

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

## PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK CAIR *Azolla* sp. TERHADAP KEPADATAN SEL *Chlorella* sp.

Shintia Taradifa, Saberina Hasibuan<sup>#</sup>, dan Syafriadiman Syafriadiman

Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,  
Universitas Riau

(Naskah diterima : 23 Juli 2022 ; Revisi final 21 September 2022; Disetujui publikasi 21 September 2022)

### ABSTRAK

Pupuk organik cair (POC) *Azolla* sp. mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. sehingga pupuk ini dapat menggantikan pupuk anorganik yang biasa digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui manfaat POC *Azolla* sp. terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. dan mengetahui dosis terbaik yang dapat digunakan pada kultur mikroalga ini. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2021 sampai bulan Februari 2022 di Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang ditetapkan yaitu menggunakan media walne pada P0 (1 mL L<sup>-1</sup> sebagai kontrol), menggunakan POC *Azolla* sp. pada P1 (10 mL L<sup>-1</sup>), P2 (12 mL L<sup>-1</sup>), dan P3 (14 mL L<sup>-1</sup>). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada manfaat dari POC *Azolla* sp. terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. dan perlakuan terbaik untuk kepadatan sel *Chlorella* sp. adalah P2 dengan dosis POC *Azolla* sp. 12 mL L<sup>-1</sup> dengan mendapatkan kepadatan tertinggi yaitu 904,33x10<sup>4</sup> sel mL<sup>-1</sup> pada hari ke-7 dan laju pertumbuhan spesifik tertinggi sebesar 0,8439 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>. Media kultur *Chlorella* sp. mengandung nutrisi nitrat 1,780-19,384 mg L<sup>-1</sup> dan fosfat 0,721-4,380 mg L<sup>-1</sup>, serta kualitas air pada penelitian termasuk pada kisaran optimal (suhu 28-30°C, pH 8,0-8,8, dan oksigen terlarut 5,0-9,1 mg L<sup>-1</sup>) yang dapat mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp.

**KATA KUNCI :** *Azolla* sp.; *Chlorella* sp.; kepadatan sel; pupuk organik cair

**ABSTRACT :** *Utilization of Liquid Organic Fertilizer Azolla sp. for Cell Density of Chlorella sp.*

Liquid organic fertilizer (LOF) *Azolla* sp. contains nutrients required for the growth of *Chlorella* sp. This LOF fertilizer could be used replace the commonly used inorganic fertilizers. The objective of this study was to determine the effect of LOF *Azolla* sp. on *Chlorella* sp. cell density and its best dose usage in culturing the microalgae. The research was conducted from December 2021 to February 2022 at the Aquaculture Environmental Quality Laboratory, Fisheries and Marine Faculty, Riau University. The research design used was a one-factor Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments and three replications. The treatments were the application of Walne media on P0 (1 mL L<sup>-1</sup> as a control), and LOF *Azolla* sp. on P1 (10 mL L<sup>-1</sup>), P2 (12 mL L<sup>-1</sup>), and P3 (14 mL L<sup>-1</sup>). The results showed that the use of LOF *Azolla* sp. had significant influences on the *Chlorella* sp. cell density of which the best treatment was P2. The P2 treatment (LOF *Azolla* sp. of 12 mL L<sup>-1</sup>) produced the highest density of *Chlorella* sp. (904.33x10<sup>4</sup> cells mL<sup>-1</sup>) on the 7th day with the highest specific growth rate of 0.8439 cells mL<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup>. Nitrate and phosphate concentrations measured in the *Chlorella* sp. culture media ranged between 1.780-19.384 mg L<sup>-1</sup> and 0.721-4.380 mg L<sup>-1</sup>, respectively. Water quality of the media was optimal throughout the experimental period where the temperature, pH, and dissolved oxygen varied between 28-30°C, 8.0-9.0, and 6.0-9.1 mg L<sup>-1</sup>, respectively. This study concludes that LOF *Azolla* sp. combined with the optimal culture condition improves the growth of *Chlorella* sp.

**KEYWORDS :** *Azolla* sp.; *Chlorella* sp.; cell density; liquid organic fertilizer

<sup>#</sup>Korespondensi: Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.  
Kampus Bina Widya KM. 12,5, Kota Pekanbaru, Riau 28293, Indonesia  
E-mail: [saberina.hasibuan@lecturer.unri.ac.id](mailto:saberina.hasibuan@lecturer.unri.ac.id)

## PENDAHULUAN

Pakan alami merupakan salah satu komponen penting di perairan. Pemanfaatan pakan alami dapat memenuhi target hasil produksi pada usaha budidaya, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan *Chlorella* sp. Selain digunakan sebagai pakan alami, di negara maju *Chlorella* sp. sudah sangat baik dimanfaatkan sebagai makanan, bahan pengawet rasa, dan obat-obatan (Indriana *et al.*, 2020). *Chlorella* sp. mengandung 51-58% protein, 28-32% minyak, 12-17% karbohidrat, 14-22% lemak, dan 4-5% asam nukleat (Mufidah *et al.*, 2018).

Pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam media kultur dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara serta oleh beberapa faktor kualitas air. Sumber nutrisi yang paling umum digunakan adalah pupuk anorganik, yang memiliki kelemahan menghasilkan limbah yang dapat mencemari dan membahayakan organisme air. Solusi dari permasalahan tersebut adalah penggunaan pupuk organik yang kaya unsur hara, ramah lingkungan dengan biaya yang relatif murah dan mudah diperoleh, yaitu penggunaan pupuk organik yang berasal dari *Azolla* sp. (Leksono *et al.*, 2017). *Azolla* sp. dapat digunakan sebagai pupuk organik cair (POC). Pupuk organik cair (POC) *Azolla* sp. merupakan larutan hasil fermentasi *Azolla* sp. mengandung berbagai mineral esensial (Lestari *et al.*, 2019). Pupuk organik cair (POC) dapat dengan cepat memperbaiki kekurangan nutrisi dan tidak menyebabkan masalah pencucian nutrisi (Suprayogi *et al.*, 2018).

Pemanfaatan POC *Azolla* sp. pada kultur *Spirulina* sp. dapat meningkatkan kepadatan sel dengan dosis terbaik yaitu 18 mL L<sup>-1</sup> (Leksono *et al.*, 2017) dan pada kultur *Chaetoceros* sp. dapat meningkatkan kepadatan sel dengan dosis terbaik yaitu 2 mL L<sup>-1</sup> (Rahmawati & Nadya, 2020), dan pada kultur *Spirulina* sp. yang ditambahkan dengan kotoran burung puyuh dapat meningkatkan kepadatan sel dengan dosis terbaik yaitu 24 mL L<sup>-1</sup> (Ginting *et al.*, 2022). Adanya berbagai kandungan

mineral esensial pada *Azolla* sp. yang dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton dan pentingnya peranan *Chlorella* sp. sebagai pakan alami menjadi dasar peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang penggunaan POC *Azolla* sp. terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui manfaat POC *Azolla* sp. terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. dan mendapatkan dosis terbaik untuk meningkatkan kepadatan sel *Chlorella* sp.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai dengan Februari 2022, di Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru.

### Pembuatan Pupuk Organik Cair *Azolla* sp.

Proses pembuatan pupuk organik cair (POC) *Azolla* sp. (Lestari *et al.*, 2019) dimulai dengan mempersiapkan wadah berupa ember bervolume 5 L. Kemudian *Azolla* sp. sebanyak 250 g dihaluskan dengan menggunakan *blender* dan dicampurkan dengan gula merah (aren) yang dihaluskan halus sebanyak 100 g, akuades 1 L, dan *Efective Microorganism 4* (EM<sub>4</sub>) 10 mL. Koesoemawardani *et al.*, (2016), penggunaan gula merah (aren) yang mengandung molase sebagai sumber karbon yang sangat baik dalam mengaktifkan bakteri yang terdapat dalam EM<sub>4</sub>.

Semua bahan POC dicampurkan ke dalam wadah dan ditutup rapat, dimana setiap harinya tutup wadah dibuka untuk melepaskan gas fermentasi. Fermentasi dilakukan selama 14 hari. Pemanenan POC *Azolla* sp. dilakukan dengan cara menyaring hasil fermentasi untuk memisahkan air POC *Azolla* sp. dengan ampasnya, kemudian POC *Azolla* sp. sudah dapat digunakan sebagai pupuk pada kultur *Chlorella* sp.



Gambar 1. Sel *Chlorella* sp. perbesaran 10x10  
 Figure 1. Cells of *Chlorella* sp. magnified at 10x10

### Kultur *Chlorella* sp.

Kultur *Chlorella* sp. (Gambar 1) menggunakan inokulum yang berasal dari Laboratorium Pusat Penelitian Alga, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Pusat Penelitian Alga ini dikembangkan oleh Dahril (2020). Proses kultur dimulai dengan mempersiapkan 12 wadah berupa toples plastik bervolume 2 L dan menggunakan air berupa akuades. Masing-masing wadah kultur ditempatkan di bawah lampu LED *emergency* 40 watt dengan intensitas cahaya 2500 lux yang diukur menggunakan *lux meter* merek Smart Sensor dan diberi aerasi. Pemupukan dilakukan langsung pada masing-masing wadah yang sudah berisi akuades sesuai dengan dosis yang sudah ditetapkan. Inokulum *Chlorella* sp. yang ditebar dihitung kepadatannya terlebih dahulu, kepadatan sel inokulum *Chlorella* sp. yang dikehendaki sebanyak  $90 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$  (Napitupulu *et al.*, 2019). Volume media kultur yang digunakan adalah 1 L, dan volume inokulum untuk penebaran awal dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Leksono *et al.*, 2017):

$$V1. N1 = V2. N2 \quad (1)$$

Keterangan:

- V1 : Volume inokulum untuk penebaran awal (mL)
- N1 : Kepadatan sel inokulum *Chlorella* sp. (sel  $\text{mL}^{-1}$ )
- V2 : Volume media kultur yang dikehendaki (mL)
- N2 : Kepadatan sel inokulum *Chlorella* sp. yang dikehendaki (sel  $\text{mL}^{-1}$ )

### Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat taraf perlakuan dan tiga kali ulangan. Masing-masing perlakuan yaitu P0 (pupuk walne  $1 \text{ mL L}^{-1}$  sebagai kontrol), P1 (POC *Azolla* sp.  $10 \text{ mL L}^{-1}$ ), P2 (POC *Azolla* sp.  $12 \text{ mL L}^{-1}$ ), dan P3 (POC *Azolla* sp.  $14 \text{ mL L}^{-1}$ ).

### Parameter Uji

Parameter yang diuji pada penelitian ini terdiri dari kepadatan sel *Chlorella* sp. dan laju pertumbuhan spesifik yang hitung setiap 24 jam sekali, nitrat dan fosfat dianalisis 3 kali selama penelitian (Marpaung *et al.*, 2020). Kualitas air terdiri dari suhu yang diukur menggunakan termometer (GEA), pH menggunakan pH meter (Mediatech Generic Digital), dan *dissolved oxygen* (DO) menggunakan DO meter (Lutron DO-5510) yang diukur setiap dua hari sekali (Napitupulu *et al.*, 2019).

### Pengamatan Kepadatan dan Laju Pertumbuhan Spesifik *Chlorella* sp.

Pengamatan kepadatan sel *Chlorella* sp. dilakukan menggunakan mikroskop binokuler (Olympus) dengan perbesaran 10x10 dan *haemocytometer* (Neubauer improved) dengan rumus Febriani *et al.* (2020)

$$\text{Kepadatan sel (sel mL}^{-1}\text{)} = \text{Jumlah total sel (sel mL}^{-1}\text{)} \times 10^4 \quad (2)$$

Pengamatan laju pertumbuhan spesifik (LPS) dihitung dengan rumus Leksono *et al.* (2017):

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t} \quad (3)$$

Keterangan:

$\mu$  : Laju pertumbuhan spesifik (sel mL<sup>-1</sup> hari<sup>-1</sup>)

$N_0$  : Kepadatan sel awal (sel mL<sup>-1</sup>)

$N_t$  : Kepadatan sel akhir (sel mL<sup>-1</sup>)

$t$  : Waktu (hari) dari  $N_0$  ke  $N_t$

### Nitrat dan Fosfat

Analisis kandungan nitrat dan fosfat (Ramadhan *et al.*, 2016) dilakukan secara destilasi menggunakan 50 mL sampel kultur. Pengecekan kandungan nitrat dilakukan dengan mengambil 10 mL larutan sampel hasil destilasi, dialirkan ke dalam campuran Cd-CuSO<sub>4</sub>, ditambahkan pereaksi kemudian dikocok homogen dan didiamkan 10 menit. Dibaca hasilnya pada Spectro Smart (ZE-200). Konsentrasi nitrat (NO<sub>3</sub>) dapat dihitung dengan rumus :

$$N - NO_3 \text{ (mg 1000 mL}^{-1}\text{)} = \frac{P \times V \text{ uji} \times C \times MR \text{ NO}_3 / AR \times N \times 1000}{V \text{ awal sampel}} \quad (4)$$

Pengecekan kandungan fosfat dilakukan dengan mengambil 10 mL larutan sampel hasil

destilasi dan memasukkannya ke dalam tabung reaksi yang ditambahkan *reagen* kemudian dikocok homogen dan didiamkan 10 menit. Sampel tersebut dibaca hasilnya pada Spectro Smart (ZE-200) dan dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Fosfat (mg 1000 mL}^{-1}\text{)} = \frac{P \times V \text{ uji} \times C \times MR \text{ PO}_4 / AR \times P \times 1000}{V \text{ awal sampel}} \quad (5)$$

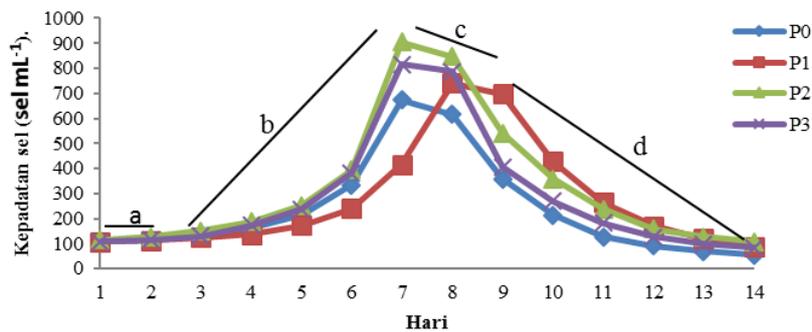
### Analisis Data

Hasil penelitian diperoleh data kepadatan sel *Chlorella* sp., LPS, nitrat dan fosfat, suhu, pH, dan DO yang disajikan dalam bentuk tabel atau grafik. Mengetahui manfaat dari pupuk yang berbeda pada kepadatan sel *Chlorella* sp. dilakukan analisis varians atau *analysis of variance* (ANOVA) menggunakan SPSS 23.0 dengan uji statistik jika  $p < 0,05$ , maka ada efektifitas penggunaan POC *Azolla* sp. terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. Mengetahui perbedaan tiap perlakuan maka dilakukan uji Student Newman-Keuls (Dianita *et al.*, 2020).

### HASIL DAN BAHASAN

#### Kepadatan Sel *Chlorella* sp.

Pertumbuhan fitoplankton pada proses kultur ditandai dengan meningkatnya kepadatan sel fitoplankton dari waktu ke waktu. Grafik peningkatan kepadatan sel *Chlorella* sp. disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata kepadatan sel *Chlorella* sp. harian selama 14 hari penelitian pada masing-masing perlakuan

Figure 2. Daily average cell density of *Chlorella* sp. in each treatment during 14 days of experiment

Keterangan: P0 (walne)= 1 mL L<sup>-1</sup> dan P1, P2, P3 (POC *Azolla* sp.)= 10 mL L<sup>-1</sup>, 12 mL L<sup>-1</sup>, 14 mL L<sup>-1</sup>, a= Fase Lag, b= Fase Eksponensial, c= Fase Stasioner, d= Fase Kematian.

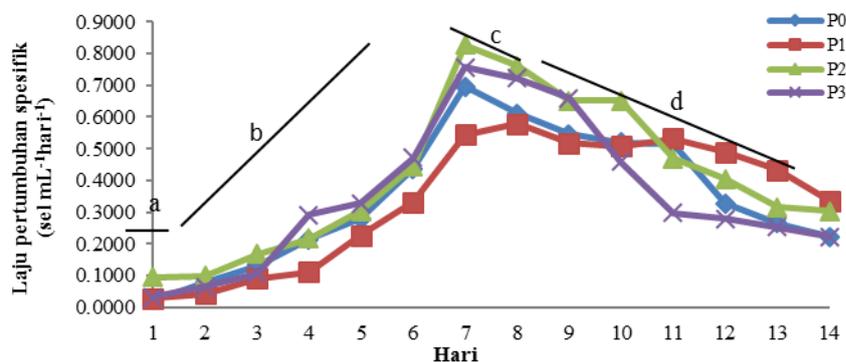
Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian POC *Azolla* sp. memiliki pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kepadatan sel *Chlorella* sp. ( $p < 0,05$ ). Peningkatan kepadatan sel *Chlorella* sp. terjadi pada fase lag sampai fase eksponensial, dimana kepadatan sel tertinggi terdapat pada P2 dengan puncak kepadatan pada hari ke-7 yaitu  $904,33 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ . Semua perlakuan mengalami fase lag pada hari ke-0 sampai hari ke-2 dan dilanjutkan dengan fase eksponensial sampai hari ke-7 (P0, P2, dan P3) dan hari ke-8 (P1). Fase lag terjadi pada hari pertama (Novianti *et al.*, 2017). Lamanya fase lag dipengaruhi oleh lamanya proses aklimatisasi atau adaptasi sel *Chlorella* sp. dengan mediana (Dahril, 2020). Fase eksponensial terjadi karena sel alga telah berhasil beradaptasi dengan media kultur (Fadila *et al.*, 2021). Pada fase ini, terjadi peningkatan kepadatan sel yang tinggi karena senyawa-senyawa metabolit beserta enzim-enzim yang dibutuhkan sudah tersedia dan diserap secara optimal (Meria *et al.*, 2021).

jumlah kepadatan sel *Chlorella* sp. secara drastis adalah fase kematian. Pada P0, P2, dan P3 fase ini dimulai pada hari ke-9, pada P1 dimulai pada hari ke-10, dan berakhir pada hari ke-14. Kepadatan tertinggi sel *Chlorella* sp. pada fase eksponensial terdapat pada P3 yaitu  $89,67 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , diikuti dengan P1 yaitu  $70,00 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , P0  $56,33 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , dan P2  $51,67 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ . Secara umum sel-sel mikroalga memasuki fase stasioner pada hari ke-5 hingga ke-10 (Prayitno, 2016). Fase kematian pada mikroalga biasa terjadi ketika umur kultur telah lebih dari seminggu (Novianti *et al.*, 2017). Kepadatan sel *Chlorella* sp. yang menurun terjadi karena tidak terdapat penambahan nutrisi baru dari luar media (Komarudin, 2017), akibatnya nutrisi yang ada pada media kultur berkurang sampai ke level tidak mampu lagi menyokong pertumbuhan fitoplankton (Puspitasari, 2017).

Fase stasioner hanya terjadi satu hari yaitu pada P0, P2, dan P3 terjadi pada hari ke-8, sedangkan pada P1 terjadi pada hari ke-9 dengan kepadatan sel tertinggi terdapat pada P2 yaitu  $846,00 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , diikuti dengan P3 yaitu  $786,67 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , P1  $697,33 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ , dan P0  $616,67 \times 10^4$  sel  $\text{mL}^{-1}$ . Selanjutnya fase terakhir yang ditandai dengan menurunnya

#### Laju Pertumbuhan Spesifik *Chlorella* sp.

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) merupakan parameter yang dapat menggambarkan pertumbuhan sel *Chlorella* sp. per satuan waktu. Rata-rata nilai LPS *Chlorella* sp. pada setiap fase pertumbuhan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik laju pertumbuhan spesifik *Chlorella* sp. pada masing-masing perlakuan selama 14 hari penelitian

Figure 3. Specific growth rate of *Chlorella* sp. treated with different POC *Azolla* sp. concentrations during 14 days of experiment

Keterangan: P0 (walne)= 1 mL L<sup>-1</sup> dan P1, P2, P3 (POC *Azolla* sp.)= 10 mL L<sup>-1</sup>, 12 mL L<sup>-1</sup>, 14 mL L<sup>-1</sup>, a= Fase Lag, b= Fase Eksponensial, c= Fase Stasioner, d= Fase Kematian.

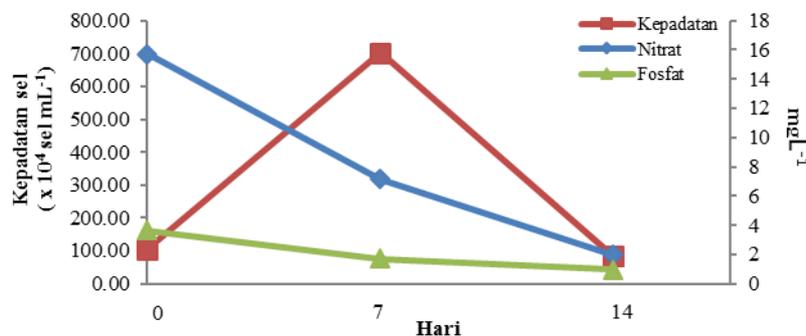
Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa pemberian POC *Azolla* sp. memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai LPS *Chlorella* sp. ( $p < 0,05$ ). Peningkatan nilai LPS terjadi pada fase lag sampai fase eksponensial. Pada fase lag, nilai LPS tertinggi terdapat pada P2 yaitu sebesar 0,0938 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, kemudian diikuti P3 0,0312 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, P1 0,0281 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, dan P0 0,0219 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>. Selanjutnya pada fase eksponensial, nilai LPS tertinggi terdapat pada P2 di hari ke-7 yaitu 0,8284 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, kemudian diikuti dengan P3 0,7571 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, P0 0,6959 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, dan P1 0,5783 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>. Peningkatan nilai LPS dari fase lag sampai fase eksponensial terjadi karena kepadatan sel pada fase tersebut juga terus bertambah dari hari ke hari. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) menggambarkan kecepatan pertambahan individu alga per satuan waktu (Soewardi *et al.*, 2015). Laju pertumbuhan spesifik (LPS) digunakan sebagai patokan untuk mengetahui daya dukung media kultur yang sudah diberi perlakuan (Asrurianta, 2018). Pertumbuhan sel berbanding lurus dengan LPS, karena pertumbuhan sel yang optimal akan menghasilkan LPS yang optimal (Sigalingging *et al.*, 2019). Fase eksponensial dimulai dengan pembelahan sel yang tinggi pada kondisi kultur yang optimal, menghasilkan tingkat pertumbuhan yang tinggi (Fadila *et al.*, 2021).

Pada fase stasioner, LPS mulai mengalami penurunan karena kepadatan sel *Chlorella*

sp. juga menurun. Pada fase ini LPS tertinggi terdapat pada P2 sebesar 0,7614 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, kemudian diikuti dengan P3 0,7213 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, P0 0,6102 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, dan P1 0,5184 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>. Selanjutnya terjadi penurunan nilai LPS secara drastis pada fase kematian. Nilai LPS tertinggi pada fase kematian hari ke-14 berada pada P1 yaitu 0,3365 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, kemudian P2 0,3039 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, P3 0,2224 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>, dan P0 0,2214 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>. Alga mengalami penurunan kepadatan sel setelah mencapai laju pertumbuhan yang maksimum (Indriana *et al.*, 2020). Penurunan nilai LPS secara drastis menunjukkan bahwa media kultur berada dalam produktivitas yang rendah (Buwono & Nurhasanah, 2018). Rendahnya nilai LPS dapat terjadi karena nutrisi dan kondisi lingkungan kultur yang tidak optimal (Meria *et al.*, 2021). Kepadatan populasi yang meningkat mengakibatkan peningkatan kompetisi sel atas nutrisi yang telah menurun. Hal itu menyebabkan LPS menurun (Ginting *et al.*, 2022).

### Nitrat dan Fosfat

Nutrien pada media kultur seperti nitrat dan fosfat merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi kepadatan sel *Chlorella* sp. Analisis konsentrasi nitrat dan fosfat diukur pada hari ke-0, hari ke-7, dan hari ke-14 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan nitrat dan fosfat dengan kepadatan sel *Chlorella* sp.

Figure 4. Relationship between nitrate, phosphate and cell density of *Chlorella* sp. during 14 days of experiment

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa konsentrasi nitrat dan fosfat memiliki pengaruh terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. Pada awal kultur (hari ke-0), konsentrasi nitrat tertinggi terdapat pada P0 yaitu 19,384 mg L<sup>-1</sup>, diikuti dengan P3 18,953 mg L<sup>-1</sup>, P2 14,747 mg L<sup>-1</sup>, dan P1 9,991 mg L<sup>-1</sup>. Perlakuan P0 dan P3 memiliki konsentrasi nitrat yang melebihi batas optimum, sedangkan P2 berada pada kisaran optimum. Hal ini yang menjadikan P2 sebagai perlakuan terbaik yang memiliki nilai kepadatan sel tertinggi pada fase eksponensial. Pada akhir penelitian, konsentrasi nitrat terus berkurang karena telah diserap oleh sel *Chlorella* sp., dimana konsentrasi nitrat terendah terdapat pada P2 (1,780 mg L<sup>-1</sup>). Hal tersebut terjadi karena P2 memiliki jumlah kepadatan sel tertinggi, sehingga penyerapan nutrisi pada P2 lebih tinggi daripada yang lain. Nitrat menjadi salah satu nutrisi yang dapat memengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. (Dahril, 2020). *Chlorella* sp. memerlukan kandungan nitrat untuk mendukung kepadatan sel yang melimpah pada konsentrasi 3,0-15,5 mg L<sup>-1</sup> (Boroh *et al.*, 2019). Konsentrasi hara yang terlalu tinggi dapat menjadi racun dalam media kultur, sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan memiliki efisiensi pemanfaatan hara yang rendah (Dianita *et al.*, 2020). Penurunan nilai konsentrasi nitrat ini dipengaruhi oleh jumlah awal nitrat dan banyaknya sel *Chlorella* sp. pada media kultur (Rosyadi *et al.*, 2019). Konsentrasi nitrat yang berkurang pada media kultur terjadi karena

*Chlorella* sp. telah memanfaatkan nitrat untuk tumbuh (Juneja *et al.*, 2013). Semakin tinggi jumlah kepadatan sel alga, maka penurunan nutrisi pada media kultur juga semakin tinggi (Leksono *et al.*, 2017).

Makronutrien lain yang penting bagi kepadatan sel *Chlorella* sp. adalah fosfat. Pada hari ke-0, kandungan fosfat tertinggi terdapat pada P0 yaitu 4,380 mg L<sup>-1</sup>, diikuti dengan P3 3,953 mg L<sup>-1</sup>, P2 3,435 mg L<sup>-1</sup>, dan P1 2,844 mg L<sup>-1</sup>. Konsentrasi fosfat menurun setiap harinya sampai pada hari ke-14 penelitian, namun pada masing-masing perlakuan masih berada pada kisaran konsentrasi fosfat yang optimum yaitu 0,27-5,51 mg L<sup>-1</sup> (Boroh *et al.*, 2019). Fosfat pada media kultur dimanfaatkan untuk pembentukan klorofil dan pembelahan sel *Chlorella* sp. (Sidabutar *et al.*, 2016), kemudian juga sangat diperlukan sebagai transfer energi dari luar ke dalam sel (Natalia *et al.*, 2019). Penurunan konsentrasi fosfat pada media kultur terjadi karena setiap harinya *Chlorella* sp. akan memanfaatkan fosfat yang ada (Nainggolan *et al.*, 2018).

**Kualitas Air pada Kultur *Chlorella* sp.**

Salah satu faktor yang dapat memengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah kualitas air, dimana *Chlorella* sp. dapat tumbuh dengan baik apabila berada di lingkungan yang baik. Kisaran nilai kualitas air disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kualitas air pada masing-masing wadah kultur *Chlorella* sp. selama penelitian

Table 1. Variation of measured water quality parameters in each treatment culture during 14 days of experiment

Parameter	P0	P1	P2	P3	Optimal
Suhu (°C)	28-30	28-30	28-30	28-30	25-30*
pH	8,1-8,5	8,0-8,6	8,1-8,8	8,0-8,6	7-9*
Oksigen terlarut (mg L <sup>-1</sup> )	5,0-8,8	6,1-8,7	6,7-9,1	5,6-8,9	7**

Sumber: \*(Mufidah *et al.*, 2018), \*\*(Rahmawati & Nadya, 2020).

Suhu dan pH pada media kultur dapat memengaruhi pertumbuhan mikroalga. Selama penelitian, suhu dan pH telah berada pada kisaran optimal yang dapat mendukung kepadatan sel *Chlorella* sp. Suhu pada setiap wadah kultur *Chlorella* sp. berada pada kisaran 28-30°C, sedangkan pH memiliki nilai yang berbeda antarperlakuan yaitu P0 (8,1-8,5), P1 (8,0-8,6), P2 (8,1-8,8), dan P3 (8,0-8,6). Kisaran suhu untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu 25-30°C dengan suhu optimum 25°C, sedangkan nilai pH optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 7-9 (Mufidah *et al.*, 2018). Suhu memengaruhi DO dan menyebabkan beberapa parameter kualitas air lainnya saling berinteraksi (Febriani *et al.*, 2019). Denaturasi protein dan asam nukleat dapat terjadi apabila suhu terlalu tinggi (Asrurianta, 2018), sedangkan suhu yang rendah akan menyebabkan aktivitas biokimia sel alga terhenti (Arfah & Pati, 2016). pH memengaruhi kelarutan dan ketersediaan ion mineral sehingga memengaruhi penyerapan nutrisi oleh sel (Prayitno, 2016). pH yang tidak sesuai dapat menurunkan laju pertumbuhan alga (Indriana *et al.*, 2020).

Oksigen terlarut merupakan banyaknya suatu gas oksigen terlarut pada media kultur yang berasal dari aerasi dan hasil fotosintesis yang dilakukan oleh *Chlorella* sp. Kisaran DO dalam penelitian ini yaitu P0 5,0-8,8 mg L<sup>-1</sup>, P1 6,1-8,7 mg L<sup>-1</sup>, P2 6,7-9,1 mg L<sup>-1</sup>, dan P3 5,6-8,9 mg L<sup>-1</sup>. Perlakuan P2 merupakan perlakuan yang memiliki kandungan DO tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan tertinggi yang terdapat pada P2 menghasilkan DO yang tinggi. Menurunnya nilai DO terjadi saat *Chlorella* sp. berada pada fase kematian. Hasil fotosintesis dan pemberian aerasi pada media kultur dapat meningkatkan nilai DO (Yuniarti *et al.*, 2019). Kadar DO 3-5 mg L<sup>-1</sup> kurang produktif, 5-7 mg L<sup>-1</sup> produktivitasnya tinggi, dan >7 mg L<sup>-1</sup> sangat tinggi produktivitasnya (Rahmawati & Nadya, 2020). Jumlah kepadatan sel fitoplankton memengaruhi hasil fotosintesis yang pada akhirnya memengaruhi kadar DO yang ada pada media kultur (Saragih *et al.*, 2018).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan POC *Azolla* sp. terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. dapat disimpulkan bahwa POC *Azolla* sp. memiliki manfaat terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp., dimana perlakuan terbaik yaitu pada P2 (POC *Azolla* sp. 12 mL L<sup>-1</sup>) dengan mendapatkan kepadatan tertinggi yaitu 904,33x10<sup>4</sup> sel mL<sup>-1</sup> pada hari ke-7 dan laju pertumbuhan spesifik tertinggi sebesar 0,8439 sel mL<sup>-1</sup>hari<sup>-1</sup>. Media kultur *Chlorella* sp. mengandung nutrisi nitrat 1,780-19,384 mg L<sup>-1</sup> dan fosfat 0,721-4,380 mg L<sup>-1</sup>, serta kualitas air pada penelitian termasuk pada kisaran optimal yang dapat mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. dimana suhu 28-30°C, pH 8,0-8,8, dan DO 5,0-9,1 mg L<sup>-1</sup>.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada teman-teman dari Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau yang telah membantu dalam persiapan penelitian ini.

## DAFTAR ACUAN

- Asrurianta, E.N. (2018). Pengaruh Fotoperiod Berbeda terhadap Pertumbuhan, Klorofil-a, dan Protein *Thalassiosira* sp. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Boroh, R., Litaay, M., Umar, M.R., & Ambeng. (2019). Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada beberapa kombinasi media kultur. *BIOMA*, 4(2), 129–137.
- Dahril, T. (2020). A Prospect to Develop *Chlorella* sp. Industry in Riau Province, *Indonesia. Earth and Environmental Science*, 1–5.
- Dianita, I., Hasibuan, S., & Syafriadiman. (2020). Pengaruh pupuk tauge kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) terhadap kepadatan dan kandungan karotenoid *Dunaliella salina*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(1), 18–26.

- Fadila, A.R., Suminto., Subandiyono, & Chil-mawati, D. (2021). Pengaruh rasio N:P dalam media kultur terhadap pola pertumbuhan dan kandungan protein *Thalassiosira* sp. *Jurnal Sanis Akuakultur Tropis*, 5(2), 147–158.
- Febriani, R., Hasibuan, S., & Syafridiman. (2020). Pengaruh intensitas cahaya berbeda terhadap kepadatan dan kandungan karotenoid *Dunaliella Salina*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(1), 36–43.
- Ginting, A.N., Hasan, U., & Siswoyo, B.H. (2022). Pemanfaatan kotoran burung puyuh dan pupuk organik cair *Azolla pinnata* terhadap populasi serta kepadatan sel *Spirulina* sp. *Jurnal Aquaculture Indonesia*, 1(2), 120–130.
- Indriana, N., Wa, I., Muhammad, I., Ruslaini., La, O.B.A., & La, O.M.A. (2020). Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair lemna (*Lemna minor*) yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Media Akuatika: Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 5(1), 1–12.
- Koesoemawardani, D., Marniza, Samsul, R., dan Novia, S. (2016). Penambahan Konsentrasi Gula Aren pada Joruk (Produk Ikan Fermentasi). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. ISBN 978-602-70530-4-5, 187-195.
- Leksono, A.W., Mutiara, D., & Yusanti, I.A. (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.
- Lestari, S.U., Mutryarny, E., & Susi, N. (2019). Uji komposisi kimia kompos *Azolla microphylla* dan pupuk organik cair (POC) *Azolla microphylla*. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(2), 121–127.
- Marpaung, A.A.P.N., Syafridiman, & Hasibuan, S. (2020). Pengaruh campuran pupuk hayati terhadap peningkatan nitrat pada media air gambut. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNRI*, 7(1), 1–15.
- Meria, R., Widya, P., & Ilham Z. (2021). Teknik kultur *Nannochloropsis* sp. skala laboratorium di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Ujung Batee, Aceh Besar. *Kenanga (Journal of Biological and Applied Biology)*, 1(1), 1–9.
- Mufidah, A., Agustono, Sudarno, & Nindarwi, D.D. (2018). 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.
- Prayitno, J. (2016). Pola pertumbuhan dan pemanenan biomassa dalam fotobioreaktor mikroalga untuk penangkapan karbon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 17(1): 45–52.
- Rahmawati, & Nadya, D. (2020). Pengaruh pupuk organik cair *Azolla* sp. strain isolat lokal dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp. *Brawijaya Knowledge Garden*, 1(2), 102–119.