

## Pengaruh urea terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Arthrospira (Spirulina) platensis*

Effect of urea on the growth and nutritional content of *Arthrospira (Spirulina) platensis*

Nasrullah Bai Arifin<sup>1,2\*</sup>, Ahmad Pradana Rachmadian Putra<sup>1</sup>, Yuni Widyawati<sup>1,2</sup>, Anik Martinah Hariati<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, 65145, Indonesia

<sup>2</sup>Research group Aquatic Biofloc, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, 65145, Indonesia

\*Email: [arifin.n604@ub.ac.id](mailto:arifin.n604@ub.ac.id)

### ABSTRAK

*Spirulina platensis* merupakan mikroalga jenis cyanobakter yang bernutrisi tinggi. Mikroalga ini kaya akan protein, vitamin, mineral dan antioksidan. Penggunaan media dan metode kultivasi yang tidak tepat dapat mempengaruhi kandungan nutrisi mikroalga ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh urea terhadap pertumbuhan, produksi biomassa, kandungan nutrisi dan pigmen *S. platensis*. Media teknis seperti urea digunakan sebagai pengganti nitrat pada media standar (zarrouk). Penelitian ini menggunakan empat perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah dosis urea yang berbeda yaitu 0,1 g/L, 0,4 g/L, 0,7 g/L, dan 1 g/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan urea berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi *S. platensis*. Dosis terbaik penggunaan urea sebagai pengganti nitrat adalah 0,4 g/L. Secara keseluruhan, penggunaan urea 0,4 g/L menunjukkan hasil yang setara dengan nitrat kecuali pada kandungan fikosianin yang masih lebih rendah.

**Kata kunci:** Media; mikroalga; *spirulina platensis*; urea; nutrisi; pertumbuhan

### ABSTRACT

*Spirulina platensis* is a highly nutritious cyanobacterial microalga. This microalga is rich in protein, vitamins, minerals and antioxidants. The use of media and cultivation methods that are not appropriate can affect the nutritional content of this microalgae. This study aims to evaluate the effect of urea on growth, biomass production, nutrient content and pigments of *S. platensis* on an outdoor scale. Technical media such as urea are used instead of nitrate in standard media (zarrouk). This study used four treatments with three replications. The treatments used were different doses of urea, namely 0.1 g/L, 0.4 g/L, 0.7 g/L, and 1 g/L. The results showed that the use of urea affected the growth and nutritional content of *S. platensis*. The use 0.4 g/L urea produced comparable results than that of nitrate as nitrogen source. However, phycocyanin content was still lower than nitrate-based media. In conclusion that urea was potential alternative nitrogen source for spirulina cultivation.

**Keywords:** Media; microalgae; *spirulina platensis*; urea; nutrition, growth

## PENDAHULUAN

Mikroalga memiliki beberapa peranan penting salah satunya sebagai bahan pakan alami (Li et al., 2008). Pemanfaatan mikroalga banyak diaplikasikan pada berbagai bidang antara lain dalam bidang akuakultur, bioteknologi, farmasi, agrikultur, dan lingkungan. Salah satu jenis mikroalga yang banyak digunakan dalam industri tersebut adalah *Spirulina platensis*. Mikroalga ini merupakan organisme autotroph berwarna hijau kebiruan terdiri dari sel-sel silindris yang membentuk koloni dimana selnya berkolom membentuk filament terpilin menyerupai spiral (helix) sehingga disebut juga alga biru hijau berfilamen (Hariyati, 2008). *S. platensis* juga memiliki pigmen biru fikosianin yang tinggi yaitu sekitar 20% berat keringnya (Arlyza, 2005).

*S. platensis* memiliki ukuran sel yang besar yaitu berdiameter 1-12  $\mu\text{m}$ , panjang 200-300  $\mu\text{m}$  dan lebar 5-70  $\mu\text{m}$ . Keunggulan dari *S. platensis* 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, serta mineral (Koru, 2012). Fitoplankton membutuhkan kadar nitrat sebesar 0,9–3,5 mg/L untuk pertumbuhan selnya, selain itu kadar ortofosfat yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal plankton adalah 0,09–1,80 mg/L (Mackentum, 1969). Oleh karena itu *S. platensis* ini perlu dikultur dan dikembangkan lebih lanjut karena mempunyai potensi yang sangat besar.

Semakin berkembangnya pengetahuan pada berbagai manfaat dari *S. platensis* mengakibatkan peningkatan permintaan produk spirulina dari berbagai kalangan seperti perusahaan makanan, pakan maupun industri lainnya. Meskipun demikian, permintaan yang besar ternyata belum diimbangi dengan peningkatan produksi *S. platensis*. Hal ini terjadi akibat produksi dari budidaya *S. platensis* masih

rendah dan kurang efisien. Kondisi tersebut diakibatkan penggunaan cara budidaya konvensional dan tingginya biaya media pada kultivasi *S. platensis*. Pada kultivasi *S. platensis* umumnya menggunakan media impor seperti nitrat yang selain ketersediannya tergantung pada negara lain juga harganya cenderung meningkat. Oleh karena itu diperlukan upaya alternatif yang dapat meningkatkan produksi dan efisiensi budidaya *S. platensis* selama kultivasi (Utomo et al., 2005).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi dan efisiensi budidaya *S. platensis* adalah dengan menggunakan media teknis dan metode kultivasi yang tepat. Urea merupakan salah satu media teknis yang dijadikan pengganti sumber nitrogen konvensional pada kultivasi *S. platensis* yaitu nitrat. Selain harganya lebih murah, urea juga merupakan produk dalam negeri sehingga ketersediannya tidak tergantung pada impor. Di sisi lain, pemanfaatan urea sebagai sumber nitrogen perlu dioptimasi agar mendapatkan dosis yang tepat pada kultivasi mikroalga. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh urea terhadap pertumbuhan, produksi biomassa, kandungan nutrisi dan pigmen *S. platensis*.

## METODOLOGI

### Mikroalga *S. platensis*. dan Kondisi Kultur

Spesies mikroalga diperoleh dari Balai Besar Budidaya Laut Gondol, Bali. *Spirulina* ditumbuhkan dalam media Zarrouk dengan kandungan nutrisi sebagai berikut ( $\text{g L}^{-1}$ ):  $\text{NaHCO}_3$  16,601;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,647;  $\text{NaNO}_3$  2,470;  $\text{NaCl}$  0,988;  $\text{MgSO}_4$  0,096;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,988;  $\text{CaCl}_2$  0,040;  $\text{FeSO}_4$  0,005; EDTA- $\text{Na}_2$  0,080; mikronutrien ( $\text{mg L}^{-1}$ ):  $\text{H}_3\text{BO}_4$  2,860;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  1,145;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,080;  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7$  0,019;  $\text{ZnSO}_4$  0,123. Media ini disterilisasi pada 121 °C selama 15 menit sebelum digunakan.

Persiapan inokulan dilakukan dengan mengkultivasi *S. platensis* pada

pencahayaan kontinu dengan intensitas cahaya 3.000 lux dan suhu  $30 \pm 1$  °C. Kultivasi dilakukan dengan sistem *batch* dalam wadah 500 mL yang diisi media kultur sebanyak 350 mL dengan salinitas 15 ppt. Jumlah inokulan yang diberikan pada media kultur adalah  $0,3 \text{ gL}^{-1}$ . Kultivasi berlangsung selama 4 hari dengan pemberian aerasi secara terus menerus. Hasil kultivasi ini kemudian dijadikan inokulan pada masing-masing perlakuan.

### Rancangan percobaan

Percobaan ini dilakukan dengan sistem *batch* dalam wadah bervolume 500 mL yang diisi 350 mL media dengan salinitas 15 ppt. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan. Perlakuan yang digunakan adalah media teknis dengan dosis urea berbeda (0,1; 0,4; 0,7; 1 g/L) dan sodium nitrat sebagai kontrol. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Jumlah inokulan yang diberikan adalah  $0,3 \text{ gL}^{-1}$ . Suhu selama penelitian adalah  $30 \pm 1$  °C. Pertumbuhan spirulina diamati setiap hari selama percobaan dengan menimbang biomassa sampel sebanyak 25 mL. Kandungan nutrisi dan pigmen spirulina dianalisa pada fase stasioner.

### Parameter Penelitian yang Diukur

#### Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan spirulina diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 560 nm.

#### Laju Pertumbuhan Spesifik

Perhitungan laju spesifik dari pertumbuhan saat awal kultur hingga puncak konsentrasi sel maksimum. Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan menggunakan rumus (Ak *et al.*, 2011) yaitu:

$$\mu = \frac{\ln(x_2) - \ln(x_1)}{(t_2 - t_1)}$$

dimana  $\mu$  merupakan laju pertumbuhan spesifik ( $\text{hari}^{-1}$ ) kultur,  $x_1$  dan  $x_2$  =

konsentrasi sel pada waktu ke-1 ( $t_1$ ) dan waktu ke-2 ( $t_2$ ), berturut-turut.

#### Doubling Time

*Doubling time* ( $td$ ) ialah waktu pengandaan dari biomassa harian spirulina. Waktu pengandaan sel ( $td$ ) merupakan rata-rata waktu generasi konsentrasi sel. *Doubling Time* (hari) dihitung dari laju pertumbuhan dengan menggunakan rumus menurut Ak *et al.* (2011), sebagai berikut:

$$td = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

#### Produksi Biomassa

Janssen *et al.* (1999), menjelaskan bahwa sampel mikroalga yang digunakan untuk analisis biomassa dianalisis pada saat akhir fase stasioner. Kertas saring GF/C (diameter 90 mm) dioven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 2 jam dan ditimbang hingga beratnya konstan (A). Sampel suspensi mikroalga 25 mL di filter melalui kertas saring GF/C dan dicuci dengan 25 mL *distilled water* atau akuades. Kemudian kertas saring yang mengandung sampel dioven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Setelah dingin, kertas saring yang mengandung sampel diletakkan di desikator selama 30-60 menit, kemudian beratnya ditimbang kembali (B).

Berat kertas saring = A

Berat kertas saring + alga = B

Berat kering/biomassa ( $\text{g/L}$ ) =

$$(B - A) \times \frac{1.000}{\text{Volume sampel}}$$

#### Klorofil a

Analisis klorofil a (modifikasi Bennett & Bogorad, 1987; Lichtenthaler, 1987). 5 mL sampel dimasukkan tabung/falcon yang steril dan dibungkus aluminium foil tertutup rapat. Kemudian 5 mL sampel tersebut disentrifugasi pada 6.000 rpm selama 10 menit dan supernatan dibuang. Proses *freezing-thawing* dilakukan masing-masing 15 menit selama 3 siklus dan 5 mL methanol absolut ditambahkan pada pellet. Selanjutnya pellet dan methanol dipanaskan pada suhu  $70^\circ\text{C}$  selama 15 menit dan divortex sampai homogen. Kemudian sampel diinkubasi pada suhu  $4^\circ\text{C}$  dalam keadaan gelap selama 24 jam. Sampel divortex dan dilakukan

sentrifugasi 6.000 rpm selama 10 menit. Kemudian supernatan diambil untuk diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 665 nm dan 652 nm perhitungan klorofil a menurut Ritchie, (2006):

$$\text{Chl a } (\mu\text{g/mL}) = -8,0962 \times \text{OD}_{652} + 16,5169 \times \text{OD}_{665}$$

#### Fikosianin

Perhitungan fikosianin pada *Spirulina* sp. menurut Ridlo, et al. (2015) dilakukan dengan metode *cold maceration* dan *freezing-thawing*. Sampel kering *Spirulina* sp. digerus dengan mortar sampai halus. Sampel yang telah halus kemudian dimaserasi dalam aquades dengan perbandingan 1:100 (w/v). Hasil maserasi dihomogenasi dengan cara di vortex selama 1 menit. Sampel dibekukan dalam freezer selama 12 jam, dilanjutkan proses *thawing* (pencairan sampel beku) selama 12 jam pada suhu kamar. Proses *freezing-thawing* dilakukan 2 siklus. Filtrat selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan *centrifuge* 3000 rpm selama 30 menit. Filtrat disaring sehingga diperoleh ekstrak kasar fikosianin *Spirulina* sp. Filtrat fikosianin diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 400 – 800 nm. Perhitungan kadar fikosianin dihitung dengan rumus Bennet dan Bogorad (1973) sebagai berikut:

$$PC \text{ (mg. mL}^{-3}\text{)} = \frac{\{A_{620} - (0,7 \times A_{650})\}}{7,38}$$

Keterangan :

PC (ppt) = Kadar Fikosianin

$A_{620}$  = Nilai absorbansi pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 620 nm

$A_{650}$  = Nilai absorbansi pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 650 nm

#### Analisa Data

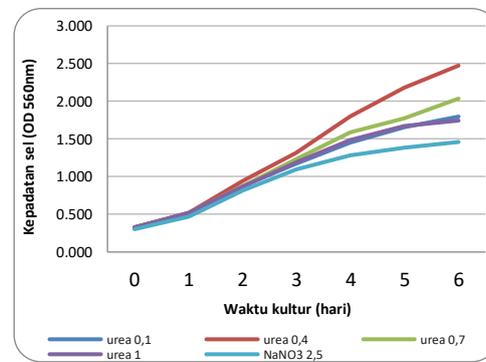
Data pertumbuhan (laju pertumbuhan dan *doubling time*) dan kandungan protein dan pigmen yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, analisa

keragaman *analysis of variance* (ANOVA), dan dilanjutkan dengan uji BNT. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi secara normal atau tidak. Uji Homogenitas yang digunakan untuk mengetahui keseragaman data. Analisis dilakukan dengan menggunakan program aplikasi komputer yaitu SPSS ver. 24 for windows. Pengambilan keputusan dan penarikan kesimpulan pada taraf signifikan 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan *Spirulina platensis* pada media urea

Pertumbuhan *S. platensis* pada perlakuan pemberian urea menunjukkan pola pertumbuhan yang sama (Gambar 1). Berdasarkan grafik menunjukkan bahwa *S. platensis* mengalami fase adaptasi, fase eksponensial, dan masuk fase stationer. Hal ini sesuai dengan pendapat Maulana, et al. (2017), bahwa profil fase pertumbuhan *Spirulina* sp. dibagi dalam 4 fase yaitu fase adaptasi (*lag*), logaritmik/eksponensial, stasioner, dan kematian.



Gambar 1. Pertumbuhan *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Fase adaptasi berlangsung pada hari ke-0 hingga hari ke-1 kultur. Adaptasi *S. platensis* pada penelitian saat kultur tergolong cepat. Fase pengambilan bibit yang digunakan yaitu pada saat *S. platensis* berada pada fase eksponensial. Muliani, et al. (2018), menjelaskan bahwa bibit yang digunakan berasal dari *Spirulina* sp. saat dalam fase eksponensial. Bibit dari fase ini dapat tumbuh dengan cepat. Piu, et al. (2022), menyatakan pada fase adaptasi

*Spirulina* sp. mengalami penyesuaian dengan lingkungannya serta penambahan kelimpahan masih sedikit. Semua perlakuan pada penelitian terlihat penambahan pertumbuhan sel dalam waktu 1 hari yang menunjukkan bahwa spirulina dapat beradaptasi dengan baik dan mampu memanfaatkan nutrisi yang terkandung pada media kultur.

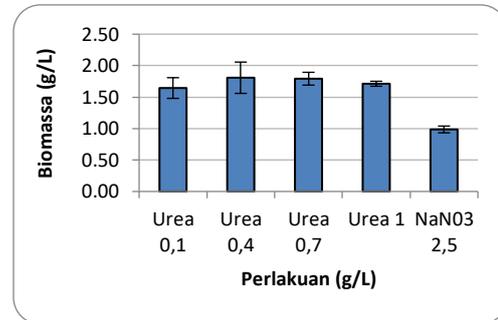
Fase eksponensial terjadi pada hari ke-1 hingga hari ke-4 kultur. Pertumbuhan *S. platensis* pada fase ini terus mengalami peningkatan hingga menuju pertumbuhan maksimum. Tinambunan, et al. (2017), menjelaskan bahwa fase eksponensial terjadi ketika faktor lingkungan dapat mendukung pertumbuhan *Spirulina* sp.. Faktor nutrisi dalam hal ini juga memenuhi kebutuhan dalam pertumbuhan *Spirulina* sp.. Ketika *Spirulina* sp. terpenuhi nutrisinya maka pada fase eksponensial dapat bereproduksi sehingga sel akan terus meningkat.

*S. platensis* pada hari ke-5 hingga hari ke-6 menunjukkan pertumbuhan yang mulai stabil atau masuk pada fase awal stationer. Pada fase *S. platensis* mengalami pertumbuhan yang setimbang dengan kematiannya. Pertumbuhan *S. platensis* pada fase stationer mencapai puncak pertumbuhan. Hariyati (2008), menjelaskan bahwa pada hari ke-6 hingga hari ke-7 terjadi perlambatan pertumbuhan pada *Spirulina* sp.. Pertumbuhan tidak mengalami banyak peningkatan dibandingkan dengan fase eksponensial karena nutrisi semakin berkurang. Hari ke-6 merupakan tahap dimana *Spirulina* sp. mencapai puncak kepadatan maksimal. Setelah tahap ini pertumbuhan secara bertahap mengalami penurunan. Penurunan kepadatan dipengaruhi oleh intensitas cahaya, nutrisi serta kompetisi antar sel.

### Biomassa *S. platensis* pada media urea

Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa pemberian urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) berpengaruh nyata terhadap biomassa *S. platensis* (Gambar 2). Data biomassa tertinggi diantara perlakuan pemberian urea selama kultur dihasilkan

pada perlakuan dengan dosis 0,4 g/L. Biomassa yang dihasilkan pada perlakuan tersebut yaitu sebesar 1,81 g/L.



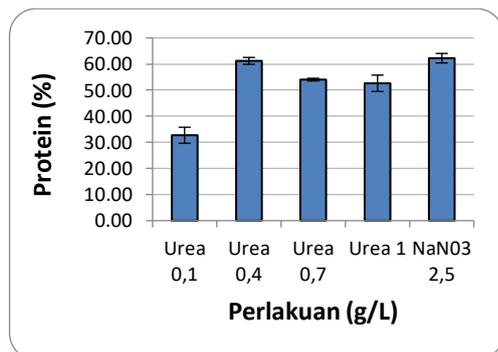
Gambar 2. Biomassa *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Hasil biomassa dipengaruhi oleh nitrogen yang diperoleh dari sumber urea. Sopandi (2020), menyatakan nitrogen berpengaruh terhadap biomassa *Spirulina* sp.. karena nitrogen berperan dalam pembentukan makromolekul dan biomassa sel. Nitrogen yang rendah pada media budidaya dapat meningkatkan kandungan lipid pada beberapa biomassa mikroalga. Hal ini juga sesuai dengan Mutia, et al. (2021), menjelaskan bahwa biomassa dipengaruhi oleh nutrisi seperti nitrogen dan karbon. Nitrogen menjadi faktor penting dalam perkembangan dan pertumbuhan *Spirulina* sp.. Sumber nitrogen mempengaruhi proses fotosintesis *Spirulina* sp.. Fotosintesis berkaitan dengan jumlah biomassa yang dihasilkan oleh *Spirulina* sp. Selain faktor lingkungan yang mendukung, penambahan nitrogen yang sesuai menjadikan fotosintesis pada *Spirulina* sp. berlangsung secara optimal sehingga menghasilkan biomassa yang tinggi.

Unsur nitrogen penting dalam pertumbuhan dan dapat memproses pembentukan sel DNA, RNA dan enzim. Konsentrasi nitrogen yang lebih rendah atau lebih tinggi dapat menghambat laju pertumbuhan. Pemberian nitrogen yang sesuai serta kondisi lingkungan yang mendukung dapat membuat fotosintesis berjalan optimal sehingga laju pertumbuhan meningkat dan menghasilkan biomassa yang tinggi (Putri dan Sopandi, 2012).

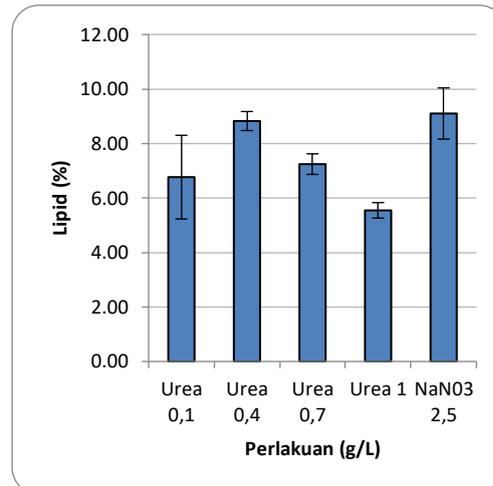
### Kandungan nutrisi *S. platensis* pada media urea

Kadar protein yang dihasilkan oleh sel *S. platensis* (Gambar 3) tertinggi dihasilkan oleh *S. platensis* yang dikultur pada media dengan dosis 0,4 g/L dengan kadar protein sebesar 61,2% dan kadar protein terendah didapatkan pada sel *S. platensis* yang dikultur pada media dengan dosis 0,1 g/L dengan nilai sebesar 32,7%. Sedangkan kadar protein yang dihasilkan pada media NaNO<sub>3</sub> dan Urea menghasilkan hasil yang hampir sama yaitu 62,2% dan 61,2%. Protein yang terkandung dalam sel *S. platensis* dengan media kultur urea tidak sebanding dengan biomassa yang dihasilkan. Nilai biomassa pada media urea 0,4 g/L sedikit lebih rendah jika dibandingkan sumber nitrogen pada media standar yaitu NaNO<sub>3</sub>.



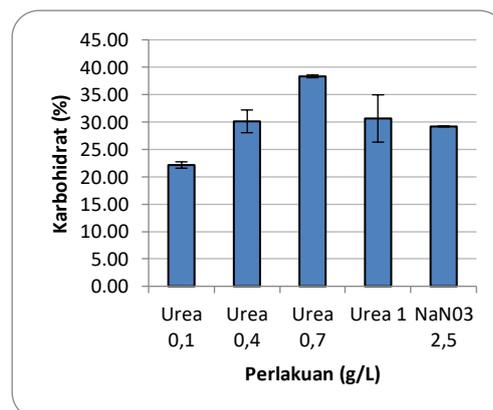
Gambar 3. Kandungan protein *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Hasil yang serupa juga didapatkan pada kandungan lipid (Gambar 4). Kandungan lipid yang dihasilkan oleh sel *S. platensis* tertinggi dihasilkan oleh *S. platensis* yang dikultur pada media dengan dosis 0,4 g/L dengan kandungan lipid sebesar 8,8% dan kandungan lipid terendah didapatkan pada sel *S. platensis* yang dikultur pada media dengan dosis 1 g/L dengan nilai sebesar 5,6%. Sedangkan kadar lipid yang dihasilkan pada media NaNO<sub>3</sub> dan Urea 0,4 g/L menghasilkan hasil yang hampir sama yaitu 9,1% dan 8,8%.



Gambar 4. Kandungan lipid *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Sementara itu, hasil yang sedikit berbeda didapatkan pada kandungan karbohidrat (Gambar 5). Kandungan karbohidrat yang dihasilkan oleh sel *S. platensis* tertinggi dihasilkan oleh *S. platensis* yang dikultur pada media dengan dosis 0,7 g/L dengan kandungan karbohidrat sebesar 38,3% dan kandungan karbohidrat terendah didapatkan pada sel *S. platensis* yang dikultur pada media dengan dosis 0,1 g/L dengan nilai sebesar 22,1%. Kadar karbohidrat yang dihasilkan pada media NaNO<sub>3</sub> dan Urea 0,4 g/L menunjukkan hasil yang hampir sama yaitu 29,1% dan 30,1%.



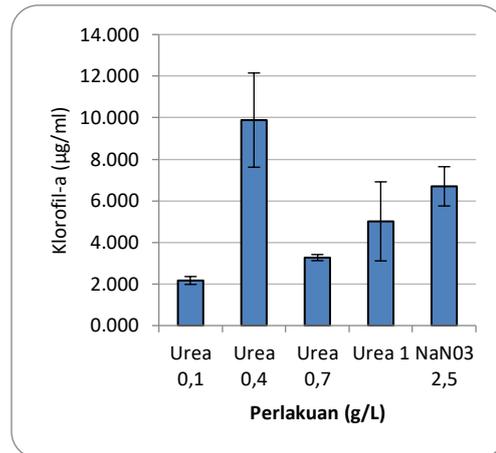
Gambar 5. Kandungan karbohidrat *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Kandungan nutrisi mikroalga dapat dipengaruhi oleh media yang digunakan. Kumbhar, et al. (2020) menjelaskan bahwa sel-sel *Chlorella* sp. yang dikultur dalam

media urea dengan dosis 0,5 g/L dan 1 g/L urea cenderung meningkatkan kandungan karbohidratnya dan sel *Chlorella* sp. yang dikultur pada media urea dengan dosis 0,2 g/l dapat meningkatkan kandungan karbohidrat secara signifikan. Mikroalga dapat mengubah komposisi biomasnya dalam kondisi stres untuk mengakumulasi kandungan karbohidrat, dalam kondisi kekurangan N, makromolekul pada *Chlorella* sp. yang mengandung N dan senyawa cadangan karbon seperti karbohidrat meningkat. Hal ini lah yang menyebabkan lebih tingginya kandungan karbohidrat daripada protein pada media urea. Seenuvasan, et al. (2014) juga menjelaskan bahwa pada kondisi lingkungan yang optimal terutama nilai pH yang memadai, kandungan protein pada media dengan penambahan KNO<sub>3</sub> menunjukkan nilai yang lebih tinggi yaitu 30-48%. Kandungan protein akan menurun dengan terjadinya penurunan kandungan nitrogen.

#### Kandungan pigmen *S. platensis* pada media urea

Kandungan klorofil-a yang didapatkan pada tiap perlakuan (Gambar 6) menunjukkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada sel *S. platensis* yang dikultur pada media dengan sumber nitrogen berupa urea 0,4 g/L sebesar 9,8 µg/ml dan kandungan klorofil-a terendah dihasilkan oleh sel *S. platensis* yang dikultur pada media urea 0,1 g/L sebesar 2,2 µg/ml. Klorofil-a pada fitoplankton menurut Adani, et al. (2013), ialah pigmen aktif pada sel tumbuhan yang memiliki peran penting pada keberlangsungan fotosintesis perairan. Dalam mata rantai makanan (*food chain*) di perairan fitoplankton berperan sebagai produsen primer yang mampu mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis, untuk itu maka kandungan klorofil-a digunakan sebagai *standing stock* fitoplankton yang dapat dijadikan produktivitas primer suatu perairan.



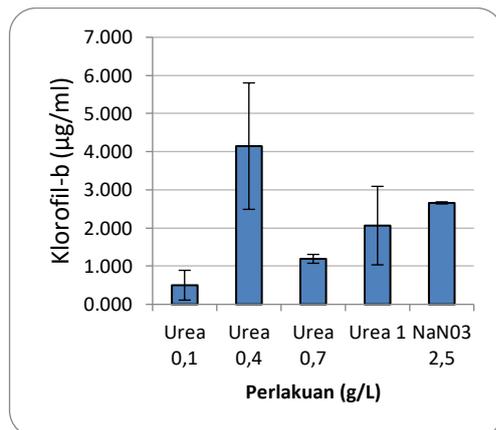
Gambar 6. Kandungan klorofil-a *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Pigmen fotosintesis pada mikroalga memiliki hubungan dengan kepadatan sel, sehingga semakin tinggi konsentrasi sel dalam media kultur maka semakin tinggi pula produksi pigmen fotosintesis yang dihasilkan sehingga diikuti dengan meningkatnya klorofil-a yang dihasilkan (Ponnuswany, et al., 2013). Seperti yang diungkapkan oleh Silva Junior, et al. (2013), bahwa pemeliharaan yang dilakukan pada media yang mengandung urea akan meningkatkan kandungan nutrisi. Terjadi peningkatan pada kandungan klorofil-a pada pemeliharaan dengan media urea hingga 5% daripada media kontrol tanpa urea. Kondisi lingkungan kultur dan ketersediaan nutrisi pada media yang digunakan juga dapat mempengaruhi kandungan klorofil-a dan mempengaruhi efisiensi fotosintesis.

Salah satu nutrisi penting yang ketersediaannya harus selalu terjaga ialah nitrogen. Nitrogen berperan penting dalam sintesis protein. Rendahnya nilai nitrogen dalam media kultur akan menyebabkan gangguan pada pemanfaatan energi dan penurunan fungsi-fungsi penting seperti penyerapan nutrisi dan produksi karbohidrat untuk pertumbuhan sel *Chlorella* sp. Hubungan ini disebabkan oleh fakta bahwa 50-70% dari total N yang dimanfaatkan akan dimasukkan ke dalam enzim yang berasosiasi dengan kloroplas. Hal ini menunjukkan bahwa pemeliharaan yang dilakukan dengan media urea dapat meningkatkan nilai klorofil-a pada sel

*Chlorella* sp. karena ketersediaan nutrisi yang memadai.

Kandungan klorofil-b yang didapatkan pada tiap perlakuan (Gambar 7) menunjukkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada sel *S. platensis* yang dikultur pada media dengan sumber nitrogen berupa urea 0,4 g/L sebesar 4,1 µg/ml dan kandungan klorofil-b terendah dihasilkan oleh sel *S. platensis* yang dikultur pada media urea 0,1 g/L sebesar 0,5 µg/ml. Klorofil b merupakan pigmen utama fotosintetik, yang berperan menyerap cahaya violet, biru, merah dan memantulkan cahaya hijau. Molekul klorofil adalah suatu derivat porfirin yang mempunyai struktur tetrapirrol siklis dengan satu cincin pirol yang sebagian tereduksi, klorofil-b menyusun sekitar 25% dari total protein (Maulid dan Laily, 2015).

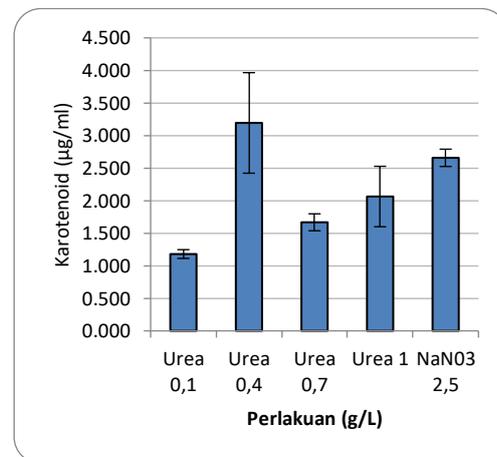


Gambar 7. Kandungan klorofil-b *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Tingginya nilai klorofil-b pada media dengan sumber nitrogen berupa urea menurut Kumbhar, et al. (2020), ialah karena adanya konsentrasi nitrogen yang cukup, tercukupinya kebutuhan nitrogen akan cenderung meningkatkan kandungan klorofil baik a ataupun b dalam sel *Chlorella* sp. Nilai tertinggi kandungan klorofil yang didapatkan terdapat pada penggunaan media urea dengan dosis 0,4 g/l. Peningkatan nilai klorofil ini terjadi ketika sumber karbon dalam media berupa N, P, K, Ca, Mg, dan elemen lain yang terkandung dalam urea memiliki kadar yang optimum. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media dengan sumber

nitrogen berupa urea secara signifikan dapat meningkatkan nilai klorofil baik klorofil-a ataupun klorofil-b bahkan juga pigmen karotenoid pada sel *Chlorella* sp. yang dipelihara.

Kandungan karotenoid yang didapatkan pada tiap perlakuan (Gambar 8) menunjukkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada sel *S. platensis* yang dikultur pada media dengan sumber nitrogen berupa urea 0,4 sebesar 3,2 µg/ml dan kandungan karotenoid terendah dihasilkan oleh sel *S. platensis* yang dikultur pada media urea 0,1 g/L sebesar 1,2 µg/ml. Karotenoid ialah salah satu pigmen yang terkandung dalam sel mikroalga, pigmen ini akan memberikan warna kuning, jingga hingga merah. Karotenoid merupakan pigmen pendamping dari pigmen utama yaitu klorofil atau zat hijau daun yang menjalankan fungsi penyerapan energi cahaya untuk fotosintesis (Maleta, et al., 2018).

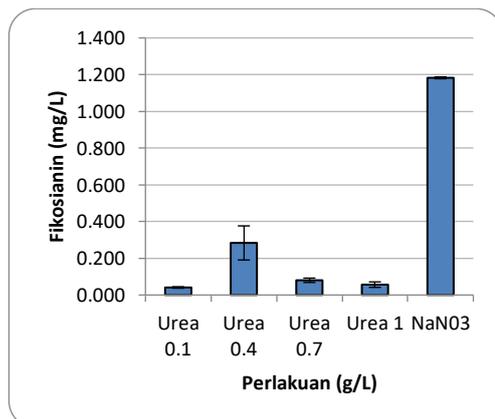


Gambar 8. Kandungan karotenoid *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Mikroalga yang ditumbuhkan pada media urea menunjukkan peningkatan kandungan pigmen termasuk karotenoid daripada mikroalga yang ditumbuhkan pada media BG-11. Tingginya kandungan karotenoid pada sel *Chlorella* sp. diakibatkan adanya kelimpahan dan efisiensi kompleks fotosintesis dengan ketersediaan nutrisi mineral termasuk mangan, kalsium, klorida, Fe, tembaga, dan kuinon. Penggunaan urea juga dapat

menyediakan CO<sub>2</sub> tambahan untuk metabolisme alga dan dapat mengaktifkan jalur metabolisme dimana hal tersebut dapat meningkatkan hasil biomassa dan pigmen dalam sel *Chlorella* sp. yang ditumbuhkan (Ribeiro, et al., 2019).

Dari hasil penelitian didapatkan hasil kandungan fikosianin tertinggi pada perlakuan dengan NaNO<sub>3</sub> sebagai sumber nitrogen (Gambar 9). Kandungan fikosianin terendah diperoleh perlakuan urea 0,1 g/L. Penggunaan urea berpengaruh nyata terhadap kandungan fikosianin. Chaiklahan, et al. (2012), bahan kimia yang digunakan selama proses ekstraksi, pemisahan, dan pemurnian merupakan hal yang penting untuk stabilitas molekul fikosianin. Degradasi fikosianin tergantung pada keadaan agregasi protein, yang dipengaruhi oleh parameter seperti cahaya, suhu, pH dan konsentrasi protein.



Gambar 9. Kandungan fikosianin *S. platensis* pada dosis urea berbeda

Nitrogen dalam beberapa penelitian dijelaskan dapat mempengaruhi hasil fikosianin. Sukadarti, et al. (2016), menjelaskan bahwa penambahan urea menambah nitrogen dalam kultur sehingga protein juga meningkat. Nitrogen yang kurang dalam kultur akan menyebabkan fikosianin akan sedikit. Setyoningrum dan Nur (2015), menjelaskan bahwa hasil fikosianin dan biomassa dan sangat kontras. Diketahui bahwa tingkat fikosianin tidak hanya tergantung pada biomassa, tetapi juga pada laju pertumbuhan. Khairunnisa, et al. (2018), menyatakan bahwa konsentrasi sumber

nitrogen yang tersedia mempengaruhi kadar fikosianin. Kadar fikosianin maksimum dihasilkan saat nitrogen dalam media kultur hampir habis. Setelah nitrogen tidak tersedia maka fikosianin akan turun drastis. Hal ini disebabkan fikosianin memiliki peran dalam pembentukan nitrogen pada saat medium kultur kekurangan nitrogen fikosianin akan terdegradasi dan mejadi sumber nitrogen bagi kultur *Spirulina* sp..

Perlakuan pemberian urea 0,4 g/L menjadikan ketersediaan nitrogen yang cukup bagi *S. platensis*. Pemanfaatan nutrisi berjalan baik sehingga pembentukan fikosianin dapat meningkat. Hal ini sesuai dengan Dianursanti, et al. (2018), menjelaskan urea menjadi faktor yang berpengaruh terhadap fikosianin terkait dengan nitrogen dalam media kultur. Kandungan fikosianin meningkat seiring dengan meningkatnya urea. Dalam penelitiannya diketahui bahwa kandungan nitrogen rendah menghasilkan akumulasi fikosianin 0,37%. Kandungan nitrogen tertinggi memperoleh akumulasi fikosianin yang tinggi yaitu 1,3%. Nitrogen berfungsi sebagai unsur makro yang penting dalam sintesis protein dan konstituen struktur kimia fikosianin dalam *Spirulina* sp.. Mikroalga akan menurunkan kandungan protein termasuk fikosianin ketika mikroalga kekurangan unsur nitrogen. Saat konsentrasi urea terlalu rendah dalam kultur, maka fikosianin yang dihasilkan akan lebih sedikit dibandingkan dengan sumber nitrogen dari perlakuan menggunakan media zarrouk

Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat bahwa penggunaan urea yang berlebih tidak serta merta dapat meningkatkan pertumbuhan maupun kandungan pigmen *S. platensis*. Senyawa urea yang tidak dimanfaatkan dapat menjadi toksik dan mengganggu proses fisiologis seperti pembentukan fikosianin. Kurniawati, et al. (2020), menyatakan sintesis protein meningkat ketika nitrogen ditingkatkan. Namun, jika nitrogen dalam media terlalu tinggi maka akan menurunkan protein dan mempengaruhi kandungan fikosianin. *Spirulina* sp. memiliki batas penggunaan unsur nitrogen.

Penggunaan nutrisi yang mencapai batas maksimum akan menyebabkan terhambatnya sintesis protein. Nitrogen yang berlebihan juga dapat menjadi toksik bagi pertumbuhan *Spirulina* sp.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

- Penggunaan urea sebagai sumber nitrogen berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi *S. platensis*
- Dosis urea yang menghasilkan pertumbuhan dan kandungan nutrisi terbaik adalah 0,4 g/L
- Urea dapat digunakan sebagai sumber nitrogen alternatif pada kultivasi *S. platensis*

### Saran

Penggunaan urea sebagai sumber nitrogen harus diberikan pada dosis yang tepat karena jika berlebih dapat menurunkan pertumbuhan dan kandungan nutrisi *S. platensis*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait efek negatif dari penggunaan urea pada dosis yang berlebih.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Brawijaya atas bantuan finansial melalui Hibah Penelitian Pemula Nomor: 974.66/UN10.CI0/PN/2022. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adani, N. G., Hendarto, B., & Muskanonfola, M. R. (2013). Kesuburan Perairan Ditinjau dari Kandungan Klorofil-a Fitoplankton: Studi Kasus di Sungai Wedung, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(4), 38-45.
- Ak, I., Cirik, S., & Goksan, T. (2011). Effect of light intensity, salinity and temperature on growth in Camalt1 strain of *Dunaliella viridis* Teodoresco from Turkey. *Journal of Biological Sciences*, 8(8), 1356–1359.
- Bennett, A., & Bogorad, L. (1987). Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. *Journal of Cell Biology*, 58, 419–435.
- Dianursanti, Indraputri, C. M., & Taurina, Z. (2018, February). Optimization of phycocyanin extraction from microalgae *Spirulina platensis* by sonication as antioxidant. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1933, No. 1, p. 030013). AIP Publishing LLC.
- Hariyati, R. (2008). Pertumbuhan dan biomassa *Spirulina* sp. dalam skala laboratoris. *Bioma*. 10(1): 19-22.
- Janssen, M., Kuijpers, T. C., Veldhoen, B., Ternbach, M. B., Tramper, J., L.R. Mur, A., & Wijffels, R. H. (1999). Specific growth rates of *Chlamydomonas reinhardtii* and *Chlorella sorokiniana* under medium duration light/dark cycles: 13 -87s. *Journal of Biotechnology*, 70, 323–333.
- Kumbhar, A. N., He, M., Rajper, A. R., Memon, K. A., Rizwan, M., Nagi, M., ... & Wang, C. (2020). The use of urea and kelp waste extract is a promising strategy for maximizing the biomass productivity and lipid content in *Chlorella sorokiniana*. *Plants*, 9(4), 463.
- Kurniawati, R., Praharyawan, S., & Panji, T. (2020). Optimasi nisbah natrium nitrat: urea dan konsentrasi nitrogen pada kultivasi *Spirulina platensis* untuk produksi protein dan pigmen fikosianin. *Menara Perkebunan*. 88(2): 130-140.
- Li, X., Manuel, J., Slavens, S., Crunkleton, D. W., & Johannes, T. W. (2021). Interactive effects of light quality and culturing temperature on algal cell

- size, biomass doubling time, protein content, and carbohydrate content. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **105**(2): 587-597.
- Lichtenthaler, H. . (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Journal of Methods Enzymology*, **148**, 350–382.
- 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.
- 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 Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. **5**(1): 30-35.
- Mutia, S., Nedi, S., & Elizal, E. (2021). EFFECT OF NITRATE AND PHOSPATE CONCENTRATION ON *Spirulina platensis* WITH INDOOR SCALE. *Asian Journal of Aquatic Sciences*. **4**(1): 29-35.
- Piu, N. J. F., Koniyo, Y., & Salam, A. (2022). The Effect of Salinity and Light on the Density of *Spirulina platensis*, by using Walne Media. *European Multidisciplinary Journal of Modern Science*. 1-16.
- Putri, S. A., & Sopandi, T. (2012). Konsumsi Nitrogen Dan Karbon Oleh *Spirulina platensis* Dari Kotoran Burung Puyuh Sebagai Media Kultivasi. *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*. **14**(1): 1-9.
- Ribeiro, D. M., Roncaratti, L. F., Possa, G. C., Garcia, L. C., Cançado, L. J., Williams, T. C. R., & Brasil, B. D. S. A. F. (2020). A low-cost approach for *Chlorella sorokiniana* production through combined use of urea, ammonia and nitrate based fertilizers. *Bioresource Technology Reports*, **9**, 100354.
- Ridlo, A., Sedjati, S., & Supriyantini, E. (2016). Aktivitas anti oksidan fikosianin dari *Spirulina sp.* Menggunakan metode transfer elektron dengan DPPH (1, 1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal Kelautan Tropis*. **18**(2) : 58-63.
- Ritchie, R. . (2006). Consistent sets of spectrophotometric chlorophyll equations for acetone, methanol and ethanol solvents. *Photosynthesis Research*, **89**, 27–41
- Sopandi, T., Rohmah, S., & Agustina, S. A. T. (2020). *AJAB. Asian J Agric & Biol*. **8**(2): 158-167.
- Seenuvasan, M., Kumar, K. S., Abinandan, S., Anugraha, C., Umamageshwari, K., Kumar, M. A., & Balaji, N. (2014). Statistical analysis on stress induced lipid accumulation along with the major cell components of *Chlorella sp.* *International Journal of ChemTech Research*, **6**(9), 4186-4192.
- Silva Júnior, J. M. D., Rodrigues, M., Castro, E. M. D., Bertolucci, S. K. V., & Pasqual, M. (2013). Changes in anatomy and chlorophyll synthesis in orchids propagated in vitro in the presence of urea. *Acta Scientiarum. Agronomy*, **35**, 65-72.
- Sukadarti, S., Murni, S. W., & Nur, M. A. (2016). Peningkatan phycocyanin pada *Spirulina platensis* dengan media limbah virgin coconut oil pada photobioreactor tertutup. *Eksergi*. **13**(2): 1-6.
- 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*. **1** :15-22.