

## Rasio N/P Pupuk Limbah Budidaya Udang optimal Untuk Pertumbuhan *Spirulina platensis*

### Optimal N/P Ratio of the Shrimp Culture Waste Fertilizer For Growth Rate of *Spirulina platensis*

Moch Syafrianur Widigdo<sup>1</sup>, Ahmad Shofy Mubarak<sup>2\*</sup> , dan Nina Nurmalia Dewi<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

#### Article Info

Received: 2023-12-11

Revised: 2024-06-19

Accepted: 2024-06-26

Online: 2024-06-27

Koresponding:

Ahmad Shofy Mubarak,  
Departemen Kelautan,  
Fakultas Perikanan dan  
Kelautan Universitas Airlangga,  
Surabaya, Jawa Timur,  
Indonesia

E-mail:

[mubarak.as@fpk.unair.ac.id](mailto:mubarak.as@fpk.unair.ac.id)

#### Abstrak

Budidaya udang vaname menghasilkan limbah budidaya dengan kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dalam kultur mikroalga *Spirulina platensis*. Akan tetapi rasio N/P pada limbah budidaya rendah yaitu sebesar 5,5:1 sedangkan kebutuhan rasio N/P yang baik untuk pertumbuhan alga biru hijau berkisar antara 10:1-16:1. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengaturan rasio N/P pada limbah budidaya udang agar sesuai kebutuhan *S. platensis*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh rasio N/P yang berbeda pada pupuk limbah budidaya udang yang diperkaya dengan urea terhadap pertumbuhan *S. platensis*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dengan tiga ulangan, yaitu P0: pupuk Walne (rasio N/P 17:1), P1: pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea (rasio N/P 5,5:1), P2 dengan rasio N/P 10,5:1, P3 dengan rasio N/P 15,5:1, P4 dengan rasio N/P 20,5:1 dan P5 dengan rasio N/P 25,5:1. Parameter pengamatan adalah kepadatan dan laju pertumbuhan *S. platensis* serta kualitas air yaitu: suhu, salinitas dan pH. Analisis data menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea dengan rasio N/P yang berbeda berpengaruh terhadap populasi dan laju pertumbuhan *S. platensis*. Pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea dengan rasio N:P 15,5:1 (P3) merupakan perlakuan terbaik untuk pertumbuhan *S. platensis* karena menghasilkan populasi dan laju pertumbuhan tertinggi dibanding perlakuan lainnya.

**Kata kunci:** Budidaya udang, rasio N/P, pupuk limbah, *Spirulina platensis*

## Abstract

The cultivation of vaname shrimp produces waste with a high nutrient content. This waste can be used as fertilizer in microalgae culture like *Spirulina platensis*. However, the N / P ratio in shrimp culture waste is low, namely 5.5: 1, while the need for growth of blue-green algae ranges from 10:1 - 16:1. Therefore, it is necessary to regulate the N: P ratio in shrimp culture waste to match the needs of *S. platensis*. The purpose of this study was to determine the effect of different N / P ratios on shrimp culture waste fertilizer on the growth of *S. platensis*. This study used a Completely Randomized Design (CRD) which was divided into 6 treatments with 3 replications, as P0: Walne fertilizer (N / P ratio 17: 1), P1: shrimp culture waste fertilizer enriched with urea (N / P ratio 5,5: 1), P2 with N/P ratio of 10.5: 1, P3 with N/P ratio of 15.5: 1, P4 with N/P ratio of 20.5: 1 and P5 with N/P ratio 25.5: 1. The parameters observed were density and growth rate of *S. platensis* and water quality namely: temperature, salinity, and pH. The data obtained were processed using Analysis of Variance (ANOVA) and continued with Duncan's multiple range test. The results of this study indicate that the application of shrimp culture waste fertilizer with different N/P ratios affect the population and growth rate of *S. platensis*. Shrimp culture waste fertilizer with a N: P ratio of 15.5: 1 (P3) is the best treatment for the growth of *S. platensis* because it produces the highest population and growth rate compared to the other treatments.

**Keywords:** N/P ratio, shrimp culture, *Spirulina platensis*, waste fertilizer

## 1. Pendahuluan

*Spirulina platensis* merupakan mikroorganisme autotrof berwarna hijau kebiruan dengan sel berkolom membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix), sehingga disebut alga biru hijau berfilamen (*cyanobacterium*) (Gutiérrez-Salmeán *et al.*, 2015; Amanatin and Nurhidayati, 2013). Keunggulan dari *Spirulina plantesis* adalah kandungan nutrisi yang baik antara lain 60–70% protein, 13,5% karbohidrat, 4-7% lemak dan asam lemak (*linolenic acid* dan  $\gamma$ - *linolenic acid*), asam amino esensial (leusin, isoleusin, valine), pigmen (klorofil, fikosianin dan karotenoid) dan juga mengandung vitamin seperti provitamin A, vitamin B12 serta  $\beta$ -caroten (Koru, 2012). *Spirulina platensis* dapat dimanfaatkan sebagai makanan fungsional, produk kecantikan, obat-obatan dan pakan alami dalam akuakultur (Susanna *et al.*, 2007).

Kultur *Spirulina platensis* seringkali menggunakan pupuk komersial yang harganya cukup mahal. Oleh karena itu perlu dicari pupuk alternatif yang lebih murah dan mudah didapat sebagai pengganti pupuk komersial. Limbah budidaya udang mengandung nutrisi yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dalam kultur mikroalga. Selain itu juga pemanfaatan limbah udang sebagai pupuk dapat memberi nilai tambah terkait manfaatnya dalam pengelolaan lingkungan budidaya

yang baik dan berkelanjutan. Pertumbuhan *Spirulina platensis* sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi pada media hidupnya. Beberapa unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar adalah nitrogen dan fosfor. Nitrogen dalam nitrat dibutuhkan untuk pembentukan protein dan klorofil serta transfer energi maupun materi genetik pada sel mikroalga (Cai *et al.*, 2013;). Nitrogen juga diperlukan oleh organisme mikroalga untuk pembentukan seluruh dinding sel dan jaringan (Zhang, 2014). Fosfor berperan dalam transfer energi berupa *Adenosine Triphosphate* (ATP) di dalam sel yang berperan dalam proses fotosintesis dan pembentukan klorofil (Peccia *et al.*, 2013).

Kebutuhan Rasio N/P untuk alga biru hijau adalah 10:1-16:1 (Eddy *et al.*, 2003). Hidayati (2019) menyebutkan bahwa limbah budidaya udang mengandung Rasio N/P yang tergolong rendah yakni sebesar 5,5:1 sehingga perlu diperkaya dengan unsur nitrogen untuk meningkatkan rasio N/P pada limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rasio N/P limbah budidaya udang yang optimal untuk pertumbuhan *Spirulina plantesis*.

## 2. Material dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2020 di Laboratorium Anatomi dan Budidaya, Laboratorium Kimia, dan

Laboratorium Mikrobiologi dan Penyakit Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga Surabaya. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rak kultur, aerator, selang aerasi, batu aerasi, erlenmeyer volume 1 liter, toples kaca volume 1 liter, pipet tetes, mikropipet 100  $\mu$ l, lampu TL 40 watt, *autoclave*, gelas ukur volume 10 ml dan 100 ml, Beaker *glass* volume 50 ml dan 250 ml, pipet ukur 10 ml, botol penyimpanan 1 liter, jerigen 45 liter, mikroskop binokuler, *hand counter*, *cover glass*, timbangan analitik, timbangan *pocket*, botol sampel, refraktometer, termometer, lux meter, pH meter, DO meter, akuarium, Sedgewick Rafter. Bahan yang digunakan antara lain adalah inokulan murni *S. platensis* dari BBPAP Situbondo, limbah budidaya udang dari IBAP Lamongan, EM, molase, akuades, alkohol 70%, air laut, air tawar, klorin, natrium thiosulfat, pupuk Walne (*pro analysis*), urea, dan vitamin B12.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) enam perlakuan dan tiga ulangan, yaitu P0: pupuk Walne (rasio N/P 17:1), P1: pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea (rasio N/P 5,5:1), P2 dengan rasio N/P 10,5:1, P3 dengan rasio N/P 15,5:1, P4 dengan rasio N/P 20,5:1 dan P5 dengan rasio N/P 25,5:1. Parameter yang diamati adalah kepadatan dan laju pertumbuhan *S. platensis* serta kualitas air yaitu: suhu, salinitas dan pH.

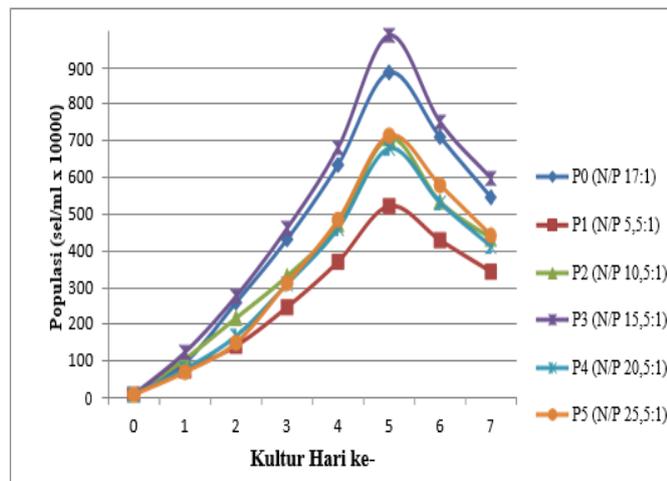
Prosedur penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan pupuk cair limbah budidaya udang dan urea, sterilisasi alat dan bahan, pengaturan rasio N/P, persiapan media kultur *Spirulina platensis*, penebaran inokulan *S. platensis*, pemeliharaan *S. platensis*, perhitungan kepadatan dan laju pertumbuhan *S. platensis*. Analisis data menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*), apabila hasil ANOVA menunjukkan hasil yang signifikan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil

#### a. Pengaruh pupuk limbah budidaya udang dengan rasio N/P berbeda terhadap populasi *Spirulina platensis*

Hasil uji *analysis of varian* (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pupuk limbah budidaya udang dengan rasio N:P berbeda berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap populasi *S. platensis*. Pertumbuhan *S. platensis* terjadi dalam beberapa fase yaitu fase lag, fase log/eksponensial, dan berakhir pada fase kematian. Fase lag terjadi pada hari pertama, fase log atau eksponensial berlangsung mulai hari kedua hingga hari kelima, dan fase kematian terjadi pada hari ke 6 dan berakhir pada hari ketujuh (Gambar 1).



**Gambar 1.** Grafik populasi *Spirulina platensis* yang dibudidayakan menggunakan pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea dengan perbedaan rasio N/P

Hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan (Tabel 1). Populasi *S. platensis* tertinggi pada hari pertama kultur diperoleh dari perlakuan P3 (N/P 15,5:1) yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan perlakuan P2 (N/P 10,5:1) dan P0 (pupuk Walne, N/P 17:1) sedangkan populasi terendah diperoleh dari perlakuan P5 (N/P 25,5:1) yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan perlakuan P1 (N/P 5,5:1) dan P4 (N/P 20,5:1). Populasi tertinggi pada hari kedua, ketiga, keempat dan keenam terjadi pada perlakuan P3 (N/P 15,5:1) yang tidak

berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan P0 (pupuk Waklne, N/P 17:1) sedangkan populasi terendah terjadi pada perlakuan P1 (N/P 5,5:1). Hari kelima kultur, populasi tertinggi terdapat pada P3 (N/P 15,5:1) yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan semua perlakuan sedangkan populasi terendah terdapat pada P1 (N/P 5,5:1). Populasi tertinggi pada hari ketujuh kultur terjadi pada perlakuan P3 (N/P 15,5:1) yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan P0 (pupuk Walne, N/P 17:1) sedangkan populasi terendah terjadi pada perlakuan P1 (N/P 5,5:1) yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan perlakuan P4 (N/P 20,5:1), P2 (N/P 10,5:1) dan P5 (N/P 25,5:1).

**Tabel 1.** Populasi *S. platensis* yang dibudidayakan menggunakan pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea dengan rasio N/P yang berbeda

Perla- kuan  Kultur Ke-	Rata-Rata Populasi <i>S. platensis</i> x 10 <sup>4</sup> (sel/hari) ± SD					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
0	10	10	10	10	10	10
1	97±15,28 <sup>ab</sup>	76±17,20 <sup>b</sup>	107±15,07 <sup>ab</sup>	125±7,50 <sup>a</sup>	80±11,76 <sup>b</sup>	71±34,43 <sup>b</sup>
2	260±23,91 <sup>a</sup>	143±18,71 <sup>c</sup>	218±8,81 <sup>b</sup>	278±13,23 <sup>a</sup>	169±33,29 <sup>c</sup>	151±20,05 <sup>c</sup>
3	433±35,27 <sup>a</sup>	248±5,20 <sup>c</sup>	332±29,11 <sup>b</sup>	463±28,83 <sup>a</sup>	311±18,71 <sup>b</sup>	313±40,70 <sup>b</sup>
4	635±34,30 <sup>a</sup>	372±9,93 <sup>c</sup>	473±21,47 <sup>b</sup>	682±38,45 <sup>a</sup>	462±11,27 <sup>b</sup>	486±35,03 <sup>b</sup>
5	887±16,27 <sup>b</sup>	523±31,26 <sup>d</sup>	708±31,22 <sup>c</sup>	988±30,41 <sup>a</sup>	680±15,21 <sup>c</sup>	715±49,94 <sup>c</sup>
6	711±16,07 <sup>a</sup>	430±22,91 <sup>c</sup>	535±6,61 <sup>b</sup>	752±57,95 <sup>a</sup>	532±26,50 <sup>b</sup>	580±42,50 <sup>b</sup>
7	547±27,65 <sup>a</sup>	344±36,86 <sup>b</sup>	434±35,56 <sup>b</sup>	598±93,62 <sup>a</sup>	413±39,24 <sup>b</sup>	443±64,29 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip berbeda dalam satu baris menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ), SD: Standart deviasi P0: Pupuk Walne, P1, P2, P3, P4, P5: Pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea. P1 rasio N/P = 15,5:1; P2: rasio N/P = 10,5:1; P3: rasio N/P 15,5:1; P4: rasio N/P 20,5:1; dan P5: rasio N/P 25,5:1.

**a. Laju pertumbuhan *Spirulina platensis***

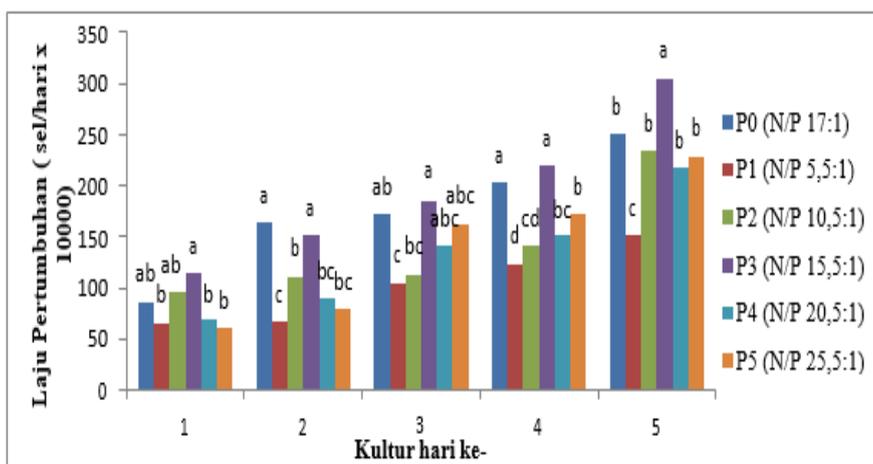
Laju pertumbuhan merupakan parameter yang menggambarkan kecepatan pertumbuhan sel *Spirulina* per satuan waktu. Laju pertumbuhan mikroalga dihitung sampai pada saat kepadatan mencapai maksimum. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian pupuk limbah budidaya udang dengan rasio N:P yang berbeda berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap laju pertumbuhan *S. platensis*. Hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan.

Laju pertumbuhan maksimum pada semua perlakuan dicapai pada hari kelima dari tujuh hari masa kultur (Gambar 2). Laju pertumbuhan maksimum pada masing-masing perlakuan sebesar 251,3 sel/hari (pupuk Walne, N/P 17:1), 141,6 sel/hari (P1, N/P 5,5:1), 234,5 sel/hari (P2, N/P 10,5:1), 305,5 sel/hari (P3, N/P 15,5:1), 218,3 sel/hari (P4, N/P 20,5:1) dan 229,1 sel/hari (P5, N/P 25,5:1). Hari pertama kultur, P3 (N/P 15,5:1) memiliki laju pertumbuhan tertinggi yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan perlakuan P0 (pupuk Walne, N/P 17:1) dan P2 (N/P 10,5:1). Laju pertumbuhan

terendah pada perlakuan P5 (N/P 25,5:1) tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) dengan perlakuan P1 (N/P 5,5:1) dan P4 (N/P 20,5:1). Hari kedua kultur, P0 (pupuk Walne, N/P 17:1) memiliki laju pertumbuhan tertinggi tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) dengan perlakuan P3 (N/P 15,5:1).

Laju pertumbuhan tertinggi pada hari ketiga terdapat pada perlakuan P3 (N/P 15,5:1) yang tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) dengan P0 (pupuk Walne, N/P 17:1) sedangkan laju pertumbuhan

terendah terdapat pada perlakuan P1 (N/P 5,5:1). Hari keempat kultur, P3 (N/P 15,5:1) memiliki laju pertumbuhan tertinggi yang tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ) dengan P0 (pupuk Walne, N/P 17:1) sedangkan laju pertumbuhan terendah ditemukan pada P1 (N/P 5,5:1). Laju pertumbuhan tertinggi pada hari kelima kultur terjadi pada perlakuan P3 (N/P 15,5:1) sedangkan laju pertumbuhan terendah terjadi pada perlakuan P1 (N/P 5,5:1).



**Gambar 2.** Grafik laju pertumbuhan *Spirulina platensis* yang dibudidayakan menggunakan pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea dengan rasio N/P yang berbeda

**b. Kualitas air**

Pengukuran kualitas air meliputi suhu, pH, dan salinitas dilakukan setiap hari. Suhu air selama penelitian berkisar antara 25,8-33,1°C, salinitas berkisar antara 27-35 ppt, dan pH berkisar antara 7,4-8,9 (Tabel 2).

**Pembahasan**

Pemberian pupuk limbah budidaya udang dengan rasio N:P berbeda memberikan pengaruh nyata ( $p<0,05$ ) terhadap populasi dan laju pertumbuhan *S. platensis*. Pertumbuhan mikroalga bergantung pada ketersediaan nutrisi dalam media hidupnya. Nitrogen merupakan nutrisi penting yang dibutuhkan fitoplankton untuk mendukung pertumbuhan maupun bioamassanya (Sharma *et al.*, 2017). Fosfor berperan dalam transfer energi berupa Adenosine

Triphosphate (ATP) di dalam sel yang berperan dalam proses fotosintesis dan pembentukan klorofil (Peccia *et al.*, 2013). Oleh karena itu rasio N/P sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikrolaga.

Limbah budidaya udang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dalam kultur *S. platensis* karena mengandung nutrisi yang cukup tinggi (Suwoyo *et al.*, 2016), akan tetapi rasio N/P pada limbah budidaya tergolong rendah yaitu 5,5:1 (Hidayati, 2019). Optimalisasi penggunaan pupuk dapat dilakukan dengan pengaturan rasio N/P. Pengaturan rasio N/P dilakukan dengan penambahan urea untuk meningkatkan kandungan nitrogen dalam pupuk limbah budidaya udang sehingga didapatkan rasio N/P yang berbeda.

*Spirulina platensis* yang dibudidayakan menggunakan pupuk limbah budidaya udang dengan

konsentrasi nitrogen yang sama dan konsentrasi fosfor berbeda menghasilkan laju pertumbuhan berbeda. Hari pertama kultur, laju pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (N/P 15,5:1), diikuti oleh P2 (N/P 10,5:1), P0 (pupuk Walne, N/P 17:1), P4 (N/P 20,5:1), P1 (N/P 5,5:1) dan terakhir P5 (25,5:1) sedangkan pada hari kedua kultur, laju pertumbuhan tertinggi dimiliki oleh P0 (pupuk Walne, N/P 17:1), kemudian diikuti oleh P3 (N/P 15,5:1), P2 (N/P 10,5:1), P4 (N/P 20,5:1), P5 (25,5:1) dan terakhir P1 (N/P 5,5:1). Hari ketiga kultur, P3 (N/P 15,5:1) menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi, diikuti oleh P0 (pupuk Walne, N/P 17:1), P5 (25,5:1), P0 (pupuk Walne, N/P 17:1), P2 (N/P 10,5:1) dan laju pertumbuhan terendah terjadi pada P1 (N/P 5,5:1). Pada hari keempat, P3 (N/P 15,5:1) masih menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi, diikuti oleh P0 (pupuk Walne, N/P 17:1), P5 (25,5:1), P4 (N/P 20,5:1), P2 (N/P 10,5:1), dan terakhir P1 (N/P 5,5:1).

Laju pertumbuhan maksimum ditemukan pada hari kelima kultur dengan laju pertumbuhan tertinggi hingga terendah secara berturut-turut yaitu P3 (N/P 15,5:1), P0 (pupuk Walne, N/P 17:1), P2 (N/P 10,5:1), P5 (25,5:1), P4 (N/P 20,5:1) dan terakhir P1 (N/P 5,5:1). Pada fase ini termasuk dalam fase eksponensial yang merupakan fase terjadi pertumbuhan sel yang cepat karena terjadi peningkatan aktivitas fotosintesis sel mikroalga (Madigan *et al.*, 2011). Selanjutnya, pada hari keenam hingga ketujuh, laju pertumbuhan *Spirulina platensis* mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan laju pertumbuhan terjadi karena peningkatan populasi mikroalga menyebabkan nutrisi dalam media kultur terus berkurang sehingga kebutuhan nutrisi mikroalga tidak terpenuhi dan kemudian mati. Selain itu adanya bayangan populasi dari selnya sendiri (*self shading*) juga mengakibatkan berkurangnya intensitas cahaya yang diserap sehingga menyebabkan kematian (Utomo *et al.*, 2005).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk limbah budidaya udang diperkaya urea dengan rasio N:P 15,5:1

(P3) merupakan perlakuan terbaik untuk pertumbuhan *Spirulina platensis* karena menghasilkan populasi dan laju pertumbuhan tertinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Eddy *et al.* (2003) bahwa rasio N:P yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina platensis* adalah 10:1-16:1. Laju pertumbuhan yang tinggi pada perlakuan ini diduga karena rasio N:P pada pupuk limbah budidaya udang berada dalam kondisi yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan *S. platensis* sehingga pertumbuhannya dapat berlangsung dengan optimal. Fakhri *et al.* (2020) berpendapat bahwa kandungan nutrisi yang sesuai serta faktor lingkungan yang mendukung menghasilkan proses fotosintesis optimal sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan menghasilkan konsentrasi biomassa yang tinggi.

Penggunaan pupuk limbah budidaya udang dengan rasio N:P yang lebih tinggi atau rendah dari 15,5:1 menghasilkan laju pertumbuhan *S. platensis* yang lebih rendah, karena unsur fosfor menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan mikroalga. Kekurangan atau kelebihan unsur fosfor dapat berdampak negatif pada pertumbuhan. Konsentrasi fosfor yang rendah akan mengganggu proses pembentukan ATP sehingga pertumbuhan sel terbatas (Muliani *et al.*, 2018), apabila unsur fosfor berlebih akan menghambat proses asimilasi senyawa fosfor bagi pertumbuhan mikroalga (Swandewi *et al.*, 2017).

Selain ketersediaan nutrisi, pertumbuhan mikroalga juga dipengaruhi oleh kualitas air, meliputi suhu, salinitas, pH hingga oksigen terlarut. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, suhu air, pH dan salinitas selama kultur berfluktuasi akan tetapi masih dalam batas layak untuk pertumbuhan *S. platensis*. Secara umum *S. platensis* dapat tumbuh pada suhu antara 20-40°C dan tumbuh optimal pada suhu 35°C (Kumar *et al.*, 2011). *Spirulina platensis* tergolong ke dalam alga hijau biru yang memiliki pertumbuhan optimal pada rentang salinitas 15-20 ppt (Hariyati, 2008). Akan tetapi *Spirulina platensis* juga bersifat euryhaline yang artinya memiliki

kemampuan beradaptasi pada rentang salinitas yang luas dan dapat tumbuh pada rentang salinitas 0-35<sup>o</sup>C (Bowono and Nurhasanah, 2018), sehingga tingkat salinitas selama penelitian masih tergolong layak. Parameter pH yang tercatat selama penelitian juga mendukung untuk pertumbuhan karena pH optimal untuk *S. platensis* menurut Anggadhanian and Nugroho (2017) adalah 7,2-9,5.

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan pupuk limbah budidaya udang yang diperkaya urea dengan rasio N/P berbeda berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *S. platensis*. Pupuk limbah budidaya udang dengan rasio N/P 15,5:1 menghasilkan laju pertumbuhan yang tertinggi yaitu sebesar 306±25,9 sel/hari.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi berharga dalam penelitian ini.

#### Kontribusi Penulis

Semua penulis telah berkontribusi pada naskah akhir. Kontribusi seluruh penulis: Moch Syafrianur Widigdo, dan Ahmad Shofy Mubarak: konseptualisasi, metodologi, analisis format, penyusunan *draft* asli, penulisan *review* dan *editing*. Nina Nurmalia Dewi: menulis *review* dan mengedit. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

#### Konflik Kepentingan

Penulis tidak memiliki konflik kepentingan terkait penelitian ini.

#### Pendanaan

Penelitian ini menggunakan dana mandiri.

#### Daftar Pustaka

Amanatin, D. R., & Nurhidayati T. (2013). Pengaruh konsentrasi media

ekstrak tauge (MET) dengan pupuk urea terhadap kadar protein *Spirulina* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2):2337-3520. DOI: 10.12962/j23373520.v2i2.4054

Anggadhanian, L., & Nugroho, A. (2017). Efek laju karbondioksida (CO<sub>2</sub>) terhadap morfologi dan laju pertumbuhan populasi *Spirulina platensis* (Gomont). *Jurnal Penelitian Kehutanan Faloak*, 1(2):75-84. DOI:10.20886/jpkf.2017.1.2.75-84

Buwono, N. R., & Nurhasanah, R. Q. (2018). Studi pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. pada skala kultur yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(1):26-33. DOI:10.20473/jipk.v10i1.8516

Cai, T., Park, S. Y. & Li, Y. (2013). Nutrient recovery from wastewater streams by microalgae: status and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19:360-369. DOI:10.1016/j.rser.2012.11.030

Eddy, W. A., Pribadi, J., & Kurniawan. (2003). Plankton di lingkungan PT. Central Pertiwi Bahari. Suatu pendekatan biologi dan manajemen plankton dalam budidaya udang. Lampung: Department Aquaculture Division PT Central Pertiwi Bahari.

Fakhri, M., Antika, P. W., Ekawati, A. W., & Arifin, N. B. (2020). Pertumbuhan, kandungan pigmen, dan protein *Spirulina platensis* yang dikultur pada Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan dosis yang berbeda. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(1):39-47. DOI: 10.20473/jafh.v9i1. 15769

Gutiérrez-Salmeán, G., Fabila-Castillo, L., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and toxicological

- aspects of *Spirulina* (*Arthrospira*). *Nutricion Hospitalaria*, 32(1):34-40. DOI: 10.3305/nh.2015.32.1.9001
- Hariyati, R. (2008). Pertumbuhan dan biomassa pada *Spirulina* sp dalam skala laboratoris. *Bioma Berkala Ilmu Biologi*, 10(1):19-22. DOI:10.14710/bioma.10.1.19-22
- Hidayati, P. A. (2019). Pertumbuhan *Chlorella Vulgaris* pada budidaya menggunakan pupuk limbah budidaya udang dengan rasio N/P yang berbeda. Skripsi. Surabaya: Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga. <https://repository.unair.ac.id/90357/>
- Koru, E. (2012). Earth food *Spirulina* (*Atrhospira*): Production and quality standarts. In Y. El-Samragy. (Ed.), Food Additive. (pp. 191-202). IntechOpen. DOI:10.5772/31848
- Kumar, M., Kulshrestha, J., Singh, G. P. (2011). Growth and biopigment accumulation of Cyanobacterium *Spirulina* different light intensities and temperature. *Brazilian Journal of Microbiology*. 42(3):1128-1135. DOI:10.1590/S1517-83822011000300034
- Madigan, M. T., Martiko, J. M., Stahl, D. A., & Clark, D. P. (2011). Brock biology of microorganisms.13th ed. San Francisco (USA): Pearson Education Inc.
- Muliani, M., Ayuzar, E., & Amri, M. C. (2018). Pengaruh pemberian pupuk kascing (bekas cacing) yang difermentasi dengan dosis yang berbeda dalam kultur *Spirulina* sp. *Acta Aqquatica. Aquatic Scince Journal*, 5(1):30-35. DOI:10.29103/aa.v5i1.658
- Peccia, J., Haznedaroglu, B. Z., Gutierrez, J., & Zimmerman, J. B. (2013). Nitrogen supply is an important driver of sustainable microalgae biofuel production. *Trends in Biotechnology*, 31(3):134-138. DOI:10.1016/j.tibtech.2013.01.010
- Sharma, J., Kumar, S. S., Sharma, P., Gupta, S., Toor, M., Malyan, S. K., & Bishnoi, N. R. (2017). Effect of different nitrogen sources on growth of algal consortia. *Annals of Agri-bio Research*, 22(2):150-153. <https://www.researchgate.net/publication/321461237>
- Susanna, D., Zakianis, Hermawati, E., & Adi, H. K. (2007). Pemanfaatan *Spirulina platensis* sebagai Suplemen Protein Sel Tunggal (PST) Mencit (*Mus musculus*). *Makara Kesehatan*, 11(1):44-49. [https://www.researchgate.net/publication/47406766\\_PEMANFAATAN\\_Spirulina\\_platensis\\_SEBAGAI\\_SUPLEMEN\\_PROTEIN\\_SEL\\_TUNGGAL\\_PST\\_MENCIT\\_Mus\\_musculus](https://www.researchgate.net/publication/47406766_PEMANFAATAN_Spirulina_platensis_SEBAGAI_SUPLEMEN_PROTEIN_SEL_TUNGGAL_PST_MENCIT_Mus_musculus)
- Suwoyo, H. S., Fahrur, M., Makmur, M., & Syah, R. (2016). Pemanfaatan limbah tambak udang superintensif sebagai pupuk organik untuk pertumbuhan biomassa kelekap dan nener bandeng. *Media Akuakultur*, 11(2):97-110. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma/article/view/2018/2807>
- Swandewi, I. G. A. P. A. P., Anggreni, A. A. M. D. & Admadi, B. (2017). Pengaruh penambahan NaNO<sub>3</sub> dan K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> pada media BG-11 terhadap konsentrasi biomassa dan klorofil *Tetraselmis chuii*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(1):1-17. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/view/26884/17059>
- Utomo N. B. P., Winarti & Erlina, A. (2005). Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang dikultur dengan pupuk inorganik (urea, TSP dan

ZA) dan kotoran ayam. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4(1):41-48.  
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jai/article/view/3903>

Zhang, C. (2014). Essential functions of iron-requiring proteins in DNA

replication, repair and cell cycle control. *Protein Cell*, 5(10):750-760.  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4180463/pdf/13238\\_2014\\_Article\\_83.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4180463/pdf/13238_2014_Article_83.pdf)