



**LAPORAN AKHIR
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**KULTIVASI MIKROALGA (*Porphyridium cruentum*) DENGAN VARIASI
KONSENTRASI NITRAT DAN FOSFAT DALAM UPAYA PENINGKATAN HASIL
PRODUKSI ASAM LEMAK OMEGA-3**

**BIDANG KEGIATAN :
PKM-PENELITIAN**

Diusulkan oleh :

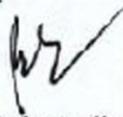
Nita Shinta Sari	G84100029	2010
Ahmad Ajruddin Munshif	G84100018	2010
Yuliana Ismadina	G84090068	2009
Rony Masri Ramadana	G84100032	2010

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Kultivasi Mikroalga *Porphyridium cruentum* dengan Variasi Konsentrasi Nitrat dan Fosfat dalam Upaya Peningkatan Hasil Produksi Asam Lemak Omega-3
- Bidang Kegiatan : PKM-P () PKM-M () PKM-KC
() PKM-K () PKM-T
2. Ketua Pelaksana Kegiatan
- a. Nama Lengkap : Nita Shinta Sari
b. NIM : G84100029
c. Jurusan : Biokimia
d. Universitas/Institut/ Politeknik : Institut Pertanian Bogor
e. Alamat Rumah dan No Tel/HP : Wisma Afifah Babakan Lebak,
Dramaga, Bogor /085733902020
f. Alamat email : disiniadacahaya@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis : 3 orang
5. Dosen Pendamping
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Ir. Mujizat Kawaroe, M.Si
b. NIDN : 0013126507
c. Alamat Rumah dan No Telp/HP : Griya Bogor Raya Jalan Merkurius
No. 1 Bantar Kemang Bogor
6. Biaya Kegiatan Total
- a. Dikti : 9.800.000
b. Sumber lain : -
7. Jangka Waktu Pelaksana : 4 bulan

Menyetujui
Ketua Departemen Biokimia

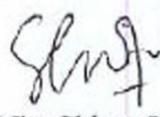

(Dr. Ir. Made Artika, M. App.Sc.)
NIP. 19630117 198903 1 001



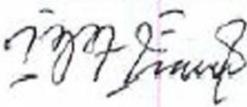
Wakil Rektor Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan
(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS)
NIP. 19581228 198503 1 003

Bogor, 23 September 2013

Ketua Pelaksana Kegiatan


(Nita Shinta Sari)
NIM. G84100029

Dosen Pembimbing


(Dr. Ir. Mujizat Kawaroe, M.Si)
NIDN. 0013126507

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Asam lemak omega-3 adalah asam lemak tidak jenuh yang memiliki ikatan rangkap pada rantai atom karbonnya sehingga asam lemak omega-3 disebut juga asam lemak rantai panjang. Asam lemak omega-3 memiliki turunan, yaitu asam lemak EPA dan DHA yang berfungsi mencegah pengerasan pembuluh darah, mengurangi rangsangan penggumpalan darah, dan dapat meningkatkan daya intelegensi manusia (Simopoulos, 1989). Peningkatan dalam konsumsi asam lemak omega-3 dapat mengurangi resiko terkena penyakit diabetes, obesitas, asma, dan lain-lain (Simopoulos, 2002). Studi terbaru menunjukkan bahwa asam lemak omega-3 mampu bergabung dengan membran sel jantung, sehingga bersifat kardioprotektif terhadap beberapa penyakit. Kesehatan jantung dapat dipelihara dengan mengonsumsi asam lemak omega-3 sebesar 1 gr/hari (Masson *et al.*, 2007).

Sumber utama asam lemak omega-3 yang tersedia di pasar adalah minyak ikan yang biasanya dikonsumsi dalam bentuk ikan yang dimasak, kapsul minyak ikan, makanan dengan tambahan minyak ikan (Alonso dan Maroto, 2000). Namun demikian, ikan sebagai sumber asam lemak omega-3 memiliki kendala. Pertama, adanya kekhawatiran pada konsumen pada minyak ikan atau kapsul minyak ikan karena rasa dan baunya. Selain itu, kekhawatiran pencemaran logam berat pada ikan. *Environmental Protection Agency* dan *Food and Drug Administration* merekomendasikan pada wanita hamil atau ibu menyusui dan bayi untuk menghindari mengonsumsi ikan dan kerang yang mungkin mengandung merkuri tinggi.

Mikroalga merupakan tumbuhan tingkat rendah yang dapat berfotosintesis, termasuk eukariotik atau prokariotik serta dapat tumbuh dengan cepat pada kondisi sulit (Mata *et al.*, 2010). Kandungan lipid dalam mikroalga diketahui 20 persen (Kawaroe *et al.*, 2010). Mikroba seperti mikroalga atau fungi adalah produsen utama asam lemak omega-3 karena mempunyai lintasan biosintesa yang diperlukan. Asam lemak dari sumber mikroba dapat diekstrak dan digunakan sebagai komponen pada pangan yang diperkaya dengan omega-3 (Simopoulos, 1999). Beberapa mikroalga mampu menghasilkan sejumlah besar asam lemak omega-3, seperti *Nitzschia sp.*, *Nannochloropsis sp.*, *Navicula sp.*, *Phaeodactylum sp.*, dan *Porphyridium sp.* telah dipelajari untuk produksi EPA. Salah satu cara untuk memproduksi biomassa mikroalga laut dalam jumlah besar yaitu dengan dilakukan kultivasi. Kultivasi mikroalga dapat dilakukan dengan beberapa tingkatan mulai dari skala kecil hingga skala massal. Mikroalga laut diprediksi dapat mengakumulasi CO₂ (karbondioksida) di atmosfer karena memiliki laju pertumbuhan tinggi pada medium yang memiliki kelarutan CO₂ dan mampu berfotosintesis (Kawaroe *et al.*, 2010). Beberapa hasil penelitian mengemukakan bahwa di dalam sel mikroalga tertentu mengandung senyawa penting seperti protein, karbohidrat, serat, lemak, vitamin, dan PUFA (*Poly Unsaturated Fatty Acid*) atau asam lemak tak jenuh majemuk. PUFA yang merupakan salah satu produk yang dihasilkan yang dikemukakan dapat menurunkan tekanan darah dan juga dapat mencegah terjadinya serangan jantung (Cohen Z., 1990). PUFA tersebut dapat dipecah menjadi banyak rantai pendek alkil ester (*monoalkyl ester*) dan gliserin. Proses perubahan PUFA menjadi alkil ester melalui reaksi transesterifikasi yang melibatkan alkohol sebagai pereaksi dan basa kuat (NaOH dan KOH) sebagai katalisator (Rodolfi *et al.*, 2008).

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Sumber sinar matahari yang melimpah dan luasnya perairan laut tropis Indonesia merupakan potensi yang dapat dimanfaatkan. Salah satu potensi tersebut dapat dimanfaatkan oleh mikroalga *Porphyridium cruentum*. Mikroalga tersebut kurang dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia karena masyarakat kurang mengetahui manfaat dan isi yang

terkandung di dalamnya. Menurut Vonshak (1988), alga jenis ini biasanya banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku kosmetika, pewarna makanan dan sumber polisakarida. Padahal *Porphyridium cruentum* juga mengandung 9-14% lemak (Aronson *et al.*, 1980). Asam lemak yang potensial dari mikroalga merupakan asam lemak tidak jenuh, salah satunya asam lemak omega-3. Mikroalga tersebut dikembangkan dengan memberikan variasi konsentrasi nutrisi pada kultivasinya. Proses kultivasi dan ekstraksi yang baik sangat diperlukan untuk memperoleh hasil ekstraksi lipid yang optimum. Penyelesaian permasalahan akan kebutuhan omega-3 pada masyarakat dapat dipenuhi dengan asupan omega-3 pada mikroalga *Porphyridium cruentum*.

1.3 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh pemberian variasi konsentrasi nitrat dan fosfat terhadap media kultivasi *Porphyridium cruentum* agar menghasilkan sumber omega-3 lebih optimum dari potensi PUFA yang dimiliki *Porphyridium cruentum*.

1.4 LUARAN YANG DIHARAPKAN

Hasil akhir yang diharapkan setelah berlangsungnya penelitian ini adalah dihasilkannya sumber omega-3 yang optimal dari potensi PUFA yang dimiliki *Porphyridium cruentum*. *Porphyridium cruentum* dapat dijadikan sebagai sumber omega-3 masa kini karena memiliki kandungan lipid. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi mikroalga merah yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga dapat menjadi sumber omega-3 alternatif bila dibandingkan sumber omega-3 yang lainnya. Selain itu, informasi-informasi yang diperoleh dalam penelitian dapat dipublikasikan dalam jurnal ilmiah yang terakreditasi dan hasil penelitian ini dapat mendapatkan paten.

1.5 KEGUNAAN

Penelitian ini memiliki manfaat yang dapat dirasakan, baik oleh mahasiswa maupun masyarakat. Bagi mahasiswa, penelitian ini dapat menumbuhkan ide yang inovatif mengenai sumber omega-3 alternatif, berkembangnya kreativitas mahasiswa, menambah khazanah pengetahuan serta melatih solidaritas dan kerjasama dalam tim. Bagi masyarakat, hasil dari produksi omega-3 yang dihasilkan oleh mikroalga *Porphyridium cruentum* dapat dimanfaatkan secara optimal, kebutuhan akan sumber omega-3 alternatif dapat menjadi solusi dalam mencukupi kebutuhan dalam bidang pangan, farmasi, dan industri serta sebagai sumbangsih dalam khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi.

1. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroalga *Porphyridium cruentum*

Mikroalga adalah organisme tumbuhan berukuran seluler yang biasa disebut fitoplankton. Habitat mikroalga adalah perairan dan tempat-tempat lembab. Organisme ini tergolong produsen primer perairan karena mampu berfotosintesis. Mikroalga laut selain berperan dalam jaring-jaring laut, juga merupakan materi organik sedimen laut sehingga dipercaya sebagai salah satu komponen penyusun minyak bumi di dasar laut (Kawaroe *et al.*, 2010). Mikroalga *Porphyridium cruentum* bisa hidup soliter atau koloni menjadi bentuk yang tidak beraturan berupa lendir. Selnya tidak dilindungi dinding sehingga materi ekstraplasmanya tidak memiliki komponen rangka atau serat mikro (Kawaroe *et al.*, 2010). Komposisi biomassa *Porphyridium cruentum* yaitu 32,1% (w/w) karbohidrat dan 34,1% protein kasar. Kandungan mineral dalam 100 g biomassa kering, yakni Ca (4960 mg), K

(1190 mg), Na (1130 mg), Mg (629 mg), Zn (373 mg). Kandungan asam lemak terdiri dari 1,6% untuk 16:0; 0,4% untuk 18:2 ω 6; 1,3% untuk 20:4 ω 6; 1,3% untuk 20:5 ω 3.

2.2 Kultivasi Mikroalga

Pertumbuhan mikroalga bergantung pada volume kultivasi dan kepadatannya. Hal ini diasumsikan, kumpulan mikroalga ditempatkan pada wadah bervolume besar, tersedia cukup karbondioksida, dan cahaya matahari sebagai pemicu pertumbuhan mikroalga agar maksimum (Richmond, 2003). Mikroalga dapat dikultivasi dibawah kondisi normal dan menghasilkan produk yang komersial dalam jumlah yang banyak seperti lemak, minyak, gula, dan senyawa bioaktif. Kultivasi mikroalga dilakukan bertujuan untuk meningkatkan kelimpahan sel dan laju pertumbuhan secara optimal (Rocha *et al.*, 2003). Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga antara lain nutrisi, suhu, karbondioksida, pH, dan salinitas. Nutrisi yang dibutuhkan mikroalga terdiri dari makro nutrien dan mikro nutrien. Makro nutrisi terdiri dari C, H, N, P, K, S, Mg dan Ca. Mikro nutrien terdiri dari Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Bo, Vn dan Si. Faktor pembatas untuk pertumbuhan mikroalga adalah N dan P. Suhu optimum yang diperlukan untuk pertumbuhan alga antara 20-24 °C tapi mikroalga dapat mentoleransi suhu antara 16-27 °C. Fotosintesis pada mikroalga memerlukan karbondioksida. Seluruh jenis mikroalga memiliki rata-rata pH antara 7-9 dan pH otimum rata-rata adalah 8,2-8,7. Mikroalga laut memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan salinitas dan sebagian besar mikroalga laut dapat tumbuh optimum pada kisaran salinitas 20-35‰.

2.3 Pemanfaatan Nitrat dan Fosfat oleh Mikroalga

Nitrogen merupakan makronutrisi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan *Porphyridium cruentum* dalam kegiatan metabolisme sel yaitu proses transportasi, katabolisme, asimilasi, dan khususnya biosintesis protein karena dengan adanya reaksi enzimatik yang dihasilkan oleh protein maka dapat mengkonversi lemak menjadi asam lemak (Borowitzka, 1988 ; Particia 1983 ; Ohta, S. *et al.*, 1992). Asam lemak dalam mikroalga termasuk intraseluler karena terdapat di dalam sel yaitu kloroplas dan pembentukannya dipengaruhi oleh adanya transportasi nitrat melalui proses asimilasi. Nitrat sebagai sumber nitrogen dalam media kultur ditransport secara langsung ke dalam sel dengan adanya rangsang ATP-ase dari Cl⁻ dan sebelum diasimilasi nitrat direduksi menjadi ammonium melalui tahapan:



Ion ammonium ini diasimilasi membentuk asam amino (prekursor protein) dan asam amino-asam amino yang bergabung menjadi makrmolekul atau protein inilah yang akan mengkonversi lemak menjadi asam lemak dengan reaksi enzimatik. Menurut Kimball (1991), terdapat hubungan metabolisme antara karbohidrat, protein, dan lemak yakni kompetisi asetil ko-A yang merupakan prekursor pada beragam jalur biosintesis, seperti lemak, protein, dan karbohidrat. Jalur biosintesis lemak mikroalga pada prinsipnya sama dengan jalur biosintesis yang terjadi pada tanaman tingkat tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian Hu dan Gao (2006) yang menggunakan *Nannochloropsis* sp dengan pemberian konsentrasi nitrat yang berasal dari NaNO₃ dan fosfat dari NaH₂PO₄ yang rendah akan meningkatkan kandungan lipid total sebesar 62±2,8% dw.

2.4 Asam Lemak Omega-3

Asam lemak omega-3 adalah asam lemak tidak jenuh yang memiliki ikatan rangkap pada rantai atom karbonnya sehingga asam lemak omega-3 disebut juga asam lemak rantai panjang. Asam lemak omega-3 memiliki turunan, yaitu asam lemak EPA dan DHA yang berfungsi mencegah pengerasan pembuluh darah, mengurangi rangsangan penggumpalan darah, dan dapat meningkatkan daya intelegensi manusia (Simopoulos, 1989). merangsang imun dan respon inflamansi, memacu perkembangan otak dan retina (Oleveiria, 1997; Innis, 1994), mencegah terjadinya arteros klorosis. EPA dan DHA menyediakan perlindungan terhadap berbagai keadaan, yaitu meliputi peredaran darah, emosional, kekebalan, dan sistem syaraf. Peradangan seperti rematik, radang sendi, asma, sklerosis ganda, kanker payudara, skizofenia, depresi, dan sejumlah penyakit ringan memberikan respon terhadap penggunaan minyak ikan. Omega-3 juga dapat mencegah pengerasan arteri, menurunkan kadar trigliserida, dan juga mengurangi kekentalan yang menyebabkan penggumpalan platelet dalam darah (Moneysmith, 2003). Manfaat dari asam lemak omega-3 terhadap kanker dihubungkan dengan fakta akan rendahnya kasus kanker payudara pada orang Eskimos sebagai pengonsumsi asam lemak omega-3 tinggi dalam bentuk ikan (Nettleton, 1995). Memang secara mekanisme asam lemak omega-3 dalam melawan kanker belum diketahui secara pasti. Namun, menurut Hering (2007) menemukan bahwa perkembangbiakan sel kanker pankreas terhambat setelah perlakuan asam lemak omega-3. Diduga bahwa asam lemak omega-3 memulihkan proses pengatur tertentu dalam sel. Pemulihan proses pengatur sel ini menyebabkan sel-sel mempunyai “pemulihan apoptosis” dan dapat dihancurkan oleh sistem kekebalan atau perawatan kanker tradisional (Hering, 2007).

3. METODE PENDEKATAN

3.1 Tahap Kultivasi dan Pemanenan

Penelitian ini menggunakan mikroalga *Porphyridium cruentum* pada media kultivasi 2 liter air laut dan ditambahkan nutrien dengan variasi konsentrasi nitrat dan fosfat Kultivasi ini dibagi menjadi tiga perlakuan yaitu control dan 3 nutrien yang berbeda dengan perlakuan variasi. Masing-masing perlakuan dimasukkan air laut steril dan bibit *Porphyridium cruentum* dengan perbandingan 0.67:0.33 (Isnansetyo *et al.* 1995). Kultivasi dilakukan sebanyak 3 ulangan selama 20 hari. Selanjutnya dilakukan pengamatan setiap hari pada jam yang sama untuk menghitung kelimpahan sel per hari, laju pertumbuhan, salinitas, pH, dan suhu masing-masing perlakuan.

Tabel 1 Variasi konsentrasi larutan kalium nitrat dan KH_2PO_4 dalam media

Komposisi	Nutrien A	Kontrol	Nutrien B	Nutrien C
NaCl	27 g/L	27 g/L	27 g/L	27 g/L
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	6,6 g/L	6,6 g/L	6,6 g/L	6,6 g/L
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	5,6 g/L	5,6 g/L	5,6 g/L	5,6 g/L
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,5 g/L	1,5 g/L	1,5 g/L	1,5 g/L
KNO_3	0,5 g/L	1 g/L	1,5 g/L	2 g/L
KH_2PO_4	0,035 g/L	0,07 g/L	0,105 g/L	0,14 g/L
NaHCO_3	0,04 g/L	0,04 g/L	0,04 g/L	0,04 g/L
Tris HCl (1M, pH 6-7)	20 mL/L	20 mL/L	20 mL/L	20 mL/L
Lar (Fe+EDTA) 10%	1 mL/L	1 mL/L	1 mL/L	1 mL/L
Mikroelemen	1 mL/L	1 mL/L	1 mL/L	1 mL/L

Pemanenan menggunakan metode flokulasi (pengendapan mikroalga) setelah 20 hari kultivasi. Masing-masing perlakuan ditambahkan larutan NaOH 10% kemudian diaduk dan akan terjadi pemisahan mikroalga berupa endapan (natan) dengan air lautnya setelah beberapa hari (Kawaroe *et al.* 2010). Natan yang dihasilkan dikeringbekukan menggunakan *freeze drying*.

3.2 Tahap Ekstraksi

Hasil proses kering beku menggunakan *freeze drying* lalu diekstrak menggunakan pelarut *n-hexane* serta peralatan soxlet. Ekstraksi tersebut dilakukan selama 6 jam untuk memperoleh *crude oil* yang maksimal (Kawaroe *et al.* 2010).

1.3 Tahap Identifikasi Lipid (Agustini dan Kabinawa, 2009)

Tahap setelah dilakukan ekstraksi adalah mengidentifikasi lipid yang telah diperoleh dengan menggunakan sistem KCKT.

Cara penetapan:

Sejumlah 5 μ L larutan uji dan larutan baku pembanding disuntikkan ke dalam kromatografi dan diukur luas areanya dengan kondisi sebagai berikut:

Fase diam	: C18 Bondpack (3,9 x 300 mm)
Isi kolom	: Okta Desil Silane (C18H37-Si)
Fase gerak	: Asetonitril : buffer fosfat (9:1) pH 2,20
Laju alir	: 1,0 mL/menit
Detektor	: uv 206 nm

3.4 Rancangan Percobaan

Uji statistik yang dilakukan pada penelitian ini adalah melihat perbedaan tiap perlakuan dengan kontrol. Rancangan percobaan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL)

4. PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan sejak bulan Maret sampai Juni 2012. Adapun penelitian dilakukan di Laboratorium kering mikroalga Ilmu dan Teknologi Kelautan IPB, Laboratorium Biokimia IPB, Laboratorium Fisiologi Tumbuhan IPB

4.2 Tahapan Pelaksanaan/Jadwal Faktual Pelaksanaan

Kegiatan	Jadwal Faktual Pelaksanaan
Studi pustaka	10 Maret - 31 Juli 2013
Persiapan alat dan bahan	1 Maret – 20 April 2013
Penelitian pendahuluan (kultivasi)	15 April - 20 Mei 2013
Proses flokulasi dan ekstraksi	-
Pengolahan data	-
Penyusunan laporan kemajuan dan akhir	20 April - 21 Juli 2013

4.3 Instrumen Pelaksanaan

Peralatan untuk sterilisasi alat dan bahan adalah autoklaf dan laminar air flow. Peralatan pada tahap kultivasi meliputi toples, selang, spektrofotometer, aerator, termometer,

pH meter *Handylab*, refraktometer, serta alat penunjang lainnya. Adapun alat pada tahap pengeringan hasil panen yaitu *freezedryer* dan alat pada tahap ekstraksi yaitu perangkat soxlet. Bahan-bahan yang digunakan adalah air laut, bibit *Porphyridium cruentum*, nutrisi Walne, larutan NaOH 10%, dan pelarut n-Hexan.

4.4 Rancangan dan Realisasi Biaya

Dana diusulkan : Rp 12.475.000,00
 Dana disetujui DIKTI : Rp 9.800.000,00

Pengeluaran

No	Jenis pengeluaran	Biaya (Rp)
1	Biaya administrasi, operasional, dan transportasi	351000
2	Biaya pengadaan bahan	874000
3	Biaya bahan alat	368100
TOTAL		1593100

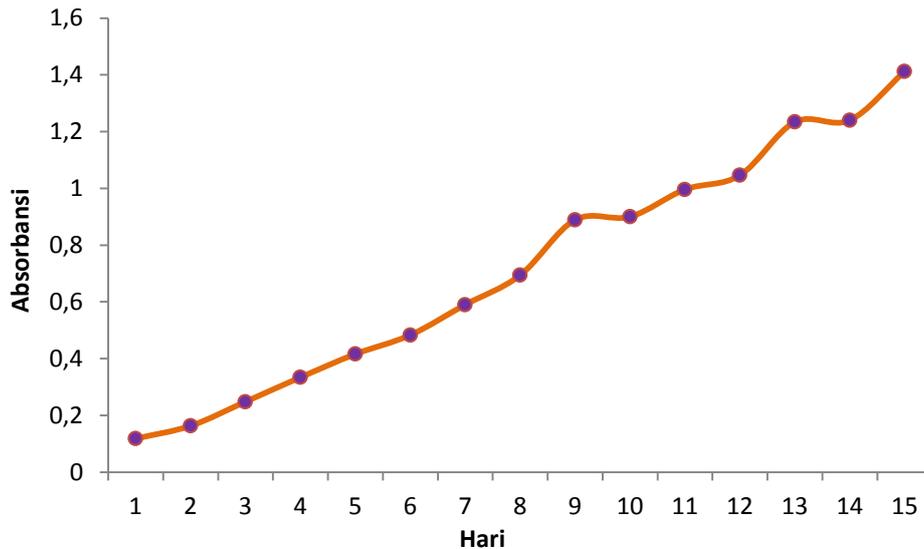
5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kelimpahan dan Laju Pertumbuhan Spesifik *Porphyridium cruentum*

Kultivasi *Porphyridium cruentum* dilakukan melalui perlakuan kontrol dan aerasi dengan variasi konsentrasi nitrat dan fosfat. Kultivasi dilakukan selama 20. Kurva pertumbuhan *Porphyridium cruentum* dibuat berdasarkan kenaikan nilai absorban selama beberapa hari. Kenaikan nilai absorban diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 680 nm hingga mencapai fase stasioner yakni kenaikan nilai absorban tidak ada lagi/tidak signifikan. *Porphyridium cruentum* mengalami pertumbuhan (fase log) dimulai dari hari ke-0 hingga hari ke 15 dengan semakin meningkatnya nilai absorban. Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, kurva pertumbuhan masih mengalami peningkatan hingga hari ke-15.. Dapat disimpulkan bahwa *Porphyridium cruentum* belum memasuki fase stasioner.

Tabel 1 Nilai absorban *Porphyridium cruentum* selama 15 hari

Hari	Nilai absorbansi
0	0.118
1	0.163
2	0.248
3	0.334
4	0.416
5	0.483
6	0.59
7	0.694
8	0.889
9	0.9
10	0.996
11	1.046
12	1.234
13	1.24
14	1.412



Gambar 1 Kurva pertumbuhan *Porphyridium cruentum*

Tahapan selanjutnya, kami tidak bisa melanjutkan dikarenakan ketidaktersediaan bibit *Porphyridium cruentum* yang dikultivasi akibat bibit yang dikultivasi tidak sengaja dibuang oleh tim PKM-P lain. Sehingga kami hanya mendapatkan data kelimpahan sel selama 15 hari.

4. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kultivasi 20 hari dengan pemberian variasi nitrat dan fosfat dengan perlakuan aerasi masih belum diperoleh hasilnya dengan baik akibat kendala teknis dan ketersediaan bahan baku.

6.2 Saran

Saat melakukan penelitian, harus sudah menyiapkan solusi lain agar ketika ada kendala teknis dan kesulitan ketersediaan bahan baku dapat ditangani dengan baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agustini dan Kabinawa. 2009. Pengaruh konsentrasi nitrat sebagai sumber nitrogen dalam media kultur terhadap pembentukan asam arakidonat dari mikroalga *Porphyridium cruentum*. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. Cibinong
- Hu H, Gao K. 2006. Response of growth and fatty acid compositions of *Nannochloropsis* sp. to environmental factors under elevated CO₂ concentration, *Bioetanol Lett* 28: 987-992.
- Isnansetyo A dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut*. Kanisius: Yogyakarta.
- Kawaroe M *et al.* 2010. *Mikroalga: Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Rodolfi *et al.* 2008. Microalgae for oil: strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor. *Biotechnology and Bioengineering* (102):100-112.
- Simopoulos AP. 2002b. Omega-3 fatty acids in wild plant, nut and seeds. *Asia Pac J. Clin. Nutr.* (11): 163-173

- Vonshak. 1988. *Poryphydium*. In Macro-Algae Biotechnology. Ed. Borowitzka MA, Borowitzka LJ. Cambridge : University Press.
- Widianingsih, Hartati Retno, Endrawati H, Yudiati Ervia, Iriani Valentina. (2011). Pengaruh pengurangan konsentrasi nutrien fosfat dan nitrat terhadap kandungan lipid total *Nannochloropsis oculata*. *Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro* Vol. 16 (1) 24-29.