

The effectiveness of tofu liquid waste for growing *Chlorella* sp.

By

Hotma BR Sidabutar¹⁾, M.Hasbi²⁾, Budijono²⁾

hotmasidabutar4@gmail.com

ABSTRACT

Tofu liquid waste is rich in micro and macro nutrients that can be used to grow microalgae such as *Chlorella* sp. To understand the effectiveness of the waste as a medium to grow *Chlorella* sp., a study was conducted from March – May 2016. Different amount of waste was mixed with aquadest, there were P₀ (0% waste), P₁ (65% waste), P₂ (75% waste) and P₃ (85% waste) were used as nutrient source for the microalgae that were cultured for 20 days. Parameters measured were the abundance and biomass of *Chlorella* sp., nitrate and phosphate concentration, CO₂, pH, and temperature. Results shown that the best growth of *Chlorella* sp. was in the P₃, the abundance was 18.46 x 10⁶ cells/ml and biomass was 0.70 g/l. The growth of *Chlorella* sp. was able to reduce the nitrate and phosphate concentration, from 7.09 to 0.23 mg/l and from 1.04 to 0.40 mg/l respectively. This fact indicates that the nutrients have been used for growing the microalgae. Based on data obtained, it can be concluded that the tofu liquid waste can be used as medium for growing *Chlorella* sp.

Keywords: *Tofu liquid waste, nutrient, medium, Chlorella* sp.

¹⁾ Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

²⁾ Lecture of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

PENDAHULUAN

Industri tahu membutuhkan air sekitar 45 liter untuk mengolah satu kilogram kedelai menjadi tahu, dimana untuk memproduksi satu ton dihasilkan limbah cair sebanyak 45-50 m³. Sebagian besar pengrajin tahu belum memiliki unit pengolahan, sehingga limbah cair langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Menurut Mardiana (2014), kadar nitrat dan fosfat yang terdapat dalam limbah cair tahu berkisar 20-23.3 mg/l dan 9.3-9.4 mg/l. Tingginya kandungan nutrisi pada limbah cair tahu sangat cocok sebagai media pertumbuhan

mikroalga termasuk *Chlorella* sp. Sesuai penelitian Boroh (2012) pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar nitrat mencapai 3-15.5 mg/l dan fosfat 0.27-5.5 mg/l.

Mikroalga dari jenis *Chlorella* sp. memiliki kemampuan hidup diperairan tercemar karena memiliki phytohormon dan polyamine untuk beradaptasi pada lingkungan tercemar. *Chlorella* sp. menyerap bahan ammonia, nitrat dan fosfat tersebut sebagai sumber makanannya untuk menghasilkan biomassa yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal,

seperti sebagai pakan alami pada larva ikan, pakan ternak, suplemen, penghasil komponen bioaktif, bahan farmasi dan kedokteran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari konsentrasi limbah cair tahu yang terbaik untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. yang optimal.

METODE PENELITIAN

a. Bahan, Alat dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bibit *Chlorella* sp., media limbah cair tahu sebagai medium pertumbuhan *Chlorella* sp., akuades sebagai air steril untuk pengenceran, kertas Whatman No.01, alkohol 96%. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop, *haemocytometer* tipe Thoma, gelas ukur, pipet tetes, hand counter, 12 unit gallon air model guci pet vol.12L, 12 unit lampu LED 5W, aerator, termometer dan pH meter. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan.

b. Prosedur Penelitian

Tahapan persiapan penelitian adalah: 1) penyiapan media penyaring terbuat dari drum plastik yang berisi kerikil, pasir, arang dan ijuk dengan ketebalan 15 cm. 2) Limbah cair tahu diambil dan dimasukkan ke dalam media penyaringan. 3) sterilisasi alat dan media kultur dengan dicuci bersih kemudian disemprotkan alkohol 96% dan dibilas dengan akuades. 4) penyusunan peralatan kultur terbuat dari kayu ukuran 4x6x15 cm. Wadah kultur yang digunakan adalah galon model guci sebanyak 12 buah dan dibagian tutup dipasang aerasi dan bola lampu LED 5W. 5) bibit *Chlorella* sp. di uji cobakan dengan media kultur limbah cair tahu pada penelitian pendahuluan dan utama.

c. Perhitungan Kelimpahan dan Biomassa *Chlorella* sp.

Kelimpahan *Chlorella* sp. dilakukan setiap hari, dimana sampel diambil sebanyak 5 ml dan langsung diamati dibawah mikroskop menggunakan *haemocytometer* tipe Thoma. Kemudian sel dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$N = n \times 4000 \text{ (sel/ml)}$$

Keterangan:

N: Jumlah total sel/ml

n : Jumlah sel/ml pada stiap sampel

Biomassa *Chlorella* sp. dilakukan setiap 5 hari sekali, dimana sampel diambil sebanyak 100 ml dan langsung disaring dengan kertas saring Whatman No.01, dikeringan, kemudian dioven pada suhu 60°C selama ½ jam. Sebelumnya telah ditimbang berat kosong kertas saring dan ditimbang berat kertas setelah disaring *Chlorella* sp. (Panggabean *et al.*, 2010).

$$PB = Bx - Bo$$

Keterangan:

PB : Produktifitas Biomassa (g/L)

Bx : Berat Akhir

Bo : Berat Awal

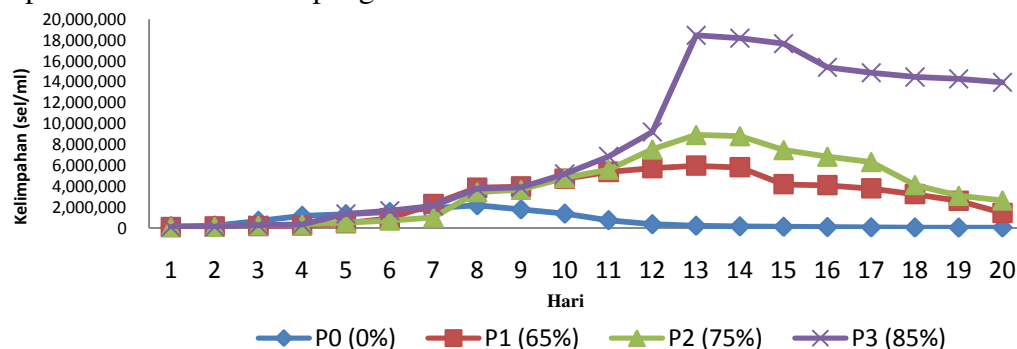
d. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Data yang dianalisis meliputi kelimpahan dan biomassa *Chlorella* sp., parameter Nitrat, Fosfat, CO₂ bebas, Suhu dan pH disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data diolah secara statistik dengan menggunakan metode statistik deskriptif dengan Uji ANOVA pada taraf signifikansi 5% dan kemudian dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui beda tidak nyata, nyata, dan sangat nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kelimpahan *Chlorella* sp.

Pada penelitian utama, kelimpahan *Chlorella* sp. yang diperoleh selama pengkulturan



Gambar 1. Kelimpahan *Chlorella* sp.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa kelimpahan populasi *Chlorella* sp. yang optimal terdapat pada P3 (85%) dengan jumlah sel 18,460,889 sel/ml. Hal ini dikarenakan mengandung unsur hara tinggi berupa nitrat dan fosfat sebesar 7.09 mg/L dan 1.04 mg/L yang dapat dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk proses fotosintesis sehingga kelimpahan populasi dan biomassa meningkat (Garno, 1998).

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan kelimpahan *Chlorella* sp. dalam memanfaatkan unsur-unsur hara dalam medium kultur limbah cair tahu adalah pH dan suhu yang

berada pada kisaran 37,333 sel/ml – 18,460,889 sel/ml. Hasil kelimpahan *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 1.

berkisar antara 7-8 dan 27-28°C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dominic *et al.* (2009) yaitu pH yang digunakan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 6-8 dimana kondisi pH tersebut *Chlorella* sp. dapat tumbuh optimal. Menurut Dwidjoseputro (1986) suhu 25°C – 32°C pertumbuhan *Chlorella* sp. terjadi secara normal.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata dari pemanfaatan limbah cair tahu dengan konsentrasi yang berbeda (0%, 65%, 75% dan 85%) terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji ANOVA

	df	F _{Hitung}	F _{Tabel}	Sig.
Perlakuan	3	806.884	4.07	0.000**
Galat	8			
Total	11			

(**): Berbeda sangat nyata pada taraf 99%

Kemudian dilakukan uji lanjut BNT Kelimpahan *Chlorella* sp. yang menunjukkan bahwa P0 berbeda sangat nyata terhadap P1, P2 dan P3 pada tingkat kepercayaan 99%. Hasil uji lanjut BNT disajikan pada Tabel 2.

2. Biomassa *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil dari pengamatan untuk Biomassa *Chlorella* sp. diperoleh hasil optimal pada P3 (85%) yaitu 0.70 g/L. Nurtiyani (2000) mengatakan bahwa faktor tingginya pertumbuhan biomassa ini dipengaruhi juga oleh

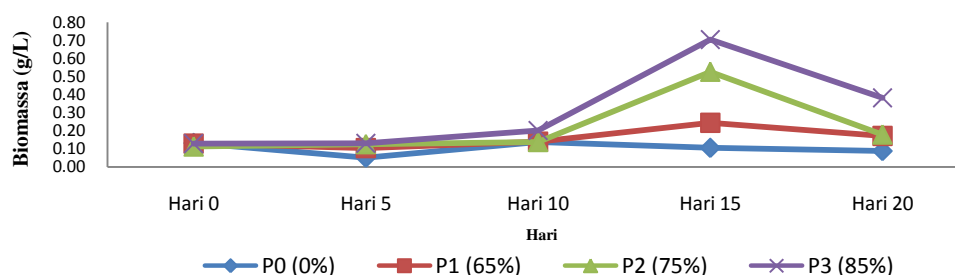
jumlah penambahan limbah cair tahu. Hal ini didukung oleh adanya nutrisi berupa nitrat dan fosfat yang cukup untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu sebesar 7.09 mg/L dan 1.04

mg/L, serta faktor lingkungan yang baik yaitu pada pH 6-8 dan suhu 27-28°C. Hasil Biomassa *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut BNT

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Std. Error	Sig.
P0	P1	1.46910E5	.000**
	P2	1.46910E5	.000**
	P3	1.46910E5	.000**
P1	P0	1.46910E5	.000**
	P2	1.46910E5	.001**
	P3	1.46910E5	.000**
P2	P0	1.46910E5	.000**
	P1	1.46910E5	.001**
	P3	1.46910E5	.000**
P3	P0	1.46910E5	.000**
	P1	1.46910E5	.000**
	P2	1.46910E5	.000**

(**): Berbeda sangat nyata pada taraf 99%



Gambar 2. Biomassa *Chlorella* sp.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata dari pemanfaatan limbah cair tahu dengan Tabel 3. Hasil Uji ANOVA

konsentrasi yang berbeda (0%, 65%, 75% dan 85%) terhadap biomassa *Chlorella* sp. disajikan pada Tabel 3.

	df	F _{Hitung}	F _{Tabel}	Sig.
Perlakuan	3	230.427	4.07	0.000**
Galat	8			
Total	11			

(**): Berbeda sangat nyata pada taraf 99%

Kemudian dilakukan uji lanjut BNT Biomassa *Chlorella* sp. yang menunjukkan bahwa P0 berbeda sangat nyata terhadap P1, P2 dan P3 pada tingkat kepercayaan 99%. Hasil uji lanjut BNT disajikan pada Tabel 4.

3. Parameter Limbah Cair Tahu

Pengukuran kandungan unsur hara nitrat dan fosfat dilakukan pada hari ke-0, ke-10 dan ke-20, pH dan suhu dilakukan pada hari ke-0, ke-5, ke-10, ke-15 dan ke-20, sedangkan

CO₂ bebas dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-14 pada fase stasioner.

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut BNT

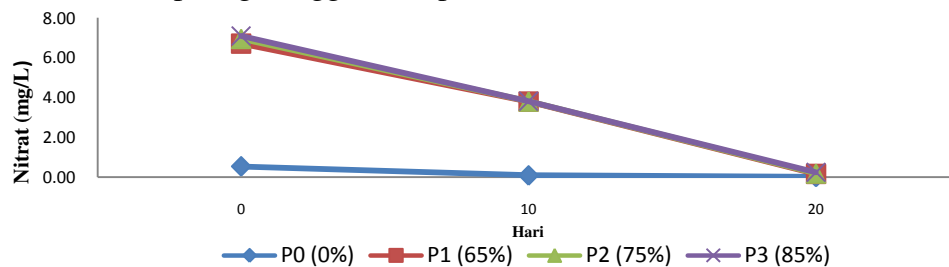
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Std. Error	Sig.
P0	P1	.0082046	.000**
	P2	.0082046	.000**
	P3	.0082046	.000**
P1	P0	.0082046	.000**
	P2	.0082046	.000**
	P3	.0082046	.000**
P2	P0	.0082046	.000**
	P1	.0082046	.000**
	P3	.0082046	.000**
P3	P0	.0082046	.000**
	P1	.0082046	.000**
	P2	.0082046	.000**

(**): Berbeda sangat nyata pada taraf 99%

• Nitrat

Selama proses pengkulturan, kandungan nitrat pada limbah cair tahu mengalami penurunan karena dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya. Nilai nitrat paling tinggi terdapat

pada P3 (85%) yaitu 7.09 mg/l sesuai menurut Lubis (2004) bahwa pada umumnya semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tinggi jumlah unsur haranya. Penurunan kandungan nitrat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Penurunan Nilai Nitrat

Menurut Effendi *et al.* (1971) dalam Boroh (2012) pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar nitrat mencapai 3-15.5 mg/L. Pada hari ke-10 dan ke-20 terjadi penurunan yang sangat signifikan. Menurut Xin *et al.* (2010) mikroalga dapat mengurangi jumlah senyawa polutan pada air limbah. Nitrat yang terkandung pada limbah cair (medium) tersebut dimanfaatkan

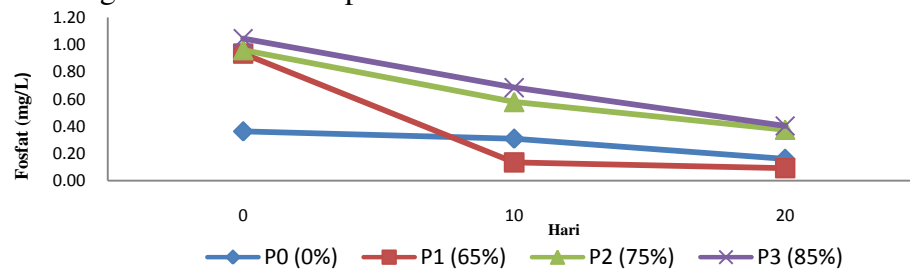
mikroalga *Chlorella* sp. sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhannya. Apabila kondisi medium kekurangan nitrogen maka proses fotosintesis menjadi terhambat dikarenakan nitrogen merupakan unsur yang berfungsi untuk mensintesis klorofil (Purwadi, 2011). Ketika proses fotosintesis terhambat maka energi yang dibutuhkan menjadi sedikit, sehingga

dapat menyebabkan pertumbuhan mikroalga menjadi tidak optimal.

• Fosfat

Kandungan fosfat selama pengkulturan mengalami penurunan karena kandungan fosfat dalam limbah cair tahu dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk

pertumbuhannya. Nilai fosfat paling tinggi terdapat pada P3 (85%) yaitu 1.04 mg/l. Menurut Mas'ud (1993) nilai fosfat optimum untuk pertumbuhan mikroalga adalah 0.018-27.8 mg/L. Penurunan kandungan fosfat disajikan pada Gambar 4.



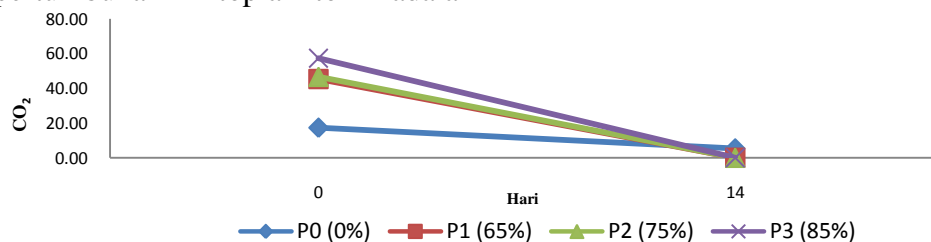
Gambar 4. Penurunan Nilai Fosfat

Gambar diatas menunjukkan bahwa penurunan nilai fosfat terjadi dikarenakan fosfat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. untuk pembentukan klorofil dan pembelahan sel sehingga semakin cepat pembelahan sel maka semakin cepat pertumbuhan dan kepadatan sel (Amini, 2004). Nilai fosfat yang diperoleh pada setiap perlakuan sangat mendukung untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp.. Menurut Effendi *et al.* (1971) dalam Boroh (2012) pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar ortofosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah

0.27-5.5 mg/L, apabila kadarnya kurang dari 0.02 mg/L maka ortofosfat menjadi faktor pembatas.

• CO₂ Bebas

Selama proses pengkulturan mikroalga *Chlorella* sp., terjadi penurunan konsentrasi CO₂ bebas yang berarti kandungan CO₂ bebas dalam limbah cair tahu tersebut sudah dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk proses fotosintesis. Konsentrasi CO₂ bebas tertinggi terdapat pada P3 (85%) yaitu 57,26 mg/L. Penurunan konsentrasi CO₂ bebas disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Penurunan Nilai CO₂

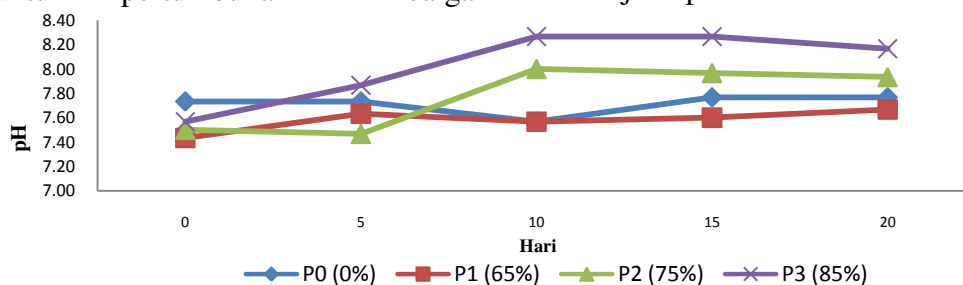
Penurunan konsentrasi CO₂ bebas terjadi dikarenakan mikroalga *Chlorella* sp. memanfaatkan CO₂ bebas yang ada pada limbah cair tahu untuk proses fotosintesis. Tersedianya CO₂ di dalam media

kultur merupakan faktor penting untuk fitoplankton, karena secara langsung dipakai sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesa. Proses pembudidayaan *Chlorella* sp.

sangat diperlukan adanya aerasi yang berguna agar tidak terjadi pengendapan dan membantu proses fotosintesis. Hal tersebut juga dijelaskan oleh Daniello (2005) tentang keberadaan karbondioksida dan sinar matahari yang cukup sangat mendukung pertumbuhan alga.

• pH

Hasil pengukuran pH pada kultur mikroalga *Chlorella* sp. pada setiap perlakuan sangat mendukung untuk pertumbuhan mikroalga

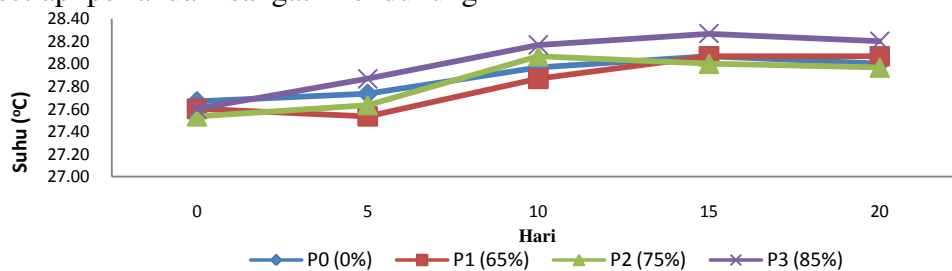


Gambar 6. Perubahan pH

Secara umum nilai pH mengalami peningkatan karena adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh mikroalga *Chlorella* sp.. Karbondioksida (CO₂) merupakan komponen utama dalam proses fotosintesis. Dikarenakan menurunnya kadar CO₂ dalam air limbah, menyebabkan nilai pH meningkat dari keadaan asam menjadi netral atau bahkan basa (Arifin, 2012).

• Suhu

Hasil pengukuran suhu pada kultur mikroalga *Chlorella* sp. pada setiap perlakuan sangat mendukung



Gambar 7. Perubahan Suhu

Chlorella sp. karena rata-rata nilai pH yang diperoleh berada pada kisaran 7.43-8.27. Menurut Kaswadji (1976) nilai pH untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. 7.2-8.5. Hasil pengukuran pH dalam penelitian ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Dominic *et al.* (2009) yaitu pH yang digunakan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 6-8 dimana kondisi pH tersebut *Chlorella* sp. dapat tumbuh optimal. Hasil pengukuran pH disajikan pada Gambar 6.

untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. karena rata-rata nilai suhu yang diperoleh berada pada kisaran 27-28 °C. Rentang perubahan suhu tersebut masih termasuk dalam rentang suhu optimal pertumbuhan *Chlorella* sp.. Menurut Dwidjoseputro (1986) dalam Boroh (2012) suhu 25°C – 32°C pertumbuhan *Chlorella* sp. terjadi secara normal. Menurut Raymont (1976) suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 25-32 °C. Hasil pengukuran suhu disajikan pada Gambar 7.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. terbaik terdapat pada P3 (85%), dengan hasil kelimpahan *Chlorella* sp. mencapai 18.460.889 sel/ml dan biomassa sebesar 0,70 g/L. Hal ini didukung karena medium limbah cair tahu pada P3 (85%) mengandung unsur hara nitrat dan fosfat sebesar 7.09 mg/L dan 1.04 mg/L yang dapat dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya. Berdasarkan uji statistik yang dilakukan dapat diketahui bahwa pemanfaatan limbah cair tahu memberikan pengaruh yang sangat nyata untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, R. 2012. Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya Dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur. Skripsi: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. Bogor. 116 hal (tidak diterbitkan).
- Boroh, R. 2012. Pengaruh Pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Dhahiyat, Y. 1990. Kandungan Limbah Cair Pabrik Tahu dan Pengolahannya dengan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipe* (Mart) Solms). Tesis. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. (tidak diterbitkan).
- Dominic *et al.* 2009. Phycoremediation Efficiency of Micro Algae *Chlorella vulgaris*, *Synechocystis salina*, and *Gloeocapsa gelatinosa*. Department of Botany. Centre of PG studies and Research, Sacred Heart College. Thevara, Emakulam (Dt). Keralla.
- Dwijoseputro. 1994. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta: 205 hal.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 249 hal.
- Nurtiyani, E. 2000. Sistem Skala Kecil Terpadu Pengolahan Limbah Cair Tahu Berbasis Mikroalga *Chlorella* sp. Tahap I. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Panggabean, L.M.G *et al.* 2010. Pengaruh Injeksi Karbondioksida Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis oculata*. Prosiding Seminar Nasional limnology V Tahun 2010. Hal. 704.
- Suriawiria, U. 2005. Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. PT. Alumni, Bandung.