

PERTANIAN

UJI EFEKTIFITAS PERTUMBUHAN *Spirulina* sp. PADA LIMBAH CAIR TAHU YANG DIPERKAYA UREA DAN SUPER PHOSPHATE 36 (SP 36)

Study of effectiveness of Spirulina sp. Growth Cultured on Tofu Wasterwater Medium that enriched by urea and Super Phosphate (SP 36)

Dawud Lutama¹, Sugeng Winarso^{1*}, Tri Candra Setiawati¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*e-mail : WinarsoSugeng@gmail.com

ABSTRACT

Pro Analysis (PA) culture medium such as Zarouk medium as culture medium for Spirulina sp. proves able to grow Spirulina sp. The costly PA medium becomes the basis of search for alternative medium. Therefore, it is necessary to conduct a research on the use of alternative medium, that is tofu wastewater medium enriched by urea and SP 36. This research aimed to determine the effectiveness of Spirulina sp. growth on tofu wastewater medium enriched with urea and SP 36 in order to identify the optimum dose of wastewater medium for the growth of Spirulina sp. Cultivation of Spirulina sp. on tofu wastewater medium was undertaken in 21 erlenmeyers of 500 ml, light intensity of 2500 lux for 16 hours, and temperature of 22 °C. The research used a combination of treatments with two factors. The first factor was tofu wastewater with 3 levels: 20%, 30%, and 40%. Meanwhile, the second factor was urea and sp 36 with 2 levels i.e. 0 mg/L urea, Sp 36, and 300 mg/L urea, 200 mg/L Sp 36. The growth curve of Spirulina sp. showed that the growth of Spirulina sp. was more effective in tofu wastewater medium 30% without urea and sp 36 than that in zarouk medium. Biomass of Spirulina sp. tofu wastewater treatment 30% was 0.0288 gr/L.

Keywords: *Spirulina sp, tofu wastewater, Cultivation.*

ABSTRAK

Media kultur jenis Pro Analisis (PA) seperti media Zarouk sebagai media kultur *Spirulina* sp. terbukti dapat menumbuhkan *Spirulina* sp. Mahalnya media kultur jenis PA menjadi dasar pencarian pupuk alternatif. Oleh sebab itu dilakukan penelitian penggunaan media alternatif yaitu media limbah cair tahu yang diperkaya urea dan SP 36. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektifitas pertumbuhan *Spirulina* sp. pada media limbah cair tahu yang diperkaya urea dan SP 36 agar diketahui dosis media limbah cair tahu yang optimum untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Kultivasi *Spirulina* sp. pada media limbah cair tahu dilakukan di 21 erlenmayer 500 ml, intensitas cahaya 2500 lux selama 16 jam, dan temperatur 22 °C. Penelitian ini menggunakan perlakuan kombinasi dengan dua faktor. Faktor yang pertama adalah limbah cair tahu dengan 3 taraf yaitu 20%, 30%, dan 40%. Sedangkan faktor yang kedua adalah pupuk urea dan sp 36 dengan 2 taraf yaitu 0 mg/L urea, Sp 36, dan 300 mg/L urea, 200 mg/L Sp 36. Kurva pertumbuhan *Spirulina* sp. menunjukkan bahwa pertumbuhan *Spirulina* sp. lebih efektif pada media limbah cair tahu 30% tanpa urea dan sp 36 dibanding media zarouk. Biomasa *Spirulina* sp. perlakuan limbah cair tahu 30% sebesar 0,0288 gr/L.

Kata Kunci : *Spirulina sp, limbah cair tahu, Kultivasi.*

How to cite: Dawud, L. W., Sugeng Winarso, Tri Candra, S., Uji Efektifitas Pertumbuhan *Spirulina* sp. pada Limbah Cair Tahu yang Diperkaya Urea dan Sp 36 *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx

PENDAHULUAN

Dewasa ini, mikroalga mulai banyak dikembangkan untuk kepentingan riset dan teknologi. Pertumbuhan mikroalga yang lebih cepat serta kandungan lemak yang tinggi merupakan keuntungan dalam pengembangan mikroalga. Terdapat tiga komponen zat utama yang terkandung dalam mikroalga yaitu karbohidrat, protein, dan triasgliserol sebagai Lemak Sel Tunggal (LST). Karbohidrat dapat difermentasikan menjadi alkohol, protein dapat diolah menjadi produk makanan dan kecantikan, dan LST dapat diubah menjadi asam lemak. Kombinasi dari pemanfaatan tiga komponen diatas dapat menghasilkan makanan ternak (Sheehan et al, 1998). Salah satu mikroalga yang memiliki kandungan lemak dan protein yang cukup tinggi yaitu *Spirulina* sp. (Amanatin, 2013).

Produksi biomasa *Spirulina* sp. harus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan industri. Produksi biomasa *Spirulina* sp. dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu nutrisi, suhu, cahaya, dan pH. Dalam pertumbuhannya, *Spirulina* sp. membutuhkan nutrisi makro (N,P,S,K,Na, Mg, Ca), nutrisi mikro (Bo, Mo, Cu, Zn, Co) serta nutrisi tambahan (C,H,O) (Borowitzka dan Borowitzka, 1988).

Pemenuhan kebutuhan nutrisi untuk *Spirulina* sp. sangat bergantung pada ketersediaannya dalam medium kultur. Komposisi nutrisi yang lengkap dan konsentrasi nutrisi yang tepat menentukan produksi biomasa dan kandungan gizi mikroalga. Jenis media yang banyak dipilih masyarakat dalam kultur *Spirulina* sp. adalah jenis Pro Analisis (PA) yang sudah distandarkan seperti media Zarouk. Mahalnya harga media kultur jenis PA menjadi dasar pencarian media alternatif yang mampu meningkatkan produksi biomassa *Spirulina* sp. (Amanatin, 2013).

Pemanfaatan limbah organik yang kaya akan bahan organik sebagai sumber nutrisi *Spirulina* sp. dapat dikembangkan menjadi media alternatif kultur *Spirulina* sp. Salah satu limbah organik yang ketersediaannya melimpah dan mudah didapat yaitu limbah cair pabrik tahu. Limbah cair tahu memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang sesuai dengan kebutuhan *Spirulina* sp. Penelitian yang dilakukan Dianursanti (2014), penggunaan media limbah cair tahu dengan dosis 30% dapat meningkatkan biomasa *Chorela vulgaris* sebesar 10,71% dibanding media walne. Limbah cair tahu mengandung P-total,

amonias, N-total, karbon yang dimanfaatkan oleh *Chorela vulgaris* dalam proses metabolisme.

Spirulina sp. merupakan mikroalga yang tidak memiliki heterosis, sehingga *Spirulina* sp. tidak mampu memfiksasi nitrogen dari udara. Pemenuhan kebutuhan nitrogen sangat bergantung pada ketersediaannya dalam medium (Kurniasih, 2001 dalam Mubarak et al, 2012). Selain unsur nitrogen, *Spirulina* sp. juga membutuhkan kandungan fosfor yang optimum untuk menunjang pertumbuhannya (Andersen, 2005). Kebutuhan nitrogen dan fosfor *Spirulina* sp. dalam penelitian ini dipenuhi dengan menambahkan pupuk urea dan SP 36 ke dalam media limbah cair tahu.

Pemanfaatan limbah cair tahu yang diperkaya urea dan sp 36 sebagai media kultivasi berpotensi untuk meningkatkan efektifitas pertumbuhan *Spirulina* sp. Tingkat efektifitas pertumbuhan *Spirulina* sp. diukur berdasarkan peningkatan produksi biomasa *Spirulina* sp. pada media pertumbuhan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pertumbuhan *Spirulina* sp. pada limbah cair tahu yang diperkaya urea dan sp 36 sehingga didapatkan media limbah cair tahu yang optimum untuk *Spirulina* sp.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan januari sampai dengan bulan april 2015 di Laboratorium Kimia Tanah dan Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, dan Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Biologi Dasar, dan Laboratorium Fikologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember.

Percobaan menggunakan perlakuan kombinasi dua faktor. Faktor pertama yaitu dosis limbah cair tahu (L) yang terdiri dari 3 taraf (L₁:20%, L₂:30%, L₃:40%) dan faktor kedua yaitu pupuk urea dan sp 36 yang terdiri dari 2 taraf (P₁: Urea (300 mg/L), SP36 (200 mg/L), P₀: Tanpa Pupuk). Masing-masing perlakuan di atas dilakukan tiga kali pengulangan.

L₁P₁ : Limbah cair tahu 20% , urea 300 mg/l, dan SP 36 200 mg/l

L₂P₁ : Limbah cair tahu 30% , urea 300 mg/l, dan SP 36 200 mg/l

L₃P₁ : Limbah cair tahu 40% , urea 300 mg/l, dan SP 36 200 mg/l

L₁P₀ : Limbah cair tahu 20%

L₂P₀ : Limbah cair tahu 30%

L₃P₀ : Limbah Cair tahu 40%

Z : Media Zarouk sebagai kontrol.

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi:

Persiapan Tempat Media Kultur. Tempat media kultur menggunakan erlenmayer 500 mL sebanyak 21 buah. Sebelum erlenmayer digunakan untuk kultur, dilakukan pencucian dengan perendaman HCl 0,1 N selama 24 jam. Setelah perendaman, erlenmayer dibilas dengan aquades dan dikeringanginkan. Kemudian erlenmayer disteriliasasi dengan autoclave dengan suhu 120°C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit.

Pembuatan media zarouk. Media perbanyak *Spirulina* sp dan media kontrol menggunakan media zarouk. Komposisi media zarouk sebagai berikut

Komposisi Media Zarouk untuk Pertumbuhan *Spirulina* sp (Tambunan, 2009).

Unsur makro (dalam 1 liter akuades)

· NaHCO₃ : 10,00 g

· KNO₃ : 1,00 g

· NaCl : 1,00 g

· Na₂EDTA : 0,08 g

· K₂PO₄ : 1,00 g

· FeCl₃ : 0,01 g

· H₃PO₄ : 0,25 ml

· Trace element A : 1,00 ml

· Trace element B : 1,00 ml

Unsur mikro (dalam 1 liter akuades)

- Trace element A

· H₃BO₃ : 2,860 g

· MnCl₂·4H₂O : 1,810 g

· ZnSO₄·7H₂O : 0,220 g

· Na₂MoO₄·2H₂O : 0,015 g

· CuSO₄·5H₂O : 0,079 g

- Trace element B

· COCl₂·6H₂O : 0,04398 g

· NH₄NO₃ : 0,02296 g

· CaCl₂ : 0,09600 g

· NiSO₄·7H₂O : 0,04785 g

· Na₂CuO₄·2H₂O : 0,01794 g

Perbanyak *Spirulina* sp. *Spirulina* sp. yang digunakan dalam penelitian ini yaitu monokultur *Spirulina* sp. dari koleksi Laboratorium Plankton, Puslit Limnologi, LIPI, Cibinong. Sebelum *Spirulina* sp. diinokulasi pada media perlakuan, *Spirulina* sp. diperbanyak terlebih dahulu di media zarouk.

Persiapan Media limbah cair tahu. Media limbah cair tahu yang digunakan sebagai perlakuan berasal dari desa Gebang, Kecamatan Kaliwatu, Jember. Media limbah cair tahu diencerkan dengan air sumur sesuai dengan tabel 2. Media limbah cair tahu dilakukan optimasi pH hingga 9,5 dengan penambahan NaOH 2 N dan optimasi salinitas dengan penambahan NaCl 5%.

Tabel 1. Variasi Limbah Cair Tahu

Volume Limbah cair tahu (%)	Volume medium (mL) Air sumur	Volume medium (mL) Limbah cair tahu	Volume total
20	400	100	1 ; 5
30	350	150	1 ; 3,3
40	300	200	1 ; 2,5

Inokulasi Sel *Spirulina* sp. Inokulasi awal sel *Spirulina* sp. dengan kepadatan 0,0003 gr/l dilakukan pada masing-masing media perlakuan. Media kultur di aduk menggunakan pengaduk sehari sekali agar nutrisi dalam media merata. Selanjutnya, media kultivasi yang sudah diinokulasi ditempatkan pada rak kultivasi dengan sumber cahaya menggunakan lampu TL 40 watt dengan intensitas 2500 lux selama 16 jam.

Variabel pengamatan yang digunakan dalam percobaan ini terdiri dari :

1. Produksi Biomasa

Produksi biomasa *Spirulina* sp. dapat diamati dengan menghitung OD (*optical density*) *Spirulina* sp. setiap 24 jam sekali menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 680 nm sampai fase stasioner. Penggunaan panjang gelombang 680 nm karena panjang gelombang tersebut dapat diserap maksimum oleh klorofil a. Dasar pengukuran kerapatan *Spirulina* sp. menggunakan spektrofotometer adalah mengukur zat optik yang berwarna (Borowitzka dan Borowitzka, 1988). Data OD yang diperoleh dapat dikonversi menjadi biomasa kering dengan mengikuti formula :

$$X = 0,1814 \times OD_{680} \text{ (Hadiyanto et al, 2010).}$$

2. Kecepatan Tumbuh.

Kecepatan Tumbuh dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$N = 13,4 \times 10^6 \times OD_{680}$$

$$\ln N_t - \ln N_0$$

$$\text{Kecepatan Tumbuh} = \frac{X - X_0}{T_t - T_0} \quad (\text{Hadiyanto et al, 2010})$$

Keterangan : X = biomasa *Spirulina* sp. (gr/L)
 OD680 = nilai adsorban pada panjang gelombang 680nm
 N = jumlah sel *Spirulina* sp. (sel/mL)
 Nt = jumlah sel pada hari yang ditentukan
 No = jumlah sel pada hari awal kultivasi
 Tt = waktu pertumbuhan yang ditentukan
 To = waktu awal pertumbuhan.

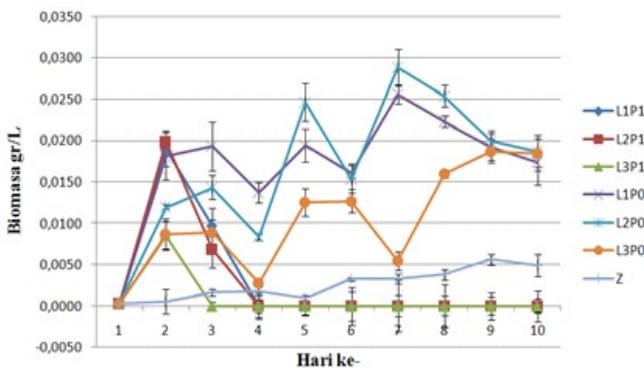
3. Pengukuran BOD

$$\text{BOD} = 5 \times [\text{kadar } \{DO(0 \text{ hari}) - DO(5 \text{ hari})\}] \text{ ppm}$$

DO(0 hari) dihitung pada hari pertama dengan alat DO meter. Sedangkan DO (5hari) dihitung pada hari ke-5 dengan cara mengikubasi selama 5 hari, pada suhu 20°C. Selama penentuan DO diusahakan seminimal mungkin larutan yang akan diukur nilai DO nya tidak terkontak dengan udara bebas. Larutan dimasukkan ke dalam botol winkler 250 mL. Botol keadaanya ditutup dengan kertas karbon atau plastik yang berwarna gelap. Setelah itu diinkubasi dengan suhu 20 °C (Salmin, 2005).

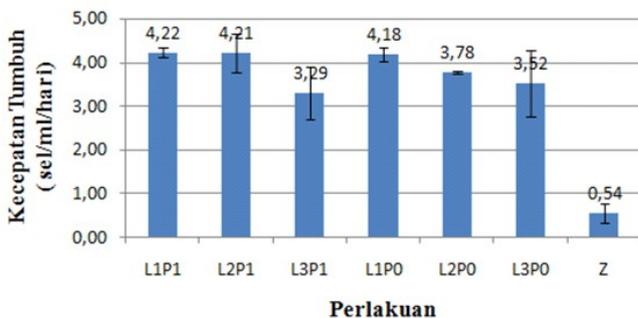
HASIL

Hasil analisis data percobaan uji efektifitas pertumbuhan *Spirulina* sp. pada limbah cair tahu yang diperkaya urea dan sp 36 pada seluruh varibel pengamatan disajikan pada gambar 1



Gambar 1. Pertumbuhan *Spirulina* sp.

Berdasarkan pengukuran OD (optical density) biomasa kultivasi awal pada masing-masing media yaitu 0,0003 gr/l. Secara keseluruhan perlakuan menunjukkan hasil lebih baik daripada perlakuan kontrol atau media zarouk (gambar 1). Biomassa tertinggi terdapat pada perlakuan L₂P₀ yaitu 0,0288 gr/l, dan biomasa terendah terdapat pada perlakuan Zarouk yaitu 0,0056 gr/l.



Gambar 2. Grafik Kecepatan Tumbuh Spesifik *Spirulina* sp. pada Hari ke-2.

Berdasarkan model grafik diatas dapat diperoleh kecepatan pertumbuhan spesifik dari masing-masing perlakuan. Kecepatan pertumbuhan maksimal mencapai puncak pada perlakuan L₁P₁, dan akhirnya mengalami penurunan kecepatan pertumbuhan pada perlakuan L₂P₁, L₃P₁, L₂P₀. Kemudian meningkat sedikit pada perlakuan L₁P₀ dan menurun pada L₂P₀, L₃P₀ dan Z. Kecepatan tumbuh *Spirulina* sp. dipengaruhi oleh dua faktor utama. Faktor pertama adalah sumber nutrisi dan energi, sedangkan faktor kedua adalah faktor lingkungan seperti pH, suhu, dan salinitas (Isnadiana dan Hermana, 2013).

Tabel 2. Karakteristik dan Parameter Limbah Cair Tahu

Parameter	Satuan	Hasil Analisis		Standar Pemerintah Indonesia
		Sebelum Kultivasi	Setelah Kultivasi	
N-total	mg/L	6.9	2.1	25
P-total	mg/L	3.39	1.75	3
DO	Mg/L	1.75	1.6	>5
BOD	mg/L	5.5	8.7	10
pH		3.5	8.5	6,00 – 9,00
Aroma		Busuk	Tidak busuk	Tidak busuk

Analisis komposisi limbah cair tahu ditunjukkan pada tabel 4.5. Limbah cair tahu memiliki kandungan N-total, P-total, Oksigen terlarut atau DO serta nilai BOD. Sebelum dan sesudah kultivasi masing-masing parameter menunjukkan nilai perubahan. Perubahan nilai pH disebabkan karena penambahan NaOH pada media kultivasi. Kandungan N-total dan P-total pada limbah cair tahu menurun seiring dengan meningkatnya produksi biomasa *Spirulina* sp.

PEMBAHASAN

Pertumbuhan *Spirulina* sp. berlangsung selama 10 hari. Pertumbuhan *Spirulina* sp. diketahui berdasarkan produksi biomassa *Spirulina* sp. (Gambar 1). Peningkatan produksi biomasa menunjukkan tingkat efektifitas pertumbuhan *Spirulina* sp. pada masing-masing perlakuan. Produksi biomasa sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dalam media.

Berdasarkan gambar 1 masing-masing perlakuan menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda. Pertumbuhan *Spirulina* sp. pada seluruh perlakuan kecuali perlakuan kontrol (media zarouk) menunjukkan fase lag atau fase adaptasi yang tidak tampak nyata, karena jumlah biomassa *Spirulina* sp. langsung meningkat pada hari ke-1. Fase lag *Spirulina* sp. pada media L₁P₁, L₂P₁, L₃P₁, L₁P₀, L₂P₀, L₃P₀ terjadi pada waktu yang cukup singkat kurang dari 24 jam. Hal ini menunjukkan bahwa *Spirulina* sp. yang diinokulasi pada media limbah cair tahu mampu beradaptasi dengan baik sehingga mampu membelah diri dengan cepat. Menurut Fogg dan Thake (1987), lamanya fase lag bergantung pada jumlah dan umur inokulum serta substrat yang digunakan sebagai media.

Pertumbuhan *Spirulina* sp. pada perlakuan L₁P₀, L₂P₀, dan L₃P₀ meningkat secara fluktuatif (Gambar 1) seiring dengan berkurangnya kandungan N-total dan P-total dalam media (Tabel 2). Pertumbuhan yang meningkat secara fluktuatif sehingga fase stasioner tidak tampak nyata. Hal ini terjadi karena perubahan nilai pH media limbah cair tahu. Pertumbuhan *Spirulina* sp. dipengaruhi oleh pH media. Berdasarkan pengukuran nilai pH pada akhir kultivasi setelah hari ke-10, pH media turun menjadi 8,5 (Tabel 3). Perubahan nilai pH terjadi karena aktivitas

persenyawaan nitrogen seperti amonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), dan nitrit (NO_2^-) (Darley, 1982). Sedangkan pada media Zarouk pertumbuhan *Spirulina* sp. lebih stabil. Hal ini terjadi sebab media Zarouk memiliki unsur hara makro dan mikro dengan perbandingan yang telah distandarkan. Unsur hara mikro diantaranya Fe, Mn, Mg, dan Cl (Dianursanti et al, 2014).

Media zarouk merupakan media yang sudah umum digunakan untuk kultivasi *Spirulina* sp. skala laboratorium, sehingga *Spirulina* sp. telah teradaptasi untuk tumbuh dalam media tersebut. Setelah fase adaptasi, pertumbuhan *Spirulina* sp. membutuhkan nutrisi yang cukup banyak untuk memasuki fase eksponensial dengan ditandai terjadinya peningkatan kelimpahan sel. Namun media Zarouk memiliki kandungan unsur hara yang rendah dibanding dengan media kultur yang lainnya, seperti KNO_3 : 1,00 g dan NH_4NO_3 : 0,02296 g. Nitrogen merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak dalam pertumbuhan *Spirulina* sp. (Borowitzka dan Borowitzka, 1988).

Perlakuan L_1P_1 , L_2P_1 dan L_3P_1 mengalami puncak pertumbuhan pada hari ke-2 dengan biomasa sebesar 0,0190 gr/L, 0,0198 gr/L dan 0,0085gr/L. Hal ini disebabkan karena kandungan nitrogen yang cukup tinggi dalam media tersebut sehingga mengakibatkan ledakan populasi *Spirulina* sp. (*bloom algae*). Peningkatan produksi biomassa *Spirulina* sp. di hari ke-2 membuat kecepatan tumbuhnya meningkat (Gambar 2.). Nitrogen dalam media L_1P_1 , L_2P_1 dan L_3P_1 berasal dari kandungan amonia pada media dan amonia dari proses penguraian urea dalam air (Amanatin, 2013).



Pada hari ke-3 perlakuan L_1P_1 , L_2P_1 dan L_3P_1 mengalami fase kematian. Terdapat dua hal yang menyebabkan *Spirulina* sp. mengalami kematian yaitu akibat penambahan pupuk urea 300 mg/L dan sp 36 200 mg/L menyebabkan tingkat kekeruhan yang tinggi dan konsentrasi NH_3 melebihi batas maksimum. Tingkat kekeruhan media yang tinggi menyebabkan cahaya akan sulit menembus media (Dianursanti et al, 2014). Konsentrasi nitrogen yang tinggi akan menghambat pertumbuhan sel. terdapat batas maksimum penggunaan nutrisi dalam medium oleh sel sehingga terjadi penghambatan proses biosintesis protein. Widianingsih (2008) menyatakan NH_3 yang terlalu banyak dalam media kultur akan bersifat racun dan mengakibatkan sel aktivitas terganggu dalam proses metabolisme. Penelitian yang dilakukan Faradilla dan Juwita (2011) menunjukkan pertumbuhan mikroalga mencapai fase eksponensial pada hari ke-2 dan fase stasioner pada hari ke-3 akibat penambahan 300 ppm NH_3 .

N-total pada limbah cair tahu sebagai penyedia unsur nitrogen untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Nitrogen merupakan nutrisi yang dibutuhkan paling banyak untuk pertumbuhan fitoplankton. Nitrogen sebagai unsur pembentukan klorofil a dan protein (Wijaya, 2006). P-total limbah cair tahu sebagai penyedia unsur fosfor untuk *Spirulina* sp. Unsur fosfor dibutuhkan dalam metabolisme sel, pembelahan sel dan transfer energi pada *Spirulina* sp (Richmond, 1986). Nutrien sebagai sumber nitrogen dan fosfor yang mempengaruhi produktivitas lipid (Widianingsih et al, 2011). BOD sebelum dan sesudah kultivasi *Spirulina* sp. mengalami peningkatan (tabel 3). Peningkatan konsentrasi BOD terjadi akibat degradasi bahan organik yang berlangsung lambat (Munawaroh et al, 2013). Mikroorganisme dalam media limbah cair tahu mengalami kejenuhan nutrisi sehingga konsentrasi BOD meningkat.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan *Spirulina* sp. pada media limbah cair tahu dosis 30% tanpa diperkaya pupuk urea 300 mg/L dan super phosphate 36 (SP 36) 200 mg/L (L_2P_0) lebih efektif dibanding dengan perlakuan yang lain dengan produksi biomasa sebesar 0,0288 gr/L. Sedangkan pertumbuhan *Spirulina* sp. pada media limbah cair tahu yang diperkaya pupuk urea 300 mg/L dan super phosphate 36 (SP 36) 200 mg/L tidak lebih efektif.
2. Kecepatan tumbuh spesifik *Spirulina* sp. tertinggi dibanding perlakuan yang lain adalah perlakuan media limbah cair tahu dosis 20% yang diperkaya pupuk urea 300 mg/L dan super phosphate 36 (SP 36) 200 mg/L (L_1P_1) dengan kecepatan tumbuh 4,22 sel/ml/hari.

Saran

Berdasarkan penelitian ini penggunaan media limbah cair tahu 30% tanpa penambahan urea dan SP 36 lebih disarankan sebagai media *Spirulina* sp. sebab media tersebut memberikan biomasa tertinggi diantara perlakuan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanatin, D. Riesya. 2013. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Media Ekstrak Tauge (MET) dengan Pupuk Urea terhadap Kadar Protein *Spirulina* sp., *Sains dan Seni Pomits*, 2(2) : 2337-3520
- Andersen, R.A. 2005. *Algal Culturing Technique*. Elsevier Academic Press. UK.
- Borowitzka, M. A dan Borowitzka, L.J. 1988. *Micro-algal biotechnology*. Cambridge : Cambridge University Press
- Darley, W.M. 1982. *Algal Biology: A Physiological Approach*. Black Well Scientific Publications, London.
- Dianursanti et al. 2014. Industrial Tofu Wastewater as a Cultivation Medium of Micoalgae *Chorella vulgaris*. *Energy Procedia*, 47 ; 56-61
- Faradilla A. dan Juwita A. Rima. 2011. *Pemanfaatan Air Limbah Pabrik Pupuk Kadar Amonia Tinggi sebagai Media Kultur Mikroalga untuk Perolehan Sumber Minyak Nabati Sebagai Bahan Bakar Biodiesel*. Universitas Diponegoro.
- Fogg GE, Thake B. 1987. *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology*. Third Edition. London: The University of Wisconsin Press.
- Hadiyanto et al. 2010. Produksi Mikroalga Berbiomasa Tinggi dalam Bioreaktor Open Pond. Prosiding Seminar Nasional teknik Kimia "kejuangan".
- Isnadina D. dan Hermana, J. 2013. Pengaruh Konsentrasi Bahan Organik, Salinitas, dan pH terhadap Laju Pertumbuhan Alga.. Seminar Nasional Pascasarjana. ITS
- Kurniasih, 2001 dalam Mubarak et al. 2012. Pengaruh Konsentrasi Pupuk *Azolla pinata* Terhadap Pertumbuhan Populasi *Spirulina plantensis*. *Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(1): 4-10
- Munawaroh, U. et al. 2013. Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. *Institut Teknologi Nasional*, 2(1): 1-12
- Richmond, A. 1986. *CRC Handbook Microalgal Mass Culture*. Florida: CRC press.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 3(30) : 21-26

- Sheehan, et al. 1998. *A look back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program Biodiesel From Algae*. Colorado: National Renewable Energy Laboratory
- Tambunan, J. Linar. 2009. Karakteristik Optik dan Elektronik Ekstrak Klorofil *Spirulina fusiformis*. Tidak diterbitkan. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Widianingsih et al. 2008. Kandungan nutrisi *Spirulina plantensis* yang Dikultur pada media yang berbeda. *Ilmu Kelautan*, 13(3):169
- Widianingsih et al. 2011. Pengaruh Konsentrasi Nutrien Fosfat dan Nitrat terhadap Kandungan Lipid Total *Nannochloropsis oculata*. *Ilmu Kelautan*, 16(1) : 24-29
- Wijaya, S.A. 2006. Pengaruh Pemberian Konsentrasi Urea yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. Skripsi. Program studio budidaya perairan. Fakultas kedokteran hewan. Universitas airangga. Surabaya.