

# Pemanfaatan Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Ikan Patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) sebagai Media Kultur *Nannochloropsis* sp

*Use of Liquid Organic Fertilizer Waste of Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*)  
As a Culture Media for *Nannochloropsis* sp*

**Sakdia Dismayanti<sup>1\*</sup>, Syafriadiman<sup>1</sup>, Saberina Hasibuan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,  
Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia  
email: [sakdia.dismayanti3653@student.unri.ac.id](mailto:sakdia.dismayanti3653@student.unri.ac.id)

(Diterima/Received: 20 Mei 2024; Disetujui/Accepted: 08 Juni 2024)

## ABSTRAK

*Nannochloropsis* sp adalah fitoplankton yang biasa digunakan sebagai sumber makanan alami zooplankton, seperti Rotifer (*Brachionus plicatilis*). Nutrisi dan kualitas air pada media kultur sangat berpengaruh pada kepadatan *Nannochloropsis* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis terbaik pupuk organik cair limbah ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) terhadap tingkat kepadatan *Nannochloropsis* sp. Penelitian ini dilaksanakan pada Juni 2023 di Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya (MLB) Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau dan di Laboratorium Zooplankton Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung (BBPBL). Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk organik cair limbah ikan patin memberikan pengaruh terhadap populasi *Nannochloropsis* sp. Perlakuan terbaik didapatkan pada Pupuk Conwy (PC) dengan populasi sel sebanyak  $11139 \times 10^4 \pm 364.04$  sel/mL, namun dari hasil uji statistik pada perlakuan dengan POC dosis 12,5 mL/L menunjukkan populasi sebanyak yang tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk Conwy (PC). Kisaran parameter kualitas air dalam media kultur selama penelitian yaitu suhu 21°C-27°C, pH 7,70-9,20, DO 4,29-6,88 mg/L, salinitas 25-41 ppt, nitrat dan fosfat berkisar antara <0,02-8,10 mg/L dan 0,35-3,62 mg/L, serta warna pada media kultur *Nannochloropsis* sp. selama penelitian terus meningkat hingga pada puncak populasi.

**Kata Kunci:** *Nannochloropsis* sp, Pupuk Organik Cair, Limbah Ikan Patin.

## ABSTRACT

*Nannochloropsis* sp is phytoplankton which is usually used as a natural food source for zooplankton, such as Rotifer (*Brachionus plicatilis*). Nutrition and water quality in the culture media greatly influence the density of *Nannochloropsis* sp. This research aims to obtain the best dose of Liquid Organic Fertilizer (LOF) from catfish waste on the density level of *Nannochloropsis* sp. This research was carried out on June 2023 at the Aquaculture Environment Quality Laboratory (MLB) of the Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Riau and the Zooplankton Laboratory of the Lampung Marine Aquaculture Center (BBPBL). The method used in the experiment was a Completely Randomized Design (CRD) with seven treatments and three replications. The results of this research that has been carried out are giving LOF from catfish waste influences the population of *Nannochloropsis* sp. The best treatment was obtained in PC (Conwy Fertilizer) with the density of  $11,14 \times 10^7$  cells/mL, However, the results of statistical tests on treatment with a POC dose of 12.5 mL/L showed that the population was not significantly different from the application of Conwy fertilizer. The water quality parameters in the culture media during this research temperature 21°C-27°C, pH 7.70-9.20, DO 4.29-6.88 mg/L, salinity 25-41 ppt, nitrate and phosphate the ranged are

<0.02 -8.10 mg/L and 0.35-3.62 mg/L, and response the color of the *Nannochloropsis* sp. culture media was increase to the peak of the density.

**Keywords:** *Nannochloropsis* sp., Liquid Organic Fertilizer, Catfish Waste

## 1. Pendahuluan

Koto Masjid merupakan desa wisata berada di Kecamatan XIII Koto Kampar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Daerah ini merupakan salah satu daerah yang memproduksi berbagai jenis olahan ikan patin terbesar di pulau Sumatera. Limbah yang dihasilkan dari industri pengolahan ikan patin salah satunya adalah berupa jeroan ikan patin. Menurut Prihatiningsih *et al.* (2015) limbah hasil perikanan dapat berbentuk padatan, cairan atau gas. Limbah berbentuk padat berupa sisa potongan daging ikan, sisik, insang atau saluran pencernaan. Limbah jeroan ikan patin ini biasanya dimanfaatkan menjadi pakan ternak dan bisa juga diolah kembali menjadi minyak. Pengolahan ini bertujuan agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitar.

Pupuk Organik Cair (POC) merupakan pupuk cair yang dibuat dari berbagai bahan alami. Bahan alami tersebut bisa berasal dari sampah dedaunan ataupun dari limbah dan sisa makanan. Sampah dan limbah makanan tersebut difermentasikan secara anaerob (tanpa oksigen) (Athillah, 2020). POC dapat diproduksi dengan mudah dan mempunyai harga terjangkau. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan POC ini adalah limbah ikan patin. Krisnohadi *et al.* (2017) menyatakan bahwa pembuatan POC dan kompos berbasis limbah ikan mempunyai nilai ekonomis tinggi sehingga dapat menambah pendapatan.

Menurut Hapsari & Welasih (2013), limbah ikan mengandung berbagai nutrisi yaitu N (nitrogen), P (fosfor), dan K (kalium) yang merupakan komponen penyusun pupuk organik. Berdasarkan standar mutu POC menurut Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 tahun 2019 bahwa kandungan  $N+P_2O_5$  10 +  $K_2O$  adalah 2-6%. Komponen yang terkandung dalam POC tersebut merupakan nutrisi yang dibutuhkan mikroalga untuk meningkatkan pertumbuhannya. Salah satu mikroalga yang membutuhkan nutrisi dalam meningkatkan pertumbuhannya adalah *Nannochloropsis* sp. Ulya *et al.* (2018) menyatakan bahwa pertumbuhan dan

kandungan protein mikroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pemberian makronutrien pada media kultur mikroalga.

*Nannochloropsis* sp merupakan salah satu mikroalga bersel tunggal yang berkembang biak dengan cara pembelahan sel. Menurut Meria *et al.* (2021), *Nannochloropsis* sp mengandung nutrisi yang tinggi, kandungan karbohidrat 16,00%, protein 52,11%, dan lemak 27,64%. *Nannochloropsis* sp biasa digunakan sebagai pakan alami bagi larva ikan dan juga berperan sebagai pakan bagi zooplankton, seperti *Brachionus plicatilis*. Ariany *et al.* (2021) menyatakan penggunaan POC *Duckweed* pada kultur *Nannochloropsis* sp yang hasilnya menunjukkan bahwa POC *Duckweed* dapat meningkatkan pertumbuhan populasi sel. Selain itu, Dayanto *et al.* (2013) juga pernah mencobakan pupuk cair Tnf® pada kultur *Nannochloropsis* sp yang menunjukkan dosis 5 mL/L hara pada POC limbah ikan patin yang dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton berupa *Nannochloropsis* sp membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pemanfaatan POC limbah ikan patin sebagai media kultur *Nannochloropsis* sp.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Juli 2023. Pembuatan POC limbah ikan patin bertempat di Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Kultur *Nannochloropsis* sp dilakukan di Laboratorium Zooplankton Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung.

### 2.2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan sehingga membutuhkan sebanyak 21 wadah penelitian. Perlakuan yang digunakan selama penelitian adalah POC limbah ikan patin dengan dosis yang berbeda. Adapun perlakuan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada

Dayanto *et al.* (2013), perlakuan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- P0 : Kontrol, yaitu tanpa pemberian POC  
 PC : Pemberian pupuk Conwy 1 mL/L untuk kultur *Nannochloropsis* sp  
 P1 : Pemberian POC limbah ikan patin 2,5 mL/L  
 P2 : Pemberian POC limbah ikan patin 5 mL/L.  
 P3 : Pemberian POC limbah ikan patin 7,5 mL/L.  
 P4 : Pemberian POC limbah ikan patin 10 mL/L.  
 P5 : Pemberian POC limbah ikan patin 12,5 mL/L.

### 2.3. Prosedur

#### 2.3.1. Pembuatan POC Limbah Ikan Patin

Pembuatan POC dengan prosedur sebagai berikut: Limbah ikan patin berupa lambung, usus, hati, kantung empedu, pancreas, gonad, limpa, dan ginjal sebanyak 750 g dipotong terlebih dahulu kemudian dihaluskan menggunakan blender dan ditambahkan air sebanyak 1 L. Setelah halus tambahkan air lagi sebanyak 6,5 L. Kedua bahan tersebut dicampurkan dengan EM4 sebanyak 75 cc, 150 g gula merah, dan 75 g garam dan kemudian diaduk hingga merata. Campuran bahan tadi dimasukkan ke dalam wadah fermentasi dan difermentasi selama dua minggu. Untuk memanen hasil fermentasi, cairannya disaring dan disimpan dalam wadah terpisah.

#### 2.3.2. Persiapan Air Laut Steril

Air laut yang akan digunakan dalam kultur *Nannochloropsis* sp terlebih dahulu dicampur dengan air tawar dengan perbandingan 3:1 dengan tujuan agar salinitas air laut tidak terlalu tinggi. Kemudian air disterilisasi dengan cara direbus sebanyak dua kali. Setelah itu air yang sudah hangat dapat dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan cara disaring menggunakan planktonnet lalu ditutup aluminium foil dan disimpan hingga dingin. Air steril sudah dapat digunakan sebagai media kultur *Nannochloropsis* sp.

#### 2.3.3. Pemupukan dan Kultur *Nannochloropsis* sp

Berikut tahapan pemupukan kultur *Nannochloropsis* sp, yaitu dengan menyiapkan wadah kultur berupa toples yang diisi air

dengan volume 1 L, sebanyak 21 toples. Selanjutnya dilakukan pemberian POC pada masing-masing perlakuan.

Kultur *Nannochloropsis* sp dengan menggunakan toples volume 1,2 L. Sebelum dilakukan penebaran terlebih dahulu dihitung kepadatan inokulan *Nannochloropsis* sp yang diperoleh dari Laboratorium Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung menggunakan Haemocytometer dengan rumus (Ochthreeani & Soedarsono, 2014): Kepadatan sel (sel/mL)  $N = \text{Jumlah total sel} \times 10^4$

Media kultur yang sudah diberikan pupuk selanjutnya dilakukan penebaran bibit dengan padat tebar awal  $5 \times 10^6$  sel/mL (Daefi *et al.*, 2017). Untuk menentukan volume inoculum *Nannochloropsis* sp yang ditebar pada awal pengkulturan dihitung menggunakan rumus yang mengacu pada Yulina *et al.* (2020) sebagai berikut:

$$V1 \cdot N1 = V2 \cdot N2$$

Keterangan:

- V1 = Volume stater *Nannochloropsis* sp yang dibutuhkan (mL)  
 N1 = Kepadatan sel stok bibit (sel/mL)  
 V2 = Volume yang dikehendaki (mL)  
 N2 = Kepadatan sel awal ( $5 \times 10^6$  sel/mL).

#### 2.3.4. Pengamatan Kepadatan

Perhitungan kepadatan *Nannochloropsis* sp menggunakan hemacytometer. Sebelum digunakan terlebih dahulu dibersihkan serta dikeringkan dengan kertas tisu. Kemudian sampel diletakkan di atas hemacytometer menggunakan pipet tetes pada bagian parit yang melintang. Selanjutnya di tutup menggunakan *cover glass*. Kepadatan *Nannochloropsis* sp dihitung sejak awal kultur sampai akhir setiap 24 jam (Ayuzar *et al.*, 2022). Metode kepadatan pertumbuhan menggunakan rumus (Ochthreeani & Soedarsono, 2014) : Kepadatan sel (sel/mL)  $N = \text{Jumlah total sel} \times 10^4$

Laju pertumbuhan spesifik (K) dihitung dengan rumus menurut (Fogg *et al. dalam* Sinaga *et al.*, 2020) sebagai berikut:

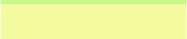
$$K = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{T} \times 100$$

Keterangan:

- K : Laju pertumbuhan spesifik (sel/mL/hari)  
 Wt : Kepadatan sel akhir (sel/mL)  
 W0 : Kepadatan sel awal (sel/mL)  
 T : Waktu (hari) dari W0 ke Wt

### 2.3.5. Pengamatan Warna Media Kultur

Pengamatan warna media diamati secara visual dan disajikan pada grafik gradasi warna. Pengamatan warna pada media yang menunjukkan meningkatnya kepadatan sel *Nannochloropsis* sp akan berwarna hijau pekat,

Skala	Gradasi Warna	Nama Warna	Keterangan
7		Lime Green	Puncak populasi tertinggi
6		Spring Vigar	Produktifitas semakin tinggi
5		Emeral	Produktifitas tinggi
4		Tropical	Produktifitas meningkat
3		Fresh Mint	Produktifitas masih cukup rendah
2		Champagne	Produktifitas rendah
1		Banana	Produktifitas sangat rendah

**Gambar 1. Skala Gradasi Warna *Nannochloropsis* sp.**

### 2.3.6. Pengukuran Nitrat dan Fosfat

Penentuan kadar nitrat dilakukan dengan menggunakan tes kit.  $\text{NO}_3^{-1}$  dimasukkan ke dalam gelas beaker kemudian masukkan sampel sebanyak 1 mL dan reagent  $\text{NO}_3^{-2}$  sebanyak 1,5 mL, lalu diaduk dan dibiarkan bereaksi selama 15 menit. Menambahkan 2 sendok  $\text{NO}_3^{-3}$  ke dalam gelas beker, aduk dan tunggu bereaksi selama 60 menit. Setelah itu masukkan sampel ke dalam cuvet dan diukur menggunakan spectrophotometer.

Penentuan kadar fosfat yang terdapat dalam air dilakukan menggunakan teskit. Reagen yang digunakan adalah  $\text{PO}_4^{-1}$  sebanyak 2 tetes, kemudian  $\text{PO}_4^{-2}$  sebanyak 1 sendok yang dicampurkan ke dalam gelas beaker dengan sampel sebanyak 5 mL, diamkan hingga 5 menit. Setelah itu masukkan sampel ke dalam cuvet lalu diukur menggunakan Spectrophotometer.

## 2.4. Analisis Data

Data yang diperoleh dari parameter yang diukur disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui ada atau tidak adanya pengaruh pemberian POC yang berbeda terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. maka dilakukan uji statistik menggunakan *Analisis of Variance* (ANOVA).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Kepadatan Populasi

Masa puncak kepadatan perlakuan tidak sama, yaitu P0 di hari ke 2 sementara pada perlakuan PC dan P1 mengalami puncak pada hari ke 6, P2 pada hari ke 8, P3, P4 dan P5 pada hari ke 7. Kepadatan *Nannochloropsis* sp

media setelah fase eksponensial akan berubah warna hijau kekuningan menunjukkan telah terjadi penurunan laju pertumbuhan (Delila *et al.*, 2022). Jenis warna yang diamati pada media kultur dapat dilihat pada Gambar 1.

paling tinggi terdapat pada perlakuan PC yaitu sebesar  $11139 \times 10^4$  ind/mL dan terendah pada P1 sebesar  $1303.83 \times 10^4$  ind/mL.

Sinaga *et al.* (2020) menyatakan bahwa *Nannochloropsis* sp mencapai kepadatan puncak tertinggi pada hari ke-6 sampai dengan hari ke-9. Hasil uji statistik kepadatan *Nannochloropsis* sp membuktikan bahwa penggunaan POC limbah ikan patin dengan dosis yang berbeda selama 14 hari masa pemeliharaan berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kepadatan *Nannochloropsis* sp. Perbedaan kepadatan individu disebabkan oleh perbedaan dosis POC pada setiap perlakuan.

Kepadatan *Nannochloropsis* sp pada perlakuan menggunakan Pupuk Conwy (PC) lebih tinggi dibandingkan menggunakan POC limbah ikan patin, karena pupuk Conwy mengandung nutrisi yang lebih lengkap dan juga kandungan pada pupuk Conwy ini sudah ditakar sesuai kebutuhan nutrisi mikroalga. Meskipun demikian, dilihat dari uji statistik bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata antara PC dan P5. Pertumbuhan media kultur pada P5 juga mendekati pertumbuhan PC, dikarenakan tingginya penggunaan dosis P5 maka pertumbuhan pada media kultur *Nannochloropsis* sp juga mengalami pertumbuhan maksimum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa puncak kepadatan *Nannochloropsis* sp pada setiap perlakuan mengalami perbedaan. Puncak kepadatan terjadi pada fase eksponensial akhir. Fase ini terjadi setelah fase lag atau penyesuaian aktivitas alga terhadap lingkungan baru. Pada fase eksponensial alga mengalami pertumbuhan yang cepat dan

berlipat. Sejalan dengan pendapat Meria *et al.* (2021), setelah fase pertumbuhan 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. Puncak kepadatan tertinggi pada setiap perlakuan mengalami perbedaan. P0 didapatkan pada hari ke-2 sementara pada

perlakuan PC dan P1 mengalami puncak pada hari ke 6, P2 pada hari ke 8, P3, P4 dan P5 pada hari ke 7. Dalam fase ini *Nannochloropsis* sp mempunyai kepadatan sangat tinggi dan pada fase ini juga waktu yang tepat jika ingin melakukan pemanenan karena pemanenan harus dilakukan pada saat *Nannochloropsis* sp mencapai puncak tertinggi (Sinaga *et al.*, 2020)

**Tabel 1. Kepadatan *Nannochloropsis* sp**

hari	Perlakuan [Kepadatan x 10 <sup>4</sup> (ind/mL) ± std. deviasi]						
	P0	PC	P1	P2	P3	P4	P5
D1	507.6±3.21 <sup>a</sup>	586.66±7.767 <sup>b</sup>	519.33±8.144 <sup>a</sup>	522.33±15.04 <sup>a</sup>	528.2±15.275 <sup>a</sup>	532.0±35.7 <sup>a</sup>	585.66±15.275 <sup>b</sup>
D2	<b>518.3±18.2<sup>a</sup></b>	724.50±9.09 <sup>c</sup>	542.3±23.11 <sup>ab</sup>	571.0±27.98 <sup>ab</sup>	582.5±21.85 <sup>ab</sup>	605.5±78.3 <sup>B</sup>	690.33±15.01 <sup>C</sup>
D3	484.6±41.6 <sup>a</sup>	1322.33±44.3 <sup>f</sup>	596.83±7.00 <sup>b</sup>	698.83±30.92 <sup>c</sup>	721.0±46.99 <sup>cd</sup>	796.0±46.5 <sup>d</sup>	877.00±73.13 <sup>e</sup>
D4	451.2±48.3 <sup>a</sup>	2507.7±48.97 <sup>e</sup>	678.5±19.57 <sup>ab</sup>	915.2±55.17 <sup>bc</sup>	984.66±59.07 <sup>c</sup>	1264.8±248.4 <sup>d</sup>	1503.2±266.53 <sup>e</sup>
D5	417.2±52.7 <sup>a</sup>	5152.7±76.37 <sup>e</sup>	906.66±49.21 <sup>b</sup>	1203.7±207.7 <sup>c</sup>	1471.66±57.5 <sup>d</sup>	2027.0±23.57 <sup>e</sup>	2745.5±149.17 <sup>f</sup>
D6	384.8±40.1 <sup>a</sup>	<b>11139±364.0<sup>f</sup></b>	<b>1303.8±297<sup>b</sup></b>	1612.0±114.1 <sup>b</sup>	2219.5±87.13 <sup>c</sup>	3586±463.44 <sup>d</sup>	5284.6±384.88 <sup>e</sup>
D7	350.2±58.9 <sup>a</sup>	10933±347.9 <sup>f</sup>	1300±281.86 <sup>b</sup>	2526.3±268.0 <sup>c</sup>	<b>4600±861.9<sup>d</sup></b>	<b>7203.8±883.2<sup>e</sup></b>	<b>10682±353.85<sup>f</sup></b>
D8	311.3±28.9 <sup>a</sup>	8184±1207.5 <sup>c</sup>	1219.6±347.7 <sup>a</sup>	<b>4001±387.7<sup>b</sup></b>	4196±543.89 <sup>b</sup>	4797±843.56 <sup>b</sup>	8021.3±313.91 <sup>c</sup>
D9	275.6±29.5 <sup>a</sup>	5336.5±387.8 <sup>e</sup>	1141.3±292.4 <sup>b</sup>	2177.33±71.0 <sup>c</sup>	2685±445.6 <sup>cd</sup>	3069.6±401.8 <sup>d</sup>	5209.6±154.94 <sup>e</sup>
D10	234±10.14 <sup>a</sup>	3289.2±16.43 <sup>d</sup>	964.66±129.2 <sup>b</sup>	1180.0±132.9 <sup>b</sup>	1511.3±324.9 <sup>c</sup>	1620±245.33 <sup>c</sup>	3066.00±75.18 <sup>d</sup>
D11	195.7±22.7 <sup>a</sup>	1934.5±58.99 <sup>e</sup>	563.00±30.51 <sup>b</sup>	630.66±17.55 <sup>b</sup>	837.50±52.49 <sup>c</sup>	850.33±44.43 <sup>c</sup>	1691.3±233.05 <sup>e</sup>
D12	111±15.52 <sup>a</sup>	1090.7±42.92 <sup>f</sup>	289.33±25.79 <sup>b</sup>	335.00±7.21 <sup>bc</sup>	405.6±115.8 <sup>cd</sup>	443.66±72.34 <sup>d</sup>	925.83±42.56 <sup>e</sup>
D13	62.33±2.36 <sup>a</sup>	586.00±68.88 <sup>e</sup>	145.33±22.18 <sup>b</sup>	173.33±30.9 <sup>bc</sup>	195.66±55.3 <sup>bc</sup>	227.33±39.27 <sup>c</sup>	500.50±42.22 <sup>d</sup>
D14	34.33±3.05 <sup>a</sup>	303.83±76.27 <sup>c</sup>	72.66±16.44 <sup>ab</sup>	89.33±2.08 <sup>ab</sup>	93.83±3.40 <sup>ab</sup>	114.00±15.39 <sup>b</sup>	265.00±53.35 <sup>c</sup>

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

**Tabel 2. Laju pertumbuhan spesifik *Nannochloropsis* sp**

hari	Perlakuan						
	P0	PC	P1	P2	P3	P4	P5
D1	0,01±0,005 <sup>a</sup>	0,159±0,012 <sup>b</sup>	0,037±0,015 <sup>a</sup>	0,043±0,028 <sup>a</sup>	0,054±0,029 <sup>a</sup>	0,060±0,067 <sup>a</sup>	0,157±0,025 <sup>b</sup>
D2	0,02±0,036 <sup>a</sup>	0,210±0,010 <sup>d</sup>	0,042±0,038 <sup>ab</sup>	0,09±0,071 <sup>abc</sup>	0,097±0,06 <sup>abc</sup>	0,125±0,07 <sup>bcd</sup>	0,163±0,005 <sup>cd</sup>
D3	-0,07±0,05 <sup>a</sup>	0,6010±0,020 <sup>d</sup>	0,096±0,032 <sup>b</sup>	0,201±0,055 <sup>bc</sup>	0,212±0,048 <sup>bc</sup>	0,277±0,132 <sup>c</sup>	0,236±0,105 <sup>c</sup>
D4	-0,07±0,04 <sup>a</sup>	0,6396±0,013 <sup>c</sup>	0,127±0,022 <sup>b</sup>	0,268±0,102 <sup>bc</sup>	0,311±0,096 <sup>cd</sup>	0,450±0,182 <sup>de</sup>	0,529±0,100 <sup>ef</sup>
D5	-0,08±0,06 <sup>a</sup>	0,7109±0,033 <sup>d</sup>	0,288±0,030 <sup>b</sup>	0,264±0,123 <sup>b</sup>	0,402±0,073 <sup>bc</sup>	0,484±0,197 <sup>bc</sup>	0,612±0,216 <sup>cd</sup>
D6	-0,08±0,02 <sup>a</sup>	0,7700±0,029 <sup>d</sup>	0,347±0,225 <sup>bc</sup>	0,300±0,107 <sup>b</sup>	0,410±0,056 <sup>bc</sup>	0,564±0,125 <sup>cd</sup>	1,653±0,126 <sup>d</sup>
D7	-0,09±0,06 <sup>a</sup>	-0,0180±0,008 <sup>a</sup>	-0,001±0,406 <sup>a</sup>	0,446±0,048 <sup>b</sup>	0,718±0,202 <sup>b</sup>	0,697±0,206 <sup>b</sup>	0,704±0,078 <sup>b</sup>
D8	-0,1±0,101 <sup>b</sup>	-0,2966±0,135 <sup>ab</sup>	-0,075±0,077 <sup>b</sup>	0,459±0,186 <sup>c</sup>	-0,086±0,056 <sup>b</sup>	-0,412±0,292 <sup>a</sup>	-0,29±0,019 <sup>ab</sup>
D9	-0,12±0,02 <sup>b</sup>	-0,4206±0,127 <sup>a</sup>	-0,061±0,027 <sup>b</sup>	-0,605±0,123 <sup>b</sup>	-0,450±0,184 <sup>b</sup>	-0,441±0,068 <sup>b</sup>	-0,431±0,019 <sup>b</sup>
D10	-0,16±0,06 <sup>a</sup>	-0,4820±0,076 <sup>a</sup>	-0,152±0,127 <sup>a</sup>	-0,616±0,136 <sup>a</sup>	-0,238±0,663 <sup>a</sup>	-0,640±0,052 <sup>a</sup>	-0,529±0,054 <sup>a</sup>
D11	-0,18±0,14 <sup>b</sup>	-0,5306±0,035 <sup>a</sup>	-0,532±0,183 <sup>a</sup>	-0,622±0,135 <sup>a</sup>	-0,576±0,149 <sup>a</sup>	-0,637±0,100 <sup>a</sup>	-0,601±0,118 <sup>a</sup>
D12	-0,57±0,11 <sup>a</sup>	-0,5730±0,064 <sup>a</sup>	-0,666±0,034 <sup>a</sup>	-0,632±0,048 <sup>a</sup>	-0,752±0,256 <sup>a</sup>	-0,657±0,107 <sup>a</sup>	-0,596±0,100 <sup>a</sup>
D13	-0,57±0,12 <sup>a</sup>	-0,6250±0,103 <sup>a</sup>	-0,693±0,206 <sup>a</sup>	-0,669±0,168 <sup>a</sup>	-0,730±0,122 <sup>a</sup>	-0,670±0,156 <sup>a</sup>	-0,616±0,109 <sup>a</sup>
D14	-0,59±0,12 <sup>a</sup>	-0,6746±0,160 <sup>a</sup>	-0,704±0,189 <sup>a</sup>	-0,651±0,166 <sup>a</sup>	-0,704±0,338 <sup>a</sup>	-0,685±0,206 <sup>a</sup>	-0,647±0,171 <sup>a</sup>

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

### 3.2. Laju Pertumbuhan Spesifik

Meningkatnya kepadatan individu menunjukkan laju pertumbuhan yang berbeda setiap harinya tergantung pada nutrisi dan kondisi lingkungan. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengamatan kultur *Nannochloropsis* sp (Tabel 2). Laju pertumbuhan spesifik *Nannochloropsis* sp selama penelitian mengalami kenaikan dan penurunan. Dimana laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada penelitian ini terjadi di hari yang berbeda yaitu pada hari ke- 2 pada perlakuan P0, pada hari ke-6 pada perlakuan PC dan P1, pada hari ke-7 pada perlakuan P3, P4, dan P5, dan pada hari ke-8 pada perlakuan P2. Laju

pertumbuhan spesifik memiliki perbedaan yang nyata disetiap perlakuannya dengan nilai kepadatan terus meningkat dan menurun pada setiap fase yang berbeda. Hal ini diduga karena pengaruh nutrisi yaitu dosis pupuk organik cair yang berbeda pada setiap perlakuan, wadah kultur dan kualitas air. Kecepatan peningkatan dan penurunan, serta tingginya nilai laju pertumbuhan spesifik pada PC tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Amalo *et al.* (2019) bahwa nutrisi yang cukup akan menyebabkan proses metabolisme pada mikroalga dapat berjalan lancar, sehingga meningkatkan jumlah kepadatan dan memiliki nilai laju pertumbuhan

spesifik yang lebih tinggi. Meningkatnya jumlah kepadatan individu mengakibatkan tingginya kebutuhan akan nutrisi, sementara jika ketersediaan nutrisi tidak bertambah maka akan berakibat pada penurunan jumlah kepadatan individu dan menyebabkan penurunan laju pertumbuhan.

Perkembangan laju pertumbuhan spesifik mikroalga *Nannochloropsis* sp dari awal kultur hingga akhir menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Diduga karena perbedaan kandungan nutrisi yang ada pada media kultur *Nannochloropsis* sp. Fungsi utama nutrisi adalah sebagai sumber energi dan pembangun sel. Setelah mengalami fase eksponensial laju pertumbuhan spesifik mulai menurun. [Tewal \*et al.\* \(2021\)](#) menyatakan bahwa pertumbuhan sel mulai melambat ketika nutrisi, cahaya, pH, CO<sub>2</sub> atau faktor kimia dan fisika lain mulai membatasi pertumbuhan.

### 3.3. Kualitas Air

Suhu merupakan kualitas air yang sangat berpengaruh pada proses pertumbuhan dan aktifitas metabolisme *Nannochloropsis* sp dapat dilihat pada Tabel 3, suhu pada media kultur tidak mengalami peningkatan yang signifikan sehingga *Nannochloropsis* sp dapat tumbuh dengan baik. Sesuai dengan pendapat [Khanza \(2019\)](#) bahwa rentang suhu optimum pada kultur *Nannochloropsis* sp adalah sekitar 18-33°C. Suhu juga mempengaruhi daya larut gas-gas yang diperlukan untuk fotosintesis, seperti CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Gas-gas ini mudah terlarut pada suhu rendah daripada suhu tinggi, akibatnya laju fotosintesis meningkat pada suhu rendah ([Endrawati & Riniatsih, 2013](#)). Suhu merupakan parameter fisika yang mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme. Suhu juga dapat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air ([Amanatin & Nurhidayati, 2013](#)).

**Tabel 3. Nilai Kualitas Air**

Parameter	P0	PC	P1	P2	P3	P4	P5	Optimal
Suhu (°C)	21-26	21-25	22-27	22-26	21-26	22-26	22-26	18-33°C *
pH	8,22-9,00	7,70-9,00	7,83-9,00	7,92-9,00	7,83-9,20	7,70-9,20	8,04-9,12	6,2 – 9,8**
Salinitas (ppt)	30-35	29-35	25-35	27-34	27-35	27-35	30-41	25-35*
DO (mg/L)	4,82-5,99	5,52-6,88	5,10-6,02	4,29-6,12	5,14-5,80	5,32-6,10	4,39-5,33	>4,07***
Nitrat (mg/L)	0,16-1,00	4,19-8,10	0,05-1,13	0,10-1,20	0,02-1,30	<0,02-6,40	2,17-6,97	>0,06****
Fosfat (mg/L)	0,47-0,74	2,31-3,62	0,35-0,81	0,59-1,35	0,63-1,10	0,69-1,81	0,92-2,92	>0,015****

Sumber: \*([Khanza, 2019](#)); \*\*([Wang \*et al.\*, 2002](#)); \*\*\*([Ariany \*et al.\*, 2021](#)); \*\*\*\*([PP RI NO. 22 th 2021](#)).

Dapat dilihat bahwa nilai pH pada kultur *Nannochloropsis* sp. masih berada pada batas optimum pH yang mana sesuai dengan pendapat [Wang \*et al.\* \(2002\)](#) batas rentang pH pada kultur ini adalah sekitar 6,2 – 9,8. Faktor lingkungan merupakan faktor yang dapat mempengaruhi proses pertumbuhan *Nannochloropsis* sp selain makanan yang menjadi nutrisinya, salinitas dan pH adalah parameter oseanografi yang berperan penting untuk pertumbuhan mikroalga. Nilai pH merupakan salah satu faktor lingkungan perairan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan organisme. Perubahan nilai pH yang drastis dapat mempengaruhi kerja enzim serta dapat menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan beberapa mikroalga ([Sukmawan \*et al.\*, 2014](#)).

Tingginya salinitas berpengaruh pada peningkatan populasi mikroalga. Salinitas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3, rata-rata salinitas media kultur masih berada dalam kategori layak untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp, yakni 25-41. Menurut

[Khanza \(2019\)](#), salinitas yang baik pada kultur *Nannochloropsis* sp adalah 25-35.

Dapat dilihat bahwa salinitas mengalami peningkatan pada akhir penelitian hal ini diduga disebabkan karena adanya penguapan air pada media kultur sehingga memicu tingginya salinitas pada media kultur. Pada penelitian [Yani \*et al.\* \(2015\)](#) disebutkan bahwa salinitas yang tinggi atau rendah dapat mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. karena dapat membuat depresi fotosintesa yang menghambat pertumbuhan. Selain itu juga perubahan salinitas mempengaruhi laju fotosintesis dan juga berpengaruh pada laju pertumbuhan *Nannochloropsis* sp sehingga berpengaruh juga terhadap kandungan protein total, karena protein total meningkat dengan bertambahnya jumlah ([Yarti \*et al.\*, 2014](#)).

Nilai DO yang didapatkan adalah berkisar antara 4,29-6,88 mg/L. Nilai ini sudah sesuai dengan standar baku mutu, [Ariany \*et al.\* \(2021\)](#) menyatakan bahwa rentang batas nilai DO yang baik untuk kultur *Nannochloropsis* sp. adalah >4,07 mg/L. Kisaran nilai DO pada

penelitian ini memiliki kondisi yang baik untuk perkembangan dan pertumbuhan mikroalga *Nannochloropsis* sp.

Siang hari kadar oksigen berada pada kondisi yang baik, ketika cahaya yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis mencukupi. Namun pada malam hari fotosintesis tidak dapat berlangsung sehingga dimungkinkannya defisit oksigen karena pemanfaatan oksigen yang tetap berlangsung dari adanya proses respirasi. Hal ini akan berdampak pada laju pertumbuhan alga *N. oculata* yang akan semakin berkurang (Widyaningrum *et al.*, 2013).

Nitrat dan fosfat merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan dan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme di perairan. Fitoplankton merupakan salah satu parameter biologi yang erat hubungannya dengan fosfat dan nitrat (Arizuna *et al.*, 2014). Nitrat adalah bentuk utama dari nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Fosfat di perairan berperan dalam pembentukan protein dan metabolisme sel organisme (Restuhadi *et al.*, 2017).

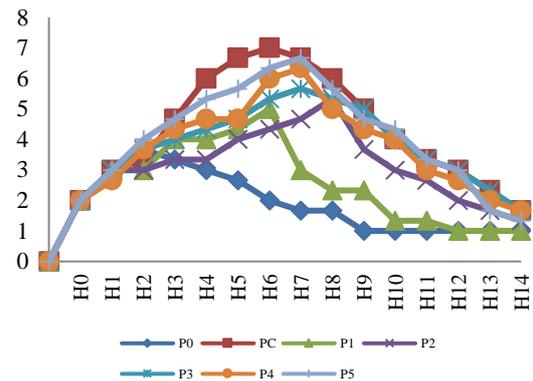
Nilai nitrat dan fosfat selama penelitian dilakukan berkisar antara <0,02-8,10 dan 0,35-3,62. Nilai nitrat dan fosfat pada penelitian ini bersifat fluktuatif, peningkatan nilai perlakuan tidak mempengaruhi peningkatan nilai nitrat dan fosfat secara linear. Kurangnya nutrisi pada media kultur berakibat pada rendahnya kandungan protein, pigmen fotosintesis dan kandungan karbohidrat serta lemak. Hal ini diakibatkan karena proses nitrifikasi dan denitrifikasi pada media pemeliharaan.

### 3.4. Warna Media Kultur

Kepadatan sel *Nannochloropsis* sp dapat dilihat secara visual dengan melihat kepekatan warna pada media kultur. Warna pada media kultur *Nannochloropsis* sp diamati setiap hari selama masa kultur. Pengamatan warna media kultur dilakukan dengan membandingkan warna media dengan skala warna pada Gambar 2.

Terjadinya perbedaan kepekatan warna pada media kultur. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan dosis pupuk organik cair limbah ikan patin, sehingga kepadatan pada setiap perlakuan pun menjadi berbeda. Karena jika dilihat dari warna, apabila warna kultur

semakin pekat maka kepadatan sel pun tinggi. Selaras dengan pendapat Hadi *et al.* (2015) kepadatan sel *N. oculata* pada setiap perlakuan juga dapat dilihat dari konsentrasi warna media kultur. Kepadatan sel yang tinggi akan membuat warna media semakin pekat. Semua perlakuan memiliki skala warna yang hampir sama pada hari pertama sampai ke-2 dimana hari tersebut adalah fase mikroalga beradaptasi dengan lingkungan yang baru.



**Gambar 2.** Warna Media Kultur *Nannochloropsis* sp

Hari ke-3 mulai terlihat perbedaan warna antara perlakuan P0 dan P1 dengan P2, P3, P4 dan P5 dimana semakin lama masa kultur warna semakin pekat hingga masa puncak populasi, dan akan kembali memudar ketika memasuki fase kematian. Selain warna kultur yang memudar, fase kematian juga ditandai dengan adanya buih-buih berwarna putih pada permukaan media kultur. Alga yang sudah memasuki fase kematian ditandai dengan warna media kultivasi berubah, terdapat buih di permukaan, serta gumpalan mikroalga yang mengendap didasar wadah kultivasi.

### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian bahwa ada pengaruh pemberian POC limbah ikan patin terhadap kepadatan *Nannochloropsis* sp. Pemberian dosis terbaik POC limbah ikan patin selama penelitian didapatkan pada perlakuan P5 (12,5 mL/L). dengan kepadatannya  $10682 \times 10^4$  sel/mL. Hasil uji statistik menunjukkan kepadatan *Nannochloropsis* sp pada P5 tidak berbeda nyata dengan kepadatan *Nannochloropsis* sp. Nilai-nilai parameter kualitas air selama penelitian masih dapat ditoleransi oleh *Nannochloropsis* sp, yaitu suhu 21°C-27°C, pH 7,70-9,20, DO 4,29-6,88 mg/L, salinitas 25-41 ppt, nitrat dan fosfat

berkisar antara <0.02-8,10 dan 0,35-3,62, serta warna pada media kultur terus meningkat hingga pada puncak populasi.

#### Daftar Pustaka

- Amalo, D., Gaol, M.L., & Beribe, H.D. (2019). Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Biotropikal Sains*, 16(1): 28–39.
- Amanatin, D.R., & Nurhidayati, T. (2013). Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Media Ekstrak Tauge (MET) dengan Pupuk Urea terhadap Kadar Protein *Spirulina* sp. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2): 182-185.
- Ariany, N., Mustahal, M., & Syamsunarno, M.B. (2021). Pemberian Pupuk Organik Cair Duckweed terhadap Populasi Sel dalam Kultur *Nannochloropsis oculata*. *Jurnal Torani*, 4(2): 58-71.
- Arizuna, M., Suprpto, D., & Muskanonfola, M.R. (2014). Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Air Pori Sedimen di Sungai dan Muara Sungai Wedung Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1): 7-16.
- Athaillah, T., Bagio, B., Yusrizal, Y., & Handayani, S. (2020). Pembuatan POC Limbah Sayur untuk Produksi Padi di Desa Lapang Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat. *JPKMI (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Indonesia)*, 1(4): 214-219.
- Ayuzar, E., Mahdaliana, M., Khaidir, K., Fitria, A., & Erlangga, E. (2022). Kultivasi Mikroalga *Nannochloropsis* sp. dalam Pupuk Kotoran Ayam untuk Meningkatkan Biomassa dan Lipid sebagai Preliminari Produksi Biodiesel. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(2): 125-130.
- Daefi, T., Tugiyono, T., Rusyani, E., & Murwani, S. (2017). Pertumbuhan dan Kandungan Gizi *Nannochloropsis* sp. yang Diisolasi dari Lampung Mangrove Center dengan Pemberian Dosis Urea Berbeda pada Kultur Skala Laboratorium. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 4(1): 39-46
- Dayanto, L.B.D., Diantari, R., & Hudaidah, S. (2013). Pemanfaatan Pupuk Cair Tnf® untuk Budidaya *Nannochloropsis* sp. e-*Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 2(1): 1-6.
- Delila, S., Syafridiman, S., & Hasibuan, S. (2022). Pengaruh Penambahan Boster Manstap terhadap Kepadatan Sel *Chlorella* sp. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 27(2): 219-226.
- Endrawati, H., & Riniatsih, I. (2013). Kadar Total Lipid Mikroalga *Nannochloropsis oculata* yang dikultur dengan Suhu yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 1: 25-33.
- Hadi, R.P., Setyawati, T.R., & Mukarlina, M. (2015). Kandungan Protein dan Kepadatan Sel *Nannochloropsis oculata* pada Media Kultur Limbah Cair Karet. *Jurnal Protobiont*, 4(1): 120-127.
- Hapsari, N., & Welasi, T. (2013). Pemanfaatan Limbah Ikan menjadi Pupuk Organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1): 1-6.
- Khanza, S. (2019). *Pertumbuhan Mikroalga Nannochloropsis sp, Tetraselmis sp, dan Dunaliella sp. pada Media Air Limpasan Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus Vannamei)*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Krisnohadi, A., Gunawan, J., & Suci, U.Y.V.I. (2017). Penerapan Pertanian Vertikultur dan Pembuatan Pupuk Organik Cair Berbasis Limbah Ikan pada Ibu-Ibu Nelayan di Dusun Nirwana, Kecamatan Sei Kakap. *Jurnal Dinamika Pengabdian*, 3(1): 89-96.
- Maulana, P.M., Karina, S., & Mellisa, S. (2017). Pemanfaatan Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan Em4 Sebagai Alternatif Nutrisi Bagi Mikroalga *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 104–112.
- Meria, R., Puspitasari, W., & Zulfahmi, I. (2021). Teknik Kultur *Nannochloropsis* sp Skala Laboratorium di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Ujung Batee, Aceh Besar. *Kenanga Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 1(1): 31-38.
- Octhreeani, A.M., & Soedarsono, P. (2014). Pengaruh Perbedaan Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp dilihat dari Kepadatan Sel dan Klorofil  $\alpha$  pada Skala Semi Massal.

- Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(2): 102-108.
- Prihatiningsih, K., Silviana, I., & Wandasari, N. (2015). Hubungan Perilaku Pengolahan Limbah Ikan Asin dengan Sanitasi Lingkungan Kerja Fisik pada Industri Ikan Asin di Pengolahan Hasil Perikanan Tradisional (PHPT) Muara Angke Pluit Jakarta Utara tahun 2014. *Jurnal Forum Ilmiah*, 12(1): 77-86.
- Republik Indonesia. PP RI NO. 22 th (2021). *Baku Mutu Air Laut*. Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia. Depok.
- Restuhadi, F., Zalfiatri, Y., & Pringgondani, D.A. (2017). Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga *Chlorella* sp dan Starbact® untuk menurunkan Kadar Polutan Limbah Cair Sagu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2): 140-153.
- Sinaga, L., Putriningtias, A., & Komariyah, S. (2020). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 4(2): 31-37.
- Sukmawan, A. M., Antara, S.N., & Arnata, W.I. (2014). Optimization Salinity and Initial pH on the Biomass Production of *Nannochloropsis* sp. K-4. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 2(1): 19-28.
- Tewal, F., Kemer, K., Rimper, J.R., Mantiri, D.M., Pelle, W.E., & Mudeng, J.D. (2021). Laju Pertumbuhan dan Kepadatan Mikroalga *Dunaliella* sp pada Pemberian Timbal Asetat dengan Konsentrasi yang Berbeda. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 9(1): 30-37.
- Ulya, S., Sedjati, S., & Yudiati, E. (2018). Kandungan Protein *Spirulina platensis* pada Media Kultur dengan Konsentrasi Nitrat ( $KNO_3$ ) yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(2).
- Wang, X.L., Liu, C.L., & Zang, X.C. (2002). Effect of pH on the Growth, Total Lipid Content and Fatty Acid Composition of the Marine Microalga *Nannochloropsis oculata*. *Marine Science*, 5: 23-31.
- Widyaningrum, N. F., Susilo, B., & Hermanto, M.B. (2013). Studi Eksperimental Fotobioreaktor Photovoltaic untuk Produksi Mikroalga (*Nannochloropsis oculata*). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(2): 30-39.
- Yani, A., Murwani, S., & Rusyani, E. (2015). Kultur *Nannochloropsis* sp dan Pembuatan Pasta *Nannochloropsis* sp dengan Menggunakan Dosis NaOH yang Berbeda di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Yarti, N., Muhaemin, M., & Hudaidah, S. (2014). Pengaruh Salinitas dan Nitrogen Terhadap Kandungan Protein Total *Nannochloropsis* sp. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 2(2): 273-278.
- Yulina, Y., Wa, I., & Muhaimin H. (2020). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Protein *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 5(1): 34-42