

The use of fish pond water for growing *Chlorella* sp. In Other Places

By

Esra Febryanti¹⁾, Budijono²⁾, T.Dahril³⁾

fesra@yahoo.com

ABSTRACT

Fish pond water is rich in micro and macro nutrients originated from feces and fish feed remains and it may be used to grow the microalgae such as *Chlorella* sp. A study to understand the growth of *Chlorella* sp in the pond water media and the amount of nutrient used was conducted from January – March 2016. The *Chlorella* sp. was grown indoor and outdoor. Parameters measured were *Chlorella* sp. biomass, nitrate and phosphate content. Samplings were conducted once/10 days. Results shown that *Chlorella* sp. grow well in the pond water. The biomass of indoor *Chlorella* sp. was higher than that of the outdoor (0.005 g/L and 0.003 g/L respectively). Nitrate and phosphate content was decreased during the experiment, the nitrate was reduced by 7.4 mg/L (indoor) and 9.4 mg/L (outdoor), while the phosphate was reduced by 0.09 mg/L (indoor) and 0.26 mg/L (outdoor). Based on data obtained that the waste can be used to grow microalgae *Chlorella* sp.

Keywords: Fish pond water, *Chlorella* sp., indoor, outdoor

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

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

PENDAHULUAN

Usaha budidaya ikan pada saat ini semakin banyak dilaksanakan baik secara intensif maupun ekstensif. Permasalahan dalam budidaya intensif adalah limbah cair budidaya yang merupakan air buangan media budidaya dapat pada penurunan kualitas perairan di lingkungan sekitar lokasi budidaya, karena akumulasi bahan organik dari sisa pakan dan feces.

Limbah cair budidaya ikan yang berada di Desa Koto Masjid mengandung total N dan P berkisar 11.429,71 mg/L dan 62,14 mg/L (Pintami, 2015). Kandungan nutrisi tersebut dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroalga. Mikroalga merupakan organisme autotrof yang memanfaatkan unsur hara dari hasil pembusukan seperti amonia, nitrat dan fosfat untuk tumbuh dan berkembangbiak. Mikroalga dari jenis *Chlorella* sp. memiliki kemampuan hidup di perairan tercemar karena memiliki phytohormon dan polyamine untuk beradaptasi pada lingkungan tercemar (Niczyporuk, 2012).

Selain kebutuhan akan nutrisi, faktor lain untuk mengkultur mikroalga *Chlorella* sp. adalah cahaya. Penelitian mengenai kultur *Chlorella* sp. dapat dilakukan pada lingkungan yang berbeda yaitu di dalam ruangan (*indoor*) dan di luar ruangan (*outdoor*). Penelitian ini memanfaatkan sumber cahaya untuk mengkultur mikroalga *Chlorella* sp. berasal dari cahaya lampu pada *indoor* dan cahaya matahari pada *outdoor*.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dengan media tumbuh menggunakan limbah cair budidaya pada lingkungan yang berbeda. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi bagi masyarakat dan pihak pembudidaya dalam menangani limbah cair budidaya ikan yang dapat diterapkan.

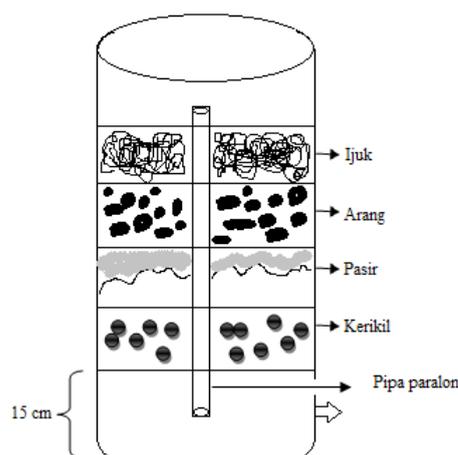
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2016 di Laboratorium Pengolahan Limbah Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Bahan yang digunakan adalah limbah cair budidaya ikan, bibit mikroalga *Chlorella* sp., kertas Whatman No.01, aquades, alkohol 96%. Alat yang digunakan 12 unit gallon air model guci pet volume 12 L, 12 unit lampu LED 5W, aerator, pH Meter dan TDS Meter.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian pendahuluan dengan tarafnya persentasi limbah cair budidaya yang terdiri dari 0%, 25%, 50% dan 100%. Dari hasil uji diperoleh konsentrasi yang terbaik dari limbah cair budidaya untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. adalah 100%. Dari hasil uji pendahuluan dilakukan penelitian lanjutan pada lingkungan yang berbeda dengan 3 kali ulangan. Biomassa *Chlorella* sp. di amati selama 15 hari dengan interval waktu 0, 5, 10, dan 15. Pengukuran kandungan nitrat, fosfat dan BOD dilakukan dengan interval waktu 10 hari.

Data yang dianalisis meliputi parameter Nitrat, Fosfat, BOD, Suhu, pH serta biomassa *Chlorella* sp. disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data diolah secara statistik dengan menggunakan metode statistik deskriptif dengan Uji-T. Analisis sidik ragam dengan Uji-T pada nilai probabilitas 0,05 untuk mengetahui beda tidak nyata, nyata, dan sangat nyata.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu persiapan saringan limbah cair budidaya. Adapun rancangan saringan limbah cair budidaya awal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Instrumen Saringan Limbah Cair

Selanjutnya adalah sterilisasi alat dan bahan yang digunakan dengan cara seluruh alat dicuci menggunakan sabun dan dibilas kemudian dikeringkan lalu disemprotkan menggunakan alkohol 96% dan dikeringkan kembali. Sedangkan untuk sterilisasi bahan yaitu limbah cair budidaya dengan cara dipanaskan diatas kompor pada suhu 100°C. Kemudian mikroalga dapat dikultur pada limbah cair

budidaya sebagai media pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. Limbah cair budidaya dimasukkan ke dalam galon sebagai wadah kultur sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan, kemudian di aerasi selama 1 hari lalu dimasukkan bibit *Chlorella* sp. diamati pertumbuhan *Chlorella* sp. dengan menghitung biomassa *Chlorella* sp. Adapun rumus biomassa *Chlorella* sp. sebagai berikut:

$$\text{Produktifitas Biomassa} = B_x - B_o$$

Keterangan:

B_x = Berat Isi (gr/L)

B_o = Berat Kosong (gr/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

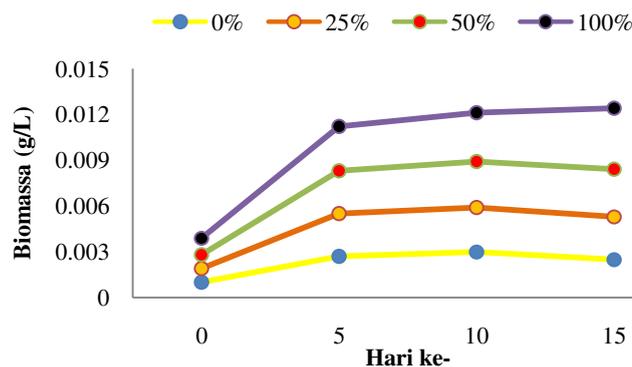
a. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan konsentrasi yang tepat untuk pertumbuhan mikrolaga *Chlorella* sp. pada limbah budidaya ikan. Hasil dari perhitungan biomassa *Chlorella* sp. pada penelitian pendahuluan disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Biomassa *Chlorella* sp. (gr/L) Uji Pendahuluan

Perlakuan	Hari ke			
	0	5	10	15
0%	0.001	0.0027	0.003	0.0025
25%	0.0009	0.0028	0.0029	0.0028
50%	0.0009	0.0028	0.003	0.0031
100%	0.0011	0.0029	0.0032	0.004

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa *Chlorella* sp. tumbuh dengan biomassa tertinggi pada konsentrasi 100% dan terendah pada 0%. Sehingga dapat dikatakan bahwa limbah cair budidaya mampu menumbuhkan *Chlorella* sp. pada konsentrasi 100%. Grafik biomassa *Chlorella* sp. pada uji pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Biomassa *Chlorella* sp. Penelitian Pendahuluan

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan diperoleh grafik pertumbuhan biomassa terbaik pada konsentrasi 100%. Konsentrasi 100% tersebut merupakan konsentrasi paling tinggi sehingga disimpulkan bahwa pada limbah cair budidaya *Chlorella* sp. dapat tumbuh. Maka dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat pertumbuhan *Chlorella* sp. pada konsentrasi 100% dengan volume yang lebih besar dan dengan perbedaan lingkungan tumbuh. Pada

penelitian lanjutan terbagi atas dua tempat kultur yaitu kultur di dalam ruangan dan kultur di luar ruangan.

b. Penelitian Lanjutan

Untuk melihat pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. pada penelitian lanjutan juga diukur berdasarkan biomassa *Chlorella* sp. selama 15 hari dengan interval waktu 5 hari. Biomassa *Chlorella* sp. pada lingkungan kultur yang berbeda (*indoor* dan *outdoor*) pada penelitian lanjutan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Biomassa Rata-rata *Chlorella* sp. (gr/L) Penelitian Lanjutan

Perlakuan	Hari ke-			
	0	5	10	15
P1 (indoor)	0.0033	0.0050	0.0023	0.0011
P2 (outdoor)	0.0023	0.0030	0.0027	0.0013

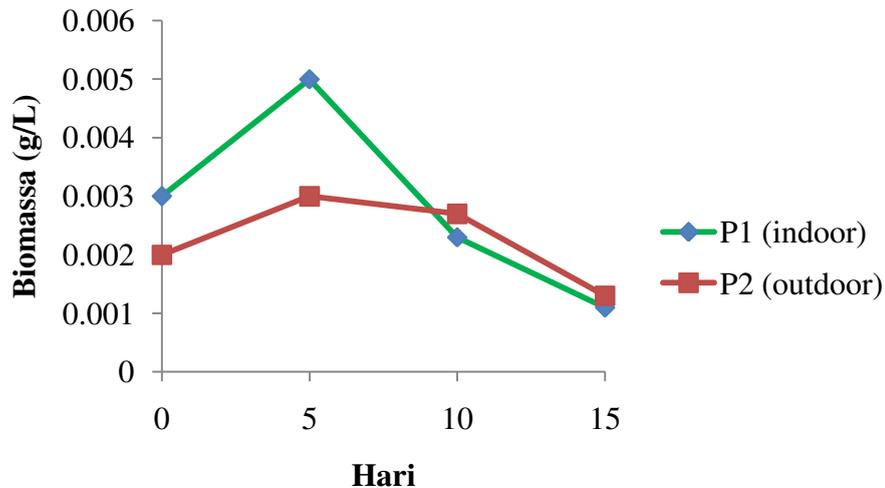
Berdasarkan Tabel 2 bahwa P1 dan P2 di masing-masing konsentrasi limbah yang diberikan terjadi peningkatan biomassa pada hari ke-5. Produksi biomassa *Chlorella* sp. lebih tinggi pada P1 yaitu 0.0050 g/l sementara pada P2 0.0030 g/l. Hal ini disebabkan oleh beberapa alasan salah satunya adalah perbedaan suhu. Lingkungan kultur yang berbeda akan berbeda pada suhunya dimana pada P1 suhunya lebih bisa dikontrol karena menggunakan AC sedangkan pada P2 suhunya tidak dapat dikontrol tergantung pada cuaca. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga adalah suhu.

Menurut Dwijoseputro (1994) kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton umumnya adalah 25°C-32°C. Pada P1 suhunya berkisar 27°C - 29°C sedangkan pada P2 suhunya berkisar 29°C - 31°C. Suhu pada P1 tergolong suhu yang aman untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. karena suhu P1 tergolong sejuk dikarenakan adanya kontrol suhu dari AC dan kondisi ruang kultur dapat dikontrol dengan baik tanpa adanya gangguan dari luar lingkungan. Sedangkan pada P2 suhunya sudah mencapai titik maksimum pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. karena suhu pada P2 dipengaruhi cuaca yang tidak menentu yang dimana cuaca pada saat kultur berlangsung terkadang hujan dan terkadang panas. Hal ini membuat kondisi diluar ruangan sangat ekstrim sehingga tidak dapat dikontrol dengan baik dan lebih rentan terhadap gangguan dari luar lingkungan.

Selain dari suhu faktor lain yang mempengaruhi biomassa *Chlorella* sp. adalah intensitas cahaya. *Chlorella* sp. merupakan organisme yang melakukan fotosintesis untuk pertumbuhannya. Fotosintesis membutuhkan cahaya yang dimana cahaya tersebut akan diserap oleh pigmen-pigmen yang ada pada *Chlorella* sp. Pada P1 cahaya berasal dari cahaya lampu yang dibiarkan hidup selama penelitian berlangsung sehingga *Chlorella* sp. dapat berfotosintesis baik siang maupun malam. Sedangkan pada P2 sumber cahaya berasal dari cahaya matahari dan tersedia hanya pada siang hari sehingga proses fotosintesis hanya berlangsung pada siang hari. Hal ini menyebabkan lebih tinggi biomassa pada P1 daripada P2.

Produksi biomassa *Chlorella* sp. juga dipengaruhi pertumbuhan fitoplankton itu sendiri. pertumbuhan fitoplankton secara umum ditandai dengan empat fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian (Martossudarmo dan Wulani, 1990). Untuk mengetahui fase

pertumbuhan *Chlorella* sp. berdasarkan rata-rata biomassa yang terdapat pada Tabel 2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Rata-rata Biomassa *Chlorella* sp. Penelitian Lanjutan

Dilihat dari grafik diatas pada hari ke-0 sudah terlihat jumlah biomassa *Chlorella* sp. yang merupakan bibit awal. Kemudian mengalami pertumbuhan hingga hari ke-5 dan mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pembelahan sel *Chlorella* sp. selama 5 hari tersebut. *Chlorella* sp. mengalami fase adaptasi dari hari ke-0 sampai hari ke-5. Namun biomassa *Chlorella* sp. mengalami penurunan pada hari ke-10. Hal ini menunjukkan bahwa *Chlorella* sp. tidak mengalami pembelahan sel lagi. Sehingga pada hari ke-5 merupakan fase eksponensial dimana fase ini ditandai dengan pembelahan sel-sel baru dan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi kultur yang optimum laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995) dimana puncak biomassa *Chlorella* sp. tertinggi terjadi pada hari ke-5. Sedangkan pada hari ke-6 sampai hari ke-10 mulai terjadi penurunan biomassa *Chlorella* sp. dikarenakan sel *Chlorella* sp. sudah memasuki fase stasioner dimana tidak terjadi proses pembelahan sel lagi yang artinya laju pertumbuhan. Sedangkan pada hari ke-15 terjadi penurunan biomassa sudah menurun dan sudah memasuki fase kematian.

Hasil Uji-T pada probabilitas 0,05 menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata antara biomassa P1 dan P2. Hasil Uji-T dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji-T Biomassa *Chlorella* sp.

	Indoor	Outdoor
Mean	0.0021867	0.0023267
Std.Deviation	0.00062180	0.00037099
N	3	3
df	4	
t	-0.335	
Sig. (2-tailed)	0.758	

Berdasarkan hasil uji-T biomassa *Chlorella* sp. pada Tabel 3 di atas nilai probabilitas (*sig*) = 0,758 dan nilai taraf signifikan $0,05/2 = 0,025$. Jadi H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hal ini berarti tidak ada perbedaan biomassa *Chlorella* sp. pada lingkungan yang berbeda yakni *indoor* dan *outdoor*.

c. Parameter yang Diukur Pada Penelitian Lanjutan

Pengukuran kandungan unsur hara nitrat, fosfat dan BOD dilakukan hari ke-0, hari ke-10 sementara untuk suhu dan pH dilakukan pada hari ke-0, ke-5, ke-10 dan ke-15. Hasil parameter yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter yang Diukur Pada Penelitian Lanjutan

Parameter	Perlakuan		
	P1 (<i>indoor</i>)	P2 (<i>outdoor</i>)	
Nitrat	Awal	10.5	10.3
	Akhir	3.1	0.9
Fosfat	Awal	1.3	1.07
	Akhir	1.21	0.81
BOD	Awal	39.68	37
	Akhir	42.57	23.7
Suhu	Awal	27.3	30.2
	Akhir	28.6	30.0
pH	Awal	6.47	6.77
	Akhir	7.31	8.30

- **Nitrat**

Kandungan nitrat lebih tinggi pada P1 10.5 mg/L dan terendah pada P2 10.3 mg/L. Selisih kandungan nitrat pada kedua perlakuan tidak berbeda jauh. Pada umumnya semakin tinggi konsentrasi larutan, maka jumlah unsur hara yang terkandung juga semakin besar (Lubis, 2014). Laju pemanfaatan nitrat oleh *Chlorella* sp. yang lebih besar pada P2 sebesar 91.3% sedangkan pada P1 sebesar 70.5%. Berdasarkan dari laju pemanfaatan tersebut maka pada P2 seharusnya biomassa *Chlorella* sp. lebih banyak jika dibandingkan pada P1. Namun jumlah biomassa pada P2 lebih kecil jika dibandingkan pada P1 yaitu 0.003 g/l dan 0.005 g/l. Pada hari ke-10 jumlah nitrat pada P1 lebih besar yaitu 3.1 mg/l sedangkan pada P2 sebesar 0.9 mg/l. Hal ini menunjukkan pada P1 masih ada unsur hara nitrat yang dapat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. untuk pertumbuhan pada hari ke-11 sampai hari ke-15 sementara pada P2 sisa unsur hara nitratnya lebih sedikit daripada P1 sehingga kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. tidak mencukupi untuk hari ke-11 sampai hari ke-15.

- **Fosfat**

Kandungan fosfat awal yang lebih tinggi pada P1 yaitu sebesar 1.3 mg/l sedangkan pada P2 sebesar 1.07 mg/l. selisih kandungan fosfat tersebut tidak berbeda jauh dikarenakan jumlah limbah cair budidaya yang digunakan sama. Namun kandungan fosfat tersebut masih memenuhi syarat untuk dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. karena nilai fosfat yang optimum untuk kehidupan mikroalga adalah 0.018 – 27.8 mg/l (Mas'ud, 1993). Pada P1 terjadi penurunan nilai rata-rata konsentrasi fosfat yaitu hari ke-0 sebesar 1,3 mg/L dan menurun di hari ke-10 sebesar 1,21 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa nutrisi dalam bentuk fosfat dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk pertumbuhan. Sama halnya dengan P2, dimana terjadi penurunan konsentrasi fosfat sehingga disimpulkan bahwa mikroalga *Chlorella* sp. memanfaatkan nutrisi fosfat yang ada pada limbah cair untuk pertumbuhannya. 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). Pada hari ke-

10 kandungan fosfat mengalami penurunan dan hal ini sejalan dengan biomassa *Chlorella* sp. yang juga mengalami penurunan.

- **BOD**

Pada hari ke-0 kandungan BOD pada kedua perlakuan hampir sama yaitu P1 39.68 mg/l dan P2 37.00 mg/l. Pada hari-10 sudah mengalami penurunan namun selisih penurunan pada P1 lebih kecil jika dibandingkan pada P2. Tingginya selisih penurunan BOD pada P2 kemungkinan disebabkan banyaknya jumlah *Chlorella* sp. yang tidak mampu beradaptasi terhadap lingkungan media kultur sehingga *Chlorella* sp. akan mati yang kemudian mengendap didasar wadah kultur dan mengalami proses dekomposisi oleh bakteri pembusuk menjadi bahan organik. Dikarenakan adanya aktivasi mikrobia pembusuk bahan organik ini yang mengakibatkan TSS (*Total Suspended Solid*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) menjadi naik sehingga DO (*Dissolved Oxygen*) menjadi rendah (Khusnuryani, 2008). Oleh sebab itu biomassa pada P2 lebih rendah dibandingkan biomassa pada P1. Pada dasarnya fluktuasi nilai BOD berbanding lurus dengan pertambahan sel. Nilai BOD naik pada saat jumlah sel cenderung naik (Carolina, 2012).

- **Suhu**

Hasil pengukuran suhu pada kultur mikroalga *Chlorella* sp. tergolong stabil yaitu 28°C - 31°C. Menurut Raymont (1976) suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 25 – 32 °C. Suhu pada kedua perlakuan masih berada pada batas optimum pertumbuhan fitoplankton. Namun berdasarkan pada Tabel 3 tersebut suhu antara P1 dan P2 sangat berbeda jauh. Hal ini dikarenakan perbedaan tempat dimana pada P1 (*indoor*) suhu tergolong stabil karena menggunakan AC (*Air conditioner*) sementara suhu pada P2 (*outdoor*) tergantung pada cuaca yang tidak dapat dikontrol.

- **pH**

Berdasarkan pada Tabel 3 terlihat hasil pengukuran pH pada kultur mikroalga *Chlorella* sp. pada P1 tergolong stabil yaitu 6,4 – 7,7 pada P2 cukup signifikan perbedaan pada setiap hari yaitu 6,7 – 9,1. Menurut Kaswadji (1976) nilai pH untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. 7,2 - 8,5. Sementara pada P1 nilai pH masih berada pada kisaran toleransi aman bagi kultur mikroalga *Chlorella* sp., namun pada P2 nilai pH yang diperoleh sudah melebihi batas toleransi aman bagi kultur mikroalga *Chlorella* sp.

Secara umum nilai pH mengalami peningkatan pada P1 dan P2. Kemungkinan hal tersebut karena adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan 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).

KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah cair budidaya ikan untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dapat dimanfaatkan pada konsentrasi 100%. Perbandingan biomassa antara kultur mikroalga *Chlorella* sp. yang dilakukan pada dua tempat berbeda

yaitu *indoor* dan *outdoor* tidak berbeda nyata. Namun jika dilihat dari grafik biomassa kultur mikroalga *Chlorella* sp. yang dilakukan di *indoor* lebih banyak yaitu 0,005 g/L karena kondisi didalam ruangan dapat dikontrol dengan baik. Sementara diluar ruangan hanya menghasilkan biomassa tertinggi 0,003 g/L yang kemungkinan disebabkan kondisi diluar ruangan lebih berbahaya dan tidak dapat dikontrol dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Pintami. 2015. Pengolahan Air Media Budidaya Ikan Menjadi Pupuk Organik Cair Dengan Aktivator EM₄ dan Asam Asetat Untuk Pertumbuhan Biomassa *Azolla microphylla*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Nicziporuk, B., Zambrzycka, & Zylkiewicz. 2012. Phytohormones As Regulators Of Heavy Metal Biosorption And Toxicity In Green Algae *Chlorella vulgaris* (Chlorophyceae). *Plant Physiology and Biochemistry*, 52, 52-65
- Steenblock, D. 2000. *Chlorella*: Makanan Sehat Alami, terjemahan, Muhilal dan U. L. Siagian, PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Panggabean, L.M.G, Hartono, R. Saveya, V.S, dan Sitorus S. 2010. Pengaruh Injeksi Karbondioksida Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis oculata*. Prosiding Seminar Nasional Limnology V Tahun 2010. Hal 704.
- Arnata, Wayan. 2-13. Produksi Biomassa dan Potensi Nutrisi Mikroalga *Nannochloropsis* sp. K4. Universitas Udayana.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut. Suatu pendekatan ekologi alih bahasa oleh M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo & S. Sukarjo. Gramedia. Jakarta. 459 hal.
- Amini, S. 2004. Pengaruh Umur Ganggang Jenis *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp Terhadap Pigmen Klorofil Dan Karotenoid Sebagai Bahan Baku Makanan Kesehatan. Seminar Nasional & Temu Usaha. Fakultas Pertanian Universitas Sahid. Jakarta
- Arifin, Farikhah. 2012. Uji Kemampuan *Chlorella* sp Sebagai Bioremediator Limbah Cair Tahu. UIN Maliki. Malaka.
- Carolina, Sriharti dan Neni. 2012. Netralisasi Limbah Karet Oleh Beberapa Jenis Mikroalga. Prosiding Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Fisika Terapan LIPI Subang: 433-439.
- Khusnuryani, A. 2008. Mikrobial Sebagai Agen Penurun Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. Seminar Nasional Aplikasi Sains Dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Retnosari, dan Maya, S. 2013. Kemampuan Isolate *Bacillus* sp. Dalam Mendegradasi Limbah Tangki Septic. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. Vol. 2(1): 2337-3520