



Kultivasi *Spirulina Platensis* pada Media Bernutrisi Limbah Cair Tahu dan Sintetik

Iqbal Syaichurrozi[✉], Jayanudin Jayanudin

DOI 10.15294/jbat.v4i2.7398

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 42435, Cilegon-Banten

Article Info

Sejarah Artikel:

Diterima Oktober
2016
Disetujui November
2016
Dipublikasikan
Desember 2016

Keywords :

Kultivasi, Limbah
Cair Tahu, Nutrisi
Sintetik, *Spirulina
platensis*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi penambahan nutrisi sintetik kedalam media tumbuh *Spirulina platensis* yang mengandung limbah cair tahu 8%v/v. Nutrisi sintetik divariasikan 50, 75, 100%. Berdasarkan hasil pengamatan, nilai OD₆₈₀ (*Optical Density* pada 680 nm) mengalami kenaikan sampai akhir kultivasi dengan OD₆₈₀ akhir sebesar 0,381; 0,392; 0,189 masing-masing pada variasi 50, 75, 100%. Sementara itu, laju pertumbuhan pada masing-masing media adalah 0,0743; 0,0759; 0,0354 /hari. Kandungan protein terbaik pada penambahan nutrisi sintetik 75% yaitu sebesar 91, 27%. Pertumbuhan dan kandungan protein terbaik *S. platensis* didapatkan pada penambahan nutrisi sintetik 75% yang memiliki rasio nutrisi C:N:P = 128:12:1.

Abstract

This research was conducted to study the effect of various additions of synthetic nutrient into Spirulina platensis growth medium containing tofu wastewater 8%v/v. Synthetic nutrient was varied at 50, 75, 100%. Based on observation, the OD₆₈₀ (Optical Density at 680 nm) increased until in the end of cultivation time with final OD₆₈₀ of 0.381, 0.392, 0.189 for variable of 50, 75, 100% respectively. Meanwhile, the growth rate value was 0.0743, 0.0759, 0.0354/day. The best protein content was obtained at nutrient synthetic of 75%, which was 91,27%. The good growth and protein content of S. platensis obtained at nutrient synthetic of 75%, which had C:N:P ratio of 128:12:1.

© 2016 Semarang State University

✉ Corresponding author:
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon- Banten, 424435, Indonesia
E-mail: iqbalnyaichurrozi@gmail.com

ISSN 2303-0623
e-ISSN 2407-2370

PENDAHULUAN

Spirulina merupakan salah satu jenis mikroalga yang sangat berpotensi sebagai sumber pangan karena 1 are (0,4646 hektar) *Spirulina* dapat menghasilkan protein 20 kali lebih baik dari 1 are kedelai atau jagung dan 200 kali lebih baik daripada daging sapi (Kozlenko dan Henson, 1998; Tietze, 2004; Spolaore *et al.*, 2006). Selain kandungan protein yang cukup tinggi, *Spirulina* memiliki beberapa keunggulan dibanding mikroalga jenis lain yaitu relatif cepat berproduksi serta biomassa yang dihasilkan mudah dalam pemanenan. Hal ini disebabkan karena ukuran biomassa *Spirulina* lebih besar sehingga dapat dipisahkan dari media melalui filtrasi menggunakan filter berukuran 20 μm . *Spirulina* mudah dicerna karena lapisannya berupa membran tipis bukan seperti selulosa yang sulit dicerna. Membran tersebut merupakan gugus gula yang mudah dicerna dan diserap (Desmorieux dan Decaen, 2006; Richmond, 1988).

Saat ini, teknologi kultivasi mikroalga dapat diaplikasikan pada bidang yang lebih luas yaitu pada media limbah cair. Dalam hal ini ada dua keuntungan yang diperoleh yaitu (1) menghasilkan biomassa mikroalga yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan (2) mengurangi biaya kebutuhan nutrisi sintetik dengan memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam limbah (Budiyono *et al.*, 2014).

Limbah cair tahu (*whey*) merupakan cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu. Di Indonesia, industri tahu banyak beroperasi, terutama di Pulau Jawa. Menurut data BPPT (2013), untuk menghasilkan 80 kg tahu, limbah cair (*whey*) yang dihasilkan sebanyak 2610 kg. Berdasarkan data tersebut, limbah *whey* sangat berlimpah di Indonesia. Limbah ini tidak dapat dibuang langsung ke lingkungan karena masih mengandung COD, BOD, dan Nitrogen yang tinggi (Myrasandri dan Syafila, 2012). Kandungan inilah yang menyebabkan limbah cair tahu sangat berpotensi sebagai media tumbuh *Spirulina*.

Syaichurrozi dan Jayanudin (2016) telah mengkaji potensi limbah cair tahu sebagai media tumbuh *S. platensis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *S. platensis* tidak dapat tumbuh pada penambahan limbah cair tahu lebih dari 10%v/v dan dapat tumbuh dengan baik pada penambahan 4-8 %v/v. Oleh karena itu, pada penelitian ini, penulis akan mengkaji potensi pemanfaatan

limbah cair tahu 8%v/v untuk mengurangi kebutuhan nutrisi sintetik.

METODE PENELITIAN

Mikroalga *S. platensis* dan Limbah Cair Tahu

Bahan utama yang digunakan yaitu kultur *Spirulina platensis* koleksi Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara dengan OD₆₈₀ ~ 0,6. Limbah cair tahu diperoleh dari industri produksi tahu di Serang-Banten. Limbah cair tahu mengandung 7666.21 mg/L COD, 2874.83 mg/L Total Carbon, 179.68 mg/L Total Nitrogen, dan 33.43 mg/L P-PO₄.

Experimental Set Up

Media sintetik yang digunakan adalah media pertumbuhan *Spirulina* yang digunakan oleh Syaichurrozi dan Jayanudin (2016) dengan nutrisi NaHCO₃ 1 g/L dan Urea 0,05 g/L. *Spirulina platensis* dapat tumbuh optimum pada suhu ruang. Suhu minimum 18°C dan maksimum 40°C. Cahaya buatan untuk mensuplai energi pada kultur yang dipelihara di laboratorium didapatkan dari lampu *tube light* (TL) 18 W dengan jarak penyinaran sejauh 15 cm. Kondisi pH awal diatur 9 dengan larutan asam HCl 1M atau larutan basa NaOH 1M.

Experimental Design

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi limbah cair tahu dan media sintetik terbaik terhadap pertumbuhan *Spirulina platensis*. limbah cair tahu sebanyak 8%v/v ditambahkan ke dalam media biakkan. Selanjutnya penambahan nutrisi sintetik divariasikan 50, 75, 100%. Inokulum *S. platensis* ditambahkan sebanyak 10% dari volume media pertumbuhan (Tabel 1). Setelah itu, dilakukan pengukuran OD₆₈₀ untuk hari ke-0 pada masing-masing media tumbuh dan didapatkan nilai OD₆₈₀ = 0,1. Pertumbuhan dilakukan di dalam erlenmeyer dengan volume 1 liter dan diaerasi selama 18 hari.

Experimental Procedures

Selama kultivasi, parameter yang diamati adalah nilai *optical density* (OD) pada λ 680 nm menggunakan spektrofotometer UV-VIS untuk

Tabel 1. *Running* Penelitian

Run	Konsentrasi Limbah Cair Tahu (%v/v)	Limbah Cair Tahu (mL)	Air (mL)	Inokulum (mL)	Nutrisi (%)	Sintetik
1	8	80	820		50	
2	8	80	820	100	75	
3	8	80	820		100	

mengetahui produksi biomassa dan profil pH setiap hari. Nilai OD pada panjang gelombang 680 nm selama kultivasi *S. platensis* digunakan untuk membuat kurva pertumbuhan. Laju pertumbuhan/*growth rate* dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\mu = \ln(OD_i - OD_0) / (t_i - t_0) \quad (1)$$

Dimana μ adalah *growth rate* (/hari), OD_0 adalah OD pada t_0 , OD_i adalah OD pada t_i , t_0 adalah waktu ke-0 kultivasi dan t_i adalah waktu ke- i kultivasi.

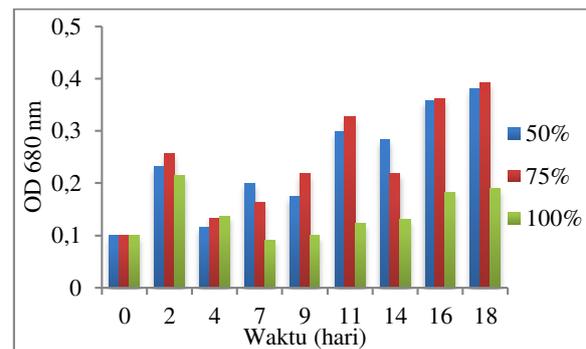
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan *S. platensis*

Setelah dilakukan kultivasi selama 18 hari diperoleh kurva pertumbuhan yang disajikan pada Gambar 1. Pada awal kultivasi, OD mengalami kenaikan pada hari ke-2, kemudian turun pada hari ke-4. Selanjutnya secara bertahap mengalami kenaikan hingga hari ke-18 (pada penambahan nutrisi sintetik 50-75%). Hal ini diduga karena senyawa organik sederhana seperti asam asetat yang terkandung di dalam limbah cair tahu langsung dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi organik (BPPT, 2013). Fenomena ini sama dengan laporan Budiyo *et al.* (2014) bahwa kehadiran limbah cair (nutrisi organik) akan terjadi lonjakan nilai OD di awal kultivasi, kemudian turun dan secara berangsur-angsur naik. Pada penambahan 100% nutrisi sintetik, OD mengalami kenaikan hingga hari ke-2, kemudian turun hingga hari ke-7, kemudian berangsur naik. Sementara itu, pada penambahan nutrisi sintetik 50-75%, OD turun dari hari ke-2 hingga hari ke-4. Hal ini disebabkan karena ketersediaan nutrisi (organik dan sintetik) yang terlalu banyak pada variasi 100% nutrisi sintetik, sehingga menghambat pertumbuhan mikroalga.

Nilai OD di akhir kultivasi pada variabel nutrisi sintetik 50, 75, 100% masing-masing adalah 0,381; 0,392; 0,189. Laju pertumbuhan/*growth rate*

pada masing-masing media adalah 0,0743; 0,0759; 0,0354 /hari (Tabel 2) berdasarkan nilai OD pada akhir kultivasi (hari ke-18). *Growth rate* tertinggi pada media dengan penambahan 75% nutrisi sintetik. Hasil ini disebabkan karena ketersediaan jumlah nutrisi yang optimal di dalam media, yaitu kombinasi nutrisi dari limbah cair tahu dan nutrisi sintetik. Penambahan nutrisi sintetik 100%, menyebabkan alga membutuhkan waktu yang lebih lama untuk beradaptasi. Budiyo *et al.* (2014) melaporkan bahwa nutrisi yang berlebih di dalam media dapat memperpanjang fase adaptasi bagi mikroalga.



Gambar 1. Kurva pertumbuhan *S. platensis* pada media tumbuh dengan variasi penambahan nutrisi sintetik 50, 75, 100%

Phang dan Ong (1988) menyatakan bahwa rasio C:N:P optimal untuk pertumbuhan mikroalga adalah 56:9:1 (C/N = 6,2). Sementara Budiyo *et al.* (2014) melaporkan bahwa C:N:P terbaik untuk kultivasi *S. platensis* adalah 60,5:6,2:1 (C/N = 9,75). Dari informasi di atas, diketahui bahwa rentang rasio C/N yang baik adalah 6,2 – 9,75. Dari ketiga variasi, penambahan nutrisi sintetik 100% menghasilkan rasio C/N (C/N = 10,17) di media yang paling mendekati C/N optimal. Akan tetapi *S. platensis* dapat tumbuh lebih baik dengan penambahan nutrisi 75% daripada 100%. Hal ini diduga karena konsentrasi Total Carbon dan Total Nitrogen yang terlalu banyak di media nutrisi 100%. Oleh karena itu, kombinasi nutrisi organik (limbah cair tahu 8%v/v) dan nutrisi sintetik 75% menyediakan

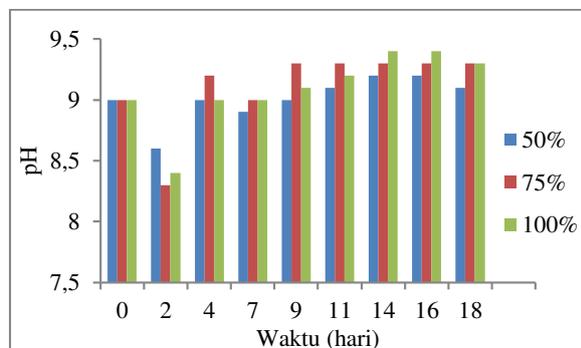
Tabel 2. Nilai OD, growth rate dan rasio C/N pada media

Penambahan nutrisi sintetik (%)	Volume limbah cair tahu (mL)	Kandungan nutrisi total dalam media			Rasio nutrisi dalam media		OD 680 (akhir kultivasi)	μ (/hari)
		Total C (mg/L)	Total N (mg/L)	Total P (mg/L)	C/N	C:N:P		
50	80	304,99	25,87	2,67	11,79	114:10:1	0,381	0,0743
75	80	342,49	31,62	2,67	10,83	128:12:1	0,392	0,0759
100	80	379,99	37,37	2,67	10,17	142:14:1	0,189	0,0354

konsentrasi nutrisi dan rasio nutrisi yang paling tepat.

Profil pH

Profil pH pada semua media tumbuh mengalami penurunan pada awal kultivasi kemudian naik (Gambar 2). Nilai pH media turun dari 9 ke 8,3-8,6 pada hari ke-2. Selanjutnya pH mengalami kenaikan hingga akhir kultivasi. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas bakteri oksidasi yang terkandung di dalam limbah cair tahu. Bakteri oksidasi mengubah bahan organik menjadi CO₂, yang menyebabkan medium menjadi asam (pH turun). Selanjutnya CO₂ dimanfaatkan sebagai sumber karbon untuk proses fotosintesis sehingga pH berangsur-angsur mengalami kenaikan (Oswald dan Gotass, 1957).

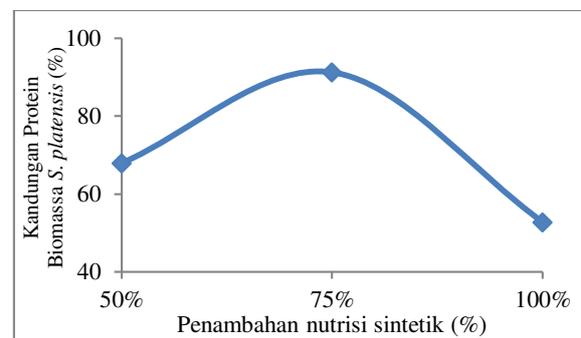


Gambar 2. Profil pH media selama kultivasi

Budiyono *et al.* (2014) melaporkan kemungkinan lain dari teori yang diusulkan oleh Oswald dan Gotass (1957). *S. platensis* juga memanfaatkan sumber karbon organik sebagai sumber karbon melalui respirasi sehingga menghasilkan CO₂ (pertumbuhan *heterotrophic*). Karbon dioksida yang terbentuk menyebabkan pH media menjadi asam. Selanjutnya CO₂ dimanfaatkan mikroalga untuk proses fotosintesis (pertumbuhan *photoautotrophic*). Akibat pertumbuhan *photoautotrophic*, CO₂ yang terlarut di dalam media semakin sedikit sehingga pH media berangsur-angsur naik (Gambar 2). Proses

photoautotrophic dan *heterotrophic* yang berlangsung secara simultan di dalam sel ini disebut pertumbuhan *mixotrophic* (Marquez-Rocha *et al.*, 1993).

Kandungan Protein

Gambar 3. Pengaruh penambahan nutrisi sintetik terhadap kandungan protein *S. Platensis*

Setelah dilakukan kultivasi, Biomassa *S. platensis* dipanen kemudian dikeringkan. Selanjutnya dianalisa menggunakan metode Van Soest untuk mengetahui kandungan proteinnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nutrisi sintetik yang ditambahkan ke dalam media dari 50% ke 75%, protein di dalam biomassa semakin meningkat yaitu dari 67,89% menjadi 91,27% (Gambar 3). Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya sumber nitrogen yang tersedia di dalam sistem. Cruz-Martínez *et al.* (2015) menyatakan bahwa rendahnya kandungan protein di dalam mikroalga mengindikasikan kurangnya nutrisi nitrogen dalam pembentukan protein. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Uslu *et al.* (2011) dimana semakin banyak penambahan sumber nitrogen (NaNO₃) dari 0 g/L sampai 5 g/L, kandungan protein meningkat dari 5,6 sampai 67,4 %. Akan tetapi, ketika jumlah nutrisi sintetik dinaikkan dari 75% menjadi 100%, kandungan protein mengalami penurunan dari 91,27% menjadi 52,75% (Gambar 3). Hal ini diduga disebabkan karena konsentrasi sumber nitrogen yang terlalu banyak. Akibatnya, mikroalga tidak

dapat tumbuh dengan baik yang dibuktikan dengan laju pertumbuhan yang paling rendah.

KESIMPULAN

Nilai akhir OD₆₈₀ *S. platensis* pada media pada penambahan nutrisi sintetik 50, 75, 100% adalah 0,381; 0,392; 0,189. Laju pertumbuhannya masing-masing adalah 0,0743; 0,0759; 0,0354 /hari pada masing-masing variasi. Profil pH untuk semua variasi menunjukkan fenomena yang sama yaitu terjadi penurunan di awal kultivasi, kemudian naik secara bertahap sampai akhir kultivasi. Kandungan protein *S. platensis* pada variasi nutrisi sintetik 75% (protein 91,27%) lebih tinggi dibandingkan pada nutrisi sintetik 50% (protein 67,89%) dan 100% (protein 52,75%). Rasio C:N:P pada masing masing media yang ditambah nutrisi sintetik 50, 75, 100% adalah 114:10:1, 128:12:1, 142:14:1.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Kemenristek Dikti yang telah membantu pendanaan penelitian ini melalui skim Penelitian Dosen Pemula didanai 2016. Penulis juga mengucapkan kepada Jurusan Teknik Kimia UNTIRTA yang telah memberikan ijin untuk mengerjakan penelitian di Laboratorium Pengolahan Limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPT, (2013), *Development of Planning and Policy Support for Improving the Potential Production of Biogas as Renewable Energy in Indonesia's Tofu Industries*, Renewable Energy-Efficiency Energy Partnership (REEEP) Environmental Technology Centre, The Agency for the Assessment and Application of Technology.
- Budiyono, Syaichurrozi, I., Sumardiono, S. dan Sasongko, S.B., (2014), *Producion of Spirulina platensis Biomass Using Digested Vinasse as Cultivation Medium*, Trends in Applied Sciences Research, 9(2), pp. 93-102.
- Cruz-Martínez, L.C., Jesus, C.K.C., Matsudo, M.C., Danesi, E.D.G., Sato, S. dan Carvalho, J.C.M., (2015), *Growth And Composition Of Arthrospira (Spirulina) Platensis In A Tubular Photobioreactor Using Ammonium Nitrate As The Nitrogen Source In A Fed-Batch Process*, Brazilian Journal of Chemical Engineering, 32(2), pp. 347-356
- Desmorieux, H. dan Decaen, N., (2006), *Convective drying of Spirulina in thin layer*, J Food Eng, 77, pp. 64-70.
- Kozlenko, R. dan Henson, R.H., (1998), *Latest scientific research on Spirulina: Effects on the AIDS virus, cancer and the immune system*. <http://www.spirulinasource.com/earthfoodch2b.html> (Diakses pada 15 Januari 2013).
- Marquez-Rocha, F.J., Sasaki, K., Kakizono, T., Nishio, N. dan Nagai, S., (1993), *Growth characteristics of Spirulina platensis in mixotrophic and heterotrophic conditions*, J Ferment Bioeng, 76, pp. 408-410.
- Myrasandri, P. Dan Syafila, M., (2012), *Degradasi Senyawa Organik Limbah Cair Tahu dalam Anaerobic Baffled Reactor*. <http://www.ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/2012/07/15308036-Putri-Myrasandri.pdf>.
- Oswald, W.J. dan Gotaas, H.B., (1957), *Photosynthesis in sewage treatment*, Trans. Am. Soc. Civ. Eng., 122, pp. 73-105.
- Phang, S.M. dan Ong, K.C., (1988), *Algal biomass production in digested palm oil mill effluent*, Biological wastes., 25, pp. 177-191.
- Richmond, A., (1988), *Spirulina*. In: Borowitzka, M A. and Borowitzka, L J. (Eds), *Micro-algal Biotechnology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Spolaore, P., Cassan, C.J., Duran, C. dan Isambert, A., (2006), *Commercial application of microalgae*, Journal of Bioscience and Bioengineering, 101(2), pp. 87-96.

- Syaichurrozi, I. dan Jayanudin, J., (2016), *Potensi Limbah Cair Tahu Sebagai Media Tumbuh Spirulina Platensis*. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(2), pp.64 – 68.
- Tietze, H.W., (2004), *Spirulina Micro Food Macro Blessing*, Ed ke-4, Australia: Haralz W Tietze Publishing.
- Uslu, L., Işık, O., Koç, K. dan Göksan, T., (2011), *The effects of nitrogen deficiencies on the lipid and protein contents of Spirulina platensis*, *African Journal of Biotechnology*, 10(3), pp. 386-389.