

EFISIENSI PENGGUNAAN TEKNIK BIOFLOKULASI DALAM PEMANENAN MIKROALGA SPESIES *Spirullina* sp. DAN *Botryococcus braunii* UNTUK OPTIMALISASI PRODUKSI BIODIESEL

Lia Badriyah¹⁾, Abdul Rahman Putra²⁾, Deni Saputra³⁾, Iqoh Faiqoh⁴⁾, Aditya Hikmat Nugraha⁵⁾ di bawah bimbingan Dr.Ir.Mujizat Kawaroe M.Si

¹⁾Ilmu dan Teknologi Kelautan Institut Pertanian Bogor, FPIK IPB

¹⁾Email ; lia_ryandhika@yahoo.co.id

²⁾Email: abdul.rahmanputra@gmail.com

³⁾Email:denibakuang@gmail.com

⁴⁾Email:iqoh.faiqoh@gmail.com

⁵⁾Email: adityahikmatnugraha@ymail.com

Abstrak

Mikroalga merupakan tanaman thaluss yang memiliki klorofil sehingga sangat efisien dalam menangkap dan memanfaatkan energi matahari dan CO₂ untuk keperluan fotosintesis. Mikroalga berpotensi sebagai alternatif penghasil sumber energi baru dan terbarukan. Kendala yang terjadi dalam memanfaatkan mikroalga sebagai bahan energi terbarukan adalah pemanenan. Selama ini pemanenan mikroalga masih membutuhkan energi yang besar dan kurang ekonomis. Oleh karena Bioflokulasi menawarkan pemanenan mikroalga yang ekonomis, hemat energi serta ramah lingkungan. Bioflokulasi merupakan teknik pemanenan mikroalga dengan menggunakan makhluk hidup. Bioflokulasi selama ini menggunakan bakteri atau fungi sebagai agen pengendap, namun dengan menggunakan makhluk hidup lain membutuhkan biaya tambahan berupa substrat untuk hidup. Bioflokulasi dalam pemanenan mikroalga menawarkan pengendapan dengan bantuan mikroalga spesies lain. Penelitian ini menggunakan mikroalga *Tetraselmis suecica* dan *Chlorella* sp. Spesies ini menggantikan spesies yang sebelumnya (*Spirullina* sp. & *Botryococcus braunii*) dikarenakan kedua spesies tersebut kurang efektif jika dilihat dari nilai OD dan Persentase recovery. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dilakukan kultivasi selama 20 hari diperoleh waktu panen. Waktu panen untuk *Tetraselmis suecica* pada hari ke-13 dan *Chlorella* sp. pada hari ke-12. Berdasarkan nilai OD dan persentase recovery diketahui bahwa *Chlorella* sp termasuk mikroalga non flokulan, dan *Tetraselmis suecica* termasuk mikroalga flokulan. Dalam hal ini *Chlorella* sp. akan dipanen dengan *Tetraselmis suecica* dalam teknik bioflokulasi. Selanjutnya diketahui perbandingan 4:4 yang merupakan perbandingan yang paling efisien untuk selanjutnya dilakukan ekstraksi kadar lemak. Kadar lemak *Chlorella* sp sebesar 8.9909 % dari berat kering. Sedangkan pemanenan dengan bantuan *Tetraselmis suecica* didapatkan kadar lemak *Chlorella* sp sebesar 11.7094. Sehingga terjadi peningkatan lemak sebesar 30,24 %. Pemanenan dengan penggunaan teknik bioflokulasi diharapkan bisa menjadi langkah dalam optimalisasi produksi biodiesel.

Kata kunci: mikroalga, bioflokulasi, biodiesel, ekonomis, ramah lingkungan

1. PENDAHULUAN

Mikroalga adalah kelompok tumbuhan berukuran renik, memiliki klorofil sehingga sangat efisien dalam menangkap dan memanfaatkan energi matahari dan CO₂ untuk keperluan fotosintesis. Dalam biomassa mikroalga terkandung bahan-bahan seperti; protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga.

Kandungan minyak yang terkandung dalam tubuh mikroalga bisa mencapai 70 % dari total berat kering (Kawaroe *et al*, 2010). Dari kandungan minyak inilah mikroalga memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan baku biofuel.

Pemanenan mikroalga adalah bagian penting dalam sistem budidaya untuk menghasilkan biomassa panen yang lebih tinggi (Sim, Goh, dan Becker 1988). Namun dalam tahap ini sebagian terbesar

menggunakan energi pada rantai proses produksi biofuel dari mikroalga (Salim *et al* 2011). Pemanenan mikrolaga dapat dilakukan dengan beberapa teknik seperti sentrifugasi, filtrasi, sedimentasi, flokulasi, folotasi, ultrasonic vibration, screening (Sim Goh, dan Becker 1988; Benemann dan Oswald 1996; Thopmson *et al.* 2010). Sentrifugasi merupakan salah satu teknik yang paling sering digunakan karena mampu menghasilkan biomassa panen 80-90% dari hasil kultivasi hanya dalam satu tahap sehingga meningkatkan efisiensi dalam tahap pemanenan (Thopmson *et al.* 2010; Chen *et al.* 2011). Namun sentrifugasi memerlukan energi yang besar sehingga tidak efisien dari segi pembiayaan selain itu proses ini memungkinkan komponen dalam sel akan rusak (Thopmson *et al.* 2010; Li dan Wan 2011). Teknik lain yang umumnya digunakan adalah sedimentasi namun tidak efisien terhadap waktu dan memerlukan ruang untuk kolam penampungan.

Teknik yang saat ini digunakan dalam skala industri adalah flokulasi. Flokulasi merupakan kumpulan mikroalga yang membentuk massa akibat penambahan bahan kimia atau zat organik (Thopmson *et al.* 2010). Meskipun demikian teknik flokulasi bukan merupakan teknik yang tepat untuk panen murah dan berkelanjutan dalam skala industri karena jika kelebihan flokulan kationik perlu adanya tambahan biaya operasional untuk reparasi (Schenk 2008).

Salim *et al.* (2011) menyatakan bahwa teknik bioflokulasi merupakan teknik pemanenan mikroalga yang efisien energi dan menjanjikan untuk biaya yang lebih murah dibandingkan teknik yang lain. Bioflokulasi merupakan teknik pemanenan mikroalga yang prinsipnya sama dengan flokulasi, namun yang menjadi pembeda adalah flokulan yang digunakan, bioflokulasi menggunakan makhluk hidup sebagai flokulan dapat berupa bakteri dan mikroalga. Penggunaan mikroalga sebagai flokulan akan lebih efisien dibandingkan bakteri karena mikroalga tidak memerlukan media berbeda sehingga akan menghindari biaya tambahan, selain itu akan mencegah kontaminasi bakteri terhadap mikroalga yang akan dipanen (Salim *et al.* 2011). Untuk mengetahui sejauh mana teknik bioflokulasi memberikan efek efisiensi dalam pemanenan maka perlu dilakukannya

penelitian awal dari tahap kultivasi sampai ke tahap ekstraksi untuk diketahui keefektifan dalam menghasilkan minyak.

Dalam penelitian ini awalnya menggunakan *Botryococcus braunii* dan *Spirullina* sp. Kemudian diganti dengan mikroalga *Tetraselmis suecica*, dan *Chlorella* sp. Alasan pergantian ini karena kedua spesies sebelumnya kurang efektif dilihat berdasarkan nilai OD dan %recovery. Diharapkan dengan penggunaan teknik pemanenan bioflokulasi ini dapat meningkatkan biomassa mikroalga serta efisiensi waktu dan lebih ekonomis yang nantinya akan berdampak kepada meningkatnya kapasitas produksi *biodiesel* yang ramah lingkungan. Program kreativitas mahasiswa ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan teknik bioflokulasi pada proses pemanenan mikroalga *Spirullina* sp. dan *Botryococcus braunii* sebagai teknik untuk mempermudah pemanenan mikroalga *Spirullina* sp. dan *Botriococcus braunii* sehingga mikroalga dapat secara optimal dimanfaatkan masyarakat sebagai penghasil *biofuel*.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan penelitian pendahuluan berupa kultivasi dua spesies mikroalga *Spirullina* sp. dan *Botryococcus braunii* dalam skala laboratorium masing-masing 3 liter dan 2 liter dalam kurun waktu 7 hari, sekaligus melakukan pemantauan kepadatan harian dengan Haemacytometer dan didapatkan kurva laju pertumbuhan *Spirullina* sp. dan *Botryococcus braunii*.

Namun ketika memasuki ke tahap Uji spektrofotometer (untuk mengetahui nilai OD dan Percentase Recover), kami mengamati bahwa proses teknik biflokulasi pada kedua spesies ini tidak efektif karena masing-masing spesies menunjukkan autoflokulan. Lalu kami memutuskan untuk mengganti spesies yang baru, yakni *Tetraselmis* dan *Chorella* sp. dan memulai kembali mengkultivasi selama 20 hari untuk mendapatkan kurva laju pertumbuhan

masing-masing spesies, dan menentukan mikroalga flokulan dan nonflokulan.

Selanjutnya dilakukan rancangan 4 perbandingan masing-masing tiga kali ulangan dengan jumlah tetraselmis yang berbeda sedangkan chlorella sama. Selanjutnya masuk ke penelitian utama yakni mengkultivasi kembali, dan memanen sesuai dengan hari yang sudah diketahui sebelumnya waktu panen yang tepat melalui penelitian pendahuluan.

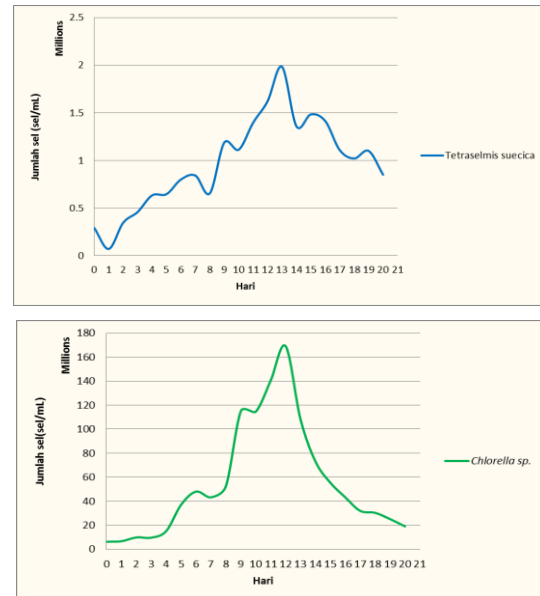
Masuk ke tahap pemanenan dengan menggunakan teknik bioflokulasi dan terakhir tahap ekstraksi minyak. Dan akhirnya kami mendapatkan biomassa panen dan kandungan minyak dari mikroalga dengan menggunakan teknik bioflokulasi dan dengan tanpa menggunakan teknik bioflokulasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, digunakan mikroalga *Chlorella* sp. Dan *Tetraselmis suecica* sebagai bahan utama penerapan teknik bioflokulasi dalam pemanenan mikroalga. Penelitian yang dibagi menjadi dua ini, yakni penelitian pendahuluan (yang terdiri dari kultifasi untuk menentukan waktu panen dan mikroalga flokulan dan nonflokulan) dan penelitian utama yang terdiri dari kultivasi dan penerapan teknik bioflokulasi yang selanjutnya di ekstrak kandungan lemaknya).

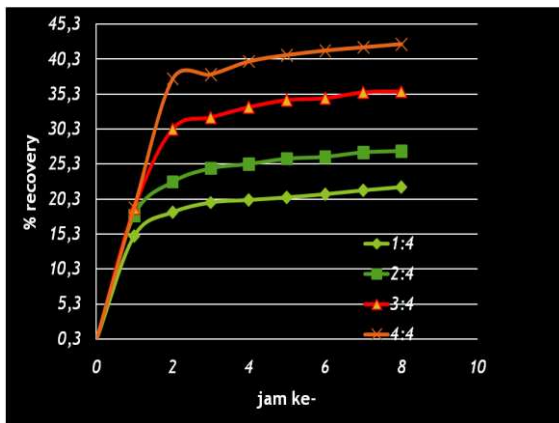
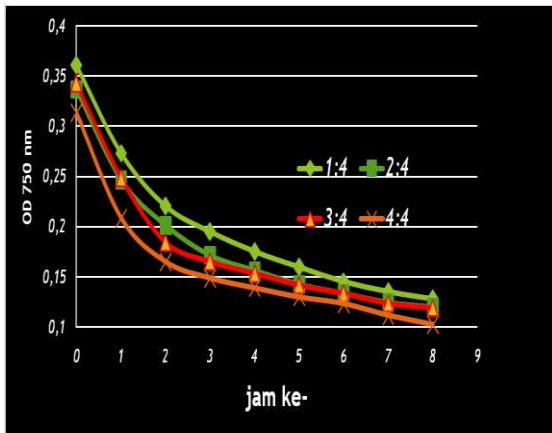
Pemeliharaan mikroalga Menurut Fogg (1975) dalam Santosa (2010) adalah perkembangan sel dalam kultur dengan volume terbatas terdiri dari fase lag, fase eksponensial (fase logaritma), fase penurunan laju pertumbuhan (fase deklinasi), fase stasioner, dan fase kematian. Ditinjau dari parameter kepadatan sel baik dari *Tetraselmis suecica*, dan *Chlorella* sp (Gambar 1), diketahui bahwa semua perlakuan menunjukkan pertambahan kelimpahan sel.

Kultivasi yang dilakukan selama 20 hari didapatkan waktu panen. Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa Kelimpahan sel tertinggi pada hari ke-13. Oleh karena itu waktu panen yang tepat pada hari ke – 13. Sedangkan waktu panen untuk *Chlorella* sp. Kelimpahan terjadi pada hari ke-12 sehingga waktu panen pada hari ke-12.



Gambar 1. Laju pertumbuhan *Tetraselmis suecica* (atas) dan Laju Pertumbuhan *Chlorella* sp. (bawah)

Ditinjau untuk mengetahui spesies mana yang merupakan mikroalga flokulan dan non flokulan di uji dari pengamatan sederhana dengan visual dan dengan melihat dari keefektifan nilai OD dan persentase recoverynya. Menurut Salim *et al* menyatakan bahwa semakin rendah nilai OD maka akan semakin efektif kemampuan sel mikroalga tersebut dalam mengendap. Dari spesies mikroalga ini yang merupakan flokulan adalah *Tetraselmis suecica*. Sedangkan yang merupakan non flokulan adalah *Chlorella* sp. Kemudian kami melakukan uji coba perbandingan yang efektif dan didapatkan bahwa perbandingan 4:4 yang merupakan perbandingan yang paling cepat mengendap jika dilihat dari penurunan OD dan tingginya % recovery.



Gambar 2. Nilai OD $_{750\text{ nm}}$ (atas) dan Percentase recovery. (bawah) pada campuran mikroalga *Tetraselmis suecica* dan *Chlorella* sp.

Selanjutnya kami melakukan ekstraksi pada perbandingan 4:4 ini untuk diketahui nilai kadar lemaknya. Dan didapatkan bahwa untuk ekstraksi kadar minyak dari *Chlorella* sp saja sebesar 8.9909 % dari berat kering. Sedangkan mengekstrak hanya *Chlorella* sp dengan bantuan *Tetraselmis suecica* (pada teknik bioflokulasi) didapatkan kadar minyak sebesar = 11.7094 % dari berat kering. Sehingga dari kegiatan ekstraksi kadar minyak ini diketahui bahwa terjadi kenaikan persentase kadar lemak adalah sebesar 30,24 % jika dilakukan dengan menggunakan teknik bioflokulasi.

Berdasarkan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan, menyatakan bahwa teknik bioflokulasi secara efektif meningkatkan biomassa panen lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan teknik bioflokulasi yakni meningkatkan kadar lemak sebesar 30,24%.

Kadar Lemak Mikroalga ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Persentase kadar lemak mikroalga

Spesies Mikroalga	Kadar Lemak(%)
<i>Chlorella</i> sp.	8,9909
<i>Chlorella</i> sp. dan <i>Tetraselmis suecica</i>	11,7094

Note: Kenaikan kadar lemak adalah sebesar 30,24 % dari berat kering

4. KESIMPULAN

Pemanenan mikroalga dengan menggunakan teknik Bioflokulasi mampu meningkatkan biomassa panen dibandingkan dengan tanpa Bioflokulasi. Selain meningkatkan biomassa panen, tetapi juga meningkatkan efisien dalam penggunaan energi, lebih ekonomis dan yang terpenting ramah lingkungan. Sehingga teknik bioflokulasi berpotensi dalam peningkatan hasil panen *Chlorella* sp. dalam menghasilkan minyak sebagai sumber energi terbarukan. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan dengan mendapatkan spesies mikroalga sebagai flokulan dalam mengikat sel *Chlorella* sp. agar lebih meningkatkan biomassa panen lebih banyak.

5. REFERENSI

- Ansyori, 2004. *Ethanol sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jakarta: Erlangga
- Benemann JR, Oswald WJ. 1996. *System and Economic Analysis of Microalgae Ponds for Conversion of CO₂ to Biomass*. Departemen of Energy Pittsburgh Energy Technology Center. PETC Final Report.188.
- Bold H., Wyne M. 1985. *Introduction to The Algae: Structure and Reproduction* 2nd edition. Prentice-Hall (Englewood Cliffs, N.J.)
- Kawaroe M., Prartono T., Sunuddin A., Wulan Sari D., Augustine D.2010. *Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: IPB Press.
- Sasmita P.G., Wenten I.G., Suantika G. 2004. *Pengembangan Teknologi Ultrafiltrasi untuk Pemekatan Mikroalga*. Prosiding. Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004. Semarang: Jurusan Teknik

Kimia, Fakultas Teknik, Universitas
Diponegoro.

Salim S, Bosman R, Vermue MH, Wijffels
RH.2011. *Harvesting of microalgae by
bio-flocculation*. J Appl Phycol 23
(2011) 849-855. doi: 10.1007/s10811-
010-9591-x.

Schenk PM, Hall SRT, Stephens E, Marx
UC, Mussgnug JH, Posten C, Kruse O,
Hankamer B. 2008. *Second Generation
Biofuels: High-Efficiency Microalgae for
Biodiesel Production*. *Bioenerg. Res* 1
(2008) 1:20–43. doi 10.1007/s12155-008-
9008-8.

Sim TS, Goh A, Becker EW. 1988.
*Comparison of Centrifugation, Dissolved
Air Flotation and Filtration Technique for
Harvesting Sewage-grown Algae*.
Biomass 16(1988) 51-62. doi:0144-
4565/88/\$03.50

Thompson RW, D'Elia L, Keyser A, Young
C. 2010. *Algae Biodiesel*. Faculty
Worcester Polytechnic Institute. An
Interactive Qualifying Project Report.47