

## Pengaruh Perbedaan Jenis dan Konsentrasi Sumber Nitrogen ( $\text{NaNO}_3$ dan urea) terhadap Produksi Biomassa *Spirulina platensis*

### Effect of Differences in Type and Concentration of Nitrogen Sources ( $\text{NaNO}_3$ and Urea) on *Spirulina platensis* Biomass Production

Iqbal Syaichurrozi\*, Yustinus Selis Toron, Sharfan Dwicahyanto, Wardalia

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jendral Soedirman Km 3, Cilegon 42435, Provinsi Banten, Indonesia

#### Artikel histori :

Diterima 1 April 2023  
Diterima dalam revisi 27 Mei 2023  
Diterima 28 Mei 2023  
Online 3 Juli 2023

**ABSTRAK:** Tujuan penelitian ini adalah menginvestigasi pengaruh konsentrasi dan jenis sumber nitrogen pada medium kultivasi terhadap produksi biomassa dan kandungan biokimia (karbohidrat, protein, lemak) dalam biomassa *Spirulina platensis*. Jenis sumber nitrogen meliputi  $\text{NaNO}_3$  dan urea, dimana konsentrasinya divariasikan 0,5-3,5 g/L. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan urea cenderung menghasilkan biomassa *S. platensis* lebih banyak dibandingkan penggunaan  $\text{NaNO}_3$ . Konsentrasi terbaik yang menghasilkan biomassa tertinggi adalah  $\text{NaNO}_3$  2,5 g/L (biomassa 0,6745 g/L) dan urea 0,5 g/L (biomassa 0,7158 g/L). Penggunaan urea juga cenderung menghasilkan laju pertumbuhan spesifik yang lebih besar dan waktu berganda yang lebih singkat dibandingkan penggunaan  $\text{NaNO}_3$ . Konsentrasi sumber nitrogen yang tinggi menyebabkan pH medium dapat meningkat lebih cepat karena akumulasi ammonium di dalam medium. Penggunaan  $\text{NaNO}_3$  dapat menghasilkan biomassa dengan kandungan protein yang lebih tinggi (28,34-36,98%) dibandingkan penggunaan urea (25,86-33,52%).

**Kata Kunci:** medium kultivasi;  $\text{NaNO}_3$ ; protein; *Spirulina platensis*; urea

**ABSTRACT:** The goal of this study was to investigate the effect of the concentration and the type of nitrogen sources in the cultivation medium on the production of biomass and biochemical content (carbohydrates, proteins, fats) in the *Spirulina platensis* biomass. Types of nitrogen sources included  $\text{NaNO}_3$  and urea, where the concentrations were varied from 0.5 to 3.5 g/L. The results showed that the use of urea tended to produce more *S. platensis* biomass than the use of  $\text{NaNO}_3$ . The best concentrations that produced the highest biomass were  $\text{NaNO}_3$  2.5 g/L (biomass 0.6745 g/L) and urea 0.5 g/L (biomass 0.7158 g/L). The use of urea also tended to produce a higher specific growth rate and a shorter doubling time than the use of  $\text{NaNO}_3$ . The high concentration of nitrogen sources caused the pH of the medium to increase more rapidly due to the accumulation of ammonium in the medium. Using  $\text{NaNO}_3$  can produce biomass with a higher protein content (28.34-36.98%) than using urea (25.86-33.52%).

**Keywords:** medium of cultivation;  $\text{NaNO}_3$ ; protein; *Spirulina platensis*; urea

#### 1. Pendahuluan

Salah satu jenis mikroalga yang populer adalah *Spirulina platensis*. Mikroalga jenis ini mempunyai keunggulan dibandingkan mikroalga jenis lainnya karena memiliki ukuran biomassa yang lebih besar dan laju pertumbuhan yang lebih cepat sehingga biomassa yang terbentuk dapat dengan cepat dan mudah untuk dipanen (Budiyono et al., 2014; Syaichurrozi & Jayanudin, 2017; Syaichurrozi & Jayanudin, 2017). Mikroalga *S. platensis* dikenal sebagai mikroalga yang kaya akan kandungan protein. Dilaporkan bahwa setiap 1 are biomassa *S. platensis* mempunyai 20 kali lipat kandungan protein jika dibandingkan kandungan

protein pada 1 are jagung atau kedelai. Selain itu, biomassa *S. platensis* mengandung protein 200 kali lipat jika dibandingkan dengan daging dengan jumlah yang sama (Spolaore et al., 2006; Syaichurrozi et al., 2016; Syaichurrozi & Jayanudin, 2017).

*S. platensis* dapat dikultivasi pada media air tawar yang mengandung berbagai nutrient. Makronutrien yang dibutuhkan adalah karbon dan nitrogen. Sumber cahaya juga dibutuhkan oleh *S. platensis* untuk melakukan proses fotosintesis. Kandungan karbohidrat, protein dan lemak pada biomassa mikroalga dipengaruhi oleh jenis mikroalga dan cara kultivasinya termasuk kandungan nutrien pada

\* Corresponding Author:

Email: iqbal\_syaichurrozi@untirta.ac.id

medium kultivasi (Markou et al., 2012). Nutrien pada medium kultivasi adalah salah satu faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan dan kandungan biomassa pada mikroalga (Cornet et al., 1992).

Proses kultivasi mikroalga dengan biaya rendah tetapi menghasilkan biomassa yang besar sangat diminati karena dapat menghasilkan keuntungan yang besar. Dua komponen biaya kultivasi yang paling besar adalah biaya labor dan biaya pembelian nutrient (Vonshak, 1997). Salah satu medium kultivasi yang membutuhkan nutrien yang tidak terlalu banyak adalah medium Zarrouk. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Raof et al. (Raof et al., 2006) melaporkan bahwa medium Zarrouk bisa dimodifikasi yaitu dengan menurunkan kebutuhan nutrien tetapi masih menghasilkan biomassa *S. platensis* dengan kandungan protein yang tetap tinggi (hampir sama dengan kandungan protein pada biomassa *S. platensis* dengan medium Zarrouk).

Medium Raof menggunakan NaNO<sub>3</sub> sebagai sumber nitrogen. Selain NaNO<sub>3</sub>, sumber nitrogen lain yang sering digunakan adalah urea. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menginvestigasi pengaruh perbedaan konsentrasi (0,5-3,5 g/L) dan jenis sumber nitrogen (NaNO<sub>3</sub> dan urea) terhadap produksi biomassa serta kandungan biokimia (protein, karbohidrat, lemak) pada biomassa yang dihasilkan.

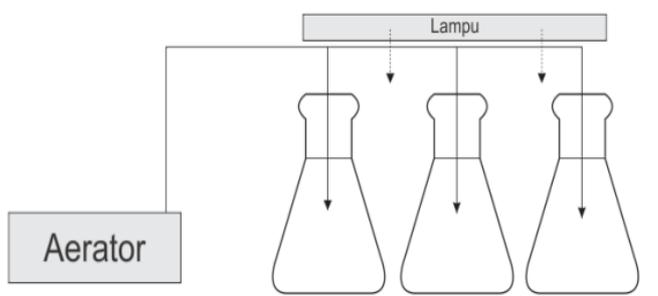
## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Mikroalga *S. platensis*

Penelitian ini menggunakan mikroalga jenis *S. platensis* yang diperoleh dari tempat yang sama dengan penelitian sebelumnya (Syaichurrozi et al., 2022) yaitu BBPBAP di Kabupaten Jepara (Provinsi Jawa Tengah).

### 2.2 Perancangan Alat Skala Laboratorium

Fotobioreaktor *batch* skala laboratorium dibangun menggunakan Erlenmeyer volume 1 L. Selanjutnya, lampu tube light merek Philips dengan daya 18 Watt dimanfaatkan sebagai sumber cahaya yang ditempatkan dengan jarak 18 cm dari Erlenmeyer. Aerator digunakan untuk mensuplai udara ke dalam fotobioreaktor. Udara tersebut berfungsi untuk pengadukan. Susunan fotobioreaktor kultivasi mikroalga *S. platensis* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Fotobioreaktor skala laboratorium (Syaichurrozi et al., 2022)

### 2.3 Desain Penelitian

Pada penelitian ini, medium RM<sub>6</sub> yang ditemukan oleh Raof (Raof et al., 2006) digunakan sebagai medium dasar. Medium ini membutuhkan beberapa nutrien sebagai berikut NaNO<sub>3</sub> 2,5 g/L, NaHCO<sub>3</sub> 8 g/L, TSP 1,25 g/L, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0,15 g/L, NaCl 0,5 g/L, KCl 0,898 g/L, and CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,04 g/L. Akan tetapi, untuk penyederhanaan, penelitian ini hanya menggunakan nutrien inti yaitu NaNO<sub>3</sub> 2,5 g/L, NaHCO<sub>3</sub> 8 g/L, dan TSP 1,25 g/L. Pada penelitian ini, konsentrasi NaNO<sub>3</sub> divariasikan menjadi 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L. Selain itu, akan dilakukan pergantian kebutuhan NaNO<sub>3</sub> menggunakan urea dimana konsentrasi urea juga divariasikan menjadi 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L.

Medium kultivasi dibuat dengan melarutkan nutrient yang dibutuhkan ke dalam 900 mL air tawar. Selanjutnya 100 mL kultur *S. platensis* ditambahkan ke dalam medium tersebut. pH awal medium diatur menjadi 9 menggunakan larutan NaOH 1 M.

### 2.4 Prosedur Penelitian

Pembiakan *S. platensis* dilakukan selama 2 minggu (14 hari). Volume aktif fotobioreaktor adalah 1000 mL. Setiap 2 hari, sampel cair ± 50 mL diambil untuk dilakukan analisa perubahan kondisi pH dan konsentrasi biomassa. Konsentrasi biomassa ditentukan dengan cara yang sama yang telah dilaporkan oleh penelitian sebelumnya (Syaichurrozi et al., 2022). Kertas saring (W1) digunakan untuk menyaring sampel. Kertas saring dengan biomassa basah dikeringkan di dalam oven dengan selama 4-5 jam temperatur ± 60 °C. Berat kertas saring dengan biomassa kering adalah W2. Maka, konsentrasi biomassa kering dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (1).

$$\text{Berat biomassa} = \frac{W2 - W1}{\text{volume sampel}} \quad (1)$$

Dimana:

W1 = massa kertas saring kosong

W2 = massa kertas saring+biomassa kering

Selanjutnya, biomassa kering dianalisa melalui uji *proximate* untuk mengetahui kandungan biokimia (protein, karbohidrat, lemak).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Produksi Biomassa *S. platensis*

Profil produksi biomassa *S. platensis* selama proses kultivasi dengan sumber nitrogen NaNO<sub>3</sub> dan urea disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1, pada rentang hari 0-4, jumlah biomassa mengalami sedikit penurunan. Hal tersebut menunjukkan bahwa *S. platensis* mengalami fase adaptasi (*lag phase*) sehingga sebagian *S. platensis* ada yang mati. Setelah *S. platensis* dapat beradaptasi di lingkungan medium, mikroalga tersebut tumbuh secara eksponensial yang ditunjukkan pada rentang hari 4 sampai dengan hari 10 atau 12. Setelah hari 10 atau 12, biomassa mengalami penurunan yang menunjukkan fase kematian (*death phase*). Kematian mikroalga dapat disebabkan oleh tingginya

densitas kultur karena jumlah biomassa yang banyak sehingga laju penetrasi cahaya menurun sehingga proses fotosintesis terganggu. Ketersediaan nutrisi yang menurun juga dapat menurunkan proses fotosintesis sehingga jumlah biomassa menurun.

Jumlah biomassa tertinggi ditunjukkan pada angka yang di “bold” pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, untuk sumber nitrogen berupa NaNO<sub>3</sub>, konsentrasi NaNO<sub>3</sub> 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L menghasilkan jumlah biomassa tertinggi masing-masing sebesar 0,6425; 0,6455; 0,6745; 0,5193 g/L yang diperoleh pada hari ke-12, 12, 12, 10. Sementara itu, untuk sumber nitrogen berupa urea, konsentrasi urea 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L menghasilkan jumlah biomassa tertinggi masing-masing sebesar 0,7158; 0,6615; 0,6085; 0,6598 g/L yang diperoleh pada hari ke-12, 10, 12, 10. Berdasarkan data tersebut, urea cenderung menghasilkan biomassa lebih tinggi dibandingkan NaNO<sub>3</sub>. *S. platensis* lebih memilih sumber nitrogen yang telah tereduksi dalam bentuk ammonium. Ketika NaNO<sub>3</sub> digunakan sebagai sumber nitrogen, NaNO<sub>3</sub> terurai menjadi ion-ion Na<sup>+</sup> (Natrium) dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitrat). Kemudian, mikroalga dapat menggunakan enzim *nitrate reductase* untuk mereduksi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitrat) menjadi NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (nitrit). Selanjutnya, mikroalga menggunakan enzim *nitrite reductase* untuk mereduksi NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (nitrit) menjadi ammonium (Annamalai et al., 2023; Erratt, 2017; Syaichurrozi et al., 2022). Sedangkan ketika urea digunakan sebagai sumber nitrogen, urea diasimilasi oleh enzim *urease* langsung menjadi ammonium dan karbon dioksida (Dhup et al., 2016; Erratt, 2017). Berdasarkan uraian tersebut, mikroalga membutuhkan energi yang lebih sedikit atau rute yang lebih pendek untuk mengkonsumsi urea dibandingkan

mengkonsumsi NaNO<sub>3</sub>. Selain itu, karbon dioksida yang dihasilkan dari proses hidrolisis urea oleh enzim *urease* dapat dimanfaatkan sebagai sumber carbon utama untuk proses fotosintesis (Erratt, 2017).

Berdasarkan Tabel 2, biomassa tertinggi diperoleh pada NaNO<sub>3</sub> 2,5 g/L dan urea 0,5 g/L. Konsentrasi NaNO<sub>3</sub> 2,5 g/L merupakan konsentrasi yang disarankan untuk medium kultivasi (Raof et al., 2006). Hasil penelitian ini menegaskan bahwa konsentrasi NaNO<sub>3</sub> paling baik adalah 2,5 g/L. Akan tetapi urea 0,5 g/L menghasilkan biomassa yang lebih tinggi dibandingkan NaNO<sub>3</sub> 2,5 g/L. Penjelasan terkait fenomena itu telah diuraikan pada paragraph sebelumnya.

Nilai laju pertumbuhan spesifik dan waktu berganda (*double time*) dapat ditentukan melalui persamaan (2) dan persamaan (3).

$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{B_{max}}{B_0}\right)}{(t_{max} - t_0)} \quad (2)$$

$$t_d = \frac{\ln(2)}{\mu} \quad (3)$$

Dimana:

- $B_{max}$  = konsentrasi biomassa tertinggi (g/L)
- $B_0$  = konsentrasi biomassa pada  $t_0$  (g/L)
- $\mu$  = laju pertumbuhan spesifik (/hari)
- $t_{max}$  = waktu tercapainya  $B_{max}$  (hari)
- $t_0$  = 0 hari
- $t_d$  = waktu berganda

**Tabel 1.** Produksi biomassa *S. platensis* pada berbagai jenis dan konsentrasi sumber nitrogen

Hari	Biomassa (g/L)							
	*NaNO <sub>3</sub> 0,5 g/L	*NaNO <sub>3</sub> 1,5 g/L	*NaNO <sub>3</sub> 2,5 g/L	*NaNO <sub>3</sub> 3,5 g/L	urea 0,5 g/L	urea 1,5 g/L	urea 2,5 g/L	urea 3,5 g/L
0	0.1302	0.1302	0.1302	0.1302	0.1302	0.1302	0.1302	0.1302
2	0.1270	0.1615	0.1395	0.1200	0.0615	0.0945	0.0585	0.0990
4	0.1770	0.1250	0.1095	0.1225	0.1250	0.1145	0.1415	0.1195
6	0.2200	0.1735	0.2005	0.2410	0.1785	0.1395	0.2315	0.2445
8	0.4145	0.3390	0.3425	0.4030	0.3190	0.3240	0.4135	0.3430
10	0.5580	0.5725	0.5973	<b>0.5193</b>	0.6438	<b>0.6615</b>	0.5335	<b>0.6598</b>
12	<b>0.6425</b>	<b>0.6455</b>	<b>0.6745</b>	0.3988	<b>0.7158</b>	0.5498	<b>0.6085</b>	0.6375
14	0.3755	0.3350	0.3115	0.3495	0.2770	0.3170	0.2735	0.2630

Note: \*Data telah dipublikasikan oleh (Syaichurrozi et al., 2022)

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan yang menunjukkan laju pertumbuhan spesifik dan waktu berganda pada berbagai jenis dan konsentrasi sumber nitrogen (NaNO<sub>3</sub> dan urea). Laju pertumbuhan spesifik menunjukkan laju pertumbuhan mikroalga per hari. Waktu berganda menunjukkan waktu yang diperlukan oleh mikroalga untuk menggandakan jumlah sel. Dengan kata lain, semakin tinggi waktu berganda maka semakin lama waktu yang diperlukan oleh mikroalga untuk menggandakan jumlah sel. Berdasarkan Tabel 2, untuk sumber nitrogen NaNO<sub>3</sub>, nilai  $\mu$  tertinggi didapatkan pada konsentrasi 3,5 g/L, sedangkan

untuk sumber nitrogen urea, nilai  $\mu$  tertinggi didapatkan pada konsentrasi 1,5 g/L. Selanjutnya, nilai  $t_d$  paling kecil diperoleh pada konsentrasi 3,5 g/L untuk sumber nitrogen NaNO<sub>3</sub> dan 1,5 g/L untuk sumber nitrogen urea. Jika dibandingkan antara NaNO<sub>3</sub> dan urea, sumber nitrogen urea menghasilkan nilai  $\mu$  lebih tinggi dan  $t_d$  lebih kecil. Data ini menunjukkan bahwa urea menghasilkan laju pertumbuhan spesifik dan waktu berganda yang lebih baik dibandingkan NaNO<sub>3</sub>. Hal ini juga dipengaruhi oleh kemudahan mikroalga untuk mengkonsumsi urea dibandingkan untuk mengkonsumsi NaNO<sub>3</sub>. Mikroalga membutuhkan energi

yang lebih sedikit atau rute yang lebih pendek ketika mengkonsumsi urea dibandingkan mengkonsumsi NaNO<sub>3</sub>, dan karbon dioksida yang dihasilkan dari proses hidrolisis

urea oleh enzim *urease* dapat dimanfaatkan sebagai sumber carbon utama untuk proses fotosintesis (Erratt, 2017)

**Tabel 2.** Data biomassa maksimum, laju pertumbuhan spesifik dan waktu berganda

Konsentrasi (g/L)	C:N:P	<sup>a</sup> B <sub>max</sub> (g/L)	<sup>a</sup> t <sub>max</sub> (hari)	<sup>a</sup> B <sub>0</sub> (g/L)	<sup>b</sup> μ (/hari)	<sup>c</sup> t <sub>d</sub> (hari)
Sumber nitrogen NaNO <sub>3</sub>						
0,5	4,8:0,3:1	0,6425	12	0,1302	0,1330	5,2106
1,5	4,8:1:1	0,6455	12	0,1302	0,1334	5,1954
2,5	4,8:1,7:1	<b>0,6745</b>	12	0,1302	0,1371	5,0566
3,5	4,8:2,4:1	0,5193	10	0,1302	0,1383	5,0107
Sumber nitrogen urea						
0,5	5,3:1:1	<b>0,7158</b>	12	0,1302	0,1420	4,8805
1,5	6,1:3,0:1	0,6615	10	0,1302	0,1625	4,2643
2,5	7:4,9:1	0,6085	12	0,1302	0,1285	5,3943
3,5	7,8:6,9:1	0,6598	10	0,1302	0,1623	4,2713

Note: <sup>a</sup> data diambil dari Tabel 1, <sup>b</sup> data dihitung menggunakan persamaan (2), <sup>c</sup> data dihitung menggunakan persamaan (3)

### 3.2 pH medium

Profil pH medium pada berbagai konsentrasi sumber nitrogen (NaNO<sub>3</sub> dan urea) ditampilkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, pH medium mengalami kenaikan dari pH 9 menjadi sekitar pH 10 untuk semua variasi. Peningkatan pH medium disebabkan oleh nutrisi NaHCO<sub>3</sub> yang ditambahkan sebagai sumber karbon. Di dalam cairan, NaHCO<sub>3</sub> terurai menjadi ion Na<sup>+</sup> dan ion HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (persamaan 4).



Selanjutnya HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> akan diubah menjadi CO<sub>2</sub> dan OH<sup>-</sup> (persamaan 5).



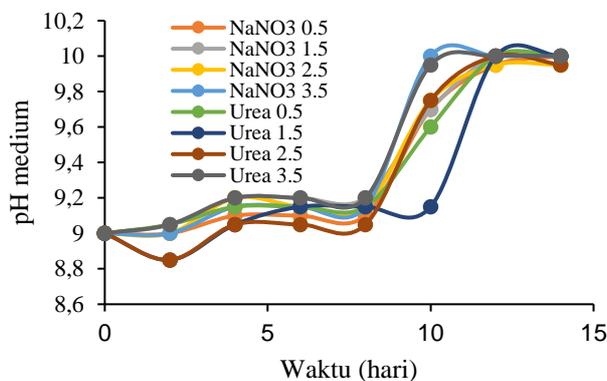
Na<sup>+</sup> dimanfaatkan sebagai mikronutrien dan CO<sub>2</sub> dimanfaatkan sebagai sumber karbon untuk proses fotosintesis. Akumulasi ion OH<sup>-</sup> pada medium kultivasi dapat menaikkan level pH medium. Oleh karena itu, pH medium mengalami kenaikan seiring dengan konsumsi nutrisi NaHCO<sub>3</sub> oleh mikroalga selama proses kultivasi (Markou & Georgakakis, 2011; Sumardiono & Sasongko, 2014).

**Tabel 3.** Kandungan biokimia pada biomassa yang dihasilkan

Konsentrasi sumber nitrogen (g/L)	Kadar (dalam 100% Bahan Kering)				
	Abu (%)	Lemak Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Protein Kasar (%)	**Karbohidrat (%)
*Sumber nitrogen NaNO <sub>3</sub>					
0,5	12,05	3,06	10,01	33,30	51,59
1,5	11,44	5,40	11,05	28,34	54,82
2,5	10,90	3,26	11,82	36,98	48,86
3,5	10,93	4,28	11,55	35,52	49,27
Sumber nitrogen urea					
0,5	13,21	4,59	11,72	25,86	56,34
1,5	13,07	2,59	10,30	29,04	55,30
2,5	12,99	3,69	10,44	33,52	49,80
3,5	13,01	2,50	10,35	27,63	56,86

Note: \*Data telah dipublikasikan oleh (Syaichurrozi et al., 2022), \*\*karbohidrat = 100-(abu+lemak kasar+protein kasar)

Gambar 2 menunjukkan bahwa profil pH medium hampir sama pada konsentrasi 0,5-2,5 g/L baik untuk jenis sumber nitrogen  $\text{NaNO}_3$  atau urea. Akan tetapi, pada konsentrasi 3,5 g/L baik untuk  $\text{NaNO}_3$  atau urea, pH medium lebih cepat mengalami kenaikan dimana pH sekitar 10 dicapai pada hari ke-10. Sementara itu, pada konsentrasi yang lebih rendah, pH sekitar 10 dicapai pada hari ke-12.



**Gambar 2.** Profil pH medium. Data pH medium pada  $\text{NaNO}_3$  konsentrasi 0,5-3,5 g/L telah dipublikasikan oleh (Syaichurrozi et al., 2022)

Ketika  $\text{NaNO}_3$  dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen,  $\text{NaNO}_3$  akan terurai terlebih dahulu menjadi  $\text{Na}^+$  (natrium) dan  $\text{NO}_3^-$  (nitrat). Selanjutnya, mikroalga memanfaatkan enzim *nitrate reductase* untuk mereduksi  $\text{NO}_3^-$  (nitrat) menjadi  $\text{NO}_2^-$  (nitrit). Selanjutnya, mikroalga menggunakan enzim *nitrite reductase* untuk mereduksi  $\text{NO}_2^-$  (nitrit) menjadi ammonium. Sedangkan ketika urea dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen, urea akan diubah oleh enzim *urease* menjadi ammonium. Ammonium yang terakumulasi di dalam medium dapat meningkatkan pH level.

### 3.3 Komposisi biokimia

Komposisi biokimia pada biomassa yang telah dikultivasi ditampilkan pada Tabel 3. Pemanfaatan  $\text{NaNO}_3$  sebagai sumber nitrogen menghasilkan biomassa *S. platensis* dengan kandungan protein 28,34-36,98%. Sedangkan pemanfaatan urea sebagai sumber nitrogen menghasilkan biomassa *S. platensis* dengan kandungan protein 25,86-33,52%. Data ini menunjukkan bahwa sumber nitrogen  $\text{NaNO}_3$  menghasilkan biomassa dengan kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan sumber nitrogen urea. Urea memiliki rumus kimia  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  dimana terdapat unsur karbon (C) sedangkan  $\text{NaNO}_3$  tidak mengandung unsur karbon. Semakin banyak konsentrasi karbon di dalam medium menyebabkan kandungan karbohidrat di dalam biomassa semakin meningkat.

Biomassa *S. platensis* yang mengandung protein paling tinggi (36,98%) diperoleh dari proses kultivasi menggunakan sumber nitrogen  $\text{NaNO}_3$  dengan konsentrasi 2,5 g/L. Berdasarkan Tabel 3, kenaikan konsentrasi  $\text{NaNO}_3$  dari 0,5 menjadi 2,5 g/L berhasil meningkatkan kandungan protein di dalam biomassa dari 33,30 menjadi 36,98 %

(Syaichurrozi et al., 2022). Konsentrasi  $\text{NaNO}_3$  yang terlalu tinggi yaitu 3,5 g/L justru menghasilkan biomassa dengan kandungan protein yang rendah yaitu 35,52%. Hasil ini menegaskan bahwa konsentrasi  $\text{NaNO}_3$  terbaik untuk menghasilkan biomassa dengan kandungan protein tinggi adalah 2,5 g/L sesuai yang disarankan oleh medium medium Raof.

### 4. Kesimpulan

Variasi jenis dan konsentrasi sumber nitrogen dilakukan pada studi ini. Jenis sumber nitrogen meliputi  $\text{NaNO}_3$  dan urea, sedangkan konsentrasinya divariasikan 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan urea menghasilkan biomassa *S. platensis* lebih banyak dibandingkan penggunaan  $\text{NaNO}_3$ . Biomassa tertinggi diperoleh pada konsentrasi  $\text{NaNO}_3$  2,5 g/L (biomassa 0,6745 g/L) dan urea 0,5 g/L (biomassa 0,7158 g/L). Secara umum, penggunaan urea menghasilkan laju pertumbuhan spesifik yang lebih besar dan waktu berganda yang lebih singkat dibandingkan penggunaan  $\text{NaNO}_3$ . Konsentrasi sumber nitrogen yang tinggi menyebabkan pH medium dapat meningkat lebih cepat karena akumulasi ammonium di dalam medium. Penggunaan  $\text{NaNO}_3$  dapat menghasilkan biomassa dengan kandungan protein yang lebih tinggi (28,34-36,98%) dibandingkan penggunaan urea (25,86-33,52%).

### Ucapan Terimakasih

Para penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa atas dukungannya melalui laboratorium yang memadai demi terlaksananya penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Annamalai, J., Ganesan, S., Murugan, K. & Janjaroen, D. (2023). Recent breakthroughs set by fungal enzymes in the biosynthesis of nanoparticles. *Fungal Cell Factories for Sustainable Nanomaterials Productions and Agricultural Applications*, 131–162. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99922-9.00014-3>
- Budiyono, Syaichurrozi, I., Sumardiono, S. & Sasongko, S. B. (2014). Production of *Spirulina platensis* Biomass Using Digested Vinasse as Cultivation Medium. *Trends in Applied Sciences Research*, 9(2), 93–102. <https://doi.org/10.3923/TASR.2014.93.102>
- Cornet, J. F., Dussap, C. G. & Dubertret, G. (1992). A structured model for simulation of cultures of the cyanobacterium *Spirulina platensis* in photobioreactors: I. Coupling between light transfer and growth kinetics. *Biotechnology and Bioengineering*, 40(7), 817–825. <https://doi.org/10.1002/BIT.260400709>
- Dhup, S., Kannan, D. C. & Dhawan, V. (2016). Understanding Urea Assimilation and its Effect on Lipid Production and Fatty Acid Composition of *Scenedesmus* Sp. *SOJ Biochemistry*, 2(1), 1–7.

- <https://doi.org/10.15226/2376-4589/2/1/00112>
- Erratt, K. J. (2017). *Urea as an Effective Nitrogen Source for Cyanobacteria*. The University of Western Ontario.
- Markou, G., Angelidaki, I. & Georgakakis, D. (2012). Microalgal carbohydrates: an overview of the factors influencing carbohydrates production, and of main bioconversion technologies for production of biofuels. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96(3), 631–645. <https://doi.org/10.1007/S00253-012-4398-0>
- Markou, G. & Georgakakis, D. (2011). Cultivation of filamentous cyanobacteria (blue-green algae) in agro-industrial wastes and wastewaters: A review. *Applied Energy*, 88(10), 3389–3401. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2010.12.042>
- Raof, B., Kaushik, B. D. & Prasanna, R. (2006). Formulation of a low-cost medium for mass production of *Spirulina*. *Biomass and Bioenergy*, 30(6), 537–542. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2005.09.006>
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. & Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(2), 87–96. <https://doi.org/10.1263/JBB.101.87>
- Sumardiono, S. & Sasongko, S. B. (2014). Utilization of Biogas as Carbon Dioxide Provider for *Spirulina platensis* Culture. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 6(1), 53–59.
- Syaichurrozi, I. & Jayanudin, J. (2017). Effect of Tofu Wastewater Addition on the Growth and Carbohydrate-Protein-Lipid Content of *Spirulina platensis*. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 30(11), 1631–1638. <https://doi.org/10.5829/ije.2017.30.11b.02>
- Syaichurrozi, Iqbal & Jayanudin, J. (2017). Kultivasi *Spirulina platensis* pada media bernutrisi limbah cair tahu dan sintetik. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(2), 68–73. <https://doi.org/10.15294/JBAT.V5I2.7398>
- Syaichurrozi, Iqbal, Jayanudin, J., Kimia, J. T., Teknik, F., Sultan, U., Tirtayasa, A., Jenderal, J., Km, S. & -Banten, C. (2016). Potensi limbah cair tahu sebagai media tumbuh *spirulina platensis*. *Jurnal integrasi proses*, 6(2), 64–68. <https://doi.org/10.36055/JIP.V6I2.809>
- Syaichurrozi, Iqbal, Wardalia, W., Dwicahyanto, S. & Toron, Y. S. (2022). Effect of NaNO<sub>3</sub> Concentration in Medium of Raof on Cultivation of *Spirulina Platensis*. *Eksergi*, 19(1), 15–19. <https://doi.org/10.31315/E.V19I1.6581>
- Vonshak, A. (1997). *Spirulina platensis (Arthrospira) : physiology, cell-biology, and biotechnology*. 233. <https://www.routledge.com/Spirulina-Platensis-Arthrospira-Physiology-Cell-Biology-And-Biotechnology/Vonshak/p/book/9780748406746>