

PENGARUH LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP PERTUMBUHAN
POPULASI CHLORELLA PYRENOIDOSA H.
CHICK DALAM SKALA
LABORATORIUM

Fatmawati Munir, Riche Hariyati dan Erry Wiryani

Laboratorium Ekologi dan Biosistematik, Departemen Biologi Fakultas
Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang Jln. Prof.
Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, 50275,
Telp: (024) 7474754; Fax: (024) 7474754
E-mail: fatmawati.mnr@gmail.com

Abstract

Chlorella pyrenoidosa H.Chick is one of abundant microalgae in Indonesia and mostly cultivated due to its characters which are fast and easily transplanted. Tofu liquid waste contains nutrient which is needed by mikroalga because it contains inorganic content such as carbon, nitrogen, phosphorus, potassium. This research is to study the influence of difference concentration of tofu liquid waste towards population growth of *C. pyrenoidosa* and concentration level of tofu liquid waste towards population growth of *C. pyrenoidosa*. The method is by cultivating *C. pyrenoidosa* H.Chick through the water media which has been given any tofu liquid waste concentration which functions as nutrient source for microalgae. The tofu liquid waste concentration is consisting of 0% as control, 15%, 30%, 45% and 60% and it's conducted by three times repetition. The obtained data was tested by ANOVA. As the F score was different then continued by Duncan test. The result shows that the optimal peak of microalgae's population growth could be found in media with 15% concentration of tofu liquid waste, 337.500 cell/ml, then another control (0%), 170.000 cell/ml and 30%, 119.167 cell/ml, 45%, 81.667 cell/ml. The solidity of lowest population in 60% concentration showed 65.833 cell/ml. This findings has showed that the different handling of concentration towards tofu liquid waste has influenced on *C. pyrenoidosa* population growth. The optimal growth reaches at 15% concentration of tofu liquid waste.

Keywords: *Chlorella pyrenoidosa*, population, waste, liquid, tofu

Abstrak

Chlorella pyrenoidosa H.Chick merupakan salah satu mikroalga yang melimpah di Indonesia dan banyak dibudidayakan karena cepat dan mudah untuk dikultur. Limbah cair tahu mengandung unsur hara yang dibutuhkan mikroalga karena mengandung bahan anorganik seperti karbon, nitrogen, fosfor, kalium. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan populasi *C. pyrenoidosa* dan kadar konsentrasi limbah cair tahu yang paling optimal untuk pertumbuhan populasi *C. pyrenoidosa*. Metode yang digunakan adalah mengkultivasi *C. pyrenoidosa* H.Chick dalam media air yang diberi berbagai konsentrasi limbah cair tahu sebagai sumber nutrisi mikroalga terdiri dari 0% sebagai kontrol, 15%, 30%, 45%, dan 60% sebanyak tiga kali pengulangan. Data yang diperoleh di uji dengan ANOVA. Apanila, nilai F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan Uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan puncak pertumbuhan populasi mikroalga yang optimal pada media dengan konsentrasi 15% limbah cair tahu sebesar 337.500 sel/ml disusul dengan lainnya kontrol (0%), 170.000 sel/ml dan 30%, 119.167 sel/ml, 45%, 81.667 sel/ml. Kepadatan populasi terendah pada konsentrasi 60% sebesar 65.833 sel/ml. Hal ini menunjukkan pemberian konsentrasi limbah cair tahu yang berbeda berpengaruh terhadap

pertumbuhan populasi *C. pyrenoidosa* H. Chicks dan pertumbuhan populasi *C. pyrenoidosa* yang paling optimum pada konsentrasi 15% limbah cair tahu.

Kata kunci: Chlorella pyrenoidosa, populasi, limbah, cair, tahu

PENDAHULUAN

Chlorella termasuk mikroalga yang sudah sangat dikenal dalam dunia sains moderen dan industri bioteknologi. *Chlorella* merupakan mikroalga hijau yang hidupnya di perairan air tawar. Salah satu spesies dari mikroalga hijau ini adalah *Chlorella pyrenoidosa*. *C. pyrenoidosa* merupakan salah satu mikroalga yang melimpah di Indonesia. *C. pyrenoidosa* banyak dibudidayakan karena cepat dan mudah untuk dikultur. *C. pyrenoidosa* memiliki berbagai peranan yang dapat dikembangkan sebagai sumber pakan, pangan, dan bahan baku industri farmasi, kosmetika, dan *biofuel*

Chlorella sp. tumbuh pada media yang mengandung cukup unsur hara, seperti nitrogen, fosfor, kalium. Limbah cair tahu mempunyai peluang sebagai pupuk media alternatif untuk menumbuhkan mikroalga karena mengandung bahan anorganik seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Bahan anorganik ini berasal dari bahan organik seperti protein, karbohidrat, lemak. Bahan organik tersebut dapat terdegradasi dan teroksidasi menjadi bahan anorganik (Effendi, 2003).

Limbah cair tahu merupakan salah satu hasil proses pembuatan tahu selain limbah padat tahu. Proses pembuatan tahu menghasilkan dua limbah yaitu limbah padat ampas tahu dan limbah cair 'whey'. Tahu dibuat dengan mengekstrak protein, kemudian mengumpulkannya, sehingga terbentuk padatan protein. Limbah padat ampas tahu biasa dimanfaatkan sebagai makanan yang disebut tempe gembus sedangkan limbah cair tahu 'whey' dimanfaatkan sebagai pupuk pertanian (Kaswinarni, 2007).

Pabrik Tahu umumnya menerapkan sistem tradisional dengan membuang limbah cairnya ke saluran-saluran pembuangan, sungai atau badan air karena teknologi yang masih sederhana, sehingga tingkat efisiensi penggunaan air dan bahan baku masih rendah

dan tingkat produksi limbahnya juga relatif tinggi. Belum banyak industri tahu yang melakukan pengolahan limbah. Sebagian industri sudah ada yang mempunyai unit pengolahan limbah hasilnya juga belum dapat dimaksimalkan. Ketika cairan limbah cair tahu dialirkan ke badan sungai, selain mencemari sungai, dalam jangka waktu lama akan membusuk dan mengeluarkan bau yang menyengat (Kaswinarni, 2007). Bau yang menyengat dapat menimbulkan gangguan pernapasan dan gangguan kesehatan lainnya berupa penyakit gatal, diare dan kolera khususnya penyakit yang berkaitan dengan air kotor.

Data yang diperoleh dari BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) tahun 2012 menunjukkan bahwa industri tahu di wilayah Indonesia mencapai 84.000 unit usaha dan 80% berada di Pulau Jawa, kapasitas produksi lebih dari 2,56 juta ton per tahun. Industri tahu ini memproduksi limbah cair sebanyak 20 juta meter kubik per tahun (Adi, 2012). Dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa begitu berlebih limbah cair tahu di Indonesia sehingga dapat berpotensi menjadi pupuk alternatif yang murah daripada pupuk kimiawi yang mahal.

Berbagai penelitian tentang limbah cair tahu telah dilakukan, salah satunya adalah penelitian Rini (2012) dengan perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 15%, 20%, 25%, dan 30%, menunjukkan pertumbuhan *Chlorella* sp, tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 25% dengan rata-rata 7.431.818 sel/ml pada hari ke-6. Berdasarkan penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini memakai konsentrasi 15%, 30%, 45%, 60% ini dipilih dengan harapan memperkaya wawasan pemanfaatan limbah cair tahu sekaligus ditujukan untuk mengolah limbah yang berlebih dengan ditingkatkan lagi konsentrasi limbah tersebut.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematik Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian dilakukan dari bulan Desember 2015 – Februari 2016.

Alat dan Bahan

Sampel limbah cair tahu diperoleh di Pabrik Tahu 'Hartono' daerah Mrican, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. Bibit murni *C. pyrenoidosa* H. Chick yang diperoleh dari Balai Budidaya dan Perikanan Air Payau (BBPAP).

Alat yang digunakan pada kultur mikroalga yaitu bejana, gelas ukur, aerator, rak, lampu TL, selang, hemocytometer, mikroskop, pipet. Alat untuk mengecek kondisi parameter abiotik yaitu, pHmeter, DO meter, termometer.

Cara Kerja

Pengambilan limbah cair tahu dari Pabrik Tahu yang bertempat di Jl Saputran Barat Kelurahan Mrican, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. Sampel diambil sebelum limbah masuk IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Limbah cair tahu dibawa ke laboratorium Ekologi dan Biosistematik untuk dilakukan perlakuan. Sampel limbah cair tahu dikirim ke Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang untuk dilakukan analisis N,P,dan K.

Sterilisasi semua peralatan, bahan, dan tempat yang sudah dipersiapkan. Sumber kontaminan dalam media selama kultur dapat berasal dari beberapa faktor. Salah satunya berasal dari media dan bejana. Sterilisasi bertujuan untuk meminimalkan keberadaan mikroorganisme pada alat dan media kultivasi yang digunakan selama penelitian.

Pembuatan medium kultur dibuat sesuai perlakuan penelitian yaitu dengan konsentrasi limbah cair tahu 15%, 30%, 45%, 60% dan kontrol (0%). Media kontrol hanya diberi aquades. Media perlakuan diberi limbah cair tahu sebagai sumber nutrisi.

Penghitungan stok awal sel *Chlorella pyrenoidosa* diamati dengan menggunakan alat bantu *hand counter* dan haemocytometer.

Haemocytometer dibersihkan terlebih dahulu dengan alkohol 70% dan dikeringkan dengan tissue. Setelah itu, *cover glass* dipasang pada *haemocytometer*. Menurut Hadi *et al* (2015) rumus perhitungan mikro alga untuk perhitungan kepadatan awal adalah :

$$k = n \times p \times 2500$$

Keterangan :

k = Kepadatan sel (sel/ml)

n = Jumlah total sel pada keempat kotak kamar hitung

p = Tingkat pengenceran yang digunakan

2500 = Konstanta haemocytometer

Pengukuran faktor lingkungan dengan menggunakan DO meter, Luxmeter, pHmeter dan termometer meliputi suhu, pH dan intensitas cahaya, dan DO.

Data hasil pengamatan pertumbuhan populasi sel *Chlorella pyrenoidosa* diolah secara statistik dengan menggunakan metode analisis sidik ragam (ANOVA) dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf signifikan 5%. Apabila berbeda nyata maka dilanjutkan dengan Uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Populasi *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick.

Hasil uji pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan *C. pyrenoidosa* menunjukkan F hitung > F tabel, 21,790 > 2,540. Hal ini menandakan bahwa perlakuan konsentrasi limbah cair tahu yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga *C. pyrenoidosa*.

Uji selanjutnya dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa*, yaitu Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan menggunakan uji Duncan. Berdasarkan hasil uji Duncan diperoleh konsentrasi limbah cair tahu 15% dan kontrol (0%) memberikan pengaruh yang signifikan.

Kepadatan sel konsentrasi 15% yang tinggi disebabkan limbah cair tahu yang diberikan dalam jumlah yang cukup, sehingga *C. pyrenoidosa* dapat memanfaatkan nutrisi lebih efektif.

Perlakuan konsentrasi limbah cair 30% dan 45% dan 60% tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan populasi *C. pyrenoidosa* karena semakin tinggi konsentrasi limbah cair tahu, maka efektivitas pemanfaatan nutrisi semakin rendah. Apabila nutrisi diberikan pada media kultur dalam jumlah berlebih maka bersifat racun yang dapat menghambat pertumbuhan (Hastuti dan Handajani, 2001). Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan tidak semakin menambah laju pertumbuhan melainkan semakin menghambat laju pertumbuhan mikroalga karena mengganggu penyerapan nutrisi yang menjadi racun bagi pertumbuhan *Chlorella* sendiri.

Tabel 1. Tabel Rata-Rata Pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa*

Perlakuan	Rata-Rata
Kontrol (0%)	108.472 ^b
15%	212.847 ^c
30%	62.291 ^a
45%	53.402 ^a
60%	45.486 ^a

Keterangan : Notasi huruf yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata.

Secara keseluruhan, jika dibandingkan dengan masing-masing perlakuan, rata-rata kepadatan sel pada media perlakuan 60% menunjukkan kepadatan sel yang terendah sebesar 45.486 sel/ml. Rata-rata kepadatan tertinggi dihasilkan pada konsentrasi limbah cair tahu 15% yaitu sebesar 212.847 sel/ml diikuti dengan kontrol (0%), 30% dan 45% dengan rata-rata kepadatan sel berturut-turut 108.472, 62.291 dan 53.402 sel/ml. Rata-rata kepadatan sel 15% yang tinggi disebabkan limbah cair yang diberikan dalam jumlah cukup, sehingga *C. pyrenoidosa* dapat memanfaatkan nutrisi secara efektif. Sylvester, dkk (2002) mengatakan bahwa nutrisi yang diserap kedalam sel akan digunakan oleh sel melalui proses yang disebut metabolisme. Nutrisi berfungsi

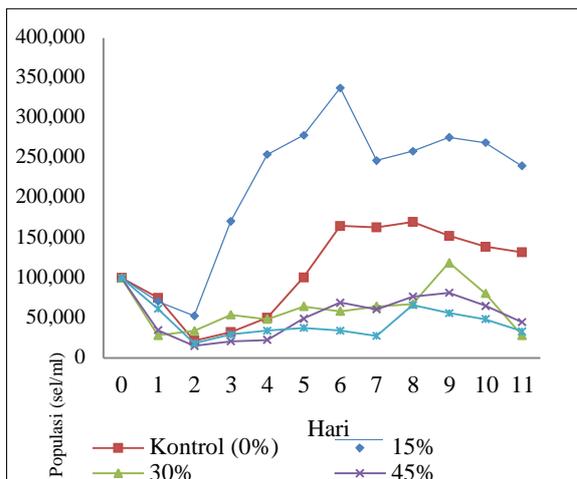
sebagai bahan baku, tanpa adanya nutrisi proses biosintesis tidak berjalan.

Kontrol (0%) yang tidak diberi perlakuan limbah cair tahu juga mengalami pertumbuhan yang signifikan. Menurut Annisa (2005), pertumbuhan ini disebabkan adanya tambahan nutrisi untuk *C. pyrenoidosa* yang diperoleh dari lisis sel-sel yang telah mati. Sel-sel *Chlorella* yang masih hidup memanfaatkan nutrisi dari sel *Chlorella* yang telah lisis untuk bertahan hidup.

Hasil pengukuran kandungan N, P dan K sampel limbah cair tahu dari Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro berturut-turut sebesar 2,59 mg/L, 0,85 mg/L dan 0,71 mg/L. Unsur hara tersebut berasal dari degradasi dari kedelai. Kadar unsur – unsur tersebut masih didalam kadar yang ditoleransi oleh fitoplankton. Menurut Mackentum (1969) dalam Yuliana, dkk(2012) fitoplankton dapat tumbuh dengan baik kandungan nitrat kisaran 0,9-3,5 ppm dan kadar fosfor berkisar antara 0,29-1,80 mg/L. Menurut Tjahjo dan Lydia (2002) unsur N, P penting untuk pembentukan protein. Nitrogen yang dibutuhkan untuk media kultur dapat diperoleh dari: KNO₃, NaNO₃, NH₄Cl, dan lain-lain. Fosfor juga merupakan bahan dasar pembentuk asam nukleat, enzim, dan vitamin. Unsur kalium, menurut Isnansetyo dan Kurniasetyo (1995) kalium berfungsi dalam metabolisme karbohidrat dan juga sebagai kofaktor untuk beberapa koenzim.

Pertumbuhan Populasi *Chlorella pyrenoidosa*. H.Chick

Tahap pertumbuhan mikroalga terdiri dari fase lag, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Fase lag pada penelitian ini rata-rata berlangsung dalam waktu 2 hari yaitu hari pengamatan ke- 0 hingga hari pengamatan ke- 2 dan kepadatan sel terus meningkat. Berdasarkan grafik pada Gambar 1 terlihat bahwa pertumbuhan sel *C. pyrenoidosa* tertinggi pada konsentrasi 15%, sedangkan pertumbuhan sel terendah pada konsentrasi 60% limbah cair tahu.

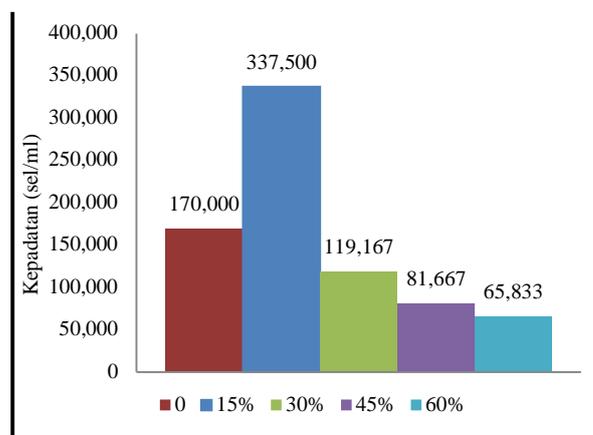


Gambar 1 Grafik Kepadatan Sel *Chlorella pyrenoidosa* dengan Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu.

Lamanya fase lag bergantung pada jumlah dan umur inokulum serta substrat yang digunakan sebagai media. Umur inokulum yang tua memerlukan waktu yang lama untuk mengaktifkan kembali pertumbuhan sel-nya. Hal ini menunjukkan bahwa *C. pyrenoidosa* masih proses adaptasi dengan kondisi yang telah diberikan. Kemampuan adaptasi mikroalga dipengaruhi oleh unsur hara dalam media yang menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan. Jika salah satu nutrisi tidak tersedia dalam limbah atau jumlahnya terlalu besar maka proses reduksi senyawa organik dan pertumbuhan mikroalga tersebut terhambat (Rini, 2012)

Fase eksponensial diawali dengan peningkatan kepadatan sel beberapa hari hingga mencapai puncak. Setiap perlakuan memasuki waktu fase eksponensial berbeda-beda. Pada kontrol, 15%, 45%, dan 60% memasuki fase eksponensial pada pengamatan hari ke-2. Hal ini ditandai dengan kepadatan yang meningkat dari 52.500 sel/ml sampai 337.500 sel/ml pada konsentrasi 15%, pada kontrol terjadi pada hari ke-6 dengan kepadatan 21.666 sel/ml sampai 100.833 sel/ml. Peningkatan pada konsentrasi 45% ditandai dengan kepadatan dari 15.000 sel/ml hingga 81.667 sel/ml di hari ke- 9 sedangkan konsentrasi 60%, dari 18.333 sel/ml meningkat sebesar 65.833 sel/ml di hari ke-8. Konsentrasi 30% memasuki fase eksponensial pada hari pertama dari kepadatan sebesar 28.333 sel/ml

naik perlahan-lahan sampai hari ke- 9 sebesar 119.167 sel/ml. Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) mengatakan bahwa pertumbuhan mikroalga sangat erat kaitannya dengan ketersediaan hara makro dan mikro serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga, antara lain cahaya, suhu, pH dan air. Hal ini menunjukkan, faktor lingkungan mendukung pertumbuhan populasi. Selain itu ketersediaan unsur hara yang terdapat didalam limbah dapat dimanfaatkan oleh mikroalga.



Gambar 2 Diagram kepadatan tertinggi selama pertumbuhan populasi *C. pyrenoidosa* H.Chick.

Fase stasioner ditandai dengan laju pertumbuhan eksponensial yang menurun yaitu fase dimana kepadatan maksimum tercapai. Fase stasioner ditandai dengan terjadinya keseimbangan antara tingkat. Pertumbuhan dan tingkat kematian sel. Pertambahan sel terjadi dalam jumlah kecil. Berdasarkan Gambar 1, kontrol (0%) mengalami fase stasioner pada hari pengamatan ke-6 hingga hari ke-8 sebesar 165.000 sel/ml, 163.333 sel/ml dan 170.000 sel/ml kemudian menurun setelahnya sebesar 152.500 sel/ml. Konsentrasi lainnya menunjukkan penurunan setelah mencapai puncak eksponensial. Pada konsentrasi 15% menunjukkan penurunan drastis sebesar 246.667 sel/ml pada hari ke-7. Konsentrasi 30% dan 45% terjadi penurunan ditandai dengan penurunan secara berturut-turut dari 119.167 sel/ml, dan 81.667 sel/ml menjadi 80.833 sel/ml dan 65.000 sel/ml pada hari ke-10. Konsentrasi 60% penurunan ditandai dari

65.833 sel/ml hingga 55.833sel/ml pada hari ke-9. Penurunan laju pertumbuhan pada fase stasioner disebabkan keterbatasan nutrisi dan terbentuknya senyawa metabolit sekunder, hasil metabolisme sel yang terakumulasi dalam media kultur dapat menghambat proses metabolisme sel (Pelczar dan Chan, 1986).

Fase berikutnya adalah fase kematian yang ditandai dengan menurunnya jumlah kepadatan sel. Grafik tersebut menunjukkan penurunan kepadatan populasi *C. pyrenoidosa* semua konsentrasi di waktu yang berbeda. Pada hari pengamatan ke – 9 terlihat penurunan populasi pada kontrol (0%) dari 170.000 sel/ml hingga sebesar 131.667 sel/ml dan konsentrasi 60% dari 65.833 sel/ml hingga sebesar 33.333 sel/ml. Hari pengamatan ke- 10 terlihat penurunan populasi pada konsentrasi 15% dan 30%, dan 45% secara berturut-turut dari 287.333 sel/ml menjadi 240.000 sel/ml, 119.166 sel/ml menjadi 28.333 sel/ml dan 81.666 sel/ml menjadi 45.000 sel/ml. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), berkurangnya kepadatan jumlah sel mikroalga dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH, dan ketersediaan nutrisi. Berdasarkan hasil pengukuran faktor lingkungan pada Tabel 4.4, suhu dan pH dan cahaya masih dalam kisaran optimal. Dengan demikian, suhu, pH dan cahaya tidak menjadi penyebab berkurangnya kepadatan mikroalga. Penurunan kepadatan sel diduga disebabkan oleh berkurangnya nutrisi dari media limbah cair tahu .

Faktor Lingkungan Kultur

Faktor lingkungan berupa suhu, DO, pH dan intensitas cahaya diukur seminggu sekali. Suhu tercatat berkisar antara 27,1 – 32,2°C. Suhu optimum untuk kultur mikroalga di laboratorium antara 25 - 35°C (Fogg, 1987). Suhu berpengaruh terhadap laju metabolisme mikroalga. Nilai pH tercatat dalam kisaran 7,1 - 7,8. *C. pyrenoidosa* merupakan mikroalga air tawar dengan pH netral kisaran 7 – 8 (Isnadina dan Hermawan, 2013). Menurut Round (1973), pH kisaran 7,0 – 8,0 cukup baik digunakan dalam kultur alga di laboratorium. pH berpengaruh terhadap kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. DO tercatat pada kisaran 2,4 – 3,5 mg/l. Menurut Vonshak (1997), DO minimal yang

diperlukan oleh mikroalga adalah 3,0 ppm. DO digunakan untuk respirasi mikroalga agar terjadi pertukaran udara dengan CO₂. Intensitas cahaya untuk kultur sebesar 4500 lux. Menurut Cotteau (1996), Kisaran intensitas cahaya yang dapat diadaptasi adalah 4000 – 30000 lux. Cahaya penting untuk proses fotosintesis mikroalga. Hasil pengukuran faktor lingkungan, yaitu suhu, pH, DO dan intensitas cahaya masih sesuai bagi pertumbuhan *C. pyrenoidosa*.

KESIMPULAN

Pemberian limbah cair tahu pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick. Pertumbuhan populasi *Chlorella pyrenoidosa* yang paling optimum adalah pada pemberian limbah cair tahu konsentrasi 15%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D.P. 2012. Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Organik untuk Energi. icu-network.net/icu2012/sites/default/files/documents/2.%20Prasetiyadi%20%20Presentasi%20Biogas%20Kalisari.pdf. Diunduh : 28 Desember 2016.
- Annisa, 2005. Respon *Chlorella pyrenoidosa* terhadap Senyawa Klorporifos. Tesis. Departemen Biologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius.Yogyakarta.
- Fogg, G. E. ,dan Thake, B. 1987. *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology* Third Edition. The University of Wisconsin Press. London.
- Hadi, R. P., Setyawati, T. R., dan Mukarlina. 2015. Kandungan Protein dan Kepadatan Sel *Nannochloropsis oculata* pada Media Kultur Limbah Cair Karet. *Protobiont* (2015) Vol. 4 (1) : 120-127

- Hastuti, D. S dan Handajani, H. 2001. *Budidaya Pakan Alami*. Fakultas Peternakan-Perikanan UMM. Malang.
- Isnadina, D. R. M. ,dan Hermawan, J. 2013. Pengaruh Konsentrasi Bahan Organik, Salinitas, dan pH Terhadap Laju Pertumbuhan Alga. *Seminar Nasional Pascasarjana XIII*. ITS. Surabaya
- Isnansetyo, A. ,dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Cetakan pertama. Kanisius. Yogyakarta.
- Kaswinarni, F. 2007. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu: Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali. *Tesis*. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pelczar, M.J. dan Chan, E.C.S. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Rini, I. S. 2012. *Pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan dan kadar lipid Chlorella sp.* *Tesis*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Round, F. E. 1973. *The Biology of The Algae* 2nd ed. Edward-Arnold Ltd. London.
- Sylvester B, Nelvy D, Sudjiharno. 2002. Persyaratan budidaya fitoplankton. *Budidaya Fitoplankton & Zooplankton* 10:24-36.
- Tjahjo, W. dan Lydia, S. 2002. *Biologi Fitoplankton dalam Seri Budidaya Laut no.9*. Budidaya Fitoplankton dan Zoplankton. Departemen Kelautan dan Perikanan. Lampung.
- Vonshak, A. 1997. *Spirulina: growth, physiology and biochemistry*. In *Spirulina platensis (Arthrospira): physiology, cell-biology and biotechnology*. Vonshak, A. (Ed.), Taylor & Francis, London
- Yuliana, Adiwilaga, E.M., Harris, E., dan Pratiwi, N, T, M. 2012. Hubungan antara Fitoplankton dengan Parameter Fisik-Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatika Vol. III (2)*. Hal. 169 – 176.