

**PENGARUH INTENSITAS CAHAYA TERHADAP  
PENYERAPAN GAS KARBONDIOKSIDA OLEH MIKROALGA  
TROPIS *Ankistrodesmus* sp. DALAM FOTOBIOREAKTOR**

***THE INFLUENCE OF LIGHT INTENSITY TO CARBONDIOXIDE  
ABSORPTION USING TROPICAL MICROALGAE  
*Ankistrodesmus* sp. IN A PHOTOBIOREACTOR***

**\*<sup>1</sup>Amalia Muchammad, <sup>2</sup>Edwan Kardena dan <sup>3</sup>Astri Rinanti**

Program Studi Magister Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10 Bandung 40132

e-mail : <sup>1</sup>aliamoecha@gmail.com, <sup>2</sup>kardena@pusat.itb.ac.id, <sup>3</sup>astri@fun-dering.com

**Abstrak:** Mekanisme CCS secara biologis didapat dengan menggunakan mikroalga. *Ankistrodesmus* sp. adalah mikroalga tropis terpilih yang merupakan hasil isolasi dari kolam fakultatif 2b IPAL Bojongsoang. Pada proses fotosintesis, mikroalga menggunakan bahan anorganik yakni CO<sub>2</sub> sebagai bahan utamanya yang akan dirombak menjadi bahan organik dan menghasilkan energi. Intensitas cahaya merupakan faktor yang sangat penting dalam mekanisme fotosintesis. Dilakukan penelitian mengenai pengaruh cahaya untuk mengetahui efektifitas penyerapan CO<sub>2</sub> yang ditandai dengan respon kultur. Dari penelitian awal diketahui bahwa fase pertumbuhan *Ankistrodesmus* sp. memiliki waktu generasi 7.93 per jam, Laju pertumbuhan spesifik ( $\mu$ s) memiliki nilai sebesar 0.9913 sel/hari dan umur inokulum 3 hari. Pada percobaan selanjutnya diperoleh bahwa efisiensi penyerapan CO<sub>2</sub> tertinggi terjadi pada konsentrasi 5% pada intensitas 4000 luks (23.38%). Penambahan 5% konsentrasi CO<sub>2</sub> menunjukkan pertumbuhan sel yang tinggi bila dibandingkan dengan konsentrasi 2 dan 0 %. Nilai biomassa kering mengalami kenaikan masing-masing 32.3% pada 2% CO<sub>2</sub> dan 21.67% pada CO<sub>2</sub> 5% setelah intensitas dinaikkan menjadi 4000 luks. Pada variasi 2% CO<sub>2</sub> terjadi peningkatan kandungan klorofil sebesar 28.24% ketika intensitas cahaya dinaikkan menjadi 4000 luks 24/0. Sebaliknya pada variasi 0 dan 5 % CO<sub>2</sub> kandunganklorofil mengalami penurunan. Intensitas cahaya 4000 luks dengan periodisasi 24/0 dapat menyebabkan CO<sub>2</sub> terserap secara optimum.

**Kata kunci :** intensitas cahaya, penyerapan gas CO<sub>2</sub>, *Ankistrodesmus* sp., fotosintesis, fotobioreaktor

**Abstract:** CCS mechanism biologically can be obtained by using microalgae. In this research *Ankistrodesmus* sp. is selected tropical microalgae isolated from facultative pond 2b Bojongsoang WWTP Bandung. In the process of photosynthesis, microalgae using CO<sub>2</sub> as an inorganic material to become organic material and produce energy. The intensity of light is a very important factor in this mechanism. This research determine the influence of light intensity to optimize CO<sub>2</sub> sequestration culture which characterized by growth response. *Ankistrodesmus* sp. has generate time 7.93 per hour, specific growth rate ( $\mu$ s) has 0.9913 cells/day and inoculum period is 3 days. The highest CO<sub>2</sub> absorption efficiency occurs at concentrations of 5% in the intensity of 4000 lux (23.38%). The addition of 5% CO<sub>2</sub> concentration shown a higher cell growth compared to the concentration of 2% and 0%. Dry biomass values increased to 32.3% at 2% CO<sub>2</sub> and 21.67% at 5% CO<sub>2</sub> after the light intensity increased to 4000 lux. In 2% CO<sub>2</sub> variation the content of chlorophyll increased to 28.24% when the light intensity is increased to 4000 lux 24/0. In contrast to the variation of 0 and 5% CO<sub>2</sub> content of chlorophyll decreased. The light intensity at 4000 lux with 24/0 periodicity caused CO<sub>2</sub> absorbed optimally.

**Keywords:** light intensity, CO<sub>2</sub> sequestration, *Ankistrodesmus* sp., photosynthesis, photobioreactor

## PENDAHULUAN

Pemanasan global telah menjadi isu yang semakin penting di dunia dan diketahui telah menyebabkan beberapa dampak negatif bagi kehidupan manusia. Segala aktivitas untuk mengurangi CO<sub>2</sub> di atmosfer seperti yang saat ini sedang diperhatikan ialah *sequestration carbon* atau disebut dengan *carbon capture storage* (CCS). Dari ketiga metode CCS yakni secara geologi, kimia dan biologi, diketahui bahwa CCS secara biologi memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan metode yang lain (CSIRO, 1991). Kemampuan mikroalga dalam melakukan fotosintesis merupakan dasar dari mekanisme CCS (Bhaya dkk, 2000)

Fotosintesis adalah proses sintesis molekul organik dengan menggunakan bantuan energi cahaya matahari. Fotosintesis pada mikroalga dapat berlangsung apabila tersedia, CO<sub>2</sub>, klorofil dan cahaya. Reaksi fotosintesis terdiri dari reaksi gelap dan terang, pada reaksi terang tidak terjadi reduksi-oksidasi air dan menghasilkan ATP. Sedangkan pada reaksi gelap terjadi reduksi CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat. Menurut Richmond (2003) cahaya merupakan kebutuhan utama dari mikroalga karena mikroalga adalah organisme fototrof yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi. Cahaya yang dibutuhkan oleh mikroalga di dalam proses fotosintesis memiliki batas atau kisaran tertentu, pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar lebih efektif bagi proses fotosintesis, namun pada tingkat cahaya yang sangat tinggi dapat mengurangi laju proses tersebut (Hendersen-Seller et al, 1987), dan enzim-enzim yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis tidak dapat memainkan peranannya (Valiella, 1984). Intensitas cahaya untuk pertumbuhan mikroalga berkisar antara 1000-10000 lux (setara dengan 14-140 μmol foton/m<sup>2</sup>/detik), sedangkan intensitas cahaya untuk pertumbuhan mikroalga yang optimal berkisar 2500-5000 (setara dengan 35-70 μmol foton/m<sup>2</sup>/detik) (CSIRO, 1991).

*Ankistrodesmus* sp. diyakini mampu melakukan penyerapan CO<sub>2</sub> hingga 5% (Chrismadha dkk, 2007). Parameter kemampuan penyerapan dapat diketahui dari banyaknya biomassa yang terbentuk, tingginya konsentrasi klorofil, pengurangan konsentrasi CO<sub>2</sub>, dan pertambahan jumlah sel (Jansen, 2002).

Raymont (1983) mengemukakan bahwa tersedianya CO<sub>2</sub> merupakan hal yang sangat penting dalam fotosintesis. Pada kondisi Laboratorium, sebagai sumber CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> adalah udara yang dapat dipompakan ke dalam media kultur. Fotobioreaktor adalah tempat untuk melakukan proses biologis dan kimiawi suatu mikroorganisme yang terbuat dari kaca (Lopes et al, 2008). Hal ini akan menyebabkan sinar menembus permukaan kaca sehingga eksitasi dari elektron cahaya tersebut dapat ditangkap oleh klorofil algae (Kumar et al, 2011). Untuk instalasi fotobioreaktor ada hal-hal yang diperlukan, salah satunya adalah tingkat aerasi. Gelembung-gelembung udara yang dipompakan ke dalam air akan naik ke permukaan karena berat jenisnya lebih kecil dari berat jenis air. Gerakan ini menimbulkan gesekan antara gelembung udara dengan molekul-molekul air, sehingga terjadi arus dan sirkulasi air dan proses difusi gas antara udara dan air jadi lebih efisien (Singh and Sharma, 2012) mengemukakan bahwa dalam kultur yang stagnan laju difusi karbondioksida menjadi terbatas maka untuk mempertahankan pertumbuhan dapat diaerasi dengan penggoyangan atau dengan pemompaan udara ke dalam media. Maksud dari kegiatan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap penyerapan karbondioksida dalam proses fotosintesis. Sistem aerasi dengan penambahan 5% CO<sub>2</sub> secara kontinyu mampu meningkatkan pertumbuhan mikroalga (Panggabean, 2011). Kondisi pencahayaan optimal terhadap mikroalga mampu melakukan penyerapan CO<sub>2</sub> hingga 10% (Wijanarko et al, 2007).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk melihat respon pertumbuhan *Ankistrodesmus* sp. dalam kemampuannya mereduksi CO<sub>2</sub> dengan perlakuan intensitas cahaya 2500 dan 4000 lux. Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

### **Isolasi dan Kultivasi Mikroalga Tropis *Ankistrodesmus* sp.**

Isolat diperoleh dari isolasi kultur campuran hasil sampling dari kolam fakultatif 2B Instalasi Pengolahan Air Limbah, Bojongsong, Bandung. Setelah diperoleh kultur murni, dilakukan kultivasi dan disimpan dalam botol 1 L dengan intensitas cahaya 2500 lux dan laju alir CO<sub>2</sub> 800ml/menit. Kemudian dilakukan pembuatan kurva pertumbuhan *Ankistrodesmus* sp. untuk mengetahui umur inokulum.

### **Operasional Fotobioreaktor**

Operasional fotobioreaktor meliputi sanitasi, adaptasi gas CO<sub>2</sub> dan kultivasi *Ankistrodesmus* sp pada fotobioreaktor. Sanitasi dilakukan selama 2 hari, hari pertama membilas dengan menggunakan sabun dan HCl 10 ml sedangkan hari kedua dibilas dengan air dan ditambah dengan 10 ml klorin. Adaptasi gas CO<sub>2</sub> dilakukan selama 2-3 hari dengan memasukkkan gas CO<sub>2</sub> murni yang telah diencerkan dengan menggunakan aerator untuk memperoleh konsentrasi 2 dan 5 %. Gas yang telah stabil ditandai dengan pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> dan flow aliran pada inlet dan outlet.

### **Pengaturan Intensitas Cahaya**

Pengaturan intensitas cahaya dilakukan dengan mengukur cahaya lampu yang menyinari fotobioreaktor. Lampu yang digunakan 4 buah lampu *Philip halogen* 10W/436lm/42.5m/W yang mengelilingi fotobioreaktor. Dengan menggunakan luxmeter dan mengatur jaraknya diperoleh intensitas cahaya 2500 lux dan 4000 lux.

### **Pengukuran Konsentrasi Gas CO<sub>2</sub> yang terlarut**

Konsentrasi gas CO<sub>2</sub> dalam rangkaian sistem fotobioreaktor diukur sebanyak 1 kali sehari yakni tepat pukul 12.00 WIB, dengan menggunakan *Portable Combination Gas Detector* RIKEN Model RX-515. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui perubahan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> di dalam *gas holder* terhadap waktu, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang terlarut di dalam media kultur diukur sehari sekali pada pukul 12.00 dengan menggunakan metode asiditas-alkalinitas untuk mengetahui besarnya kelarutan CO<sub>2</sub> di dalam media kultur

### **Pengukuran Biomassa *Ankistrodesmus* sp.**

Pengukuran ini dilakukan untuk melihat produktivitas mikroalga yang ditumbuhkan dalam bioreaktor dengan kondisi stress. Metode yang digunakan adalah pengukuran berat organik. Dengan mengambil sampel sebanyak 100 ml kemudian dituang ke dalam cawan kosong yang sebelumnya telah difurnace dan ditimbang untuk diperoleh berat cawan. Cawan yang berisi biomas tadi diuapkan pada waterbath dengan suhu 90°C. Selanjutnya dioven selama ±1 jam pada suhu 105°C. Apabila ditimbang setelah proses oven maka akan diperoleh berat kering. Selanjutnya difurnace pada suhu 600°C hingga diperoleh berat organik dari biomass mikroalga tersebut.

### **Perhitungan Jumlah Sel**

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui jumlah sel mikroalga secara mikroskopik. Sebanyak ±1 ml sampel dimasukkan pada Neubauer Haemocytometer untuk dihitung jumlah sel nya.

### **Pengukuran Konsentrasi Klorofil**

Pengukuran klorofil menggunakan metode Jeffrey dan Humphrey (1975) dan Porra (2002). Sebanyak 10 ml sampel dimasukkan ke dalam botol flacon 15 ml, disentrifuge pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Kemudian supernatant dibuang dan pellet diencerkan dengan larutan acetone dengan perbandingan 9:1 yaitu 9 ml acetone dan 1 ml air untuk kemudian divortex. Sample yang telah diencerkan dengan acetone didalamnya diberikan serpihan batu didih dengan tujuan memecah sel saat dilakukan vortex selama 20 menit. Setelah dilakukan vortex selama 20 menit, sampel disentrifuge kembali pada

kecepatan 5000 rpm selama 20 menit. Perhitungan nilai konsentrasi klorofil a, b dan total dilakukan secara spektrofotometri dengan panjang gelombang 663 dan 645 Å (Porra, 2002).

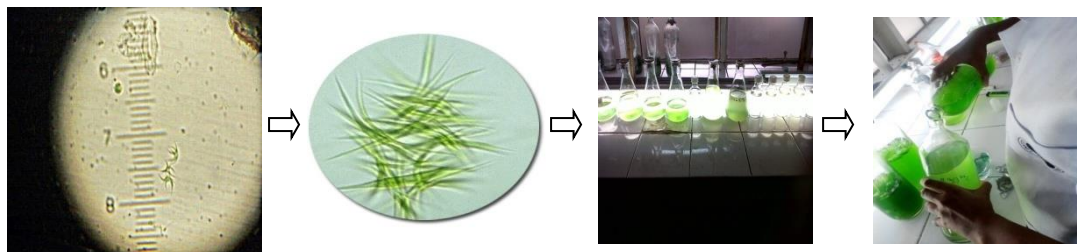
**Analisis Data**

Data yang diperoleh dalam pengukuran parameter ini akan dianalisis dengan menghitung nilai laju pertumbuhan spesifik, efisiensi penyerapan CO<sub>2</sub>, biomassa organik dan konsentrasi klorofil (Dianursanti, 2012). Perhitungan nilai dapat dilihat pada **Persamaan 1-4** :

1. Laju Pertumbuhan Spesifik  $\mu = \frac{1}{X} \cdot \frac{dX}{dt}$  ..... **Persamaan 1**
2. Total biomassa (mg) = X (mg) – Y(mg).....**Persamaan 2**
3. Efisiensi penyerapan CO<sub>2</sub> =  $\frac{CO2\ tersekap}{CO2\ In} \cdot 100\ %$ ..... **Persamaan 3**
4. Klo a (mg/L) = 12.25 (A<sub>663</sub>) – 2.25  
 Klo b (mg/L) = 20.31 (A<sub>645</sub>) – 4.91.....**Persamaan 4**  
 Total klorofil = 17.76 (A<sub>645</sub>) +7.34 (A<sub>663</sub>)

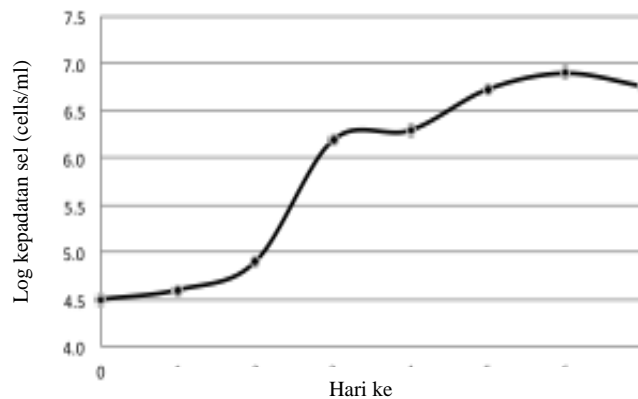
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Alga merupakan mikroorganisme eukariotik yang mampu melakukan fotosintesis. Alga terdiri dari alga uniselular dan multiselular yang hidup pada perairan tawar ataupun di lautan. Media isolasi dengan media alami adalah berupa air yang di ambil dari bak air tawar maupun air laut yang diperkaya dengan penambahan unsur hara yang sesuai dengan jenis plankton yang akan dimurnikan (Maier et al, 2000). Untuk mengisolasi mikroalga, terdapat beberapa metode yg dapat digunakan antara lain (Pringsheim, 1964) metode pipet kapiler (pipetting), metode tuang (Pour plate), metode gesek (streak plate), dan metode subkultur. Isolasi hingga mendapatkan kultur murni *Ankistrodesmus* sp berlangsung dalam waktu yang relatif lama 4-5 bulan. Dalam penelitian ini digunakan metode pipetting dalam mengisolasi kultur yakni dengan mengambil 1 µl sample campuran, kemudian dipindahkan ke cawan petri yang berisi medium steril, kemudian diamati di bawah mikroskop. Isolat campuran yang terlihat pada objek mikroskop, sambil dengan menggunakan pipet kemudian dibilas dengan media steril sebanyak 1 µl dan dilakukan berulang hingga diperoleh satu sel *Ankistrodesmus* sp. medium mulai menunjukkan adanya perubahan warna 2 minggu. Dari semula yang berwarna bening menjadi berwarna agak kehijauan selama periode waktu tertentu hingga menunjukkan adanya pertumbuhan dalam kultur. Alga melakukan suatu proses adaptasi untuk dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru. Proses isolasi dan kultivasi alga digambarkan sebagai berikut **Gambar 1**:



**Gambar 1.** Isolasi dan Kultivasi isolat *Ankistrodesmus* sp.

Mikroalga tropis *Ankistrodesmus* sp. memiliki kemampuan tumbuh pada medium PHM. Hal ini dibuktikan dengan grafik kurva pertumbuhan sebagai berikut.



**Gambar 2.** Kurva Pertumbuhan isolat *Ankistrodesmus* sp. pada kultur batch

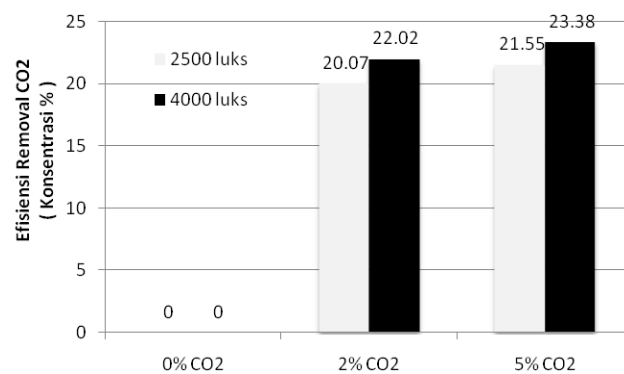
Pola pertumbuhan *Ankistrodesmus* sp. yang berhasil diisolasi secara umum dapat dilihat dalam kurva tumbuh pada **Gambar 2** dapat diketahui bahwa secara umum *Ankistrodesmus* sp. yang diisolasi memiliki dinamika pertumbuhan dengan berbagai tahap atau fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi (*lag phase*), pertumbuhan logaritmik (*log phase*), fase statis (*stationary phase*) serta fase kematian (*death phase*) (Madigan dan Martinko, 2005). Fase lag terjadi selama 2 hari yakni hari ke 0 hingga hari ke 2 yang ditandai dengan peningkatan jumlah kepadatan sel dari  $4.5 \times 10^6$  sel/ml hingga  $4.9 \times 10^6$  sel/ml. Terjadinya fase lag (inisial) ini menunjukkan bahwa kultur *Ankistrodesmus* sp. dapat beradaptasi dengan medium PHM sebagai medium yang digunakan dalam mengembangbiakkan *Ankistrodesmus* sp. Kultur *Ankistrodesmus* sp. mengalami fase logaritmik pada hari ke 2 hingga hari ke 3. Hal ini dikarenakan pada fase ini nutrisi dan pH medium masih dapat menunjang pertumbuhan sehingga semua sel mempunyai kemampuan untuk berkembangbiak. Pada hari ke 4 kultur mengalami fase penurunan pertumbuhan. Populasi sel masih bertambah, namun terjadi penurunan laju pertumbuhan. Pada hari ke 5 kultur telah mengalami stasioner pertumbuhan dan berlangsung hingga hari ke 6. Terjadinya fase penurunan pertumbuhan hingga stasioner terjadi karena pembelahan sel yang semakin melambat karena faktor nutrisi dan lingkungan lainnya yang mulai membatasi pertumbuhan sebanding dengan laju kematian sel. Pada hari ke 7 sel mengalami fase kematian, hal ini dapat teramati dengan menurunnya jumlah sel (terjadi pengurangan populasi). Hal ini diakibatkan karena nutrisi yang tersedia semakin berkurang dan tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan, serta umur kultur yang semakin tua. Selain itu pada fase kematian ini terjadi *shading effect* yang merupakan fenomena saat sel dalam suatu sel dalam populasi tidak mendapatkan cahaya diakibatkan terhalangi oleh sel lainnya. Hal ini secara tidak langsung mempengaruhi kemampuan sel untuk melakukan fotosintesis. Waktu generasi, laju pertumbuhan spesifik dan umur inokulum dapat dilihat pada **Tabel 1**:

**Tabel 1.** Waktu generasi, kecepatan tumbuh spesifik dan umur Inokulum *Ankistrodesmus* sp.

Laju pertumbuhan spesifik tertinggi (sel/hari)	Umur Inokulum (hari)	Waktu generasi (jam)	1 juta sel setara dengan Optical Density (OD)
0,9913	3	7.93	0.3311

Laju pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) dan waktu generasi ( $g$ ) merupakan perhitungan pertumbuhan mikroorganisme pada kondisi eksperimental (Maier et al, 2000). Pada **Tabel 1** dapat dilihat bahwa kemampuan pertumbuhan mikroalga *Ankistrodesmus* sp. memiliki waktu generasi 7,93 per jam. Hal itu berarti setiap 7,93 jam seluruh sel yang membentuk biomassa melakukan pembelahan sel sehingga menjadi dua kali lipatnya. Laju pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) menggambarkan kecepatan reproduksi sel. Semakin tinggi nilainya, maka semakin cepat sel tumbuh. Pada saat sel tidak tumbuh, maka laju spesifik pertumbuhan memiliki nilai 0 (Prescot et al, 2005). Laju pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) memiliki nilai sebesar 0,9913 sel/hari, hal ini berarti pertumbuhan sel *Ankistrodesmus* sp. relatif lebih cepat. Sel *Ankistrodesmus* sp. memanfaatkan nutrisi yang tersedia di dalam medium untuk metabolisme yakni melakukan pertumbuhan sel dan memperbanyak biomassa. Penentuan umur inokulum optimum untuk digunakan sebagai inokulum aktif dalam proses penyerapan  $CO_2$  dilakukan berdasarkan kurva tumbuh. Umur inokulum optimum terjadi pada hari ke 3. Selanjutnya untuk kultivasi isolat ke dalam fotobioreaktor dilakukan pada saat kultur di dalam botol mencapai hari ke-3 sehingga apabila dihitung sel secara mikroskopik menunjukkan nilai  $10^6$  sel/ml. Pembuatan kurva pertumbuhan ini menjadi penting dalam setiap penelitian mikrobiologi karena merupakan representasi dari siklus kehidupan mikroba, waktu generasi, jalur metabolisme yang dilakukan mikroba selama pertumbuhannya, kebutuhan akan nutrisi, produksi metabolit yang diharapkan.

Variasi perlakuan aerasi  $CO_2$  dalam penelitian ini adalah 0% (kontrol), 2% dan 5% secara kontinyu. Dari hasil penelitian menunjukkan efisiensi penyerapan  $CO_2$  oleh *Ankistrodesmus* sp. ditunjukkan dengan grafik sebagai berikut.



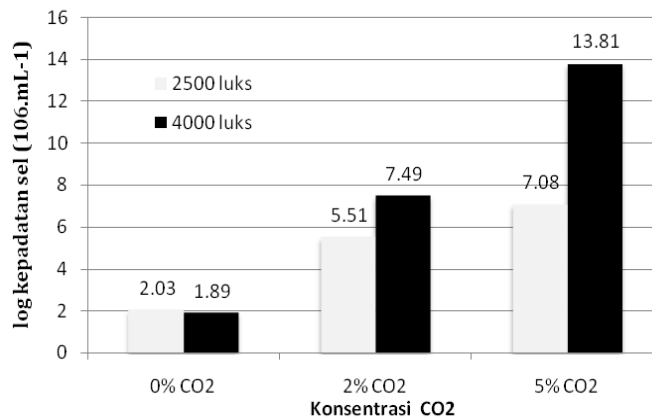
**Gambar 3.** Efisiensi Penyisihan  $CO_2$  oleh *Ankistrodesmus* sp. dalam kultur batch pada Intensitas 2500 and 4000 lux; Periodisitas 24/0

Pada **Gambar 3.** dapat dilihat bahwa efisiensi penyerapan  $CO_2$  tertinggi terjadi pada konsentrasi 5% pada intensitas 4000 luks sedangkan penyerapan terendah terjadi pada konsentrasi 2% pada intensitas 2500 luks. Pada konsentrasi 0%  $CO_2$ , tidak terjadi penyerapan baik pada intensitas 2500 dan 4000 luks. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa *Ankistrodesmus* sp. mampu menyerap  $CO_2$  baik pada konsentrasi 2% dan 5%. Kemampuan ini didukung pula oleh intensitas cahaya yang baik. Pertumbuhan *Ankistrodesmus* sp. membutuhkan  $CO_2$  sebagai bahan anorganik dalam melakukan metabolisme sel. Intensitas pencahayaan *Ankistrodesmus* sp. yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2500 dan 4000 luks. Hal ini sesuai dengan CSIRO (1991) dalam Gunawan (2012) bahwa intensitas cahaya mikroalga yang optimal berkisar 2500-5000 luks. Sedangkan menurut Chrismadha et al (2007) menyebutkan pertumbuhan *Ankistrodesmus* sp. mulai terhambat apabila intensitas cahaya mulai dinaikkan menjadi 5000 luks. Efisiensi penyerapan  $CO_2$  pada intensitas 4000 luks cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas 2500 luks. Seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya yang digunakan, mikroalga menunjukkan laju pertumbuhan yang semakin tinggi. Hal ini dapat terjadi karena cahaya yang lebih tinggi menyumbang lebih banyak elektron ( $e^-$ ) untuk bergabung dengan

atom  $H^+$  dan  $O_2$  menghasilkan energi. Intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis karena hal ini berhubungan dengan jumlah energi yang diterima oleh mikroalga untuk melakukan fotosintesis (Gunawan, 2012).

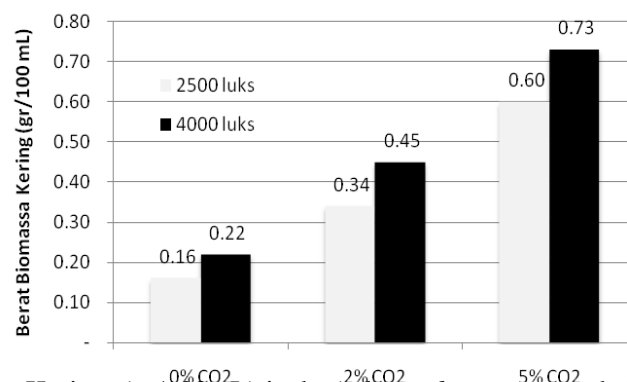
### Respon Pertumbuhan

Respon pertumbuhan *Ankistrodesmus* sp. dapat dilihat pada parameter biologi seperti pertumbuhan sel, berat biomassa kering dan produktivitas klorofil. Berdasarkan hasil penelitian digambarkan dalam gambar 4, 5 dan 6 dibawah ini:



**Gambar 4.** Kepadatan Sel rata-rata (sel / mL) isolat *Ankistrodesmus* sp. pada kultur batch dengan intensitas cahaya 2500 lux and 4000 lux; periodisitas 24/0

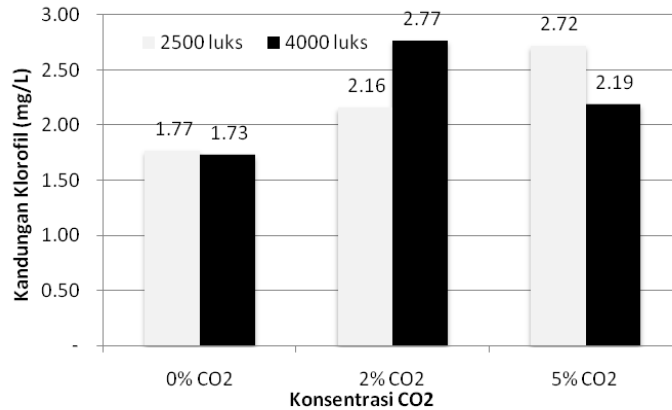
Pertumbuhan sel *Ankistrodesmus* sp. mengalami kenaikan baik pada intensitas 2500 dan 4000 luks (**Gambar 4**). Pada intensitas 2500 luks 24/0 memiliki nilai 2030000 sel/mL pada 0%, 5510000 pada 2% dan 7080000 pada 5% CO<sub>2</sub> sedangkan pada 4000 luks; 24/0 memiliki nilai 1890000 pada 0%, 7490000 pada 2% dan 13810000 pada 5% CO<sub>2</sub>. Dibandingkan dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang lebih kecil, konsentrasi 5% CO<sub>2</sub> menunjukkan pertumbuhan sel yang tinggi bila dibandingkan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa mikroalga sebagai organisme autotrof membutuhkan CO<sub>2</sub> sebagai bahan dasar dalam melakukan pertumbuhan sel.



**Gambar 5.** Biomassa Kering (gr/100mL) isolat *Ankistrodesmus* sp. pada kultur batch dengan intensitas cahaya 2500 lux and 4000 lux ; Periodisitas 24/0

Biomassa kering (**Gambar 5**) pada 2500 luks; 24/0 memiliki nilai 1,6 gr/L pada 0%, 3,4 gr/L pada 2% dan 6 gr/L pada 5% CO<sub>2</sub> sedangkan pada 4000 luks; 24/0 memiliki nilai 2,2 gr/L pada 0%, 4,5 gr/L pada 2% dan 7,3 gr/L pada 5% CO<sub>2</sub>. Nilai biomassa kering mengalami kenaikan masing-masing 32.3% pada 2% CO<sub>2</sub> dan 21.67% pada CO<sub>2</sub> 5% setelah intensitas dinaikkan menjadi 4000 luks. Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh

Chinnasamy et al (2009) semakin tinggi intensitas cahaya maka memberikan sejumlah besar energi untuk *Ankistrodesmus* sp. dalam melakukan fotosintesis.



**Gambar 6.** Produktivitas klorofil oleh *Ankistrodesmus* sp. (g /mL).pada kultur batchdengan intensitas cahaya 2500 lux and 4000 lux ; Periodisitas 24/0

Cahaya yang dibutuhkan oleh mikroalga di dalam proses fotosintesis memiliki batas atau kisaran tertentu, pada umumnya intensitas cahaya yang lebih besar lebih efektif bagi proses fotosintesis, namun pada tingkat cahaya yang sangat tinggi dapat mengurangi laju proses tersebut (Sudhakar et al, 2011). Pemaparan sel-sel alga oleh cahaya mutlak diperlukan untuk melakukan reaksi fotosintesis. Klorofil berfungsi untuk menangkap elektron dari cahaya yang kemudian melakukan reaksi oksidasi reduksi. Pada **Gambar 6** dapat diketahui bahwa kandungan klorofil rata-rata pada 2500 luks; 24/0 memiliki nilai 1,77 mg/L pada 0%, 2,16 mg/L pada 2% dan 2,72 mg/L pada 5% CO<sub>2</sub> sedangkan pada 4000 luks; 24/0 memiliki nilai 1,73 mg/L pada 0%, 2,77 mg/L pada 2% dan 2,19 mg/L pada 5% CO<sub>2</sub>. Pada variasi 2% CO<sub>2</sub> terjadi peningkatan kandungan klorofil sebesar 28,24% ketika intensitas cahaya dinaikkan menjadi 4000 lux 24/0. Sebaliknya pada variasi 0 dan 5 % CO<sub>2</sub> kandungan klorofil mengalami penurunan. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa meningkatnya intensitas cahaya akan meningkatkan produktivitas klorofil karena diduga pada konsentrasi CO<sub>2</sub> 5% *Ankistrodesmus* sp. mengalami kejenuhan dalam melakukan metabolisme sel nya sehingga pembentukan klorofil menjadi terhambat. Peningkatan kandungan klorofil terjadi pada saat pertumbuhan yang maksimal. Hal tersebut dikarenakan pada pertumbuhan yang maksimal energi yang dibutuhkan semakin besar sehingga kloroplas perlu mengubah banyak energi cahaya menjadi energi kimia. Semakin bekerja bagian kloroplas, semakin banyak pula klorofil yang dibutuhkan untuk menyerap energi cahaya tersebut, dengan demikian klorofil yang terbentuk akan semakin banyak (Wijoseno, 2011)

## KESIMPULAN

Efisiensi penyerapan CO<sub>2</sub> paling baik terjadi pada intensitas 4000 luks dengan variasi konsentrasi 5% CO<sub>2</sub>. Respon pertumbuhan mikroalga pada intensitas cahaya 4000 luks lebih baik bila dibandingkan dengan intensitas cahaya 2500 luks kecuali kandungan klorofil.. Hingga saat ini , intensitas cahaya 4000 luks dengan periodisasi 24/0 dapat menyebabkan CO<sub>2</sub> terserap secara optimum

## Daftar Pustaka

Bhaya, D., R. Schwarz and A. R. Grossman. 2000. "Molecular responses to environmental stresses" in "Ecology of Cyanobacteria: Their diversity in time and space" Ed. BAWhitton and M.Potts, Kluwer Academic Publishers Ltd.. pp 397-442.



- Chinnasamy S, Balasubramanian Ramakrishnan, Ashish Bhatnagar and Keshav C. Das.(2009). Biomass Production Potential of a Wastewater Alga *Chlorella vulgaris* ARC 1 under Elevated Levels of CO<sub>2</sub> and Temperature. *International journal of Molecular Science*, 10: 518-532.
- CSIRO. 1991. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia.
- Gunawan. 2012. Microalgae Growth Response (*Tetraselmis* sp.) On Different Light Intensity. *Bioscientiae Journal*, 9 (1):55-59
- Hendersen-Sellers B, Markland HR. 1987. Decaying lakes.The origins and control of cultural eutrophication.John Wiley and Sons.
- Janssen, Marcel. 2002. Cultivation of microalgae: effect of light / dark cycles on biomass yield. Thesis.The Netherland-Summary.Wageningen University.Wageningen.Dutch.p 184.
- John Martinko and Michael Madigan. 2005. Brocks Biology of Microorganisms. Prentice Hall PTR. England.
- Kumar K, Chitralkha N D, Bikram N, Peter L, Debabrata D. (2011). Development of suitable photobioreactor for CO<sub>2</sub> sequestration addressing global warming using green algae and cyanobacteria.*Bioresources Technology*, 102 (4945-4953).
- Lopes, E.J., Carlos Henrique Gimenes Scoparo and Telma Teixeira Franco.(2008). Rates of CO<sub>2</sub> removal by *Aphanothece microscopica* N<sup>o</sup> ageli in tubular photobioreactors. *Chemical Engineering and Processing*, 47:1365-1373.
- Panggabean, L.M. , 2011. Microalgae CO<sub>2</sub> fixation in *Chlorella* sp. Ancol strain and *Nannochloropsis oculata*. *Indonesia Oceanology and Limnology* 37 (2): 309-321.
- Porra, R.J. 2002.The checkered history of the development and use of simultaneous equations for accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynth. Res.*, 73, 149-156.
- Singh, R.N., and Shaishav Sharma.(2012). Development of suitable Photobioreactor for algae production. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 16:2347-2353.
- Sudhakar K, Suresh S, Premalatha M. (2011). An overview of CO<sub>2</sub> mitigation using algae cultivation technology. *International Journal of Chemical Research Vol 3*, issue (110-117).
- Tjandra Chrismadha, Desy Suryatini and Yayah Mardiaty., (2007).Response Microalgae *Chlorella vulgaris* Buitenzorg culture in photobioreactor Upright barrier the Light Intensity Variations. *Indonesia Oceanology and Limnology* 33:245-256.
- Valiella I. (1984). *Marine ecological process*.Springer-Verlag. New York.
- Wijoseno, Teguh.(2011).Uji Variations Influence Of Culture Media Growth and Content of Protein, Lipids, Chlorophyll and carotenoids on Microalgae *Chlorella vulgaris* Buitenzorg. Thesis.Department of Chemical Engineering Faculty of Engineering University of Indonesia.Depok.
- Wijanarko Anondho, Dianursanti, Valentino, Heri Hermansyah, Misri Gozan and Roekmijati Widaningroem Soemantojo.(2007). Daily Cycle Lighting Effect Against Biomass Production of *Chlorella vulgaris* Buitenzorg in a bubble column photobioreactor. *Technology Journal vol 1*, Year XXI, p 58-65.