Analisis CO₂ Pertumbuhan Mikro Alga Hijau dengan Menggunakan Fermentor dalam Tanki Tertutup

Bahagia^{1,*} Vera Viena²

^{1,2} Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah
Jl. Unmuha Batoh Banda Aceh

* **Koresponden email:** bahagia@serambimekkah.ac.id

Diterima : 12 Maret 2019

Disetujui: 29 Maret 2019

Abstract

Microalgae are photosynthetic microorganisms with varying cell morphology, both unicellular and multicellular (forming small colonies). This research is about CO₂ for the growth of green microalgae by cultivating algal strains in tank type reactors or fermenters. The study included optimization of the productivity of green algae in the capture of CO₂ which can be used as a greenhouse gas catcher. Green algae were isolated from several waters in Banda Aceh. These microalgae species are isolated and have been identified, then cultivated in irradiated tank containers with 4 fluorescent lamps (2x8 watts; 4x8 watts) installed on the outside of the tank. This study evaluated the comparison of the growth of aerated microalgae O₂ (1.25 liters / minute) with fixation of CO₂ (1 and 2 liters / minute). Catching CO₂ into carbon dioxide by looking at growing biomass, and the yield content of oil in biomass. The results showed that there were significant differences in the growth patterns of microalgae given O₂ aeration and CO₂ fixation. Modified & CHU 13 Detmer Modified media did not provide a significant difference to algal growth. With a large intensity of light with a medium that is sufficient to increase the growth of microalgae until it reaches the death phase.

Keywords: *catchment, greenhouse gases, green microalgae, isolation, cultivation, biomass*

Abstrak

Mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintetik dengan morfologi sel yang bervariasi, baik uni-selular maupun multiselular (membentuk koloni kecil). Penelitian tentang CO₂ untuk pertumbuhan mikroalga hijau dengan membudidayakan strain alga dalam reaktor atau fermentor tipe tangki. Kajian mencakup optimasi produktivitas alga hijau dalam penangkapan CO₂ yang dapat dimanfaatkan sebagai penangkap gas rumah kaca. Alga hijau diisolasi dari beberapa perairan di Banda Aceh. Spesies mikroalga hasil isolasi dan telah diidentifikasi jenisnya ini, selanjutnya dikultivasi dalam wadah *cultivation* (budidaya) berbentuk tangki yang disinari dengan 4 buah lampu *fluorescent* (2x8 watt; 4x8 watt) terpasang disisi luar tangki. Penelitian mengevaluasi perbandingan pertumbuhan mikroalga aerasi O₂ (1,25 liter/menit) dengan fiksasi CO₂ (1 dan 2 liter/menit). Penangkapan CO₂ menjadi karbondioksida dengan melihat biomassa yang tumbuh, dan kandungan *yield* minyak dalam biomassa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang nyata terhadap pola pertumbuhan mikroalga yang diberikan aerasi O₂ dan fiksasi CO₂. Media Detmer *Modified* & CHU 13 *Modified* tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan alga. Dengan intensitas cahaya yang besar dengan medium yang cukup akan meningkatkan pertumbuhan mikroalga hingga mencapai fase kematian.

Kata kunci: *penangkap (fixation), gas rumah kaca (GRK), mikroalga hijau, isolasi, kultivasi, biomassa*

1. Pendahuluan

Mikroalga adalah mikroorganisme fotosintetik dengan morfologi sel yang bervariasi, baik uni-selular maupun multiselular (membentuk koloni kecil). Sebagian besar mikroalga tumbuh secara fototrofik, meskipun tidak sedikit jenis yang mampu tumbuh secara heterotrofik. Ganggang hijau-biru prokariotik (*cyanobacteria*) juga termasuk dalam kelompok mikroalga. Dalam *Bergey's Manual of Systematic Bacteria*, kelompok mikroorganisme ini ditempatkan

bersama-sama dengan kelas Oxyphotobacteria, dalam divisi Gracilicutes. Hingga saat ini tidak kurang dari 30.000 jenis mikroalga telah dikenal dan dipelajari secara intensif (Taylor, 1967).

Di Indonesia sendiri ada ratusan jenis mikroalga (Atmadja dkk., 1996). Mikroalga merupakan tanaman yang paling efisien dalam menangkap dan memanfaatkan energi matahari dan CO₂ untuk keperluan fotosintesis. Selain itu, CO₂ dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas mikroalga (Davis,

1981). Keberadaan mikroalga sangat membantu dalam pencegahan terjadinya pemanasan global. CO₂ hasil industri yang terbuang, ditampung dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroalga. Terdapat empat kelompok mikroalga yang sejauh ini dikenal di dunia, yakni diatom (*Bacillariophyceae*), ganggang hijau (*Chlorophyceae*), ganggang emas (*Chrysophyceae*), dan ganggang biru (*Cyanophyceae*). Keempat kelompok mikroalga tersebut bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku bioenergi (Davis, 1981).

Mikroalga merupakan tumbuhan paling primitif yang umumnya hanya terdiri dari satu sel. Mikroalga merupakan sel yang menggunakan energi matahari dalam fotosintesis untuk mengubah karbondioksida menjadi bahan bakar minyak, pangan, pakan, maupun senyawa bioaktif bernilai tinggi (Spolaore dkk., 2006).

Mikroalga dapat menyediakan komponen bahan bakar minyak yang dapat diperbaharui. Senyawa metana dapat diproduksi dari biomassa alga secara pencernaan anaerobik (tanpa oksigen), hidrokarbon dan triasilgliserol dihasilkan dari mikroalga minyak (Spolaore dkk, 2006; Gavrilesco dan Chisti, 2005). Ide penggunaan mikroalga sebagai penangkapan CO₂ dan penghasil bahan bakar minyak bukan merupakan suatu hal yang baru, namun saat ini hal tersebut perlu diperhatikan secara sungguh-sungguh, mengingat semakin meningkatnya produksi gas rumah kaca yang mengakibatkan terjadinya pemanasan global (Gavrilesco dan Chisti, 2005).

Penelitian ini bertujuan mengkaji penangkapan CO₂ untuk pertumbuhan mikroalga hijau yang diperoleh dari beberapa lokasi di Banda Aceh. Mikroalga tersebut dibudidayakan dalam reaktor tipe tangki sebagai usaha penangkapan CO₂. Kajian mencakup optimasi produktivitas alga dalam menangkap CO₂ dengan menentukan Biomassa kering mikroalga (g-BK/L).

2. Tinjauan Pustaka

Perubahan iklim adalah isu global sehingga dalam penanganannya perlu melibatkan seluruh pihak secara global. Upaya pengelolaan lingkungan, baik di tingkat pusat maupun di tingkat daerah, saat ini belum berjalan secara maksimal karena masih banyak kendala yang dihadapi, antara lain koordinasi antar sektor belum berjalan dengan baik. Kemampuan dalam pengelolaan lingkungan perlu ditingkatkan dengan memberikan informasi secara lebih intensif mengenai isu lingkungan global seperti perlindungan atmosfer dan perubahan iklim. Partisipasi masyarakat perlu ditingkatkan dan peran aktif pemerintah dalam mendorong upaya tersebut, karena sumber daya alam dan lingkungan bukan hanya milik pemerintah tetapi

Tabel 1. Komposisi Medium CHU 13 *modified*

No	Komposisi Medium CHU 13 <i>modified</i>	Berat
1	NaNO ₃	4 gr
2	Na ₂ HPO ₄	0,08 gr
3	MgSO ₄ heptahidrat	0,2 gr
4	ZnCl ₂ dihidrat	0,107 gr
5	Ferri sulfat,	0,02 gr
6	Asam sitrat,	0,1 gr
7	CoCl ₃ dihidrat, dan	0,107 gr
8	Mikro nutrien	1 ml

Sumber : Largeau dkk. (1980)

juga milik seluruh masyarakat (Armely dkk, 2004).

Mikroalga dapat berperan sebagai penangkap (*fixation*) gas rumah kaca atau CO₂ di udara, sehingga berperan dalam menurunkan level CO₂ yang dianggap sebagai penyebab pemanasan global. Untuk memproduksi biomassa mikroalga dengan proses fotosintesis yang memerlukan cahaya, CO₂, air dan garam anorganik (Nitrogen, Fosfor, Besi, Silikon), dan suhu harus dijaga sekitar 20-30°C. Adanya suplai CO₂ sebagai sumber karbon utama, pencahayaan dan nutrien dibutuhkan untuk pertumbuhan alga. Sebagaimana diketahui, banyak parameter yang menentukan produktivitas alga dalam budidayanya. CO₂ yang diberikan berlebihan dapat mematikan mikroalga.

Banerjee dkk. (2002) melaporkan bahwa pertumbuhan alga yang lambat tidak semata-mata dampak suplai nutrien yang terbatas, tetapi juga akibat komitmen sel-sel untuk menghasilkan senyawa-senyawa minyak. Sedangkan Rao dkk. (2007) menemukan bahwa suplai CO₂ mempengaruhi pertumbuhan sel, serta menentukan akumulasi dan komposisi asam lemak dan hidrokarbon pada mikroalga hijau. Diharapkan hasil penelitian ini akan memberikan kondisi optimum untuk pertumbuhan mikroalga isolat lokal yang memiliki potensi sebagai penangkapan CO₂.

Seiring dengan perkembangan bioteknologi mikroalga, saat ini perhatian mulai ditujukan untuk penghasilan produk bermanfaat yang bernilai ekonomi

Tabel 2. Komposisi mikro nutrien

No	Komposisi nutrien mikro	Berat
1	H ₃ BO ₃	0,00572 gr
2	ZnSO ₄ heptahidrat,	0,00044 gr
3	MnCl ₂ tetrahidrat,	0,00367 gr
4	Na ₂ MoO ₄ ,	0,000084 gr
5	CuSO ₄ pentahidrat	0,00016 gr
6	0,072N H ₂ SO ₄	1 tetes

Sumber : Largeau dkk., (1980)

Tabel 3. Komposisi Medium Detmer *modified*

No	Komposisi Medium Detmer <i>modified</i>	Berat
1	NaNO ₃ ,	4 gr
2	Na ₂ HPO ₄ ,	0,08 gr
3	MgSO ₄ heptahidrat	0,1 gr
4	ZnCl ₂ dihidrat	0,01 gr
5	Ferri sulfat	0,002 gr
6	NaCl	0,01 gr
7	Na ₂ -EDTA dan	0,01 gr
8	Mikro nutrien	1 ml

Sumber : Maeda, S dkk., (1998)

tinggi, di antaranya adalah pigmen seperti fikobiliprotein, asam amino, enzim seperti acetamidase, protease, asam amino oksidase, superoksidase dismutase dan endonuklease restriksi (Atmadja dkk, 1996). Inhibitor enzim seperti glikosidase inhibitor dan senyawa pengatur tumbuh (*plant growth regulator*).

3. Metode Penelitian

3.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah media kultur yang mengandung nutrien dan suplemen sesuai kebutuhan untuk pertumbuhan mikroalga diperlihatkan pada Tabel 1.

Medium Detmer merupakan media yang tersusun dalam satuan per liter yang kesemuanya dilarutkan sampai volume air (1000 mL) dan pH media diatur sekitar 7,5.

3.2. Alat

Wadah tipe tangki (acrylic) dilengkapi 4 lampu flourescent (masing-masing 8 watt), spektrofotometer, GC-MS (Gas Kromatografi Mass Spectrometry), mikroskop digital, autoclave, clean bench, timbangan analitik, centrifuge, pompa udara, petridish, gelas ukur, erlenmeyer (100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml), tabung CO₂, regulator CO₂, pipet volume, tabung kimia, kapas, tissu dan aluminium foil soxklet dan rotary evaporator.

3.3. Metode

Persiapan media dan *culture* alga hijau diperoleh dari penelitian pendahuluan sebelumnya yang berupa isolasi mikroalga dari beberapa lokasi di Banda Aceh dan Aceh Besar. Hasil terbaik isolat diperoleh dari lokasi Tanjung Selamat, Aceh Besar yang selanjutnya isolat tersebut dipakai pada penelitian ini. Isolat tersebut dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Isolat selanjutnya dikultivasi dalam wadah *cultivation* (budidaya) berbentuk tangki yang disinari dengan 4 buah lampu *flourescent* (Philip; 2 x 8 watt, 4 x 8 watt)

terpasang disisi luar tangki.

Penelitian ini bersifat eksperimental murni dan diarahkan agar mikroalga sebagai penangkap CO₂ dan melihat kandungan minyak dari biomassa yang tumbuh. Sumber karbon utama adalah CO₂ yang disuplai ke media cair secara aerasi selama waktu penyinaran.

Mikroalga membutuhkan tiga komponen utama untuk pertumbuhan yaitu cahaya matahari, CO₂, dan air (Oilgae, 2008). CO₂ diperoleh secara komersial dari supplier gas yang selanjutnya CO₂ difiksasi untuk proses fotosintesis (Moroney dan Somanchi, 1999). Penelitian ini merupakan riset lanjutan untuk perkembangbiakan mikroalga hijau (*Green algae*) lokal dengan perlakuan fiksasi CO₂, untuk melihat efektivitas dan pertumbuhannya.

Karakteristik lokasi sampel merupakan kolam terbuka dengan pH sekitar 7,7 - 8,5; tingkat salinitas 0,01 ‰ – 0,02 ‰. Pengambilan sampel dilakukan dengan net plankton, kemudian sampel disentrifugasi dan ditanam dalam media kultur yaitu Detmer *modified* (DM) dan CHU 13 *modified*. Sampel mikroalga pada penelitian ini merupakan mikroalga hijau dan *mix culture*.

3.4. Prosedur Percobaan

Kegiatan penelitian dimulai dengan melakukan isolasi dan pembiakan mikroalga hijau dengan

Gambar 1. Grand design percobaan

Gambar 2. Kurva Kalibrasi Hubungan antara Kandungan Biomassa (g-BK/L) dengan Absorbansi (A)

memakai fermentor tipe tangki tertutup. *Grand design* percobaan dengan melakukan analisis sampel penangkapan CO₂ untuk melihat biomassa yang tumbuh, kandungan minyak (*yield* minyak) dan identifikasi komponen yang terkandung dalam minyak nabati mikroalga diilustrasikan pada Gambar 1.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Kurva Kalibrasi antara Kandungan Biomassa dengan Absorbansi

Kurva hubungan antara biomassa kering mikroalga dengan absorbansi merupakan kurva kalibrasi untuk

Gambar 3. Perbandingan pertumbuhan mikroalga yang diberikan O₂ dengan CO₂ (Medium CHU 13 *modified*; pencahayaan 4 x 8 watt; T = 30 °C; pH 7,5).

Gambar 4. Perbandingan pertumbuhan mikroalga yang diberikan O₂ dengan CO₂ (Medium Detmer *modified*; pencahayaan 4 x 8 watt; T = 30°C; dan pH 7,5).

mengetahui kandungan biomassa mikroalga pada saat mengukur hasil biomassa mikroalga selama tahap kultivasi. Hasil hubungan antara Biomassa berat kering mikroalga (g-BK/L) dengan absorbansi (A) untuk kurva kalibrasi ditunjukkan pada Gambar 2.

Kurva kalibrasi dibuat dengan menentukan absorbansi mikroalga dengan kandungan biomassa yang berbeda. Absorbansi diukur dengan *Spectrophotometer Hach DR/2010* pada panjang gelombang 680 nm, sedangkan kandungan biomassa mikroalga tersebut ditentukan dengan cara gravimetri.

4.2. Perbandingan aerasi udara dengan Aerasi Udara Kaya CO₂ terhadap Pertumbuhan Mikroalga

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk melihat pertumbuhan mikroalga hijau dengan aerasi oksigen. Alga diberikan aerasi O₂ (1,25 liter/menit) kemudian dihidupkan dalam medium CHU 13 *modified* dan Detmer *modified*. Dilanjutkan dengan perlakuan kultivasi selama 14 hari dengan kondisi Temperatur sekitar 27-30°C; pH = 7,5; pencahayaan 4 x 8 Watt; dan agitasi 75 rpm. Selama proses kultivasi berlangsung, kandungan biomassa pada sampel mikroalga tersebut dianalisa pada interval 2 (dua) hari dengan *Spectrophotometer Hach DR/2010* pada panjang gelombang 680 nm.

Pada penelitian ini, perlakuan dengan mengambil stock alga dari *mix cultur*. Penelitian dimulai dengan menginokulasikan mikroalga yang berumur 2 minggu ke dalam 500 mL media yang telah injeksikan CO₂.

Fiksasi CO_2 dilakukan selama 7 hari masa kultivasi dengan kondisi temperatur kamar, kemudian dihidupkan dalam medium CHU 13 dan DM, pH=7,5, pencahayaan kultur selama inkubasi menggunakan lampu putih *fluorescens* Philips 4 x 8 Watt. Selama proses kultivasi berlangsung, sampel mikroalga dianalisa kandungan biomassa pada interval 2 (dua) hari, sehingga diperoleh pertumbuhan mikroalga seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.

Hasil penelitian (Gambar 3) menunjukkan bahwa secara keseluruhan pola pertumbuhan dengan variasi konsentrasi CO_2 dan udara dengan medium CHU 13 *modified* berbeda nyata. Hasil penelitian mikroalga yang diberikan O_2 menunjukkan bahwa pada 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 hari diperoleh kurva pertumbuhan meningkat, sehingga memiliki kandungan biomassa 125,6 mg-BK/L, 225,8 mg-BK/L, 274,9 mg-BK/L, 343,8 mg-BK/L, 360,5 mg-BK/L, 425,2 mg-BK/L dan 445,0 mg-BK/L. Hal ini menunjukkan pertumbuhan mikroalga meningkat secara alami. Sedangkan mikroalga dengan perlakuan CO_2 menghasilkan pertumbuhan sangat cepat, terlihat pada 2, 4, 6, 8, 10, 12 hingga 14 hari diperoleh kandungan biomassa hingga 695,6 mg-BK/L, 921,2 mg-BK/L, 1026,3 mg-BK/L, 986 mg-BK/L, 963 mg-BK/L, 915 mg-BK/L dan 896,2 mg-BK/L. Pada hari ke 6 kultivasi diperoleh kandungan biomassa nilai tertinggi yaitu sebesar 1026,3 mg-BK/L. Hal ini menunjukkan bahwa fiksasi CO_2 menghasilkan pertumbuhan lebih baik karena mengalami peningkatan proses fotosintesis.

Perlakuan mikroalga dengan medium Detmer

Gambar 5. Pertumbuhan mikroalga dengan pencahayaan 4 x 8 Watt serta laju alir CO_2 2 liter/menit, Kondisi : T = 30 °C; pH = 7,5

modified yang memiliki variasi konsentrasi CO_2 dan udara berbeda nyata. Gambar 4 menjelaskan bahwa kurva pertumbuhan dengan perlakuan udara memperlihatkan bahwa 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 hari diperoleh kurva pertumbuhan meningkat, sehingga diperoleh kandungan biomassa sebesar 184,1 mg-BK/L, 306,2 mg-BK/L, 351,1 mg-BK/L, 398,1 mg-BK/L, 492 mg-BK/L, 515 mg-BK/L dan 581,8 mg-BK/L.

Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroalga meningkat secara alami. Sedangkan mikroalga dengan perlakuan CO_2 menghasilkan pertumbuhan sangat cepat, ditunjukkan pada 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 hari diperoleh kandungan biomassa 844 mg-BK/L, 1188,5 mg-BK/L, 1292,9 mg-BK/L, 1245,9 mg-BK/L, 1204,1 mg-BK/L, 1130,2 mg-BK/L dan 1104,9 mg-BK/L. Pada hari ke 6 kultivasi diperoleh kandungan biomassa nilai tertinggi sebesar 1292,9 mg-BK/L. Hal ini menunjukkan bahwa dengan fiksasi CO_2 pertumbuhan mikroalga lebih baik.

Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan alga berbeda. Mikroalga dengan aerasi O_2 mengalami fase pertumbuhan selama 14 hari kultivasi Gambar 3 dan 4 menunjukkan fase log dimulai hari-0 sampai hari ke-7, fase penurunan laju pertumbuhan dicapai pada hari ke-8 sampai hari ke-10, fase stasioner terjadi pada hari ke-11 sampai hari ke-12 dan fase menuju kematian dimulai hari ke-13 sampai ke-14. Fenomena ini disebabkan oleh inokulum yang dikultur mengalami masa adaptasi. Pernyataan ini sesuai yang dikatakan oleh Maider dkk (2000) bahwa ketika inokulum dikulturkan ke dalam media baru maka terjadi fase log yang ditandai dengan pertumbuhan setelah beberapa jam untuk melakukan adaptasi fisiologis. Fase log terjadi akibat pembelahan sel yang sangat cepat hingga pada waktu tertentu. Menurut Maider, dkk. (2000) bahwa fase log ditandai dengan periode pembelahan sel ketika rata-rata peningkatan sel di dalam kultur adalah sebanding dengan jumlah sel pada beberapa waktu tertentu.

Berdasarkan pola pertumbuhan mikroalga tidak terdapat fase lag. Hal ini terjadi karena mikroalga yang diinokulasi tersebut diambil dari kultur yang berada pada fase log sehingga tidak mengalami fase lag. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Spencer (1954) yang diacu dalam Fogg (1975) bahwa lamanya fase lag tergantung dari umur inokulum, bahkan fase lag tidak terjadi bila inokulum telah mencapai fase log. Pertumbuhan mikroalga tidak terjadi lagi fase lag, karena telah terjadi fase log pada hari ke-0 sampai ke-6 dan ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan yang disertai dengan meningkatnya kepadatan sel. Sel mikroalga melakukan pembelahan sel secara aktif

dengan kecepatan maksimum dan konstan mengikuti kurva logaritmik. Keadaan ini ditandai dengan warna kultur yang semakin hijau dibandingkan pada awal kultur.

Pada kedua perlakuan menunjukkan diawal pertumbuhan mikrolga seperti pada umumnya pertumbuhan mikroorganisme lainnya, laju pertumbuhan tinggi yang kemudian perlahan menurun yang disebabkan karena pertumbuhan akan memasuki fasa stasioner. Fasa stasioner merupakan tahap pertumbuhan yang konstan dimana laju reproduksi sama dengan laju kematian. Laju pertumbuhan pada fiksasi CO_2 harian menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada awal pertumbuhan dibandingkan dengan aerasi O_2 . Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan yang nyata terhadap pola pertumbuhan mikroalga yang diberikan aerasi O_2 dan fiksasi CO_2 .

4.3. Pengaruh Media terhadap Pertumbuhan Mikroalga

Perlakuan media berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga hijau yang diilustrasikan pada Gambar 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alga dapat tumbuh dengan baik pada kedua media (DM & CHU 13), namun demikian hampir tidak ada perbedaan signifikan alga pada kedua media tersebut.

Lebih lanjut hasil penelitian (Gambar 5) memperlihatkan pertumbuhan mikroalga dengan medium CHU 13 *modified* didapatkan kandungan biomassa pada hari ke-1 sebesar 695,6 mg-BK/L, hari ke-2 kandungan biomasanya meningkat menjadi 921,2 mg-BK/L, hari ke-3 menjadi 1026,3 mg-BK/L, hari ke-4, 5, 6 dan 7 perolehan biomassa menurun sebesar 986 mg-BK/L, 963 mg-BK/L, 915 mg-BK/L dan 896,2 mg-BK/L.

Hal ini menunjukkan waktu (hari) kultivasi mikroalga berpengaruh terhadap pertumbuhannya. Pertumbuhan tertinggi pada hari ke-2 sampai hari ke-3, hari ke-4 sampai ke-7 mengalami masa stasioner dengan mengalami penurunan pertumbuhannya menjadi 896,2 mg-BK/L. Selanjutnya perlakuan mikroalga dengan medium Detmer *modified* menunjukkan kandungan biomassa pada hari ke-1 sampai ke-3 biomassa meningkat 1292,9 mg-BK/L, hari ke-4 sampai 7 pertumbuhan menurun menjadi 1245,9 mg-BK/L dan 1104,9 mg-BK/L.

Gambar 5 menunjukkan fase log dimulai hari-0 sampai hari ke-1, fase penurunan laju pertumbuhan dimulai pada hari ke-2 sampai hari ke-4, fase stasioner terjadi pada hari ke-5 sampai hari ke-6 dan fase menuju kematian terjadi pada hari ke-7. Penurunan laju pertumbuhan dimulai pada hari ke-4 sampai hari ke-7, hal ini terjadi karena keterbatasan substrat, kepadatan populasi dan ketersediaan CO_2 yang semakin rendah.

Selain itu, timbunan metabolisme yang toksik dapat menurunkan kecepatan pertumbuhan sehingga menuju tahap stasioner. Selama fase stasioner ini, masih terjadi pembelahan sel walaupun nutrisi semakin berkurang, tetapi pembelahan sel masih dapat berlangsung.

Fase menuju kematian menunjukkan jumlah sel yang mati lebih banyak daripada jumlah sel yang hidup. Hal ini disebabkan oleh nutrisi dalam medium yang telah habis sedangkan sel yang masih hidup tidak mampu untuk tumbuh dan hanya dapat bertahan hidup. Kematian mikroalga disebabkan oleh kehabisan nutrisi dan akumulasi sisa metabolisme. Laju pertumbuhan menurun sampai akhirnya tidak ada lagi pertumbuhan dan sel mengalami lisis (mengkerut) karena tidak mendapat suplai CO_2 lagi. Sel yang lisis akan menyebabkan perubahan warna. Terjadi perubahan warna kultur selama pertumbuhan. Perubahan warna ini terjadi mulai dari awal sampai akhir kultivasi, yaitu mulai dari warna hijau bening, hijau tua, sampai warna hijau bening kembali dengan terbentuknya endapan hijau yang terdapat di dasar tempat kultur. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa media DM & CHU 13 tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan alga.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang penangkapan CO_2 untuk pertumbuhan mikroalga hijau, kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Pola pertumbuhan mikroalga yang diberikan aerasi O_2 dan fiksasi CO_2 memberikan perbedaan yang nyata.
2. Perbandingan aerasi udara dengan aerasi udara kaya CO_2 terhadap pertumbuhan mikroalga menunjukkan bahwa pada 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 hari diperoleh kurva pertumbuhan meningkat, sehingga memiliki kandungan biomassa 125,6 mg-BK/L, 225,8 mg-BK/L, 274,9 mg-BK/L, 343,8 mg-BK/L, 360,5 mg-BK/L, 425,2 mg-BK/L dan 445 mg-BK/L. Hal ini menunjukkan pertumbuhan mikroalga meningkat secara alami. Sedangkan mikroalga dengan perlakuan CO_2 menghasilkan pertumbuhan sangat cepat, terlihat pada 2, 4, 6, 8, 10, 12 hingga 14 hari diperoleh kandungan biomassa hingga 695,6 mg-BK/L, 921,2 mg-BK/L, 1026,3 mg-BK/L, 986 mg-BK/L, 963 mg-BK/L, 915 mg-BK/L dan 896,2 mg-BK/L.
3. Pertumbuhan mikro alga dengan aerasi O_2 mengalami fase pertumbuhan berbeda selama 14 hari kultivasi dimana fase log dimulai hari-0 sampai hari ke-7, fase penurunan laju pertumbuhan dicapai pada hari ke-8 sampai hari ke-10, fase stasioner terjadi pada hari ke-11 sampai hari ke-

12 dan fase menuju kematian dimulai hari ke-13 sampai ke-14.

5.2. Saran

Perlu penelitian lebih lanjut dengan peralatan sederhana dan murah yang dapat menjadikan penelitian alga lebih ekonomis.

6. Daftar Pustaka

- Armely, M., Dian, R.S., Moekti, H.S., 2004, "*Bumi Makin Panas Ancaman Perubahan Iklim di Indonesia*", Kementrian Lingkungan Hidup & Pelangi, Jakarta.
- Atmadja, Kadi, Sulistidjo dan Rachmaniar. 1996. *Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta.
- Banerjee, A., Sharma, R., Chisti, Y. and Banerjee, U.C., 2002, "*Botryococcus braunii: A Renewable Source of Hydrocarbons and Other Chemicals*", *Critical Reviews in Biotechnology*, vol. 22, no. 3, hal. 245–279.
- Carvalho, A.P., Meireles, L.A., Malcata, F.X., 2006, Microalga Reactors, a Review of Enclosed system and Performance, *Biofechnol Prog*, vol 22.
- Davis, C.C. 1981, "*The Marine and Freshwater Plankton*", Michigan State University Press, USA.
- Fogg GE, 1975, "*Alga Culture and Phytoplankton ecology*", London, The University of Wisconsin Press.
- Gavrilescu, M., and Chisti, Y., 2005, "*Biotechnology - a sustainable alternative for chemical industry*", *Biotechnol Adv.*, vol. 23, hal. 471–99.
- Largeau C., Casadevall E., Berkaloff C. and Dhamelincout P., 1980, "*Sites of accumulation and composition of hydrocarbons Phytochemistry*", vol. 19, hal. 1043-1051.
- Maider, R.M., I.L. Pepper, dan C.P. Gerba, 2000, "*Eviromental Microbiology*", Academic Press, San Diego.
- Maeda, S., Suhendrayatna, and Ohki, A., 1998, "*Bioaccumulation of arsenic in D. magna fed a diet of arsenous freshwater algae*", *Proc. the 9th Scientific Meeting* (Hamamatsu) ISSN 0918-7685, pp. 193-196.
- Moroney, J. V., A. Somanchi, 1999. "*How do algae concentrate CO₂ to increase the efficiency of photosynthetic carbon fixation?* *Plant Physiol*", 119 : 9-16.
- Oilgae, 2008. "*Algae Oil*", <http://www.oilgae.com/algae/oil>, Tanggal akes 20 Februari 2008.
- Rao, R., Sarada, R. dan Ravishankar, G.A., 2007, "*Influence of CO₂ on Growth and Hydrocarbon Production in Botryococcus braunii*", *J. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 17, no. 3, hal. 414–419.
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. dan Isambert, A., 2006, "*Commercial applications of microalgae*", *J. Biosci Bioeng*, vol. 101, hal. 87–96.
- Taylor, W. R., 1967. *Marine Algae Eastern Tropical and Subtropical Coast of The America Univ.* Michigan Press.