

Effect of NaNO_3 Concentration in Medium of Raouf on Cultivation of *Spirulina* *Platensis*

by Iqbal Syaichurrozi

Submission date: 04-May-2023 09:36AM (UTC+0700)

Submission ID: 2083645182

File name: ion_in_Medium_of_Raouf_on_Cultivation_of_Spirulina_Platensis.pdf (248.93K)

Word count: 3140

Character count: 17546

Pengaruh Variasi Konsentrasi NaNO_3 pada Medium Raof terhadap Kultivasi *Spirulina Platensis*

Effect of NaNO_3 Concentration in Medium of Raof on Cultivation of *Spirulina Platensis*

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

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

Artikel histori :

Diterima 21 Januari 2022
Diterima dalam revisi 30 Januari 2022
Diterima 19 Februari 2022
Online 5 April 2022

ABSTRAK: Nutrisi adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Spirulina platensis*. Medium kultivasi yang diusulkan oleh Raof adalah hasil modifikasi dari medium Zarrouk. Medium Raof membutuhkan nutrisi yang lebih sedikit dibandingkan medium Zarrouk tetapi biomassa yang dihasilkan hampir sama. Penelitian ini dilakukan untuk memvariasikan konsentrasi NaNO_3 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L pada medium Raof untuk mempelajari pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan komposisi biomassa *S. platensis*. Pada masing-masing konsentrasi NaNO_3 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L diperoleh konsentrasi biomassa tertinggi sebesar 0,6425; 0,6455; 0,6745; 0,5193 g/L pada hari ke-12, 12, 12, 10. Konsentrasi NaNO_3 2,5 g/L menghasilkan *specific growth rate* tertinggi yaitu 0,1371 /hari dan *double time* terendah yaitu 5,0566 hari. Secara umum, peningkatan konsentrasi NaNO_3 dari 0,5 ke 2,5 g/L meningkatkan kadar protein dari 33,30 menjadi 36,98 %. Penambahan NaNO_3 lebih tinggi (yaitu 3,5 g/L) justru menurunkan kadar protein menjadi 35,52%.

Kata Kunci: kultivasi; medium Raof; NaNO_3 ; *Spirulina platensis*

ABSTRACT: Nutrition is one of the factors that affect the growth of *Spirulina platensis*. The cultivation medium proposed by Raof is a modified version of Zarrouk medium. Raof medium requires less nutrients than Zarrouk medium but the biomass produced is almost the same. This study was conducted to vary the concentration of NaNO_3 of 0.5; 1.5; 2.5; 3.5 g/L in Raof medium to study its effect on growth and biomass composition of *S. platensis*. At each concentration of NaNO_3 of 0.5; 1.5; 2.5; 3.5 g/L obtained the highest biomass concentration of 0.6425; 0.6455; 0.6745; 0.5193 g/L on days 12, 12, 12, 10. Concentration of NaNO_3 of 2.5 g/L resulted in the highest *specific growth rate* of 0.1371/day and the lowest *double time* of 5.0566 days. In general, increasing the concentration of NaNO_3 from 0.5 to 2.5 g/L increased the protein content from 33.30 to 36.98%. The addition of higher NaNO_3 (3.5 g/L) actually decreased the protein content to 35.52%.

Keywords: cultivation; Raof medium; NaNO_3 ; *Spirulina platensis*

1. Pendahuluan

Spirulina platensis disingkat *S. platensis* adalah salah satu jenis mikrolaga yang dapat hidup baik di lingkungan air laut maupun di air tawar. Mikroalga ini memiliki kelebihan dibandingkan jenis yang lain seperti laju pertumbuhan lebih cepat dan ukuran biomassa lebih besar sehingga mudah dalam pemanenan (Budiyono, Syaichurrozi, Sumardiono, & Sasongko, 2014; I. Syaichurrozi & Jayanudin, 2020; Iqbal Syaichurrozi & Jayanudin, 2017). *S. platensis* adalah salah satu sumber makanan dengan kandungan protein yang tinggi dimana 1 are *S. platensis* menghasilkan protein 20 kali lebih besar dibandingkan 1 are kedelai atau jagung. Selain itu, dibandingkan dengan daging sapi, *S. platensis* mempunyai

protein 200 kali lebih besar (Spolaore, Joannis-Cassan, Duran, & Isambert, 2006; Iqbal Syaichurrozi et al., 2016; Iqbal Syaichurrozi & Jayanudin, 2017).

Dalam pertumbuhannya, mikroalga membutuhkan sumber karbon dan sumber cahaya untuk proses fotosintesis. Selain itu, sumber nitrogen dan mikronutrien juga dibutuhkan untuk mempercepat laju pertumbuhan. Biomassa mikroalga memiliki kandungan utama berupa lipid, protein, dan karbohidrat pada komposisi yang berbeda tergantung pada jenis mikroalga dan cara kultivasinya (Markou, Angelidaki, & Georgakakis, 2012). Laju pertumbuhan dan komposisi biomassa *S. platensis* dipengaruhi oleh beberapa faktor, dimana salah satu faktor penting adalah nutrisi pada media tumbuh (Cornet, Dussap, & Dubertret, 1992).

*Corresponding Author:
Email: iqbal_syaichurrozi@untirta.ac.id; iqbalsyaichurrozi@gmail.com

Kultivasi *S. platensis* dengan hasil biomassa yang besar tetapi dengan biaya rendah sangat diminati untuk dilakukan *scale-up* pada skala industri. Biaya pembelian nutrisi adalah faktor terbesar kedua setelah *labor* yang mempengaruhi biaya untuk produksi biomassa *S. platensis* (Vonshak, 1997). Medium sintesis yang berhasil diformulasikan untuk kultivasi *S. platensis* adalah medium Zarrouk (ZM) dan telah menjadi standar medium. Selanjutnya, Raof et al. (Raof, Kaushik, & Prasanna, 2006) memodifikasi medium Zarrouk agar diperoleh medium dengan biaya nutrisi rendah tetapi menghasilkan biomassa dengan kandungan protein yang hampir sama dengan *S. platensis* yang dikultivasi pada medium Zarrouk.

Penelitian ini dilakukan untuk memodifikasi medium Raof dengan memvariasikan konsentrasi NaNO₃ di dalam medium. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pertumbuhan *S. platensis* pada medium Raof dengan variasi konsentrasi NaNO₃, lalu membandingkan laju pertumbuhan dan kandungan karbohidrat-protein-lemak dari biomassa hasil kultivasi.

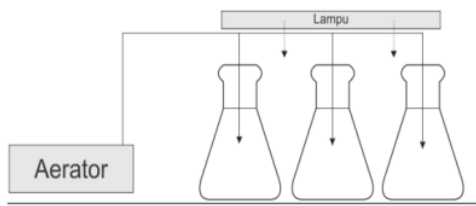
2. Metode

2.1 Mikroalga *S. platensis*

S. platensis diperoleh dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah, Indonesia.

2.2. Experimental set up

Rangkaian alat kultivasi *S. platensis* ditampilkan pada Gambar 1. Proses kultivasi dilakukan pada kondisi kamar secara batch dengan Erlenmeyer volume 1 L. Sumber cahaya dari lampu tube light Philips 18 W dengan jarak 18 cm. Kondisi pH awal diatur pada nilai 9 dengan menambahkan larutan NaOH 1 M.



Gambar 1. Rangkaian alat kultivasi

2.3. Experimental design

Medium kultivasi dengan kode RM₆ yang diusulkan oleh Raof (Raof et al., 2006) merupakan hasil modifikasi dari medium Zarrouk (RM6) digunakan sebagai medium dasar pada penelitian ini. Medium Raof RM₆ mengandung nutrisi NaHCO₃ 8 g/L, NaNO₃ 2,5 g/L, TSP 1,25 g/L, NaCl 0,5 g/L, MgSO₄·7H₂O 0,15 g/L, CaCl₂·2H₂O 0,04 g/L, KCl 0,898 g/L. Nutrisi tersebut dilarutkan dalam air sebanyak 900 ml dan kemudian ditambahkan kultur *S. platensis* sebanyak 100 ml atau 10 % dari volume media pertumbuhan. Pada penelitian ini, konsentrasi NaNO₃ bervariasi pada konsentrasi yang lain yaitu 1,5; 2; 3; 3,5 g/L. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa variasi

NaNO₃ yang dipelajari pada penelitian ini adalah 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 g/L

2.4. Experimental procedure

Proses kultivasi dilakukan selama 14 hari secara *batch*. Volume biakan sebanyak 1000 mL. Sampel cairan sebanyak ± 50 mL diambil tiap 2 hari untuk diukur pH cairan dan konsentrasi biomasanya. Pengukuran konsentrasi biomassa dilakukan dengan cara menyaring biomassa menggunakan kertas saring yang telah ditimbang. Kemudian hasil yang telah disaring dikeringkan menggunakan oven pada temperatur ± 60 °C selama 4-5 jam. Konsentrasi biomassa dihitung dengan Persamaan (1).

$$\text{Konsentrasi biomassa} = \frac{\text{massa A} - \text{massa B}}{\text{volume sampel}} \quad (1)$$

Di mana:

Massa A = massa kertas saring+massa biomassa kering

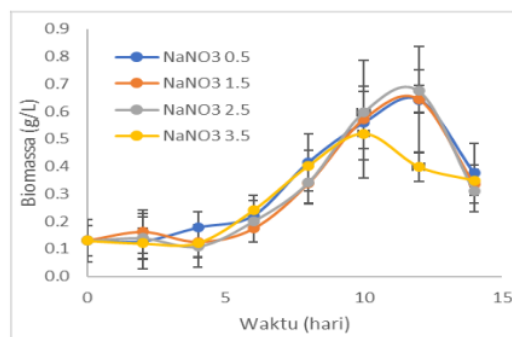
Massa B = massa kertas saring

Selanjutnya, kandungan karbohidrat, protein, lemak dianalisa melalui uji *proximate* di Universitas Diponegoro.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pertumbuhan *S. platensis*

Laju pertumbuhan *S. platensis* selama 14 hari ditampilkan pada Gambar 2. Pada hari 0 sampai 4 terlihat bahwa grafik sempat mengalami penurunan, hal ini dikarenakan mikroalga memasuki fase lag yaitu proses adaptasi mikroalga pada medium. Setelah melewati fase lag, mikroalga memasuki fase eksponensial sekitar pada hari ke 4 sampai dengan 10, pada fase ini mikroalga sudah beradaptasi dan siap untuk berkembang biak sehingga pada grafik tersebut terlihat bahwa laju pertumbuhannya terus meningkat. Fase stasioner terjadi pada hari 10 dan tidak lama kemudian memasuki fase *death*, di mana pada fase ini densitas kultur sudah pekat sehingga cahaya dari luar sudah sulit untuk menembus sel-sel mikroalga dan ketersediaan nutrisi sudah mulai berkurang. Hal ini menyebabkan secara perlahan mikroalga akan mati karena tidak mendapat sumber cahaya dan nutrisi yang cukup.



Gambar 2. Laju pertumbuhan *S. platensis*

Jumlah biomassa tertinggi diperoleh pada hari ke-12, 12, 10 pada variasi konsentrasi NaNO_3 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L dengan nilai 0,642; 0,6455; 0,6745; 0,5193 g/L (**Gambar 2**). NaNO_3 adalah sumber nitrogen yang merupakan makronutrien penting dalam pertumbuhan mikroalga. Jika jumlah nitrogen terlalu sedikit, maka pembentukan klorofil menjadi terhambat sehingga proses fotosintesis berlangsung dengan lambat dan jumlah biomassa yang dihasilkan tidak maksimal. Sebaliknya, jumlah nitrogen yang terlalu banyak juga dapat menghambat pertumbuhan mikroalga (Ernest, 2012). Berdasarkan **Gambar 2**, konsentrasi NaNO_3 yang terbaik adalah 2,5 g/L. Konsentrasi kurang atau lebih dari 2,5 g/L menghasilkan jumlah biomassa yang lebih sedikit. Secara detail, meskipun konsentrasi NaNO_3 2,5 g/L menghasilkan biomassa paling besar, jumlah biomassa pada konsentrasi NaNO_3 0,5-2,5 g/L hampir sama (**Tabel 1**). Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Ren et al. (Ren, Liu, Ma, Zhao, & Ren, 2013) dimana peningkatan penambahan konsentrasi NaNO_3 dari 0,2 sampai 0,6 g/L berhasil meningkatkan konsentrasi biomassa mikroalga *Scenedesmus sp.* Akan tetapi, penambahan konsentrasi NaNO_3 hingga 1 g/L justru menurunkan jumlah biomassa. Selanjutnya, *specific growth rate* dan *double time* dapat dihitung dengan persamaan (2) dan (3).

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

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

Di mana:

μ = *specific growth rate* (/hari)

B_{max} = konsentrasi biomassa tertinggi yang dapat diperoleh (g/L)

B_0 = konsentrasi biomassa pada awal kultivasi (pada t_0) (g/L)

t_{max} = waktu tercapainya B_{max} (hari)

t_0 = waktu awal kultivasi (hari ke-0) (hari)

t_d = *double time*

Tabel 1 menunjukkan data *growth rate* dan *double time* pada berbagai variasi konsentrasi NaNO_3 . *Specific growth rate* adalah laju pertumbuhan spesifik mikroalga per hari dan *double time* adalah waktu yang dibutuhkan suatu sel untuk menggandakan populasi di mana semakin rendah nilai *double time* maka semakin sedikit waktu yang dibutuhkan untuk penggandaan dan begitu juga sebaliknya. Berdasarkan **Tabel 1**, nilai μ tertinggi diperoleh pada konsentrasi NaNO_3 2,5 g/L. Nilai t_d terendah juga diperoleh pada konsentrasi NaNO_3 2,5 g/L. Hasil ini menunjukkan bahwa medium Raof sudah menggunakan konsentrasi NaNO_3 yang tepat yaitu 2,5 g/L. Akan tetapi konsentrasi NaNO_3 yang lebih rendah yaitu 0,5-1,5 g/L dapat dipertimbangkan untuk kultivasi *S. platensis* karena nilai μ dan t_d hanya sedikit berbeda (tidak signifikan) dari medium Raof (yaitu NaNO_3 2,5 g/L). Hal ini diduga karena rasio C:N pada konsentrasi tersebut masih mendekati rentang rasio optimum pada pertumbuhan *Spirulina*. Berdasarkan beberapa literatur, rasio C:N yang disarankan pada kultivasi *Spirulina* adalah 3-3,3 (Nur & Hadiyanto, 2014), 6,8 (Setyoningrum, Wikasitakusuma, Islamy Putra, & Azimatur Nur, 2014), 9,8 (Budiyono et al., 2014), 10,7 (Iqbal Syaichurrozi & Jayanudin, 2017). Berdasarkan informasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa rentang C:N optimum berkisar 3-10,7. Pada penelitian ini, penambahan konsentrasi NaNO_3 0,5-2,5 g/L menghasilkan C:N berkisar 2,75-11 (**Table 1**) dan nilai tersebut mendekati nilai C/N optimum berdasarkan literatur diatas. Sementara itu, konsentrasi NaNO_3 3,5 g/L tidak disarankan karena mempunyai C/N yang terlalu kecil sehingga menghasilkan nilai μ yang lebih rendah serta membutuhkan biaya yang lebih tinggi untuk membeli nutrisi NaNO_3 .

Tabel 1. Biomassa maksimum, *specific growth rate*, *double time*

Konsentrasi NaNO_3 (g/L)	C:N:P	C:N	B_{max} (g/L)	t_{max} (hari)	B_0 (g/L)	μ (/hari)	t_d (hari)
0,5	5,5:0,5:1	11	0,6425	12	0,1302	0,1330	5,2106
1,5	5,5:1:1	5,5	0,6455	12	0,1302	0,1334	5,1954
2,5	5,5:2:1	2,75	0,6745	12	0,1302	0,1371	5,0566
3,5	5,5:3:1	1,83	0,5193	10	0,1302	0,0933	7,4313

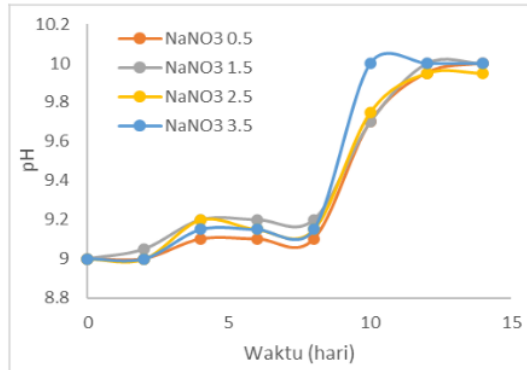
3.2. pH medium

Gambar 3 menunjukkan profil pH dari masing-masing variasi konsentrasi NaNO_3 . Dari grafik tersebut terlihat bahwa pada awal kultivasi profil pH tidak terlalu mengalami perubahan yang signifikan dari kondisi awal yaitu pH 9 dan sampai pada hari ke-10 rata-rata profil pH medium kultivasi naik mencapai pH 10. Nutrisi yang terdapat dalam medium dapat menjadi penyebab

berubahnya pH karena sumber karbon yang ada pada kultur yaitu NaHCO_3 akan digunakan oleh mikroalga pada proses fotosintesis dengan persamaan (4-5).



Sehingga OH⁻ yang terbentuk menaikkan pH seiring dengan dimanfaatkannya sumber karbon NaHCO₃ dalam proses fotosintesis (Markou & Georgakakis, 2011; Sumardiono & Sasongko, 2014).



Gambar 3. pH medium

Berdasarkan Gambar 3, profil pH medium tidak dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi NaNO₃ dari 0,5-2,5 g/L. Akan tetapi, konsentrasi NaNO₃ 3,5 g/L cukup berpengaruh terhadap kenaikan pH medium. NaNO₃ di dalam medium akan terionisasi menjadi Na⁺ dan NO₃⁻. Selanjutnya NO₃⁻ (nitrat) direduksi oleh enzim *nitrate reductase* menjadi NO₂⁻ (nitrit), lalu nitrit direduksi oleh enzim *nitrite reductase* menjadi ammonium. Akumulasi ammonium di dalam sistem dapat meningkatkan pH medium.

3.3. Komposisi biomassa

Komposisi biomassa disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, biomassa *S. platensis* dengan kandungan karbohidrat tinggi diperoleh pada medium dengan konsentrasi NaNO₃ 0,5-1,5 g/L (Rasio C:N = 5,5-11, Tabel 1). Hal ini berkaitan dengan tingginya sumber karbon pada medium. Semakin tinggi sumber karbon pada medium, semakin tinggi kandungan karbohidrat pada biomassa *S. platensis* (Markou, 2012). Secara detail, konsentrasi NaNO₃ 1,5 g/L (C:N = 5,5) menghasilkan biomassa dengan karbohidrat lebih tinggi daripada 0,5 g/L (C:N = 11). Hal tersebut diduga disebabkan pada rasio C:N = 5,5 adalah rasio paling tepat untuk mengkondisikan biomassa *S. platensis* dengan kandungan karbohidrat tinggi.

Adapun biomassa *S. platensis* pada medium dengan konsentrasi 2,5-3,5 g/L (Rasio C:N = 1,83-2,75, Tabel 1) mengandung protein tinggi (35,52-36,98%). Hal ini berkaitan dengan tingginya sumber nitrogen pada medium, di mana semakin rendah rasio C:N, semakin tinggi kandungan protein pada biomassa (Markou, 2012). Secara detail, konsentrasi NaNO₃ 2,5 g/L (medium Raof, C:N = 2,75) menghasilkan biomassa dengan protein lebih tinggi daripada 3,5 g/L (C:N = 1,83). Hal ini diduga disebabkan pada rasio C:N = 2,75 adalah rasio paling tepat untuk mengkondisikan biomassa *S. platensis* dengan kandungan protein tinggi. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan penambahan sumber nitrogen NaNO₃ dari 0,5 ke 2,5 g/L cenderung meningkatkan kadar protein dari 33,30 menjadi 36,98 %. Penambahan NaNO₃ lebih tinggi (yaitu 3,5 g/L) justru menurunkan kadar protein menjadi 35,52%.

Tabel 2. Komposisi biomassa

Konsentrasi NaNO ₃ (g/L)	Kadar Dalam 100% Bahan Kering				
	Abu (%)	Lemak Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Protein Kasar (%)	Karbohidrat (%)
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

4. Kesimpulan

Variasi konsentrasi NaNO₃ 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L pada medium Raof dilakukan untuk mempelajari pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan komposisi biomassa *S. platensis*. Konsentrasi biomassa tertinggi sebesar 0,6425; 0,6455; 0,6745; 0,5193 g/L diperoleh pada hari ke-12, 12, 12, 10 pada masing-masing konsentrasi NaNO₃ 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 g/L. Konsentrasi NaNO₃ 2,5 g/L menghasilkan *specific growth rate* tertinggi yaitu 0,1371 /hari dan *double time* terendah yaitu 5,0566 hari. Konsentrasi NaNO₃ menghasilkan biomassa dengan kadar protein paling tinggi yaitu 36,98%.

Ucapan Terimakasih

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

Daftar Pustaka

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>
- Ernest, P. (2012). *Pengaruh Kandungan Ion Nitrat Terhadap Pertumbuhan Nannochloropsis sp.* Universitas Indonesia, Jakarta.
- Markou, G. (2012). Alteration of the biomass composition of *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* under various amounts of limited phosphorus. *Bioresource technology*, 116, 533–535. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2012.04.022>
- 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>
- Nur, M. M. A., & Hadiyanto. (2014). Evaluation of Carbon, Nitrogen and Phosphorus Ratio of Palm Oil Mill Effluent Digested (POMED) Wastewater as Replacement Synthetic Medium for *Spirulina Sp* Growth. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 14(6), 536–540. Diambil dari https://www.researchgate.net/publication/275224600_Evaluation_of_Carbon_Nitrogen_and_Phosphorus_Ratio_of_Palm_Oil_Mill_Effluent_Digested_POME_D_Wastewater_as_Replacement_Synthetic_Medium_for_Spirulina_Sp_Growth
- 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>
- Ren, H. Y., Liu, B. F., Ma, C., Zhao, L., & Ren, N. Q. (2013). A new lipid-rich microalga *Scenedesmus sp.* strain R-16 isolated using Nile red staining: Effects of carbon and nitrogen sources and initial pH on the biomass and lipid production. *Biotechnology for Biofuels*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-143>
- Setyoningrum, T. M., Wikasitakusuma, V. A., Islamy Putra, N., & Azimatun Nur, M. (2014). Evaluasi Rasio C/N pada Kultivasi *Spirulina Platensis* dengan Penambahan Molase sebagai Sumber Karbon Organik Evaluation of C/N Ratio in *Spirulina platensis* Cultivation using Molasses Addition as Organic Carbon Source. *Eksergi*, XI(02), 30–34.
- 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). <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., ... -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>
- Vonshak, A. (1997). *Spirulina platensis* (*Arthrospira*): physiology, cell-biology, and biotechnology, 233. Diambil dari <https://www.routledge.com/Spirulina-Platensis-Arthrospira-Physiology-Cell-Biology-And-Biotechnology/Vonshak/p/book/9780748406746>

Effect of NaNO₃ Concentration in Medium of Raooof on Cultivation of Spirulina Platensis

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.untirta.ac.id Internet Source	3%
2	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
3	download.garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	1%
4	e-sciencecentral.org Internet Source	1%
5	www.neliti.com Internet Source	1%
6	repository.uph.edu Internet Source	1%
7	Sonya Titin Nge. "PENGARUH KONSENTRASI GULA YANG BERBEDA DENGAN PENAMBAHAN KAYU MANIS (Cinnamomum burmannii) PADA MANISAN RUMPUT LAUT (Eucheuma cottonii) TERHADAP TINGKAT PENERIMAAN KONSUMEN", Indigenous	<1%

Biologi : Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi, 2019

Publication

8	journal.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
9	fhukum.unpatti.ac.id Internet Source	<1 %
10	jispp.iut.ac.ir Internet Source	<1 %
11	adoc.tips Internet Source	<1 %
12	id.123dok.com Internet Source	<1 %
13	Iqbal Syaichurrozi, Suhirman Suhirman, Topik Hidayat. "Effect of Initial pH on Anaerobic Co-digestion of <i>Salvinia molesta</i> and Rice Straw for Biogas Production and Kinetics", <i>Biocatalysis and Agricultural Biotechnology</i> , 2018 Publication	<1 %
14	Nuria Muñoz-Tebar, Lydia Ong, Charitha J. Gamlath, Bhagya S. Yatipanthala et al. "Nutrient enrichment of dairy curd by incorporation of whole and ruptured microalgal cells (<i>Nannochloropsis salina</i>)",	<1 %

Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2022

Publication

15	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
16	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
17	studentsrepo.um.edu.my Internet Source	<1 %
18	vdocuments.site Internet Source	<1 %
19	world-food.net Internet Source	<1 %
20	www.solusisehatku.com Internet Source	<1 %
21	idoc.pub Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Effect of NaNO₃ Concentration in Medium of Raoof on Cultivation of Spirulina Platensis

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5
