

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

PENGUNAAN PUPUK ORGANIK CAIR LIMBAH TAHU DAN AIR KELAPA TERHADAP PERTUMBUHAN *Spirulina* sp.

Hotria Mayesi Pakpahan¹⁾, Saberina Hasibuan^{2) #}, Syafridi³⁾

¹⁾Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

(Naskah diterima: 01 November 2022, Revisi final: 08 Juni 2023, Disetujui publikasi: 08 Juni 2023)

ABSTRAK

Kepadatan *Spirulina* sp. dapat dipengaruhi oleh faktor nutrisi dan lingkungan. Faktor nutrisi memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis pupuk organik cair (POC) limbah tahu dan air kelapa yang terbaik terhadap kepadatan *Spirulina* sp. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Mei 2022 sampai 28 Juni 2022, di Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu dosis air kelapa terdiri atas 4 perlakuan yaitu : P0: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu tanpa air kelapa, P1: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu dan 0,25% air kelapa, P2: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu dan 0,5% air kelapa, P3: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu dan 0,75% air kelapa. Untuk mengurangi tingkat keraguan maka diperlukan ulangan sebanyak 3 kali. Pemeliharaan *Spirulina* sp. dilakukan selama 25 hari dengan parameter yang diamati yaitu kepadatan *Spirulina* sp., laju pertumbuhan spesifik, suhu, pH, DO, salinitas, nitrat dan fosfat. Dimana *Spirulina* sp. didapatkan dari petani *Spirulina* sp. di Jepara, Jawa Tengah. Bibit yang digunakan sebanyak 66,4 mL dengan kepadatan sebanyak 5.000 ind.mL⁻¹ dimasukkan ke dalam wadah dengan kapasitas 2 L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh dosis POC limbah tahu dan air kelapa yang berbeda terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp., dimana dosis terbaik dengan kepadatan tertinggi berturut-turut dari P3 sebesar 270,6x10⁴±835,4^a ind.L⁻¹, kemudian P2 yaitu 123,0x10⁴±72857,9^b ind.L⁻¹, P1 sebesar 51,7x10⁴±6474,0^c ind.L⁻¹, dan P0 12,7x10⁴±1797,2^d ind.L⁻¹, dengan laju pertumbuhan spesifik tertinggi mulai dari P3 yaitu 0,8171±0,01^a ind.mL⁻¹/hari, P2 0,7315±0,00^b ind.mL⁻¹/hari, P1 0,5583±0,02^c ind.mL⁻¹/hari, dan P0 0,4122±0,05^d ind.mL⁻¹/hari, dengan kisaran kualitas air optimum seperti suhu 27-32 °C, pH 7,1-8,8, DO 4,2-8,4 mg.L⁻¹, salinitas 25-30 ppt, nitrat 0,340-0,855 mg.L⁻¹ dan fosfat 0,225-0,384 mg.L⁻¹.

KATA KUNCI: air kelapa; kepadatan individu; limbah tahu; pertumbuhan; *spirulina* sp.

ABSTRACT: THE USE OF ORGANIC FERTILIZER TOFU WASTE AND COCONUT WATER ON THE GROWTH OF *Spirulina* sp.

The density of *Spirulina* sp. can be influenced by nutritional and environmental factors. Nutrient factors have an important role in the process of photosynthesis. This study aims to obtain the best dose of liquid organic fertilizer (POC) from tofu waste and coconut water on the density of *Spirulina* sp. This research was conducted from 20 May 2022 to 28 June 2022, at the Aquaculture Environmental Quality Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Riau. The method used is the experimental method Completely Randomized Design (CRD) with one factor, namely the dose of coconut water consisting of 4 treatments, namely: P0: 1 g L⁻¹ POC of tofu waste without coconut water; P1: 1 g L⁻¹ POC of tofu waste and 0.25% coconut water; P2: 1 g L⁻¹ POC of tofu waste and 0.5% coconut water; P3: 1 g L⁻¹ POC of tofu waste and 0.75% coconut water. To reduce the level of doubt, it is necessary to repeat 3 times. *Spirulina* sp. maintenance was carried out for 25 days with observed parameters namely *Spirulina* sp. density, specific growth rate, temperature, pH, DO, salinity, nitrate and phosphate. Where *Spirulina* sp. obtained from *Spirulina* farmers in Jepara, West Java. 66,4 mL of seeds used with a density of 5,000 ind.mL⁻¹ were put into a container with a capacity of 2 liters. The results showed that there was an effect of different POC doses of tofu waste and coconut water on the growth of *Spirulina* sp., where the best dose with the highest density was P3 of 270.6x10⁴±835.4^a ind.L⁻¹, then P2 of 123.0x10⁴±72857.9^b ind.L⁻¹, P1 of 51.7x10⁴±6474.0^c ind.L⁻¹, and P0 of 12.7x10⁴±1797.2^d ind.L⁻¹, with a rate of the highest specific growth starting from P3 namely 0.8171±0.01^a ind.mL⁻¹/day, P2 0.7315±0.00^b ind.mL⁻¹/day, P1 0.5583±0.02^c ind.mL⁻¹/day, and P0 0.4122±0.05^d ind.mL⁻¹/day, with optimum water quality ranges such as temperature 27-32 °C, pH 7.1-8.8, DO 4.2 -8.4 mg.L⁻¹, salinity 25-30 ppt, nitrate 0.340-0.855 mg.L⁻¹, and phosphate 0.225-0.384 mg.L⁻¹.

KEYWORDS: coconut water; individual density; tofu waste; growth; *spirulina* sp.

Korespondensi: Saberina Hasibuan.
Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
E-mail: saberina.hasibuan@lecturer.unri.ac.id

PENDAHULUAN

Spirulina sp. digunakan sebagai pakan alami dan telah dijadikan sebagai bahan baku makanan karena mengandung protein 60–71%, karbohidrat 16%, lemak 8%, dan vitamin serta 18% Phycocyanin, 17% α -Carotene, 20 – 30 % α - linoleic acid, dan 1,6% Chlorophyll-a dari keseluruhan asam lemak yang terkandung di dalamnya (Amanatin & Nurhidayati, 2013). Jenis pupuk PA (*Pro Analisis*) memiliki harga yang tergolong mahal, sehingga dicari alternatif pengganti yang dapat meningkatkan produksi *Spirulina* sp. dan memiliki harga yang terjangkau serta mudah didapatkan. Salah satunya yaitu pupuk organik cair (POC) dari limbah cair tahu dan air kelapa.

Limbah cair tahu memiliki kandungan mineral mikro seperti fosfor (P), kalsium (Ca), mangan (Mn), serta senyawa lainnya (Liandari, 2017). Limbah cair tahu yang tidak diolah menjadi racun karena menghasilkan produk dekomposisi berupa ammonia (NH_3), CO_2 , H_2S , dan asam asetat. Air kelapa juga dapat digunakan sebagai pupuk bagi *Spirulina* sp. karena mengandung makronutrien, vitamin, asam amino, mineral, dan hormon pertumbuhan (Putri *et al.*, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis POC limbah tahu dan air kelapa yang terbaik terhadap kepadatan *Spirulina* sp. pada kualitas air (media kultur) yang dikondisikan sama dan optimum.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan bahan akuades, Effective Microorganism 4 (EM4), gula, limbah cair tahu, molasses, air kelapa, inokulan *Spirulina* sp., dan garam laut, sedangkan alat yang digunakan yaitu toples plastik 2 L, aerator Aquaman WP-AP 3000, timbangan digital SF-400 (1 g), mikroskop, *sedgwick-rafter*, pH meter digital – 009(IA), termometer air raksa, lampu LED Cerdas 38 watt (2850 lux), *autoclave*, dan erlenmeyer. Pembuatan POC limbah tahu yang difermentasi telah dicobakan oleh (Liandari, 2017), dengan prosedur berikut : pembuatan larutan EM4, yaitu sebanyak 30 mL EM4 pekat + 30 g gula pasir + 250 mL air, diaduk sampai homogen; pembuatan pupuk dengan mencampurkan 250 mL limbah cair tahu, 30 mL tetes tebu (molasses), dan 150 mL larutan EM4, kemudian diaduk homogen; fermentasi dilakukan selama 14 hari hingga aromanya seperti aroma tape; kemudian disaring dan simpan dalam wadah terpisah.

Air kelapa yang digunakan pada penelitian ini merupakan kelapa yang masih muda, daging buah bagian dalamnya masih berupa lendir. Persiapan media pertumbuhan yaitu menambahkan POC limbah tahu dan air kelapa sesuai dosis perlakuan yang telah ditentukan pada masing-masing wadah pemeliharaan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen

dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor dengan empat taraf perlakuan dan ulangan sebanyak tiga kali, yaitu P0: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu tanpa air kelapa; P1: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu dan 0,25% air kelapa; P2: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu dan 0,5% air kelapa; dan P3: 1 g L⁻¹ POC limbah tahu dan 0,75% air kelapa. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan lama pemeliharaan selama 25 hari. Padat tebar awal yang digunakan yaitu 5x10³ ind.mL⁻¹ (Utomo *et al.*, 2020). Perhitungan kepadatan inokulum menggunakan *sedgwick-rafter* dengan rumus (Bangun *et al.*, 2015):

$$N = \frac{1000}{3,14 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot p} \cdot n$$

dimana N = kepadatan fitoplankton (ind.mL⁻¹), n = jumlah fitoplankton yang diamati per bidang pandang, p = jumlah lapang pandang, dan d = diameter bidang pandang. Volume inokulum dihitung dengan rumus (Leksono *et al.*, 2017):

$$V1 = \frac{V2 \times N2}{N1}$$

dimana V1 : volume bibit untuk penebaran awal (mL), N1 : kepadatan bibit/stok *Spirulina* sp. (ind.mL⁻¹) V2 : Volume media kultur yang dikehendaki (mL), dan N2 : kepadatan bibit *Spirulina* sp yang dikehendaki (ind.mL⁻¹). Pengamatan Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS) mengacu pada rumus (Budiardi *et al.*, 2010):

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t}$$

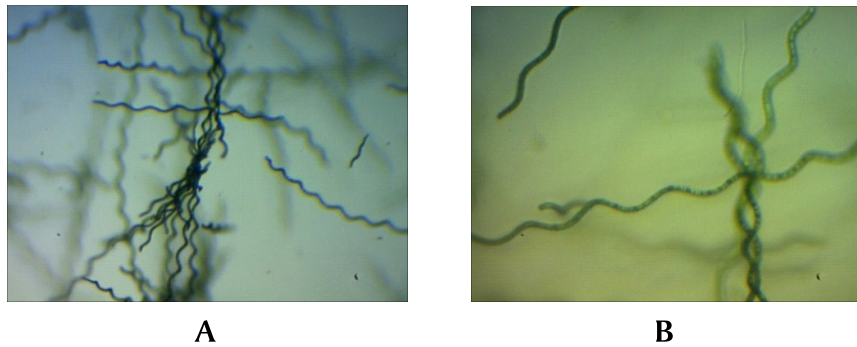
dimana μ : laju pertumbuhan spesifik (ind.mL⁻¹/hari), N_0 : Jumlah individu hari ke-0 (ind.mL⁻¹), N_t : Jumlah individu hari ke t (ind.mL⁻¹), dan t : Waktu pengamatan dari N_0 ke N_t (hari). Warna media diamati setiap hari dengan membandingkan pada katalog warna cat Asian Paints Berger. Suhu, pH, dan salinitas diamati setiap dua hari sekali, sedangkan DO, nitrat, dan fosfat setiap perlakuan diukur disetiap fase hidup *Spirulina* sp. (Putri *et al.*, 2013).

Analisis Data

Analisis variasi menggunakan *One Way Analysis of Variance* (ANOVA) dengan menggunakan uji statistik F. Apabila $p < 0,05$ maka ada pengaruh pemberian dosis POC limbah tahu dan air kelapa yang berbeda terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. dan dilakukan uji lanjut Duncan (Utomo *et al.*, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan *Spirulina* sp. dapat dilihat pada Gambar 1. Spiral yang memanjang dan tidak bercabang serta berwarna hijau kebiruan. Menurut Noriko *et al.* (2011), *Spirulina* sp.



Gambar 1. *Spirulina* sp. berumur 10 hari (a) Perbesaran 10x10; (b) Perbesaran 10x40
 Figure 1. *Spirulina* sp. 10 days old (a) magnification 10x10; (b) magnification 10x40

mengandung protein yang mencapai 72%, karbohidrat 16%, lipid 8%, vitamin B1, B2, B6, B12, C, niasin, β karotin dan asam amino yang cukup seimbang serta salah satu asam lemak esensial yaitu asam α -linoleat (GLA) yang merupakan salah satu sumber energi alternatif. Kepadatan individu *Spirulina* sp. dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil uji lanjut (Tabel 1) menunjukkan ada perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.

Tabel 1. Kepadatan individu *Spirulina* sp.
 Table 1. Individual density of *Spirulina* sp.

No. Number	Perlakuan Treatment	Rerata Kepadatan (Ind.mL ⁻¹) Density Average (Ind.mL ⁻¹)
1	P0 (1 g L ⁻¹ POC)	12,7 x 10 ⁴ ± 1797,2 ^d
2	P1 (1 g L ⁻¹ POC + 0,25% air kelapa (coconut water))	51,7 x 10 ⁴ ± 6474,0 ^c
3	P2 (1 g L ⁻¹ POC + 0,50% air kelapa (coconut water))	123,0 x 10 ⁴ ± 72857,9 ^b
4	P3 (1 g L ⁻¹ POC + 0,75% air kelapa (coconut water))	270,6 x 10 ⁴ ± 835,4 ^a

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

Kepadatan tertinggi diperoleh pada P3 sebesar 270,6 x 10⁴ Ind.mL⁻¹ dengan perlakuan 0,75% air kelapa, dan terendah pada P0 sebesar 12,74 x 10⁴ Ind.mL⁻¹ dengan perlakuan 0% air kelapa. Hal tersebut menunjukkan, bahwa penambahan air kelapa berpengaruh nyata pada jumlah kepadatan *Spirulina* sp.

Berdasarkan Gambar 2. didapatkan bahwa masa puncak kepadatan beberapa perlakuan tidak sama, yaitu P0 dan P1 di hari ke-12 sementara pada P2 dan P3 di hari ke-10, kepadatan *Spirulina* sp. terbesar terdapat pada perlakuan P3 sebesar 270,6 x 10⁴ ± 835,4 ind.mL⁻¹. Setelah itu diikuti oleh perlakuan P2 sebesar 123,0 x 10⁴ ± 72857,9 ind.mL⁻¹; perlakuan P1 sebesar 51,7 x 10⁴ ± 653,7 ind.mL⁻¹; perlakuan P0 sebesar 12,7 x 10⁴ ± 1797,2 ind.mL⁻¹. Hasil uji statistik untuk kepadatan *Spirulina* sp. membuktikan bahwa pupuk organik cair limbah tahu dan air kelapa dapat meningkatkan kepadatan *Spirulina* sp. (P<0,05).

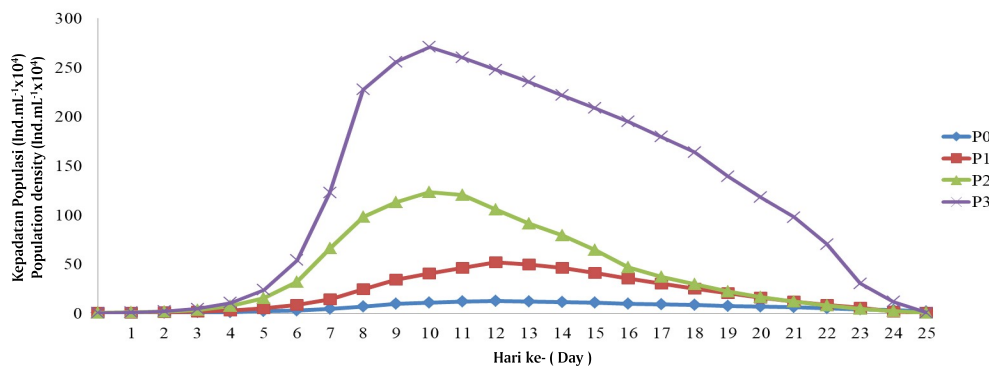
Perbedaan jumlah kepadatan individu *Spirulina* sp. tersebut karena adanya perbedaan dosis POC

limbah tahu dan air kelapa yang diberikan pada setiap perlakuan. Tingginya kepadatan individu pada P3 diduga karena dosis perlakuan yang diberikan lebih tinggi jika dibandingkan dengan P0, P1, dan P2, sehingga pertumbuhan pada P3 lebih maksimal. Menurut (Kristina & Syahid, 2012) air kelapa memiliki kandungan N 43,00 mg.100 mL⁻¹, P 13,17 mg.100 mL⁻¹, dan K 14,11 mg.100 mL⁻¹, sehingga P3 memiliki

kandungan *nutrien* yang lebih tinggi karena dosis POC limbah tahu dan air kelapa yang digunakan lebih tinggi.

Kepadatan *Spirulina* sp. tertinggi pada P3 yaitu 270,6 x 10⁴ ± 835,4 ind.mL⁻¹ lebih tinggi dari kepadatan yang diperoleh (Hariyati, 2008) menggunakan media walne dan EDTA sebesar 11900 ind.mL⁻¹, dan kepadatan 1.406,75 ind.mL⁻¹ (Maulana *et al.*, 2017) menggunakan limbah cair tahu yang difermentasi dengan EM4. Namun jika dibandingkan dengan penelitian (Leksono *et al.*, 2017), kepadatan 520x10⁴ ind.mL⁻¹ menggunakan fermentasi *Azolla pinnata* maka jumlah kepadatan tersebut masih rendah.

Terpenuhinya *nutrien* bagi mikroalga tergantung pada ketersediaannya dalam media kultur. *Spirulina* sp. memerlukan *nutrien* berupa unsur N, P, dan K dalam kelapa mampu mencukupi kebutuhan *nutrient* untuk pertumbuhan *Spirulina* sp.



Gambar 2. Grafik Kepadatan Populasi *Spirulina* sp.
Figure 2. Population density graph of *Spirulina* sp.

Tabel 2. N, P, K dan C-Organik pada poc limbah tahu dan air kelapa
Table 2. N, P, K and C-Organic of tofu waste and coconut water

Komposisi	Hasil Uji POC (%)*	Air Kelapa Muda (mg.100 mL ⁻¹)**	Air Kelapa Tua (mg.100 mL ⁻¹)**
N	0,11	43,000	-
P	0,17	13,170	12,500
K	0,24	14,110	15,370
C-Organik	0,62	-	-

Keterangan: * Hasil Uji Laboratorim Tanah Fakultas Pertanian UNRI
** (Kristina & Syahid, 2012)

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik yang diamati pada kultur *Spirulina* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Hasil uji dari data (Tabel 2) didapatkan laju pertumbuhan spesifik yang tertinggi pada P3 sebesar 0,8171 Ind. mL⁻¹/hari. Perlakuan P3 berbeda nyata (P<0,05) terhadap P0, P1, dan P2.

Pada Gambar 3. terlihat bahwa perkembangan laju pertumbuhan spesifik *Spirulina* sp. memiliki perbedaan, namun untuk mengetahui perbedaan yang nyata dapat melalui uji statistik pada data (Tabel 2).

Tabel 3. Laju pertumbuhan spesifik *Spirulina* sp.
Table 3. Specific growth rate of *Spirulina* sp.

No. Number	Perlakuan Treatment	Rerata Kepadatan (Ind.mL ⁻¹ /hari) Density Average (Ind.mL ⁻¹ /day)
1	P0 (1 g L ⁻¹ POC)	0,4122 ± 0,0582 ^d
2	P1 (1 g L ⁻¹ POC + 0,25% air kelapa (coconut water))	0,5583 ± 0,0237 ^c
3	P2 (1 g L ⁻¹ POC + 0,50% air kelapa (coconut water))	0,7315 ± 0,0004 ^b
4	P3 (1 g L ⁻¹ POC + 0,75% air kelapa (coconut water))	0,8171 ± 0,0117 ^a

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

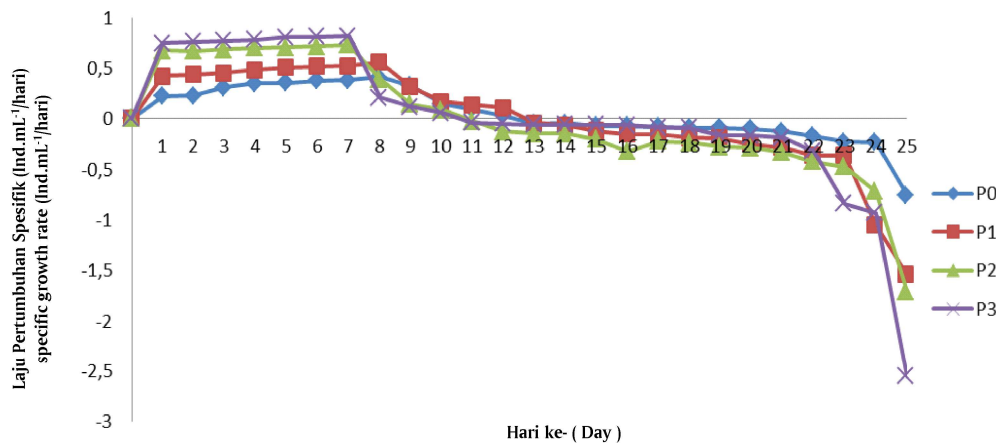
Diduga karena nutrisi pada media tumbuh *Spirulina* sp. masih sedikit pada P0, P1, dan P2, sehingga memperlambat *Spirulina* sp. melakukan pembelahan sel. Widyantoro *et al.* (2018) menyatakan bahwa lambatnya laju pertumbuhan dan kepadatan disebabkan

oleh kurangnya nutrisi dan semakin bertambahnya jumlah biomassa, sehingga *Spirulina* sp. harus bersaing untuk mendapatkan nutrisi.

Pertumbuhan *Spirulina* sp. mengalami 5 fase hidup yaitu fase lag (adaptasi), akselerasi dan logaritmik, pertumbuhan deselerasi (penurunan laju pertumbuhan), pertumbuhan stasioner, dan kematian. Penelitian ini menunjukkan adanya fase lag pada hari ke-1 dimana perlakuan P3 memiliki nilai kepadatan tertinggi yaitu 1,05x10⁴ ind.mL⁻¹, kemudian di ikuti dengan P2 0,98x10⁴ ind.mL⁻¹, P1 0,76x10⁴ ind.mL⁻¹, P0 0,62x10⁴ ind.mL⁻¹. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Wahyuni *et al.*, 2018) bahwa pada fase ini pembelahan sel belum terjadi atau

pembelahannya lambat dikarenakan masa penyesuaian diri terhadap lingkungan baru. Fase lag terjadi sekitar 10 jam setelah inokulasi (Noriko *et al.*, 2011).

Fase akselerasi dan logaritmik atau ekponensial terjadi



Gambar 3. Grafik laju pertumbuhan spesifik *Spirulina* sp.
Figure 3. Graph of specific growth rate of *Spirulina* sp.

mulai hari ketiga dimana jumlah kepadatan *Spirulina* sp. terus meningkat hingga puncak fase penurunan laju. Fase logaritmik memiliki kepadatan tertinggi pada P3 dengan jumlah kepadatan yaitu $122,67 \times 10^4$ ind.mL⁻¹, kemudian di ikuti oleh P2 $66,32 \times 10^4$ ind.mL⁻¹, P1 $24,88 \times 10^4$ ind.mL⁻¹, dan P0 $6,98 \times 10^4$ ind.mL⁻¹. Fase ini mengalami perbanyakan individu yang berbanding lurus dengan proses fotosintesis dan biosintesis sel, terjadi sekitar 30-40 jam setelah pennebaran bibit. Menurut (Noriko *et al.*, 2011) pada fase ini terjadi konsentrasi biomassa yang maksimal, sedangkan parameter yang lainnya fluktuatif.

Fase pertumbuhan deselerasi (deklinasi) yaitu mulai terhambatnya pertumbuhan individu karena terbatasnya medium pertumbuhan. Pada penelitian ini puncak populasi pada P3 dengan jumlah kepadatan tertinggi yaitu $270,6 \times 10^4$ ind.mL⁻¹, kemudian di ikuti oleh P2 $123,0 \times 10^4$ ind.mL⁻¹, P1 $51,7 \times 10^4$ ind.mL⁻¹, dan P0 $12,7 \times 10^4$ ind.mL⁻¹. Berkurangnya konsentrasi CO₂, N dan P yang merupakan hara pemacu pertumbuhan (Noriko *et al.*, 2011). Menurut Widawati *et al.*, 2022, fase penurunan laju dapat juga disebut sebagai puncak populasi dikarenakan jumlah kepadatan yang masih terus meningkat meskipun laju pertumbuhannya menurun.

Fase stasioner dapat dilihat pada laju pertumbuhan yang mengalami penurunan dan terjadi kematian, karena akumulasi hasil metabolisme yang meningkat dan nutrisi pada media mulai terbatas (Wahyuni *et al.*, 2018). Fase stasioner adalah pertumbuhan yang konstan. Menurut (Noriko *et al.*, 2011) terjadi konsentrasi biomassa yang maksimal, sedangkan parameter lainnya fluktuatif.

Fase kematian adalah fase akhir pertumbuhan *Spirulina* sp., Wahyuni *et al.*, 2018 menyatakan bahwa fase kematian terjadi karena jumlah nutrisi berkurang, suplai oksigen dan karbondioksida berkurang, serta kepadatan individu yang semakin meningkat. Menurut Noriko *et al.*, 2011, penurunan individu inokulum secara

drastis terjadi pada fase kematian. Ketika diamati dengan mikroskop, ukuran individu pendek dan kemudian mati. Media kultur berwarna kehijauan, dan perlahan berubah hijau kekuningan, kemudian memucat menandakan individu mati. Selain nutrisi, pertumbuhan individu juga dipengaruhi faktor lingkungan. Kisaran nilai kualitas air dapat dilihat pada Tabel 4.

Selama penelitian berlangsung kadar kualitas air berada pada kisaran yang optimal bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. Hariyati (2008) menyatakan suhu yang optimum yaitu 20-30°C dan menurut Leksono *et al.*, (2017) pertumbuhannya akan lambat jika < 13°C dan > 32°C. Nilai pH yang optimal bagi *Spirulina* sp. yaitu berkisar 7-10,5. Nilai pH yang berada diluar rentang tersebut akan mengakibatkan lisis dan mengubah bentuk pertumbuhan pigmen (Prasadi, 2018).

Oksigen yang baik bagi pertumbuhan mikroalga berada pada kisaran 4,65 - 6,27 mg L⁻¹ (Maulana *et al.*, 2017). Kadar oksigen terlarut 3,0-5,0 mg L⁻¹ kurang produktif pada pertumbuhan mikroalga sementara jika di atas 7 mg L⁻¹ produktivitasnya akan sangat tinggi (Hasim *et al.*, 2022). Menurut Maulana *et al.*, (2017) nilai salinitas yang bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. adalah 20-30 ppt.

Nilai nitrat dan fosfat pada penelitian ini bersifat fluktuatif, namun tidak mempengaruhi peningkatan nilai nitrat dan fosfat secara linear. Maulana *et al.*, (2017) juga mendapati nilai nitrat dan fosfat bersifat fluktuatif. Menurut Musawamah (2015), nilai nitrat yang baik adalah 0,30 - 1,87 mg.L⁻¹ dan menurut Buwono & Nurhasanah (2018), nilai fosfat yaitu 0,05 - 0,40 mg.L⁻¹. Kualitas air pada tiap fase pertumbuhan *Spirulina* sp. dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 kepadatan *Spirulina* sp. yang semakin meningkat pesat mempengaruhi nilai kualitas air yang ikut meningkat, menandakan telah terjadinya fotosintesis sehingga meningkatkan nilai pH dan DO, meningkatnya

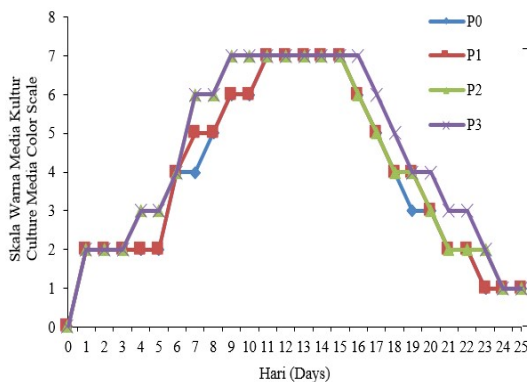
Tabel 4. Kisaran nilai kualitas air selama penelitian
 Table 4. Range of water quality values during the study

Parameter Parameters	P0	P1	P2	P3	Optimal Optimal
Suhu (Temperature) (°C)	27-29	27-29	27-29	27-29	20°C-30°C *
pH	7,2-8,8	7,1-8,4	7,2-8,7	7,2-8,4	7-10,5 *
DO (mg L ⁻¹)	4,2-7,5	4,2-7,7	4,2-7,8	4,2-8,4	>7 **
Salinitas (Salinity) (ppt)	25-30	25-30	25-30	25-30	15-30 ppt ***
Nitrat (Nitrate) (mg L ⁻¹)	0,349-0,782	0,365-0,751	0,340-0,855	0,351-0,882	0,30- 1,87 ****
Phospat (Phosphate) (mg L ⁻¹)	0,242-0,326	0,238-0,360	0,225-0,367	0,242-0,384	0,05- 0,40 *****

Keterangan : * (Hariyati, 2008), ** (Hasim *et al.*, 2022), *** (Amanatin & Nurhidayati, 2013), **** (Musawamah, 2015), ***** (Buwono & Nurhasanah, 2018)

Tabel 5. Data kualitas air pada tiap fase hidup *Spirulina* sp. pada perlakuan terbaik (penggunaan 1 g L⁻¹ POC + 0,75% air kelapa)
 Table 5. Water quality data in each life phase of *Spirulina* sp. in the best treatment (using 1 g L⁻¹ POC + 0.75% coconut water)

Parameter Parameters	Kepadatan (Ind.mL ⁻¹ /hari) dan kualitas air pada fase pertumbuhan <i>Spirulina</i> sp. Density (Ind.mL ⁻¹ /day) and Water Quality in the Growth Phase of <i>Spirulina</i> sp.				
	Lag Lag	Logaritmik Logarithmic	Deselerasi Deceleration	Stasioner Stationary	Kematian Death
Kepadatan (Density) (Ind.mL ⁻¹ /hari)	1,1x10 ⁻⁴	122,6x10 ⁻⁴	270,6x10 ⁻⁴	194,9x10 ⁻⁴	0,9x10 ⁻⁴
Suhu (Temperature) (°C)	27,3	28,3	28,3	27,6	27,6
pH	7	7,5	7,6	7,9	8
DO (mg L ⁻¹)	4,3	6,9	8,2	7,5	6,3
Salinitas (Salinity) (ppt)	25	28	29	30	30
Nitrat (Nitrate) (mg L ⁻¹)	0,350	0,882	0,647	0,584	0,528
Phospat (Phosphate) (mg L ⁻¹)	0,242	0,305	0,294	0,384	0,372



Skala Scale	Gradiasi Warna Color Gradation	Nama warna Color Name
7		Crayon Green
6		Fresh leaf
5		Jolly Holly
4		Wet Grass
3		Aloe Vera
2		Tender Coconut
1		Golden Ray

Gambar 4. Warna media kultur *Spirulina* sp.
 Figure 4. The color of the culture medium of *Spirulina* sp.

metabolisme dan akibat paparan cahaya lampu juga mengakibatkan kenaikan nilai suhu, dan terjadi penguapan yang menyebabkan nilai salinitas meningkat, demikian juga nilai nitrat dan fosfat meningkat difase logaritmik dan kemudian menurun setelahnya. Warna media kultur *Spirulina* sp. diamati secara visual pada Gambar 4.

Perbedaan warna pada media kultur menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan dan dipengaruhi oleh jumlah pupuk terhadap pigmen warna *Spirulina* sp. Warna hijau pada *Spirulina* sp. berasal dari pigmen

warna fikocitrin bersama dengan klorofil namun dapat juga dengan fikosianin. Nitrogen merupakan unsur utama dalam pembentukan klorofil (Leksono *et al.*, 2017). Mikroalga menangkap cahaya dari lampu melalui pigmen yang disebut klorofil (Lebeharia, 2016).

KESIMPULAN

Pupuk organik cair limbah tahu dan air kelapa dapat digunakan untuk kultur *Spirulina* sp. Dosis terbaik 1 g L⁻¹ POC + 0,75% air kelapa pada media kultur diperoleh

kepadatan tertinggi sebesar $270,68 \times 10^4$ ind.mL⁻¹ dan laju pertumbuhan spesifik sebesar 0,8171 ind.mL⁻¹/hari pada pengamatan hari ke-10. Kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran yang optimum yaitu suhu 27°C-29°C, pH yaitu 7-8, DO 4,2-8,4 mg L⁻¹, intensitas cahaya 2850 lux, salinitas 25-30 ppt, serta nitrat 0,338-0,928 mg L⁻¹, dan fosfat 0,225-0,411 mg L⁻¹.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung studi Ananda, kepada ketua Laboratorium Mutu Lingkungan Budidaya yang telah mewadahi penelitian ini, serta teman-teman atas dukungan pendanaan, pemikiran, dan teknis selama persiapan dan pelaksanaan penelitian.

DAFTAR ACUAN

- 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 Pomits*, 2(2), 182–185.
- Bangun, H. H., Hutabarat, S., & Ain, C. (2015). Perbandingan Laju Pertumbuhan *Spirulina platensis* pada Temperatur yang Berbeda dalam Skala Laboratorium. *Diponegoro Journal Of Maquares*, 4(1), 74–81.
- Budiardi, T., Utomo, N. B. P., & Santosa, A. (2010). Pertumbuhan dan Kandungan Nutrisi *Spirulina* sp. pada Fotoperiode yang Berbeda. *Ardi et Al. / Jurnal Akuakultu*, 9(2), 146–156.
- Buwono, N. R., & Nurhasanah, R. Q. (2018). Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. pada Skala Kultur yang Berbeda Study. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 10(1), 26–33.
- Delilla, S., Syafriadiman, & Hasibuan, S. (2022). Pengaruh Penambahan Boster Manstap Terhadap Kepadatan Sel *Chlorella* sp. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 27(2), 219–226.
- Fauziah, & Hatta, M. (2015). Pengaruh pemberian kascing (bekas cacing) dengan dosis yang berbeda dalam kultur *Skeletonema costatum*. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 2(1), 11–17. <http://ojs.unimal.ac.id/index.php/acta-aquatica/article/view/346>
- Hariyati, R. (2008). Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp dalam Skala Laboratoris. *BIOMA*, 10(1), 19–22.
- Hasim, Akram, M., & Koniyo, Y. (2022). Kinerja Kepadatan *Spirulina* sp. yang diberi Salinitas Berbeda pada Media Kultur Walne. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(2), 141–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa>
- Kristina, N. N., & Syahid, S. F. (2012). Pengaruh Air Kelapa Terhadap Multiplikasi Tunas in Vitro, Produksi Rimpang, Dan Kandungan Xanthorrhizol Temulawak Di Lapangan. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 18(3), 125–134. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v18n3.2012.125-134>
- Lebeharia, S. M. (2016). *Pertumbuhan dan Kualitas Biomassa Spirulina platensis yang di Produksi pada Media Zarouk Modifikasi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- 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.
- Liandari, N. P. T. (2017). *Pengaruh Bioaktivator EM4 Dan Aditif Tetes Tebu (Molasses) Terhadap Kandungan N, P Dan K Dalam Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Tahu*. 1–10. <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/56504>
- 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. <https://media.neliti.com/media/publications/188682-ID-pemanfaatan-fermentasi-limbah-cair-tahu.pdf>
- Musawamah, S. C. (2015). *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dari Eceng Gondok (Eichornia cassipes) dengan Dosis yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Spirulina sp.* (p. 55). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.
- Noriko, N., Masduki, A., Perdana, A. T., Mudrikah, E., Primasatya, E., Sulistio, M., & Canadianti, S. F. (2011). Fungsionalisasi Limbah Cair Industri Tahu Tradisional PRIMKOPTI Jakarta Barat Sebagai Media Tumbuh *Spirulina platensis*. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 1(1), 38–41. <https://doi.org/10.36722/sst.v1i1.17>
- Prasadi, O. (2018). Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Media Pupuk sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 10(2), 119–123.
- Putri, B., H, A. V., & Maharani, H. W. (2013). Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Pengkaya Media Pertumbuhan Mikroalga *Tetraselmis* sp. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 135–142.
- Tinambunan, J., Wijayanti, M., & Jubaedah, D. (2017). Pertumbuhan Populasi *Spirulina platensis* dalam Media Limbah Cair Bahan Olahan Kecap dan Media Zarrouk. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(2), 209–219.
- Utomo, A. N. S., Julyantoro, P. G. S., & Dewi, A. P. W. K.

- (2020). Pengaruh Penambahan Air Cucian Beras terhadap Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp. *Current Trends in Aquatic Science III*, 22(1), 15–22.
- Wahyuni, N., Masithah, E. D., Soemarjati, W., Suciyono, & Ulkhaq, M. F. (2018). Pola Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina* sp. Skala Laboratorium yang Dikultur Menggunakan Wadah yang Berbeda. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 16(2), 89–97. <https://doi.org/https://doi.org/10.33489/mibj.v16i2.147>
- Widawati, Gunawan, W., S., & Ervia, Y. (2022). Pengaruh Pertumbuhan *Spirulina platensis* terhadap Kandungan Pigmen beda Salinitas Dieng. *Journal of Marine Research*, 1(11), 61–70 doi: 10.14710/jmr.v11i1.30096
- Widyantoro, H., Wijayanti, M., & Dwinanti, S. H. (2018). Modifikasi Media *Spirulina platensis* Sebagai Upaya Pemanfaatan Air Limbah Budidaya Ikan Lele. *Academia*, 6(2), 1–13.
- Wimas, D. L. (2015). Uji Efektifitas Pertumbuhan *Spirulina* sp. Pada Limbah Cair Tahu Yang Diperkaya Urea Dan Super Phosphate 36 (SP 36). *Skripsi*, 1–48.