

## Investigasi Beberapa Parameter Penentu dalam Proses Flokulasi Mikroalga Laut *Chlorella* sp.

Yohanis Irenius Mandik<sup>1,\*</sup>, Agnes Eri Maryuni<sup>1</sup>, Frans Augustinus Asmuruf<sup>1</sup>, Benjamas Cheirsilp<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih, Jayapura 99358, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Industrial Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Hat Yai 90112, Thailand

\*Corresponding author: [yimandik@gmail.com](mailto:yimandik@gmail.com)

### ABSTRAK

Skrining untuk mendapatkan metode yang memiliki efisiensi tinggi dalam pemanenan mikroalga merupakan langkah penting menuju proses produksi biodiesel skala besar. Konsentrasi akhir yang rendah dari biomassa mikroalga dan ukuran mikroalga yang kecil menjadi tantangan dalam penelitian ini. Flokulasi kultur mikroalga dengan penambahan senyawa anorganik dalam kondisi asam atau basa dikenal sebagai metode pemanenan biomassa mikroalga yang sangat menjanjikan. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi beberapa parameter penentu dalam proses flokulasi mikroalga laut *Chlorella* sp. Garam magnesium ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dengan konsentrasi 0,0083 g/L kultur *Chlorella* sp. kultur dengan konsentrasi biomassa 3,78 g/L menunjukkan efisiensi flokulasi (FE) tertinggi sebesar 94,63% pada pH 11 setelah 10 menit waktu flokulasi. Tidak ada perbedaan FE antara dua volume kultur yang berbeda, setelah 10 menit flokulasi. Oleh karena itu, untuk memflokulasi 1000 L kultur *Chlorella* sp. dengan konsentrasi 3,78 g/L pada pH 11 hanya dibutuhkan waktu 10 menit dengan penambahan 8,3 gram  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  untuk mencapai efisiensi flokulasi 94,63%.

Kata kunci: efisiensi flokulasi; garam magnesium; mikroalga laut *Chlorella* sp.

## Investigation of Several Determining Parameters in the Flocculation of Marine *Chlorella* sp.

### ABSTRACT

Screening for high-efficiency methods of microalgae harvesting is an important step toward a large-scale biodiesel production process. The final low concentration of microalgal biomass and the small size of microalgae make a challenge in this study. Flocculation of microalgae culture with the addition of inorganic compounds under acidic or basic conditions is known as a very promising method of harvesting microalgae biomass. This study aims to investigate several determining parameters in the flocculation process of marine *Chlorella* sp. biomass. Magnesium salt ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) with a concentration of 0.0083 g/L *Chlorella* sp. culture with a biomass concentration of 3.78 g/L showed the highest flocculation efficiency (FE) of 94.63% at pH 11 after 10 minutes of flocculation time. There was no difference in FE between the two different culture volumes, after 10 min of flocculation. Therefore, to flocculate 1000 L of *Chlorella* sp. with a concentration of 3.78 g/L at pH 11 it only took 10 minutes with the addition of 8.3 grams of  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  to achieve a flocculation efficiency of 94.63%.

Keywords: flocculation efficiency; magnesium salt; marine *Chlorella* sp.

### PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan bahan baku biofuel yang lebih menjanjikan dibandingkan dengan dua generasi sebelumnya sebagai sumber energi biofuel, karena prospek organisme ini menunjukkan hasil biomassa yang tinggi tanpa memerlukan lahan yang subur (Chiaramonti, 2007; John et al., 2011; Trent, 2012). Akan tetapi, pemanenan biomassa mikroalga ternyata

membutuhkan mengkonsumsi sejumlah besar energi. Ini membahayakan kepentingan besar biomassa alga dari hasil analisis energi dan penilaian siklus hidup (Zheng et al., 2012).

Konsentrasi akhir biomassa mikroalga yang rendah dan ukuran mikroalga yang kecil membuat pemanenan biomassa alga menjadi tantangan. Flokulasi kultur mikroalga dengan penambahan senyawa anorganik dalam kondisi asam atau basa dikenal sebagai metode yang paling menjanjikan untuk pemanenan biomassa mikroalga. Hal ini dikarenakan flokulasi dapat dengan mudah ditingkatkan dan dapat diaplikasikan untuk berbagai jenis mikroalga (Uduman et al., 2010). Oleh karena itu, dalam pandangan kelayakan ekonomi dan teknologi, flokulasi dapat menjadi metode yang mudah dan efektif untuk memanen mikroalga dari kultur mikroalga skala besar (Wu et al., 2012).

Sejak Cheirsilp dan Torpee (2012) melaporkan bahwa laut *Chlorella* sp. di bawah budidaya fotoautotrofik dapat mengakumulasi lipid hingga sekitar 30% berdasarkan berat kering dan menunjukkan potensi yang menjanjikan sebagai bahan baku biodiesel. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa parameter yang berhubungan dengan proses pemanenan *Chlorella* sp. laut seperti pengaruh penambahan garam magnesium, waktu flokulasi setelah penambahan garam magnesium, pH sebelum penambahan garam magnesium, dan volume kultur mikroalga laut *Chlorella* sp. yang ditumbuhkan secara fotoautotrofik, hingga efisiensi flokulasi (%).

## **BAHAN DAN METODE**

### **Strain mikroalga dan media pertumbuhan**

*Chlorella* laut sp. diperoleh dari National Institute of Coastal Aquaculture, Thailand. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media Chu 13 yang dimodifikasi (Largeau et al., 1980). Satu liter medium Chu 13 mengandung 0,4 g KNO<sub>3</sub>, 0,08 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,107 g CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 0,2 g MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0,02 g Fe sitrat, 0,1 g asam sitrat, 0,00002 g CoCl<sub>2</sub>, 0,00572 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0,00362 g MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O, 0,00044 g ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0,00016 g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 0,000084 g Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 1 tetes 0,072 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 1 mL larutan trace metal. pH diatur menjadi 7,8. Satu liter larutan trace metal mengandung H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 2,85 g, MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 1,8 g, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,02 g, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0,08 g, CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 0,08 g dan Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 0,05 g.

### **Kultivasi mikroalga**

Strain mikroalga dikultur sebelumnya dalam 400 mL medium Chu 13. Pra-kultur diinkubasi pada suhu 30 °C dan diaerasi dengan laju aliran udara 0,01 mL/menit di bawah intensitas cahaya 3.000 lux dengan siklus terang dan gelap 16:8 jam selama 7 hari (Cheirsilp dan Torpee, 2012). Ini merupakan kultur benih. Kultivasi *batch* mikroalga dilakukan dengan menginokulasi 10% (v/v) benih kultur ke dalam masing-masing 3 L media Chu 13 dalam botol kaca 3,78 L. Kultur diinkubasi pada suhu 30 °C dan diangin-anginkan dengan laju alir 0,01 mL/menit. Kultur diaerasi dengan laju aliran udara 0,01 mL/menit di bawah intensitas cahaya 3.000 lux dengan siklus terang dan gelap 16:8 jam selama 5 hari. Selama budidaya mikroalga, sepuluh mililiter sampel diambil setiap hari. Kerapatan optik pada 660nm (OD660) mikroalga budidaya diukur dengan menggunakan spektrofotometer (Libra S22 Biochrom). Pengukuran pH kultur dilakukan setiap hari dengan menggunakan pH meter (Mettler Toledo). Massa kering mikroalga dan laju pertumbuhan spesifik ditentukan.

### **Flokulasi biomassa mikroalga**

Biomassa mikroalga dipanen dengan metode flokulasi menggunakan flokulan (MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O). Percobaan flokulasi dilakukan dengan memvariasikan pH kultur mikroalga (9,5-12), waktu flokulasi (10-60 menit), konsentrasi flokulan dalam kultur mikroalga (1,5-8,3 mg/L), dan volume kultur alga (0,02-3,78 L). Efisiensi flokulasi dihitung menggunakan persamaan berikut (Wu et al., 2012):

$$\text{Efisiensi flokulasi (\%)} = (1-A/B) \times 100$$

A adalah OD660 supernatan dari setengah ketinggian lapisan yang diklarifikasi setelah flokulasi dan B adalah OD660 awal dari suspensi kultur alga. Sedangkan foto mikroalga sebelum dan sesudah flokulasi dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya (Nikon)

yang dilengkapi dengan Enhanced Neubauer Bright Line (BOECO, Germany), dan kamera digital (Samsung).

### Pengukuran Pengaruh Beberapa Parameter Penentu Efisiensi Flokulasi

Konsentrasi biomassa awal (g/L) kultur ditentukan dengan mengambil 100 mL kultur, mengukur OD660 dan menimbang massa keringnya. Sepuluh mililiter kultur mikroalga ditempatkan pada masing-masing tabung reaksi. pH (9,5-12) kultur mikroalga diatur dengan menambahkan 1 M HCl atau 1 M NaOH ke masing-masing kultur yang dipanen. Setelah itu ditambahkan garam  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  ke masing-masing tabung reaksi untuk mengetahui pengaruh beberapa parameter terhadap efisiensi flokulasi (%). Parameter proses flokulasi meliputi, konsentrasi flokulan ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dalam medium (bervariasi 1,5-8,3 mg/L) dan waktu flokulasi (bervariasi dari 10 menit sampai 60 menit) sedangkan volume kultur mikroalga yang disiapkan bervariasi dari 0,02 sampai 3,78 L. Flokulan ditambahkan ke media kultur kemudian tabung reaksi divorteks selama 5 detik. Suspensi mikroalga dibiarkan mengendap selama waktu flokulasi tertentu tanpa pengadukan. Selanjutnya, kerapatan optik supernatan dari setengah ketinggian lapisan yang lebih bening dari endapan diukur pada 660nm. Efisiensi flokulasi kemudian dihitung. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

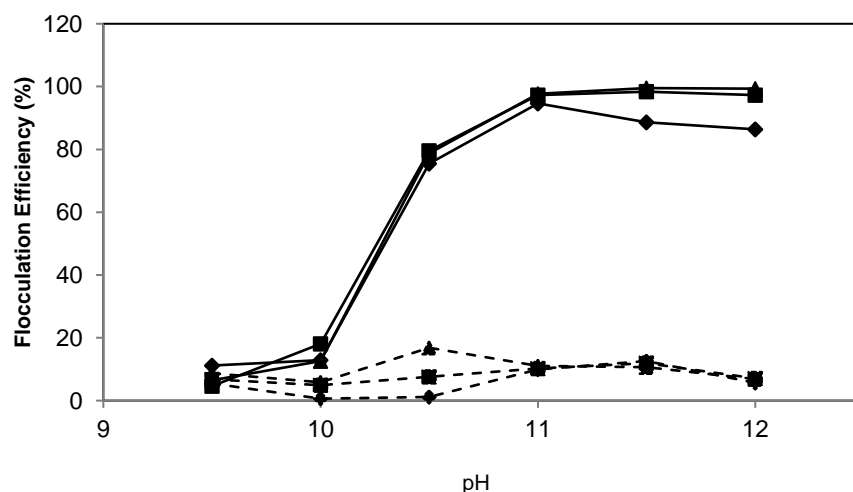
### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan piranti lunak SPSS v17.0.

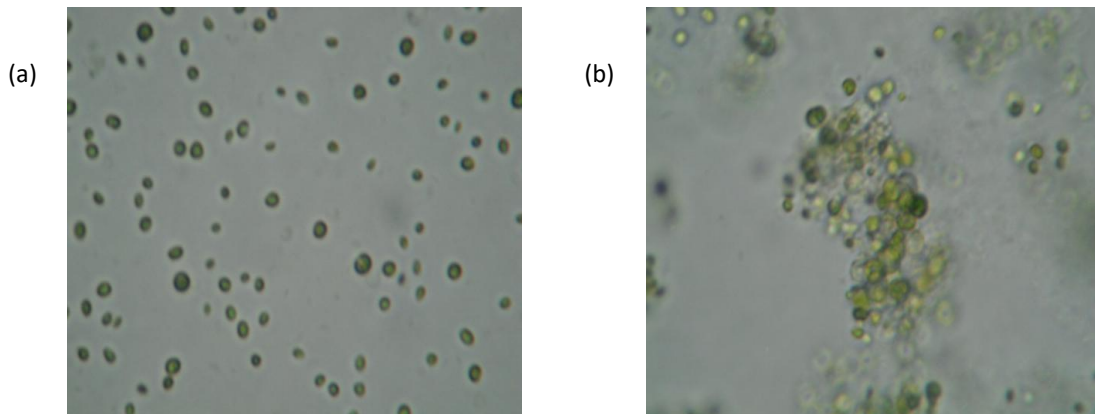
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Efisiensi Flokulasi

Efisiensi flokulasi diukur pada kondisi tanpa penambahan flokulan dan dengan penambahan flokulan dengan memvariasikan pH kultur (9,5, 10,0, 10.5, 11.0, 11.5, 12.0) dan waktu flokulasi (10, 30, dan 60 menit). Volume kultur yang digunakan untuk flokulasi adalah 20 mL dengan konsentrasi mikroalga 3,78 g/L, dan konsentrasi flokulan ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 0,0083 g/L suspensi kultur yang ditemukan sebagai konsentrasi flokulan terpilih. Efisiensi flokulasi (FE) tertinggi dicapai dengan penambahan flokulan adalah 99,7% pada pH 12 setelah 60 menit sedangkan FE tertinggi dicapai tanpa penambahan flokulan adalah 20,7% pada pH 10,5 setelah 60 menit (Gambar 1). Selain itu, dokumentasi sebelum flokulasi dan setelah flokulasi dari mikroalga laut *Chlorella* sp. dapat dilihat dalam Gambar 2.



**Gambar 1.** Efisiensi flokulasi (%) pada berbagai pH dan waktu flokulasi (min) dari *Chlorella* sp. (garis tebal menunjukkan flokulasi dengan  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  sebesar 0,0083 g/L kultur; volume kultur 0,02 L; garis putus-putus menunjukkan flokulasi tanpa  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ; ▲ 10 menit, ■ 30 menit, ◆ 60 menit)



**Gambar 2.** *Chlorella* sp. sebelum flokulasi (a) dan setelah flokulasi (b) menggunakan garam  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ .

### Analisis Data

Selanjutnya berdasarkan uji-t: berpasangan dua sampel untuk rata-rata FE (%) antara dua waktu flokulasi (10 menit dan 30 menit) masing-masing 94,63% dan 97,30% dengan penambahan flokulan pada pH 11. Tidak ada perbedaan FE yang signifikan antara kedua waktu flokulasi tersebut. Oleh karena itu FE optimum (94,63%) setelah 10 menit proses flokulasi lebih disukai. Selain itu, berdasarkan uji-t: dipasangkan dua sampel untuk mean FE (%) antara dua volume kultur yang berbeda (3,78 L dan 0,02 L), pada pH 11, konsentrasi flokulan ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) adalah 0,0083 g/L kultur, dan setelah 10 menit flokulasi. Ditemukan bahwa tidak ada perbedaan FE antara kedua volume kultur tersebut.

### KESIMPULAN

Garam magnesium ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) konsentrasi 0,0083 g/L yang digunakan pada kultur *Chlorella* sp. dengan konsentrasi biomassa 3,78 g/L menunjukkan efisiensi flokulasi (FE) tertinggi sebesar 94,63% pada pH 11 setelah 10 menit waktu flokulasi. Sedangkan tanpa penambahan flokulan, FE tertinggi (20,7%) dicapai pada pH 10,5 setelah 60 menit. Tidak ada perbedaan signifikan FE (%) yang ditemukan antara dua volume kultur yang berbeda (3,78 L dan 0,02 L) pada pH 11, konsentrasi flokulan 0,0083 g/L kultur, dan setelah 10 menit flokulasi. Garam  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  telah menunjukkan potensi besar sebagai flokulan baik dalam pemanenan yang efisien dan pemanenan cepat biomassa *Chlorella* sp.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cheirsilp, B. and Torpee, S. 2012. Enhanced growth and lipid production of microalgae under mixotrophic culture condition: Effect of light intensity, glucose concentration, and fed-batch cultivation. *Bioresour. Technol.* **110**: 510–516.
- Chiaromonti, D. 2007. Bioethanol: role and production technologies. In: Ranalli, P. (Ed.). *Improvement of Crop Plants for Industrial End Uses*, pp. 209–251.
- John, R.P., Anisha, G.S., Nampoothiri, K.M. and Pandey, A. 2011. Micro and macroalgal biomass: A renewable source for bioethanol. *Bioresour. Technol.* **102**: 186-193.
- Largeau, C., Casadevall, E., Berkaloff, C. and Dhameincourt, P. 1980. Sites of accumulation and composition of hydrocarbons in *Botryococcus braunii*. *Phytochem.* **19**: 1043–51.
- Trent J. 2012. OMEGA: The future of biofuels? In: Conference. The ASEAN algae biofuels conference. Singapore.
- Uduman, N., Qi, Y., Danquah, M.K., Forde, G.M. and Hoadley, A. 2010. Dewatering of microalgal cultures: a major bottleneck to algae-based fuels. *J. Renew. & Sustain. Energy* **2**: 0127011–0127015.

- Wu, Z., Zhu, Y., Huang, W., Zhang, C., Li, T., Zhang, Y. and Li, A. 2012. Evaluation of flocculation induced by pH increase for harvesting microalgae and reuse of flocculated medium. *Bioresour. Technol.* **110**: 496–502.
- Zheng, H.L., Gao, Z., Yin, F.W., Ji, X.J. and Huang, H. 2012. Lipid production of *Chlorella vulgaris* from lipid-extracted microalgal biomass residues through two-step enzymatic hydrolysis. *Bioresour. Technol.* **117**: 1–6.