memiliki warna coklat sehingga media tersebut berwarna kuning kecoklatan, tetapi mikroalga tersebut tetap tumbuh walaupun belum terjadi perubahan warna kehijau-hijauan karena dilihat dari jumlah selnya yang bertambah dan memiliki unsur P dan N yang mendukung pertumbuhan mikroalga. Sedangkan Sen *et al.* (2005) menyatakan bahwa nutrisi atau unsur hara merupakan parameter penting yang mendukung pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp.. Unsur hara tersebut terdiri atas mikronutrien dan makronutrien. Makronutrien antara lain adalah N, P, K, Mg, dan Ca. Pertumbuhan sel mikroalga *C. vulgaris* tertinggi terjadi pada perlakuan f/2 (Gambar 1), hal ini menunjukkan bahwa unsur N dan P berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Reynolds, 1990) bahwa diantara nutrisi untuk pertumbuhan mikroalga, N dan P sering dijadikan faktor pembatas pertumbuhan mikroalga, khususnya bagi mikroalga yang memiliki kerangka dinding sel yang mengandung silikat, seperti diatom, unsur Si turut berperan sebagai faktor pembatas.

Pertumbuhan mikroalga pada perlakuan f/2 lebih tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan mikroalga pada semua

perlakuan POC L (Gambar 1), perlakuan f/2 memberikan pengaruh yang berbeda nyata, sedangkan semua perlakuan POC L tidak memberikan pengaruh yang berbeda. Menurut Chilmawanti dan Suminto (2008) bahwa (media Guillard's f/2) selain mempunyai komposisi unsur hara makro juga mempunyai unsur hara mikro yang lebih lengkap dan lebih tersedia dalam jumlah yang cukup.

Pada perlakuan 5% POC L memiliki pertumbuhan yang hampir sama dengan perlakuan f/2 (Gambar 1), dalam hal ini POC L 5% dapat digunakan untuk kultur mikroalga. Pengujian repeated measure ANOVA diperoleh bahwa perlakuan ini dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*. Hasil penelitian ini memiliki pertumbuhan lebih rendah dibandingkan penelitian Astrid dkk., (2013) bahwa populasi tertinggi pada *Dunaliella salina* yang dikultur pada pupuk *Lemna minor* pada hari kelima (puncak kepadatan) diperoleh pada perlakuan D (0,75ml/l) sebanyak $36,18 \times 10^4$ sel/ml sedangkan populasi terendah diperoleh pada perlakuan A (0 ml/l) sebanyak $12,69 \times 10^4$ sel/ml pada hari ketiga.

Laju pertumbuhan spesifik pada penelitian ini dihitung pada fase eksponensial. Fase eksponensial ini merupakan fase pembelahan sel dan merupakan fase pertumbuhan yang meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wibowo dkk., (2017) yang menyatakan bahwa fase eksponensial diawali dengan terjadinya pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang terjadi terus menerus, fase eksponensial terjadi sampai kepadatan sel mencapai kepadatan maksimal. Fase eksponensial terjadi pada hari ke-2 dengan terus mengalami pembelahan sel hingga kepadatan sel mencapai maksimum yaitu terjadi pada hari ke-5. Hal ini sejalan pula menurut Akbar (2008) bahwa pertumbuhan suatu mikroalga adalah suatu ukuran pertambahan biomassa dalam rentang waktu tertentu dan ditentukan dari fase eksponensial. Besarnya konstanta pertumbuhan menggambarkan tingkat kesuksesan relatif suatu mikroalga dalam beradaptasi terhadap lingkungan alamnya atau media kultur buatan.

Laju pertumbuhan spesifik tertinggi ada pada perlakuan f/2 sedangkan laju pertumbuhan spesifik terendah terdapat pada perlakuan 20% POC (Gambar 3). Penelitian ini memiliki LPS lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Goa (2019) yang memperoleh hasil LPS tertinggi pada perlakuan 10% POC eceng gondok yaitu dengan nilai 0,913/hari. Hal ini diduga karena warna POC L yang berwarna coklat dan juga masih terdapat serat-serat dari POC L. Sebaiknya pemberian POC L digunakan dengan dosis dibawah dari 5%. Menurut Wulandari (2011) bahwa laju pertumbuhan spesifik (μ) menggambarkan kecepatan pertambahan sel fitoplankton per satuan waktu yang dapat dipakai sebagai tolak ukur untuk mengetahui daya dukung medium atau nutrisi terhadap pertumbuhan dan pembelahan sel fitoplankton. Untuk menguji daya dukung medium atau nutrisi terhadap pertumbuhan dan pembelahan sel fitoplankton *C. vulgaris* dapat dinilai dari laju pertumbuhan spesifik (μ) sel fitoplankton *C. vulgaris*. Sedangkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Muliadi dan Nurhamsiah (2010) menyatakan bahwa laju pertumbuhan spesifik juga dipengaruhi oleh besar kecilnya permukaan sel. Ukuran diameter *C. vulgaris* adalah 2-8 μ m. Semakin kecil ukuran sel, maka semakin besar luas permukaannya sehingga masuknya nutrisi ke dalam jaringan sel lebih cepat. Sedangkan menurut Nurfadillah *et al.* (2012) menyatakan bahwa penurunan pertumbuhan fitoplankton disebabkan adanya beberapa faktor yaitu proses fotosintesis, ketersediaan unsur hara dan kekeruhan. Kekeruhan dapat menghalangi penetrasi cahaya dan mengganggu proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton.

Unsur N dalam media kultur berfungsi untuk membentuk protein, lemak dan hijau daun (klorofil). Unsur P untuk pembentukan senyawa DNA dan RNA (rangkainan yang terdiri dari asam amino dan menyimpan informasi biologis) (Kawaroe, 2010). Lebih lanjut menurut Sen *et al.*, (2005) menyatakan bahwa nutrisi atau unsur hara merupakan parameter penting yang mendukung pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp..

Kandungan unsur hara N POC L pada penelitian ini yaitu sebesar 22,500 mg/l (Tabel 1), kandungan unsur hara ini masih dalam kondisi normal untuk pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sachlan (1982) yang menyatakan bahwa kisaran nitrat untuk pertumbuhan *C. vulgaris* yaitu 1,000 mg/l – 30,000 mg/l. Kadar nitrat yang terlalu tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi (pengayaan) atau blooming *C. vulgaris*. Menurut Mackentum (1969) bahwa kandungan nitrat pada perlakuan berkisar antara 6,000 – 60,6000 mg/l, hal ini masih dalam kondisi optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp., karena *Chlorella* sp. memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 9,000-30,500 mg/l. Kandungan unsur P yaitu sebesar 46,200 mg/l, nilai ini melebihi batas optimum dari kisaran untuk pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*, dapat dilihat dari pertumbuhan pada semua perlakuan POC L 10%-20% memiliki pertumbuhan mikroalga yang lebih lambat dari perlakuan f/2, sehingga penggunaan POC L ini sebaiknya digunakan konsentrasi yang lebih rendah. Mackentum (1969) menyatakan bahwa fitoplankton *C. vulgaris* membutuhkan kadar ortofosfat yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal yaitu 9,000-10,800 mg/l. Menurut Jati dkk., (2012) bahwa kandungan unsur N pada media f/2 84,200 mg/l sedangkan unsur P adalah 10,000 mg/l, dibandingkan dengan konsentrasi N dan P pada penelitian Jati dkk., (2012) bahwa media Guillard digunakan karena berdasarkan penelitian sebelumnya pada mikroalga *Chaetoceros gracilis* media ini mendapatkan protein dan kadar lemak yang tinggi kandungan N dan P media ini adalah N (NaNO_3) = 88,2032 g/l, P ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) = 10,000 mg/l.

Selain unsur hara, seperti unsur hara P dan N faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* adalah cahaya dan salinitas. Menurut Iba (2016) bahwa pertumbuhan dan komposisi nutrisi dari biomassa *C. vulgaris* dapat bervariasi, tergantung pada nutrisi dalam media kultur dan kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya dan salinitas.

Intensitas cahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah 540 lux (10 μ mol/s/m²), dengan lama penyinaran 12 jam

gelap dan 12 jam terang. Menurut Gunawan (2012) bahwa intensitas cahaya mikroalga yang optimal berkisar 2500-5000 luks (46,30-92,60 $\mu\text{mol/s/m}^2$). Sedangkan menurut Sudhakar *et al.*, (2011) menyatakan bahwa cahaya yang dibutuhkan oleh mikroalga di dalam proses fotosintesis memiliki batas atau kisaran tertentu, pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar lebih efektif bagi proses fotosintesis, namun pada tingkat cahaya yang sangat tinggi dapat mengurangi laju proses tersebut.

Salinitas semua perlakuan pada penelitian ini adalah 30 ppt. Hal ini senada dengan pernyataan Isnansetyo dan Kurniastuty, (1995) yang menyatakan bahwa *Chlorella* sp. dapat tumbuh pada salinitas 25 ppt. *Chlorella* air laut dapat mentolerir salinitas antara 33-40 ppt. *Chlorella* sp. tumbuh lambat pada salinitas 15 ppm, dan hampir tidak tumbuh pada salinitas 0 ppm dan 60 ppm. Sedangkan menurut Merizawati (2008) menyatakan bahwa *C. vulgaris* dapat tumbuh optimal pada salinitas 10-35 ppt, mikroalga akan tetap bereproduksi secara asexual dengan pembelahan sel dan pemisahan autospora dari sel induknya.

Produktivitas Mikroalga

Produksi (yield) tertinggi diperoleh pada media f/2 pada hari ke-2 dan ke-4, hal ini diperoleh karena pada waktu tersebut terjadi fase eksponensial (Gambar 5), dimana pada fase eksponensial ini ditandai dengan adanya pertumbuhan sel yang meningkat dari hari sebelumnya sehingga diduga dapat mempengaruhi yield biomassa pada hari ke-2 dan ke-4. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Prayitno, 2016) bahwa Setelah fase pertumbuhan linier (fase lag), sel-sel memasuki fase pertumbuhan eksponensial, dimana sel-sel membelah diri dengan cepat dan enzim-enzim dan senyawa-senyawa metabolit yang dibutuhkan untuk pembelahan sel sudah tersedia. Sedangkan yield biomassa terendah hari ke-2 dan ke-4 terdapat pada dosis 20% POC L sedangkan hari ke-6 dan ke-8 pada dosis 15% POC L hal ini terjadi karena pupuk yang digunakan yaitu POC L berwarna kecoklatan dan masih ada sisa-sisa dari serat fermentasi lemna tersebut sehingga dapat menghambat proses fotosintesis untuk melakukan pembelahan

sel. Menurut Nurfadillah *et al.* (2012) bahwa salah satu penurunan pertumbuhan fitoplankton disebabkan oleh kekeruhan. Kekeruhan dapat menghalangi penetrasi cahaya dan mengganggu proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton. Data yield berfungsi untuk mengetahui kepadatan pada hari tertentu untuk menentukan apakah mikroalga dapat dipanen atau belum sehingga bermanfaat bagi larva untuk memenuhi kebutuhan larva.

Produktivitas biomassa mikroalga *C. vulgaris* tertinggi terdapat pada perlakuan 5% POC L dan produktivitas terendah terdapat pada perlakuan media f/2 (Gambar 6). Diduga bahwa serat-serat dari POC L mempengaruhi biomassa karena dalam POC L masih terdapat serat-serat sisa dari lemna pada media mikroalga, sehingga akan mempengaruhi proses pembentukan biomassa pada sel *C. vulgaris*. Menurut Rufaida, (2008) bahwa peningkatan biomassa disebabkan karena hadirnya gas CO_2 yang kemudian diserap oleh mikroalga dan digunakan untuk melakukan proses fotosintesis, dimana proses fotosintesis tersebut adalah karbohidrat yang merupakan sumber utama dari biomassa. Mikroalga yang mempunyai laju pertumbuhan baik akan lebih aktif dalam melakukan fotosintesis dan mengkonversi CO_2 menjadi biomassa sehingga produktivitas biomassa menjadi tinggi.

Berat kering (DW) tertinggi terdapat pada perlakuan 5% POC L (Gambar 4). Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap DW. Hasil DW yang diperoleh pada penelitian ini memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Utami (2019) bahwa hasil tertinggi DW yang diperoleh pada perlakuan salinitas 40 ppt yaitu dengan nilai 0,038 g/l. Menurut Hadiyanto dan Azim (2012) bahwa tahapan akhir dari proses pengelolaan alga yaitu proses pengeringan dimana proses pengeringan yang dilakukan untuk menghilangkan air sehingga kadar air yang tinggal 12-15%. DW pada penelitian ini kemungkinan dipengaruhi oleh berat sisa serat dari POC lemna yang tertinggal pada kertas whataman tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian diatas mikroalga *C. vulgaris* yang dikultur pada media f/2 dan dosis POC L 5 %, 10%, 15%, dan 20% dalam skala laboratorium, diperoleh hasil pada media f/2 dan media POC L 5% memberi pengaruh terhadap pertumbuhan, DW dan yield mikroalga *C. vulgaris* dibandingkan dengan media POC L dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20%. Pemberian POC L diatas 5% menghasilkan pertumbuhan yang tidak terlalu bagus untuk mikroalga *C. vulgaris*. Hal ini diduga karena warna pupuk yang terlalu pekat berwarna kuning kecoklatan dan masih terdapat sisa serat dari POC L tersebut sehingga kemungkinan mempengaruhi biomassa mikroalga. Penggunaan POC L ini dalam kultur mikroalga *C. vulgaris* dapat digunakan apabila konsentrasinya disesuaikan dengan dengan kebutuhan nutrisi dan unsur-unsur dari mikroalga *C. vulgaris* tersebut.

KESIMPULAN

Konsentrasi POC L 5% dapat digunakan sebagai alternatif pengganti pupuk komersial media f/2 karena memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata produksi (yield) pada hari ke-6 dan ke-8 dan produktivitas biomassa *C. vulgaris* hari ke-8.

REFERENSI

- Ahuja, S. 2009. Overview, in Satinder Ahuja edition, Hanbook of Water Quality and Purity 1st edition. Academic Press. New York.
- Akbar, T. M., 2008. Pengaruh Cahaya Terhadap Senyawa Antibakteri dari *Chaetoceros gracilis*. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Astrid, T. S., Rahardja, B. S., Masithah, E. D. 2013. Pengaruh Konsentrasi Pupuk *Lemma Minor* Terhadap Populasi *Dunaliella Salina*. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 5(1): 61-66. <http://dx.doi.org/10.20473/jipk.v5i1.11426>
- Chilmawati, D. dan Suminto. 2008. Penggunaan Media Kultur yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* Sp. Jurnal Saintek Perikanan, 4(1): 42–49. <https://doi.org/10.14710/ijfst.4.1.42-49>
- Fitriani., Fendi., Rochmady. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik (NPK+Silikat) dengan Dosis Berbeda Terhadap Kepadatan *Skeletonema costatum* pada Pembenihan Udang Windu. Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, 1(1): 11-18. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.1.1.11-18>
- Goa, S., Iba, W., Indrayani. 2019. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*. Jurnal Media Akuatika, 4(2): 68-76.
- Gunawan. 2012. Microalgae Growth Response (*Tetraselmis* sp.) on Different Light Intensity. Bioscientiae Journal, 9(1): 55-59.
- Hadiyanto., Azim, M. 2012. Mikroalga: Sumber Pangan dan Energi Masa Depan. Center of Biomassa and Renewable Energy (C-BIORE) Universitas Diponegoro. Semarang.
- Iba, W., Rice, M. A., Wikfors, G. H. 2014. Microalgae in Eastern Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) Hatcheries: A Riview on Roles and Culture Environments. Asian Fisheries Science, 27(3): 212-233.
- Iba, W. 2016. Survival and Growth of White Shrimp (*Litopenaus vannamei*) Larvae Fed Newly Isolated Indonesia Strain of Microalgae. Disertation. Univercity of Rhode Island. USA.
- Iba W., Rice M.A., Maranda L., Wikfors G.H. 2018. Growth Characteristics of Newly Isolated Indonesian Microalgae Under Different Salinity. Indonesian Aquaculture Journal, 13 (2): 71-81. <http://dx.doi.org/10.15578/iaj.13.2.2018.71-81>
- Isnansetyo A., Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton. Pakan Alam untuk pembenihan organism laut. Kanisius. Yogyakarta.
- Jati, F., Hutabarat, J., Herawati, V., E. 2012. Pengaruh Penggunaan Dua Jenis Media Kultur Teknis yang Berbeda Terhadap Pola Pertumbuhan, Kandungan Protein, dan Asam Lemak

- Omega 3 EPA (*Chaetoceros gracilis*). Journal Of Aquaculture Management and Technology, 1(1): 221-235.
- Kabinawa, I. N. K. 2001. Mikroalga sebagai Sumber Daya Hayati Perairan dalam Perspektif Bioteknologi. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. Bogor.
- Kawaroe, M., Prartono, T., Sunuddin, A., Wulansari, D., Augustine, D. 2010. Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar. IPB Press. Bogor.
- Mackentum, K. M. 1969. The Practice of Water Pollution Biology. United States Departement of Interior. Federal Water Pollution Control Administrations. Devision of Technical Support. Washington D.C.
- Merizawati. 2008. Analisis Sinar Merah, Hijau dan Biru untuk Mengukur Kelimpahan fitoplankton *Chlorella vulgaris*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Moheimani, N. R., Borowitzka, M. A., Isdepsky, A., Fon Sing, S. 2013. Methods for Measuring Growth of Algae and Their Composition. Algae for Biofuels and Energy, pp 265-286.
- Nakayama, R. 1992. Scientific Reports on Chlorella in Japan. Silpaque publishing, Inc. Kyoto. Japan.
- Nurfadillah., Damar, A., Adiwilaga, E. M. 2012. Komunitas Fitoplankton di Perairan Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. Jurnal Depik, 1(2): 93-98. <https://doi.org/10.13170/depik.1.2.33>
- Prayitno, J. 2016. Pola Pertumbuhan dan Pemanenan Biomassa dalam Fotobioreaktor Mikroalga untuk Penangkapan Karbon. Jurnal Teknologi Lingkungan, 17(1): 45-52.
- Regista., Ambeng., Litaay, M., Umar, R. M. 2017. Pengaruh Pemberian Vermikompos Cair Lumbricus Rubellus Hoffmeister pada Pertumbuhan *Chlorella* sp.. Bioma: Jurnal Biologi Makassar, 2(1): 1-8. <http://dx.doi.org/10.20956/bioma.v2i1.1346>
- Reynolds, C. S. 1990. The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press. United Kingdom.
- Sachlan, M. 1982. Planktonologi. Direktorat Jendral Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Sen B., Alp M. T., Kocer, MAT. 2005. Studies on Growth Of Marine Microalgae In Batch Culture: II. *Isochrysis galbana* (haptophyta). Asian Journal of Plant Sciences, 4(6): 639-641.
- Sudhakar, K., Suresh, S., Premalatha, M. 2011. An Overview of CO₂ Mitigation using Algae Cultivation Technology. International Journal of Chemical Research, 3(3): 110-117.
- Utami, C. 2019. Peertumbuhan *Chlorella vulgaris* yang Dikultur dengan Pupuk Organik Cair Eceng Gondok (*Euchhornia crassipes*) pada Salinitas Berbeda. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Wibowo A. L., Mutiara D., Anggraini I. Y. 2017. Penggunaan Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi dari *Azolla Pinnata* Terhadap Kepadatan Sel *Spirulina* sp. Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan, 12(1): 56-65.
- Wulandari, N. D. A. 2011. Penggunaan Media Alternatif pada Produksi *Spirulina fusiformis*. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zidni I., Iskandar., Andriani, Y. 2016. Fermentasi *Lemna* sp. Sebagai Bahan Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Penyediaan Sumber Protein Hewani Bagi Masyarakat. Conference: Seminar Nasional Membangun Ketahanan Pangan Melalui Pemberdayaan Komoditas Lokal. Universitas Padjadjaran. Surabaya.