



LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

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

BIDANG KEGIATAN:

PKM-P

Disusun oleh:

Lia Badriyah	C54090008	2009
Abdul Rahman Putra	C54090001	2009
Deni Saputra	C54090012	2009
Iqoh Faiqoh	C54090046	2009
Aditya Hikmat Nugraha	C54080049	2008

Dibiayai oleh :

Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Program Kreativitas Mahasiswa
Nomor : 050/SP2H/KPM/Dit.Litabmas/V/2013, tanggal 13 Mei 2013

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

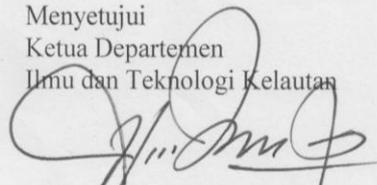
2013

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Efisiensi Penggunaan Teknik Bioflokulasi dalam Pemanenan Mikroalga Spesies *Spirullina sp.* dan *Botryococcus braunii* Optimalisasi Produksi Biodiesel.
2. Bidang Kegiatan : PKM-P
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Lia Badriyah
 - b. NIM : C54090008
 - c. Jurusan : Ilmu dan Teknologi Kelautan
 - d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat Rumahdan : Wisma QIQI Babakan raya 3 dramaga, Bogor
No. Telp/HP : 085782178813
 - f. Email : lia_ryandhika@yahoo.co.id
4. Anggota Pelaksana Kegiatan : 4 orang
5. Dosen Pendamping
 - a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Mujizat Kawaroe, M.Si
 - b. NIDN : 0013126507
 - c. Alamat Rumah : Perumahan Griya Bogor Raya Jl.Merkurius no.2
Bantar Kemang Bogor
 - d. No Telpon/HP : 0812103313
6. Biaya Kegiatan Total :
 - a. Sumber Dikti : Rp. 10.600.000
 - b. Sumber lain :
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 bulan

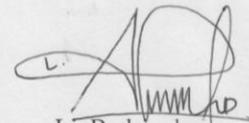
Bogor, 22 Juli 2013

Menyetujui
Ketua Departemen
Ilmu dan Teknologi Kelautan



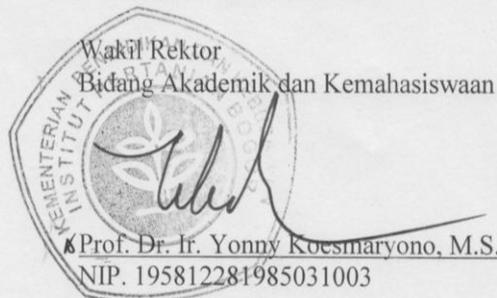
Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M/Sc
NIP. 19640801 1989031001

Ketua Pelaksana



Lia Badriyah
NIM. C54090008

Wakil Rektor
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan



Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, M.S.
NIP. 195812281985031003

Dosen Pendamping



Dr. Ir. Mujizat Kawaroe M.Si
NIDN. 0013126507

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

Abstrak

Mikroalga merupakan tanaman thalus 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 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 masing-masing 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 dengan menggunakan teknik bioflokulasi dengan bantuan *Tetraselmis suecica* didapatkan kadar lemak *Chlorella sp.* sebesar 11.7094. Sehingga terjadi peningkatan lemak sebesar 2.7185 %. Pemanenan dengan penggunaan teknik bioflokulasi diharapkan bisa menjadi langkah dalam optimalisasi produksi biodiesel.

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

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

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 *Spirulina* 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.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

- Pemanfaatan mikroalga belum di manfaatkan secara maksimal oleh masyarakat Indonesia sedangkan hampir sebagian wilayah di Indonesia merupakan lautan.
- Produktivitas mikroalga sangat tinggi akan tetapi belum dimanfaatkan secara optimal dan dianggap tidak memiliki nilai ekonomis.
- Teknologi yang digunakan dalam pemanenan mikroalga masih relatif mahal.

1.3 TUJUAN PROGRAM

Program kreativitas mahasiswa ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan teknik bioflokulasi pada proses pemanenan mikroalga *Spirulina* sp. dan *Botryococcus braunii* sebagai teknik untuk mempermudah pemanenan mikroalga *Spirulina* sp. dan *Botriococcus braunii* sehingga mikroalga dapat secara optimal dimanfaatkan masyarakat sebagai penghasil *biofuel*.

1.4 LUARAN YANG DIHARAPKAN

Luaran yang diharapkan dari program kreativitas mahasiswa ini adalah teknik bioflokulasi dapat dijadikan sebagai teknologi yang dapat diterapkan untuk proses pemanenan mikroalga secara efisien sehingga mikroalga dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku penghasil minyak (*biofuel*).

1.5 KEGUNAAN PROGRAM

Kegunaan program ini adalah untuk memberi pengetahuan di bidang IPTEK dalam hal teknik pemanenan mikroalga menggunakan teknik bioflokulasi. Jika teknik ini berhasil dilakukan dengan baik, menghasilkan biomassa panen mikroalga lebih banyak dengan kualitas bagus dan biaya pemanenan lebih murah maka teknik ini dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi pemanenan mikroalga dalam rangka produksi *biofuel*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi *Spirulina* Sp

Spirulina sp. merupakan nama umum dari dua spesies Cyanobacteria (alga biru-hijau/blue green algae). Klasifikasi *Spirulina* sp. dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan menurut Bold & Wynne (1985) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Protista
Divisi	: Cyanophyta
Kelas	: Cyanophyceae
Ordo	: Nostocales
Famili	: Oscillatoriaceae
Genus	: <i>Spirulina</i>
Spesies	: <i>Spirulina</i> sp.

Spirulina sp. merupakan mikroorganisme autotrof berwarna hijau-kebiruan, dengan sel berkoloni membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix), sehingga disebut alga biru-hijau berfilamen (Cyanobacterium).

2.2 Biologi *Botryococcus braunii*

Botryococcus braunii merupakan salah satu alga hijau yang berbentuk piramid dan berukuran relatif kecil. Spesies ini terkenal dengan kemampuannya untuk menghasilkan hidrokarbon dalam jumlah tinggi terutama minyak dalam bentuk triterpenes, yang biasanya berasal dari 30-40 % dari berat keringnya. Taksonomi dari *Botryococcus braunii* adalah sebagai berikut :

Kingdon	: Plantae
Divisi	: Chlorophyta
Kelas	: Trebouxiophyceae
Ordo	: incertae sedis
Famili	: Botryococcaceae
Genus	: <i>Botryococcus</i>
Spesies	: <i>Botryococcus braunii</i>

Botryococcus braunii telah dikenal sebagai generasi kedua biofuel dalam perkembangan energi alternatif. Penelitian mikroalga spesies ini pada aspek biologi, genetik, dan teknologi kulturnya telah banyak dilakukan dan dikembangkan di Negara-negara maju. Mikroalga ini ditemukan hidup berkoloni pada tempat hidupnya. *Botryococcus braunii* memiliki kemampuan luar biasa untuk mensintesis dan mengumpulkan berbagai macam lipid dan hydrocarbon.

2.3 Kultivasi Mikroalga

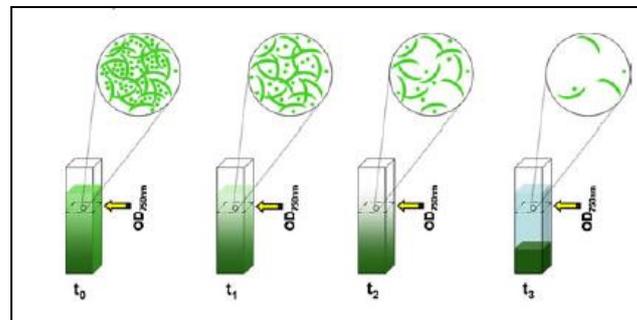
Salah satu tujuan kultur mikroalga adalah untuk mendapatkan kelimpahan sel yang tertinggi dalam periode waktu yang singkat. Kultivan mikroalga akan tumbuh baik di dalam media kultur dengan kandungan nutrisi makro dan komposisi trace metal sesuai dengan kondisi di perairan alami. Di dalam kultur mikroalga yang intensif (Laboratorium), media kultur alga disuburkan terlebih dahulu dengan nutrisi makro, mikro, *trace metal*, dan vitamin yang sangat penting untuk memperlancar proses penyerapan sel alga untuk melakukan proses fotosintesa pembentukan biomassa (Kawaroe *et al*, 2010).

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga antara lain suhu, kualitas dan kuantitas nutrisi, intensitas cahaya, pH, aerasi, dan salinitas. Suhu optimal untuk kultivasi mikroalga antara 20°-24°C, meskipun sebagian besar mikroalga dapat mentoleransi suhu antara 16°-27°C. (Lavens *et al*, 1996). Cahaya memegang peranan penting dalam proses fotosintesis. Intensitas cahaya yang dibutuhkan tiap-tiap alga untuk tumbuh secara maksimum berbeda-beda (Lavens *et al*, 1996). Alga hijau melimpah saat intensitas cahaya tinggi dan suhu tinggi, sedangkan alga biru-hijau konsentrasinya melimpah pada intensitas cahaya rendah dan suhu tinggi (Kawaroe *et al*, 2010).

2.4 Bioflokulasi

Proses dimana partikel zat terlarut dalam larutan membentuk agregat yang disebut flok. Proses flokulasi terjadi saat partikel zat terlarut saling bertumbukan dan menempel satu sama lain. Bahan kimia sebagai flokulan ditambahkan ke dalam sistem untuk membantu proses flokulasi. Flokulan yang biasa digunakan untuk proses pemanenan mikroalga adalah aluminium sulfat serta beberapa jenis polimer kationik. Namun bahan kimia ini berbahaya, dan membutuhkan biaya tambahan untuk membeli larutan kimia tersebut (Salim, *et all* 2010). Oleh karena itu digunakanlah sistem Bioflokulasi dimana memasukan mikroalga spesies lain

dalam pemeliharannya. Selain hemat biaya penggunaan sistem ini sangat ramah lingkungan.



Gambar 1. Proses Bioflokulasi

2.5 Ekstraksi Mikroalga

Setelah melalui proses kultivasi selama 3-8 hari dan proses panen, mikroalga yang telah dikeringkan akan dimasukkan ke dalam alat pemeras mikroalga (*presser*) untuk diperoleh minyaknya. Setelah itu, dapat dilakukan proses ekstraksi untuk mengambil sisa minyak yang tertinggal. Proses ekstraksi dilakukan dengan seperangkat sokhlet dan pelarut heksan. Proses ini dijalankan selama kurang lebih 5-6 jam untuk memperoleh hasil yang maksimal dari mikroalga (Dayananda *et al*, 2006).

III. METODE PENDEKATAN

Data diperoleh melalui teknik sampling. Data dianalisis secara deskriptif. Data yang diperoleh berguna dalam perhitungan kelimpahan sel dari masing-masing kultivan untuk mengetahui waktu yang tepat untuk panen. Selanjutnya menentukan mikroalga flokulan dan non flokulan dengan perbandingan yang tepat untuk mendapatkan data kandungan minyak dari tahapan ekstraksi.

IV. PELAKSANAAN PROGRAM

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Juni 2013, bertempat di Laboratorium Mikroalga, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

4.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: erlenmeyer volume 500 ml sebanyak 10 buah, gayung, 17 Toples volume 5 liter botol pupuk, selang aerasi, trash bag, *plankton net*, pipet tetes, pH meter, batu aerasi, gelas ukur, timbangan digital, termometer, *haemocytometer*, *Sentrifugal*, ember, baskom, *microtube*, *thmostat (heater)*. Sementara bahan-bahan yang digunakan adalah 100 liter air laut, inokulan *Spirullina sp.* dan *Bottryococcus braunii*, alkohol 70%, larutan Guillard, larutan klorin, natrium tiosulfat, dan aluminium foil, dan lain sebagainya.

4.3 Tahapan Pelaksanaan

Tabel 2. Tahapan Pelaksanaan Program Kreativitas Mahasiswa

No	Kegiatan	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4
1	Tahap Persiapan				
	Pembelian alat				
	Pembelian bahan				
	Penyewaan tempat				
	Pemasangan instalasi				
2	Tahap Pelaksanaan				
	Sterilisasi alat dan bahan				
	Kultur skala laboratorium				
	Ekstraksi Minyak				
3	Pengolahan Data				
	Kepadatan populasi				
	Biomassa				
	Kuantitas Minyak Mikroalga				
4	Tahap Evaluasi/Perbaikan				
5	Tahap Pelaporan				
6	Tahap Lanjutan				

4.4 Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan penelitian pendahuluan berupa kultivasi dua spesies mikroalga *Spirulina* sp. dan *Botryococcus braunii* dalam skala laboratorium masing- masing 3 liter dan 2 liter dalam kurun waktu 7 hari, sekaligus melakukan pemantauan kepadatan harian dan didapatkan kurva laju pertumbuhan *Spirulina* sp. dan *Botryococcus braunii*, mengecek parameter perairan, dari pH, salinitas, dan suhu. Namun ketika memasuki ke tahap Uji spektrofotometer (untuk mengetahui nilai OD dan Persentase Recovery), kami mengamati bahwa proses teknik biflokulasi pada kedua spesies ini tidak efektif karena masing-masing spesies menunjukkan pada jam ke-2 baru terlihat penurunan nilai OD (keduanya bersifat autoflokulan). Lalu kami memutuskan untuk mengganti spesies yang baru, yakni *Tetraselmis* dan *Chorella* sp. dan memulai kembali mengkultivasi selama 20 hari dan mendapatkan kurva laju pertumbuhan masing-masing spesies, setelah dilakukan perhitungan tiga kali ulangan. Berdasarkan kultivasi ini diketahui waktu yang tepat untuk dilakukan pemanenan mikroalga. Penentuan flokulan dan nonflokulan yang selanjutnya masuk ke tahap spektrofotometer, kami mengamati bahwa kedua spesies ini terjadi penurunan OD hanya membutuhkan waktu sekitar 0.5 jam (30 menit). Selanjutnya pemanenan dengan menggunakan teknik bioflokulasi dan terakhir ekstraksi minyak. Dan akhirnya kami mendapatkan biomassa panen dan kandungan minyak dari mikroalga.

4.5 Rancangan dan Realisasi Biaya

Dana diajukan	: Rp. 11. 700.000
Dana disetujui DIKTI	: Rp. 10.600.000
Dana Pelaksanaan Program	: Rp. 10.307.000
Saldo	: Rp. 293.000

Tabel 3. Realisasi Biaya Bahan

No	Spesifikasi	Jumlah Satuan	Rencana Anggaran (Rp)	Realisasi Anggaran (Rp)
1	Inokulan <i>Spirullina Sp.</i>	20 Liter	2.000.000	150.000
2	Inokulan <i>Botryococcus braunii</i>	20 Liter	2.000.000	150.000
3	Air Laut	200 liter	400.000	300.000
4	Pupuk	10 ml	500.000	2.500.000
5	Tetraselmis	10 liter	-	1.500.000
6	Chlorella	10 liter	-	1.500.000
7	Aquadess	10 liter	-	200.000
8	Kaporit	1 Kg	-	300.000
9	Tiosulfat	12 Bungkus @ ¼ Kg	60.000	30.000
10	Biaya Pengiriman	-	-	325.000
11	Alumunium foil	1 roll	50.000	-
12	Alkohol 70%	1 liter	40.000	150.000
13	Tissue	1 Roll	25.000	30.000
Sub Total				7.885.000

Tabel 4. Biaya Peralatan

No	Spesifikasi	Jumlah Satuan	Rencana Anggaran (Rp)	Realisasi Anggaran (Rp)
1	Toples 5 liter	20 buah	1000.000	70.000
2	Aerator besar + selang	1 roll	100.000	900.000
3	Plastik	1 Pack	-	8000
4	<i>Hi-Blower</i>	1 buah	650.000	-
5	Jerigen 15 liter	5 buah	200.000	-
6	Erlenmeyer 500 ml	5 buah	500.000	-
7	Botol kultivasi	30 botol	-	300.000
8	Masker	20buah	40.000	15.000
9	<i>Plankton Net</i>	1 buah	200.000	-
10	Pipet Tetes	5 buah	10.000	-
11	pH meter	2 buah	120.000	120.000
12	Haemositometer	5 buah	250.000	-
13	Timbangan Digital	1 Buah	200.000	-
14	Termometer	2 buah	40.000	-
16	Terminal	4 buah	100.000	27.000
17	Gunting	1 buah	-	5000
18	Serbet	4 buah	60.000	20.000-
19	Ember 25 Liter	4 buah	80.000	23.000
Sub total				408.000

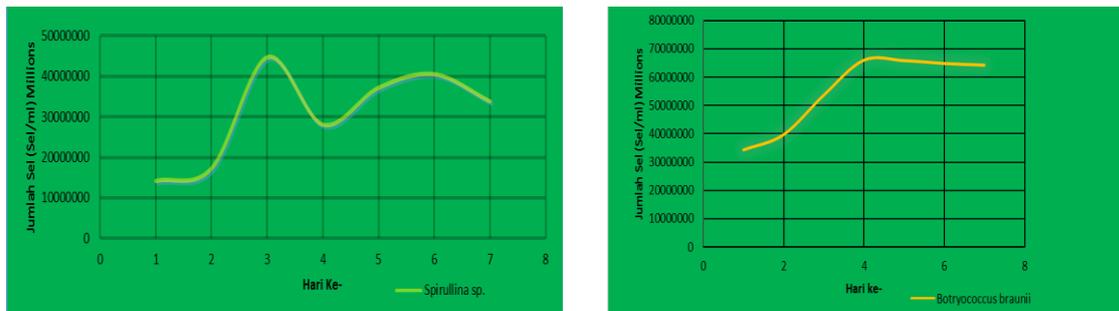
Tabel 5. Biaya Operasional

No	Spesifikasi	Jumlah Satuan	Rencana Anggaran (Rp)	Realisasi Anggaran (Rp)
1	Proposal		200.000	100.000
2	Dokumentasi		100.000	100.000
3	Transportasi		100.000	60.000
4	Spektrofotometer	30 kali	750.000	600.000

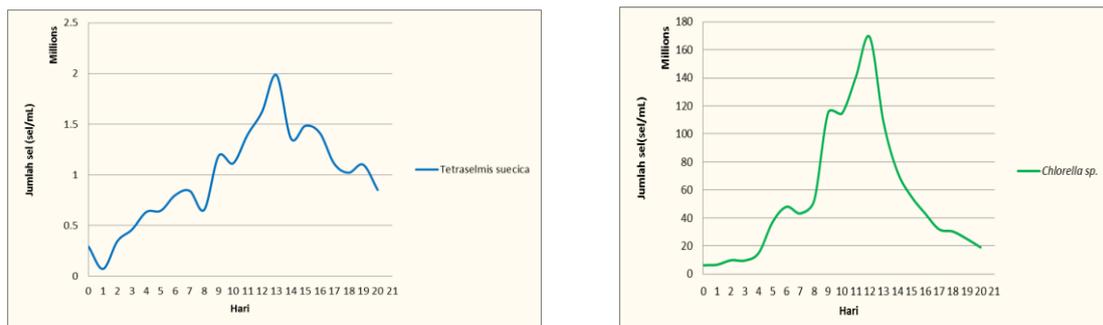
5	Sewa Autoklaf	3 kali	60.000	200.000
6	Komunikasi		-	54.000
7	Ekstraksi Minyak	3 Kali	240.000	900.000
8	Analisis Air	15 kali	450.000	-
Sub Total				2.014.000.
Total				10.307.000

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil



Gambar 1. Laju Pertumbuhan *Botryococcus braunii* (kiri) dan Laju Pertumbuhan *Spirulina sp.* (kanan)



Gambar 2. Laju pertumbuhan *Tetraselmis suecica* (kiri) dan Laju Pertumbuhan *Chlorella sp.* (kanan)

Kadar Lemak Mikroalga ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Persentase kadar lemak mikroalga

Spesies Mikroalga	% Kadar Lemak
<i>Chlorella sp.</i>	8.9909
<i>Chlorella sp.</i> dan <i>Tetraselmis suecica</i>	11.7094

Note : Kenaikan kadar lemak adalah sebesar 2.7185 %

5.2 Pembahasan

Menurut Fogg (1975) dalam Santosa (2010), perkembangan sel dalam kultur mikroalga 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 *Botryococcus braunii*, *Spirulina sp.*, *Tetraselmis suecica*, dan *Chlorella sp.* (Gambar 1 dan 2), diketahui bahwa semua perlakuan menunjukkan pertambahan kelimpahan sel.

Kultivasi dilakukan untuk mengetahui waktu panen. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa Kultivasi untuk *Tetraselmis suecica* selama 20 hari

didapatkan waktu panen yang tepat pada hari ke-13, sedangkan untuk *Chlorella* sp. Waktu panen pada hari ke-12.

Ditinjau dari keefektifan nilai OD dan persentase recoverynya kami menggunakan spesies *Tetraselmis suecica*, dan *Chlorella* sp. Dikarenakan kedua spesies ini lebih rendah nilai ODnya dibandingkan dengan nilai OD dari spesies sebelumnya (*Botryococcus braunii* dan *Spirulina* sp.) 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 *Chlorella* sp. Sedangkan yang merupakan non flokulan adalah *Tetraselmis suecica*. Kemudian kami melakukan uji coba perbandingan yang efektif dan didapatkan bahwa perbandingan 4:4 yang merupakan perbandingan yang paling cepat mengendap.

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 *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 2.7185 % 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 2.7185%.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 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.

6.2 Saran

Dilakukan penelitian lanjutan dengan mendapatkan spesies mikroalga sebagai flokulan dalam mengikat sel *Chlorella* sp. agar lebih meningkatkan biomassa panen lebih banyak.

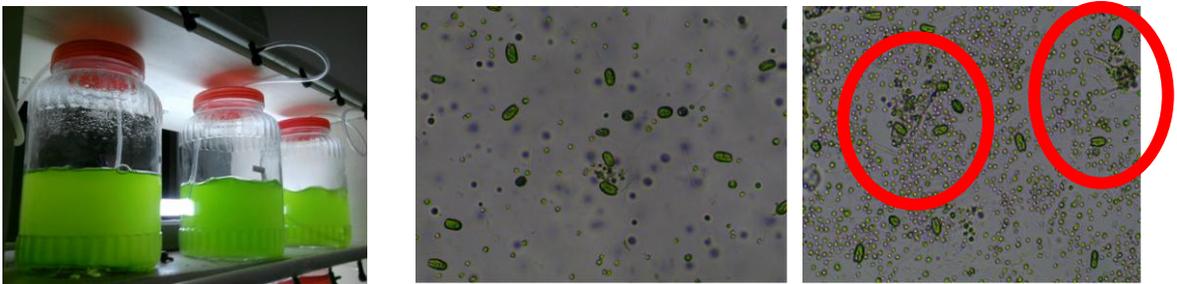
K. DAFTAR PUSTAKA

- 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, Mussnug 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

LAMPIRAN

Dokumentasi



Gambar 1. Kultivasi Mikroalgav (kiri), flokulasi pada t0 (tengah), dan flokulasi t8 (kanan)



Gambar 2. Setelah di Flok (kiri), setelah dikeringkan (tengah), dan proses ekstraksi kandungan minyak (kanan)

Bukti Pembayaran

Bogor, 01-7-2013
Kepada Yth.

2L	Spirulina platensis	150.000..	300.000..
2L	Botryococcus braunii	150.000..	300.000
100 ml	Walne	5.000..	500.000..
	Onokir & Packing		175.000..
Jumlah Rp.		1.275.000..	

HARGA @	JUMLAH
1500	3.000

Hormat Kami,

Jumlah Rp. 21.800

Tanda Terima,
SIA No 440.3/2007/P/1/UIS/RES/2007

Banyaknya	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah
1	Acqua Gidest		17500
JUMLAH Rp.			17500
1	AQUA bidese soft		17500
JUMLAH Rp.			17500
SEMOGA LEKAS SEMBUH			
2	Serbac tebal		6000
JUMLAH Rp.			6000

TOTAL 27.000

Terima dari Lia Bai
sejumlah // Tujuh ribu
pembayaran Pemakaian
70.000.

Uang sejumlah
Untuk pembaya
Rp. 2600

Untuk pembayaran print
Rp. 2600

NO. REKORD 040617475455
NO. KARTU 0010040617475455
NAMA BANK BANK BRI
NAMA PENERIMA SUPI LINGH PANGSOM
REKOR TUJUAN HUR MOJOLIPAH
NO. REFERENSI 01.201002606501
JUMLAH Rp200.000

SLIP PENY
DEPOSIT

Tunai/Cek/BG/Cash/Cheque	Jumlah/
Sub Total	Rp. 1.275.000
Kurs / Rate **	
Biaya / Charges **	
Total	

Terbilang / Amount in Words : Satu juta dua ratus tujuh puluh lima ribu rupiah.

Teller TT. Penyeter / Depositor's Signature

Transaksi dianggap sah apabila slip penyeteroran ini divalidasi dan dibubuhi tanda tangan teller
Lembar 1 untuk bank
Lembar 2 untuk nasabah

Terimakasih
Menerima : Photo Copy
d Spiral Plastik/Kawat , Hard Cover, Soft Cover,
Alat-alat tulis Kantor dll.

Total Rp. 6000

Tgl. / /