

LITBANG PENGKAJIAN PARAMETER KUNCI PRODUKSI MIKROALGA UNTUK PAKAN ALAMI PADA PEMBENIHAN UDANG GALAH

Tjandra Chrismadha

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk meningkatkan produktivitas biomasa kultur mikroalga dan nilai nutrisinya. Kegiatan isolasi jenis mikroalga telah berhasil mengisolasi 3 jenis air tawar dan 2 jenis air laut/payau. Keberhasilan isolasi tersebut kemudian diikuti dengan karakterisasi adaptasi jenis terisolasi tersebut terhadap intensitas cahaya serta kandungan nutrisinya. Sampai dengan saat ini karakterisasi adaptasi pada cahaya telah dilakukan pada 3 jenis alga air tawar, sedangkan karakterisasi nilai nutrisi yang difokuskan pada kandungan asam lemak esensialnya baru berhasil dilakukan pada satu jenis alga air tawar. Peningkatan produktivitas biomasa dilakukan dengan optimasi kondisi pencahayaan menggunakan desain fotobioreaktor khusus, yang sampai saat ini baru mencapai tahap uji coba awal, untuk menguji performan tumbuh jenis *Chlorella sp* pada fotoreaktor tersebut. Hasilnya menunjukkan potensi fotoreaktor teruji untuk meningkatkan produktivitas biomasa kultur alga tersebut, namun uji-ujian lanjutan masih dianggap perlu dilakukan guna meningkatkan performan fotoreaktor tersebut.

Kata Kunci: *Produksi; mikroalga; fotobioreaktor; nutrisi*

LATAR BELAKANG

Mikroalga memegang peranan penting sebagai pakan alami untuk larva ikan dan berbagai hewan komoditi perairan lainnya (De Pauw & Persoone, 1988; Notowinarto, 1993). Telah lama diketahui bahwa tingkat ketahanan hidup dan laju pertumbuhan larva-larva tersebut sangat bergantung pada proporsi dan ketersediaan senyawa-senyawa biokimia mikroalga pakan tadi (Chu & Dupuy, 1980; Watanabe *et al*, 1983; De Pauw *et al*, 1984). Disamping itu mikroalga juga dapat untuk pakan alami hewan-hewan planktonik, seperti rotifer dan udang-udangan tingkat rendah, dan telah pula dilaporkan dapat meningkatkan kualitas nutrisi hewan-hewan planktonik tersebut sebagai pakan alami (James *et al*, 1987; Rezeq & James, 1987).

Epifiano *et al* (1981) mengaitkan nilai nutrisi mikroalga dengan kandungan senyawa biokimia, terutama komposisi asam lemaknya. Berbagai jenis alga telah diketahui mengandung asam lemak tak jenuh rantai panjang (polyunsaturated fatty

acids; PUFA), seperti asam eikosapentanoat (C20:5) dan asam arachidonat (C20:4; Mortensen *et al*, 1988; Volkman *et al*, 1993). Karenanya disamping peningkatan produktivitas biomasa, usaha pengembangan kultur mikroalga untuk pakan alami harus juga diarahkan pada peningkatan mutu nutrisi, dengan memacu peningkatan kandungan asam lemak tak jenuhnya. Telah diketahui bahwa keberadaan asam lemak tak jenuh di dalam sel-sel alga berkaitan erat dengan pembentukan organ-organ fungsional untuk fotosintesis, seperti chloroplast dan chromatophore (Nichols, 1965; Harwood, 1988; Sukenik & Carmeli, 1990) yang sangat dipengaruhi oleh cahaya. Disamping itu Sukenik (1991) juga telah menunjukkan pengaruh ketersediaan nutrisi yang memacu pertumbuhan maksimum alga *Nannochloropsis* dapat meningkatkan pula produktivitas asam lemak tak jenuh alga tersebut.

Disamping dipengaruhi oleh faktor-faktor tumbuh tersebut, kandungan asam lemak tak jenuh jenis alga dipengaruhi juga oleh faktor genetis. Variasi jenis dan konsentrasi asam lemak tak jenuh dari berbagai jenis alga telah banyak dilaporkan (misalnya Yongmanitchai & Ward, 1991). Karenanya pemilihan jenis mikroalga dengan kandungan asam lemak tak jenuh tinggi juga harus dilakukan untuk mendukung produksi biomasa mikroalga yang bernilai nutrisi tinggi.

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian yang meliputi optimasi kondisi intensitas cahaya dan nutrien, serta seleksi jenis unggul untuk peningkatan produktivitas biomasa dan nilai nutrisi kultur mikroalga. Efektivitas pemberian pakan alami terpilih tersebut selanjutnya akan diuji pada usaha pemberian udang galah.

METODOLOGI

Dari tiga sub-kegiatan penelitian yang direncanakan, yaitu:

1. Seleksi jenis unggul mikroalga yang mengandung asam lemak tak jenuh konsentrasi tinggi.
2. Pemacuan produktivitas biomassa dengan optimasi intensitas cahaya dan nutrien.
3. Uji coba pemberian mikroalga bernilai nutrisi tinggi untuk pakan alami larva udang galah.

hanya butir 1 dan butir 2 yang dilaksanakan pada tahun anggaran ini.

Sasaran sub kegiatan butir pertama adalah untuk mendapatkan jenis-jenis mikroalga air tawar, payau dan laut unggul yang memiliki nilai nutrisi tinggi, serta

mampu tumbuh dan berproduktivitas tinggi pada intensitas cahaya tinggi. Sedangkan sasaran dari sub kegiatan pada butir kedua adalah untuk mendapatkan desain fotobioreaktor yang dapat menunjang peningkatan efisiensi fotosintesis mikroalga pada kondisi intensitas cahaya tinggi, sehingga akan dapat memaksimalkan produktivitas kultur mikroalga.

SELEKSIMIKROALGA UNGGUL UNTUK PAKAN ALAMI PADA PEMBENIHAN UDANG GALAH

Sumber jenis mikroalga:

1. Jenis-jenis dari habitat perairan alami: sungai, danau, muara, laut dan lain-lain.
2. Jenis-jenis yang sudah dikembangkan oleh berbagai institusi di Indonesia dan di luar negeri.

Kriteria jenis unggul:

1. Performan tumbuh dan produktivitas tinggi pada komposisi media paling sederhana.
2. Daya adaptasi terhadap kondisi lingkungan lokal.
3. Tingkat kemampuan kompetisi dan stabilitas kultur pada budidaya terbuka/non-aseptik.
4. Kandungan nilai nutrisi tinggi, yang ditekankan pada keberadaan asam lemak tak jenuh rantai panjang ($C_{18:3}n-3$, $C_{20:4}n-6$, $C_{20:5}n-3$, $C_{22:6}n-3$).
5. Kemudahan proses panen dan pasca-panen.
6. Mendukung tingkat kelulusan hidup dan perkembangan anakan udang yang tinggi.

Cara Seleksi:

1. Seleksi dominasi tumbuh pada media tumbuh spesifik; Sampel air dari perairan alami yang berisi berbagai jenis alga alami diinokulasikan pada berbagai media tumbuh spesifik. Perkembangan komunitas alami tadi dimonitor selama 2 - 4 minggu, dan jenis-jenis dominan pada media tumbuh tertentu diberi perhatian khusus.
2. Upaya pemurnian jenis dominan selanjutnya dilakukan dengan pengulangan inokulasi kultur jenis dominan pada media tumbuh segar sejenis, beberapa kali sampai kultur tampak benar-benar murni (monokultur).

3. Pemurnian jenis dominan, atau jenis potensial yang kurang dominan juga dilakukan dengan teknik isolasi dengan mikropipet atau dengan metode pengenceran. Pemilihan media tumbuh pada teknik isolasi ini didasarkan pada hasil monitoring performan tumbuh pada proses seleksi no. 1.
4. Pemacuan laju tumbuh dan produktivitas selanjutnya dilakukan pada jenis-jenis terseleksi dengan optimasi faktor-faktor lingkungan, terutama kondisi nutrien dan cahaya. Seleksi tingkat kedua dilakukan pada jenis yang adaptif terhadap intensitas cahaya tinggi dan suhu tinggi yang menyertainya.
5. Jenis-jenis terseleksi selanjutnya ditumbuhkan pada volume 500 ml, dan dari kultur-kultur ini diambil sampel untuk analisa biokimia dalam rangka evaluasi nilai nutrisinya. Berdasarkan nilai nutrisinya dilakukan seleksi jenis tingkat ketiga. Proses seleksi pada butir 5 ini dapat dilakukan sejalan dengan proses pada butir 4.

PEMACUAN PRODUKTIVITAS BIOMASSA KULTUR ALGA DENGAN OPTIMASI INTENSITAS CAHAYA DAN NUTRIEN

Jenis alga dan uji unjuk kerja:

1. Pada tahun anggaran 1997/1998 kegiatan terutama untuk pengembangan bioreaktor dan uji coba unjuk kerjanya untuk kultur *Chlorella sp*, *Scenedesmus sp* dan *Ankistrodesmus sp*.
2. Pada tahap tersebut kultur alga dilakukan secara 'batch culture' atau 'semicontinuous culture'

Parameter uji:

1. Parameter yang diuji untuk evaluasi unjuk kerja bioreaktor adalah laju tumbuh spesifik (berdasar perkembangan kepadatan sel), dan produktivitas biomassa.
2. Untuk evaluasi respon internal alga terhadap kondisi cahaya sebagai akibat dari desain bioreaktornya dilakukan analisa kandungan total protein dan total karbohidrat alga.
3. Bila memungkinkan juga dilakukan monitoring evolusi oksigen terlarut dalam suspensi kultur.
4. Nilai nutrisi alga (protein, karbohidrat, lemak dan asam lemak) dianalisa untuk evaluasi pengaruh perubahan kondisi cahaya terhadap nilai nutrisi tersebut, serta

untuk upaya optimasi desain reaktor untuk produksi alga dengan nilai nutrisi tinggi.

Bioreaktor:

1. Desain bioreaktor diarahkan pada upaya optimasi penyerapan energi cahaya intensitas tinggi oleh sel-sel alga, yaitu dengan menciptakan kondisi dimana sel-sel alga terdistribusi pada cahaya yang intermitan (berkilat-kilat/' flashing light').
2. Pencapaian kondisi distribusi sel di atas dilakukan dengan pengaliran suspensi kultur pada suatu kolom gelas dengan kompartemen yang secara teratur mendistribusikan sel-sel alga ke permukaan/dinding kolom yang dieksposkan kepada intensitas cahaya tinggi, dalam waktu kurang dari satu detik.
3. Waktu dan frekuensi intermitan serta kekuatan intensitas cahaya diatur dengan mengontrol kecepatan arus alir suspensi kultur, jarak antara sel kompartemen, dan diameter kompartemen. Kecepatan arus dikontrol dengan kekuatan aerasi atau pemanas arus lainnya.
4. Intensitas cahaya tinggi dicapai dengan menggunakan lampu halogen yang out put intensitas cahayanya diatas 6000luks.

EVALUASI NILAI NUTRISI MIKROALGA TERSELEKSI

Sampel uji:

1. Sampel uji diambil dari kultur volume 500 ml pada fase tumbuh eksponensial, dengan menyaring sampel 20- 50 ml pada kertas saring Whatman GF/C. Sampel dari alga laut dicuci dengan ammonium format 0,65 M, atau dengan akua destilata sebanyak-banyaknya.
2. Sampel kultur tersebut disimpan pada suhu -20 °C sampai siap dianalisa.

Metode Analisa:

1. Total protein dengan metode folin-fenol mengikuti Lowrey *et al.* (1951).
2. Total karbohidrat dengan metode fenol-H₂SO₄ pekat menurut Kochert (1978).
3. Total lemak dengan metode gravimetri mengikuti Bligh & Dyer (1959).
4. Ekstraksi asam lemak sesuai dengan Christie (1988), dilanjutkan dengan gas likuid chromatografi.

Tabel 1. Tahapan percobaan Pemacuan Produktivitas Biomasa Kultur Alga Dengan Optimasi Intensitas Cahaya dan Nutrien

1	Uji respon tumbuh alga terhadap intensitas cahaya	a. Perubahan intensitas cahaya pada kondisi kultur yang sama	
		b. Perubahan 'surface/volume ratio' pada intensitas cahaya sama	i. Pada volume kolom tetap ii. Pada volume kolom berubah
		c. Perubahan 'surface/volume ratio' terhadap respon kultur terhadap intensitas cahaya	
2	Uji pengaruh distribusi sel terhadap respon alga terhadap intensitas cahaya yang tersedia	a. Uji coba pada kolom silinder tegak	i. Pengaruh jarak kompartemen ii. Pengaruh laju alir kultur iii. Pengaruh desain kompartemen
		b. Uji coba pada kolom segi empat terbentang	i. Pengaruh jarak kompartemen ii. Pengaruh laju alir kultur iii. Pengaruh desain kompartemen
		a. Pada intensitas optimum yang telah diketahui	i. Variasi konsentrasi N pada P konstan ii. Variasi konsentrasi P pada N konstan iii. Variasi konsentrasi N dan P pada rasio N:P konstan
		b. Uji variasi N dan P terhadap nilai K _s kultur alga	i. Variasi konsentrasi N pada P konstan ii. Variasi konsentrasi P pada N konstan iii. Variasi konsentrasi N dan P pada rasio N:P konstan

HASIL

Sesuai dengan sasaran yang akan dicapai pada tahun ini, kegiatan penelitian yang telah dilakukan pada tahun anggaran 1997/1998 ini adalah sebagai berikut:

1. Isolasi jenis alga air tawar dan payau/laut
2. Pengkajian adaptasi jenis terhadap intensitas cahaya tinggi
3. Persiapan desain fotoreaktor
4. Pengkajian nilai nutrisi alga
5. Kajian pengaruh konsentrasi nitrat terhadap pertumbuhan dan pelepasan nitrit kedalam medianya

1. Isolasi jenis alga

Sampai dengan akhir tahun anggaran ini telah berhasil dimurnikan jenis *Scenedesmus* sp, sehingga secara keseluruhan telah didapat 3 jenis alga air tawar murni, yaitu : *Ankistrodesmus convolutus*, *Scenedesmus* sp, dan *Chlorella* sp, yang siap ditumbuhkan pada media cair berbagai ukuran. Isolasi alga air laut/payau juga telah berhasil memurnikan jenis *Chlorella* sp dan satu jenis diatom pennate (*Navicula* ?) sampai dengan sekala media padatnya. *Chlorella* sp dapat ditumbuhkan dengan baik pada media cair sekala 10 ml dalam media f/2. Namun jenis diatom belum dapat tumbuh dengan baik, diduga karena kurangnya unsur silikat dalam mediannya. Silikat biasanya diberikan kedalam media dalam bentuk senyawa metasilikat ($Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$). Namun senyawa tersebut pada saat ini sulit didapat, sementara penggunaan senyawa silikat alternatif yang ada, yaitu natrium silikat tidak memberikan hasil yang diharapkan.

Disamping dari kegiatan isolasi tersebut, juga telah didapat 4 jenis alga air laut yang banyak digunakan dalam kegiatan akuakultur dari BBAP Jepara, yaitu jenis-jenis *Chlorella* sp, *Tetraselmis* sp, *Dunaliella* sp, dan *Skeletonema* sp. Tiga jenis pertama dapat tumbuh dengan baik dalam media f/2, sedangkan jenis *Skeletonema* sp ternyata membawa kontaminan satu jenis alga biru (*Anabaena*?) yang lebih mendominasi pertumbuhan dalam media f/2. Hal ini nampaknya juga terkait dengan belum tersedianya silikat sebagai salah satu komponen senyawa di dalam medianya. Pemurnian ulang jenis *Skeletonema* tersebut masih terus dilakukan pada media f/2 padat.

2. Pengkajian adaptasi jenis terhadap intensitas cahaya

Pada tahun anggaran 1996/1997 telah dilakukan penelitian pada dua jenis alga, *Chlorella sp* dan *A. convolutus*, dimana hasilnya memperlihatkan karakter *Chlorella sp* yang lebih sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya tinggi, dibanding dengan jenis *A. convolutus* (Chrismadha *et al.* 1997). Selanjutnya evaluasi karakter kedua jenis alga tersebut dilakukan pada sistem kultur semikontinu serta suhu kultur yang lebih terkontrol ($<38^{\circ}\text{C}$). Konsisten dengan hasil penelitian pertama, jenis *Chlorella sp* terlihat lebih sensitif terhadap peningkatan intensitas cahaya, meskipun pada suhu yang terkontrol jenis ini dapat terus tumbuh hingga intensitas cahaya mencapai 25.000 luks. Dari percobaan ini juga terlihat bahwa dalam hal produktivitas biomasa *Chlorella sp* lebih unggul dari *A. convolutus*, sementara titik optimum intensitas cahayanya juga lebih rendah. Titik optimum intensitas cahaya ini harus menjadi perhatian untuk mengadaptasikan kultur alga pada kondisi cahaya alami yang tersedia, terutama di daerah tropis yang dapat mencapai lebih dari 40.000 luks. Karenanya nilai titik optimum intensitas cahaya yang lebih rendah kemungkinan dapat mengurangi nilai unggul jenis *Chlorella sp* dalam hal produktivitas biomasanya, serta memberikan indikasi perlunya pengembangan sistem pendingin kultur yang efisien untuk pengembangan kultur alga di tempat terbuka dimana cahaya matahari sebagai sumber energinya.

Pengkajian adaptasi alga pada intensitas cahaya juga diperluas dengan menguji jenis lain yang berhasil diisolasi, yaitu *Scenedesmus sp*, dimana hasilnya masih dievaluasi.

3. Persiapan desain fotoreaktor

Kegiatan ini terbagi menjadi 2, yaitu percobaan pengkajian diameter optimum dan uji pendahuluan performan serta pengembangan sistem kontinu bagi uji lanjutannya. Pada tahun 1996/1997 telah dilakukan pengkajian diameter optimum pada jenis *A. convolutus*, dan pada intensitas cahaya yang tersedia terlihat kenaikan konsentrasi biomassa alga tersebut sejalan dengan menyempitnya diameter kolom. Meskipun demikian nilai optimal diameter tersebut masih perlu dikaji dari berbagai aspek, seperti peruntukan kultur dan efisiensi proses produksinya (Chrismadha *et al.* 1997). Pada tahun 1997/1998 telah dilakukan percobaan serupa dengan jenis alga uji

Chlorella sp yang disertai evaluasi pengaruh pengayaan CO₂ pada sistem aerasinya terhadap pertumbuhan alga tersebut, serta jenis *Scenedesmus sp*.

Uji pendahuluan performan fotoreaktor dilakukan pada sekala 2,5 l dengan jenis alga uji *Chlorella sp* yang ditumbuhkan secara semicontinu. Pada intensitas cahaya 20.000 luks suhu kultur dapat dikontrol dibawah 35 °C dengan sistem pendingin modifikasi dari sistem radiator mobil. Demikian juga tingkat penempelan sel alga pada dinding kompartemen juga sangat berkurang. Namun secara umum pemberian kompartemen menurunkan laju tumbuh alga tersebut, menunjukkan sifat dari kompartemen yang menginduksi stress pada pertumbuhan *Chlorella sp*. Disamping itu sifat morfologi *Chlorella sp* yang berubah ukurannya menjadi lebih kecil dengan laju pembelahan sel yang lebih cepat pada kondisi tertentu (diduga akibat peningkatan pH pada kultur yang kekurangan CO₂) juga membuat penghitungan laju tumbuh kultur menjadi lebih kompleks.

Akan tetapi pengukuran konsentrasi biomasa yang dicapai, serta laju fotosintesis yang dilihat dari parameter nilai rasio protein/karbohidratnya memberikan indikasi potensi nilai unggul fotoreaktor berkompartemen tersebut, yang berhasil meningkatkan laju fotosintesis serta produksi biomasanya hingga rata-rata 26,25%. Penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan untuk konfirmasi potensi tersebut, sekaligus upaya optimasi desain fotoreaktornya. Untuk mendapatkan data yang lebih baik, percobaan akan dilanjutkan dengan alga uji *Scenedesmus sp* yang mempunyai karakter morfologi relatif stabil.

4. Pengkajian nilai nutrisi alga

Tahun anggaran ini kegiatan pengkajian nilai nutrisi mulai berhasil sampai ke taraf analisa asam lemak alga. Jenis pertama yang berhasil dianalisa adalah *Chlorella sp*, dilanjutkan dengan analisa pada jenis *Scenedesmus sp* (masih berlangsung) sedangkan untuk analisis asam lemak jenis-jenis lainnya diharapkan dapat dilanjutkan pada tahun-tahun anggaran berikutnya. Diduga bahwa kondisi alam tropis dengan karakter suhu dan intensitas cahaya tinggi dapat mengurangi potensi produktivitas asam lemak tak jenuh alga. Seperti terlihat dari hasil analisa asam lemak yang telah dilakukan, pada alga hijau asam lemaknya didominasi oleh jenis C_{18:1}, padahal penelitian-penelitian sebelumnya yang dilakukan pada suhu dan intensitas cahaya lebih

rendah melaporkan kandungan γ C_{18:3} yang tinggi pada jenis-jenis alga tersebut. Hal ini perlu menjadi perhatian lebih lanjut disamping juga memperluas pengkajian pada jenis-jenis lainnya. Potensi produksi asam lemak esensial dari alga lebih besar pada jenis-jenis dari kelas Bacillariophyceae, namun kultur jenis-jenis tersebut masih belum berhasil dilakukan secara memuaskan.

5. Kajian pengaruh konsentrasi nitrat terhadap pertumbuhan dan pelepasan nitrit kedalam mediannya.

Disamping cahaya, nutrien juga merupakan faktor tumbuh yang penting. Pada kondisi cahaya yang cukup, biasanya nutrien, terutama N dan P yang menjadi faktor pembatas tumbuh. Metabolisme N pada kultur alga memberikan masalah tersendiri yang sangat kritis secara toksikologis, terutama bagi peruntukan perikanan. Hal ini dikarenakan sifat mikroalga yang melepas ion nitrit atau amoniak sebagai senyawa perantara dalam metabolisme nitrat atau urea sebagai sumber nitrogennya. Karenanya pengkajian konsentrasi optimum N, dalam hal ini nitrat dianggap sangat penting, sehingga perlu juga dilakukan sejalan dengan upaya optimasi intensitas cahayanya.

Dari hasil-hasil percobaan yang telah dilakukan, yaitu pada jenis alga *Chlorella sp* dan *A. convolutus* penelitian dikembangkan untuk mengontrol kadar nitrit di dalam kultur, dengan pemberian konsentrasi nitrat secara periodik setiap 24 jam dengan konsentrasi yang relatif rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan kedua jenis alga masih dapat tumbuh baik dengan pemberian nitrat secara periodik tersebut, sementara kadar nitritnya dapat ditekan pada level yang relatif rendah (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Tingkah laku nitrat (mg/l) dan nitrit (μ g/l) pada kultur *A. convolutus*.

Hari	Kontrol		KNO ₃ 1/64N		KNO ₃ 1/32N		KNO ₃ 1/16N	
	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂
1	0,473	4,255	0,975	3,200	1,689	3,200	2,062	2,848
3	0,352	0,000	0,816	3,200	0,123	6,365	0,296	7,421
7	1,407	6,014	0,738	12,345	0,709	12,345	0,683	11,993
10	0,112	5,310	0,133	9,531	0,154	5,662	0,175	8,124
14	0,124	8,476	0,124	12,345	0,115	9,531	0,198	3,903

Tabel 2. Tingkah laku nitrat (mg/l) dan nitrit (μ g/l) pada kultur *Chlorella sp.*

Hari	Kontrol		KNO ₃ 1/64N		KNO ₃ 1/32N		KNO ₃ 1/16N	
	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂
1	4,407	154,82	20,504	157,52	39,481	177,86	134,335	163,80
2	3,001	2,265	12,742	4,359	35,096	10,940	125,464	21,110
3	0,031	2,265	5,509	30,982	28,569	211,96	134,234	202,39
6	0,034	1,368	0,036	2,265	7,374	408,49	130,403	152,73
8	0,021	1,368	0,036	1,368	0,063	1,966	109,637	1290,1
10	0,00	5,555	1,310	69,869	0,007	7,949	94,213	2109,7

TINDAK LANJUT KEGIATAN PENELITIAN

Tabel 2 memberikan gambaran sasaran, hasil yang telah dicapai, serta tindak lanjut yang perlu dilakukan dalam kegiatan Litbang Parameter Kunci Budidaya mikroalga.ini. Berdasarkan matriks ini telah disusun usulan kegiatan tahun anggaran tahun 1998/1999 yang diharapkan dapat terealisir untuk kelanjutan kegiatan litbang tersebut.

Tabel 2. Matriks kegiatan litbang Pengkajian Parameter Kunci Produksi Mikroalga 1997/1998

No	Kegiatan/Tujuan	Sasaran 97/98	Hasil	Tindak lanjut
1	Seleksi Jenis Unggul Isolasi jenis dominan dan co-dominan mikroalga air tawar dan air laut.	Isolasi jenis dominan air tawar dan air laut dengan metode pengenceran	3 jenis alga air tawar (<i>Chlorella</i> sp, <i>S. dimorphus</i> , <i>A. convolutus</i>), 2 jenis alga air laut (<i>Chlorella</i> sp, Diatom) (5 isolat)	Lanjutan isolasi jenis alga air tawar, payau dan laut
2	Evaluasi adaptasi jenis terhadap kondisi cahaya kultur	Isolasi jenis kodominan alga air tawar Pengadaan jenis dari lembaga lain	4 jenis alga air payau/laut (<i>Tetraselmis</i> sp, <i>Dunaliella</i> sp, <i>Chlorella</i> sp, <i>Skeletonema</i> sp) (4 isolat)	Isolasi jenis co-dominan dengan teknik mikropipet.
3	Evaluasi nilai nutrisi alga	Evaluasi respon <i>S. dimorphus</i> terhadap intensitas cahaya (1 laporan ilmiah) Kajian respo <i>Chlorella</i> sp dan <i>A. convolutus</i> pada sistem suhu terkontrol (1 laporan ilmiah)	Evaluasi respon 2 jenis alga pada variasi intensitas cahaya di dalam laboratorium (1 laporan ilmiah) Kajian respo <i>Chlorella</i> sp dan <i>A. convolutus</i> pada sistem suhu terkontrol (1 laporan ilmiah)	Evaluasi respon <i>S. dimorphus</i> terhadap intensitas cahaya (1 laporan ilmiah) Kajian respo <i>Chlorella</i> sp dan <i>A. convolutus</i> pada sistem suhu terkontrol (1 laporan ilmiah)

II Pemacuan Produktivitas Biomasa	
1 Kajian intensitas cahaya dan desain fotoreaktor optimal untuk produksi biomasa alga	<p>Evaluasi respon tumbuh alga terhadap intensitas cahaya dan rasio permukaan/volume kolom tumbuh</p> <p>Evaluasi derajat respon tumbuh terhadap intensitas cahaya akibat perbedaan permukaan/volume kolom tumbuh</p> <p>Pengembangan desain fotoreaktor untuk variasi distribusi sel yang dikultur, serta pengujian tumbuh jenis produktivitas alga pada fotoreaktor tersebut.</p>
2 Kajian konsentrasi nutrien optimum bagi tumbuh dan produktivitas alga pada intensitas cahaya yang tersedia	<p>Kajian respon tumbuh <i>S. dimorphus</i> terhadap intensitas cahaya (1 laporan ilmiah)</p> <p>Kajian respon tumbuh jenis <i>Chlorella</i> sp. dan <i>S. dimorphus</i> terhadap diameter kolom tumbuh pada kondisi cahaya sebagai faktor pembatas tumbuh (2 laporan ilmiah).</p> <p>Evaluasi derajat respon terhadap intensitas cahaya akibat perbedaan rasio permukaan/volume kolom tumbuh</p> <p>Desain fotoreaktor untuk stimulasi proses intermitan cahaya</p> <p>Evaluasi performan tumbuh jenis <i>Chlorella</i> sp. pada desain fotoreaktor terpilih (1 laporan)</p> <p>Pengujian pengaruh variasi NP terhadap laju tumbuh dan produktivitas alga pada intensitas cahaya yang tersedia.</p>

DAFTAR PUSTAKA

- Bligh, E. G. & W.J. Dyer, 1959, A rapid method of total lipid extraction and purification, Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37: 911-917
- Chu, F. E. & J.L. Dupuy, 1980, The fatty acid composition of three unicellular algal species used as food sources for larvae of american oyster (*Crassostera virginia*), Lipids, 15: 356-364
- Christie, W. W., 1989, Gas chromatography and lipids: A practical guide, Ayr, Scotland: The Oily Press, 499p
- De Pauw, N., J. Morales. and G. Persoone, 1984, Mass culture of microalgae in aquaculture systems: Progress and constraints, Hydrobiologia, 116/117: 121-134
- De Pauw, N. & G. Persoone, 1988, Microalgae for aquaculture. In: Microalgal Biotechnology, M.A. Borowitzka & L.J. Borowitzka (Eds), Cambridge: Cambridge University Press, pp 197-221
- Epifiano, C. E., C.C. Valenti, C. C. and C.L. Turk, 1981, A comparison of *Phaeodactylum tricornutum* and *Thalassiosira pseudonana* as food for oyster, *Crassostera virginia*, Aquaculture, 23: 347-353
- Kates, M. & B.E. Volcani, 1966, Lipid components of diatoms, Biochimica et Biophysica Acta. 116: 264-278
- Harwood, J. L., 1988, Fatty acids metabolism, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 39: 101-138
- Hoshino, K., M. Hamochi, S. MITSUHASHI and K. Tanishita, 1991, Measurements of oxygen production rate in flowing *Spirulina* suspension, Applied Microbiology and Biotechnology, 35: 89-93
- Kates, M. and B.E. Volcani, 1966, Lipid composition of diatoms, Biochimica et Biophysica Acta. 116: 264-278

- Kochert, G., 1978. Carbohydrate determination by the phenol-sulphuric acid method, In: Handbook of Phycological Methods: Physiological and Biochemical Methods, J.A. Hellebust & J.S. Craigie (Eds), Cambridge: Cambridge University Press. pp: 95-97
- Laws, E. A., K.L. Terry, J. Wickman and M.S. Chalup, 1983, A simple algal production system designed to utilize the flashing light effect, Biotechnology and Bioengineering, 25: 2319-2335
- Lowrey, O. H., N.J. Rosenbrough, A.L. Farr and R.J. Randall, 1951, Protein measurement with the folin phenol reagent, Journal of Biological Chemistry, 1983: 265-275
- Mortensen, S. H., K. Y. Borsheim, J.R. Rainuo and G. Knutsen, 1988, Fatty acid and elemental composition of the marine diatom *Chaetoceros gracilis* Schuut. Effects of silicate deprivation, temperature and light intensity, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 122: 173-185
- Nichols, B. W., 1965, Light induced changes in the lipids of *Chlorella vulgaris*, Biochimica et Biophysica Acta, 106: 274-279
- Pirt, S. J., Y.-K. Lee, M.R. Walach, M. Watts Pirt, H.H.M. Balyuzi and M.J. Bazin, 1983, A tubular bioreactor for photosynthetic production of biomass from carbondioxide: Design and performance, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 33B: 35-58
- Sukenik, A., 1991, Ecophysiological consideration in optimization of Eicosapentanoic acid production by *Nannochloropsis* sp. (Eustigmatophyceae), Bioresource Technology, 35: 263-269
- Sukenik, A. & Y. Carmeli, 1990, Lipid synthesis and fatty acid composition in *Nannochloropsis* sp (Eustigmatophyceae) grown in a light-dark cycle, Journal of Phycology, 26: 463-469
- Watanabe, T., C. Kitajima and S. Fujita, 1983. Nutritional values of live organisms used in japan for masspropagation of fish, Aquaculture, 34: 115-143

Yongmanitchai, W. and O.P. Ward, 1991, Growth of omega-3 fatty acid production by *Phaeodactylum tricornutum* under different culture conditions, *Applied Environment and Microbiology*, 57: 419-425

Volkman, J. K., M.R. Brown, G.A. Dunstan and Y.S. Jeffrey, 1993, The biochemical composition of marine microalgae from the class Eustigmatophyceae, *Journal of Phycology*, 29: 69-78

