

SELEKSI DAN KARAKTERISASI GANGGANG MIKRO INDIGEN AIR TAWAR SEBAGAI PENGHASIL KARBOHIDRAT UNTUK ENERGI TERBARUKAN

Sri Mumpuni Ngesti Rahaju ^a, M. Yani ^b, S.H. Sucahyo ^c, dan D.A. Santosa ^d

^a *Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Fakultas Pasca Sarjana, IPB*

^b *Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB*

^c *Departemen Agronomi dan Holtikultura, Fakultas Pertanian, IPB*

^d *Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB*

E-mail : ir_srimumpuni@yahoo.com

Diterima redaksi : 9 Mei 2013, disetujui redaksi : 16 Oktober 2013

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk menyeleksi dan mengkarakterisasi ganggang mikro lokal yang memiliki kadar karbohidrat tinggi yang berpotensi untuk produksi bioetanol. Hasil seleksi 15 ganggang mikro lokal air tawar dengan media BG 11 dan menghasilkan empat jenis ganggang mikro ICBB-CC (9111, 9112, 9114 dan 6354 PLB). Hasil identifikasi morfologi ke empat isolat masing-masing sebagai *Crucigenia quadrata*, *Scenedesmus bijuga*, *Chlorella vulgaris*, dan *Chlorella vulgaris*. Ke empat isolat yang terpilih dikultivasi di akuarium 5L menggunakan tiga jenis media BG 11, MBM dan PHM. Pertumbuhan isolat yang paling cepat dalam media MBM adalah ICBB 9111 C. *quadrata*. Produksi biomassa dari empat isolat dikembangkan di kolam kanal dari 90-100L menggunakan media MBM modifikasi pupuk TSP. Produksi biomassa kedua isolat ICBB 9111 dan 9112 adalah 0,038 dan 0,036 biomassa kering/L/hari dan karbohidrat pada 42,27 dan 21,30% (bobot kering). Isolat ICBB 9111, C. *quadrata* diindikasikan sebagai yang paling potensial sebagai penghasil karbohidrat yang akan diproses untuk bioetanol.

Kata kunci: ganggang mikro, biomassa, produksi karbohidrat

ABSTRACT

SELECTION AND CHARACTERIZATION OF INDIGENEOUS FRESHWATER MICRO ALGAE AS THE CARBOHYDRATES PRODUCER FOR RENEWABLE ENERGY. *The objective of this research is to explore and isolate indigenous micro algae that have a high carbohydrate producer as potentially for bioethanol production. The exploration from indigenous 15 fresh water micro algae carried out in a BG 11 media and resulted four different types of micro algae such as ICBB-CC (9111, 9112, 9114 and 6354 PLB). By morphological identification, they were identified as Crucigenia quadrata, Scenedesmus bijuga, Chlorella vulgaris, and Chlorella vulgaris respectively. They were cultivated in a 5 L reactor using three types media of BG 11, MBM and PHM. The fastest growing isolate was ICBB 9111 of C. quadrata in MBM medium. The production biomassa of four isolates were developed in the raceway of 90-100L using MBM medium. Both isolates of ICBB 9111 and 9112 were produced biomass at 0.038 and 0.036 dried-biomass/L/d and carbohydrate at 42.27 and 21.30 % (dry bases) respectively. The isolate of ICBB 9111, C. quadrata indicated as the most potential as carbohydrate producer to be processed to bioethanol.*

Keywords : micro algae, biomass, carbohydrate producer

PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan ekonomi serta populasi dengan segala aktivitasnya akan meningkatkan kebutuhan energi di semua sektor pengguna energi. Salah satu sumber energi terbarukan yang dikembangkan adalah biofuel. Biofuel yang sudah dikembangkan sebagai substitusi bahan bakar nabati (BBN) saat ini adalah biodiesel dan bioetanol. Biodiesel adalah bahan bakar substitusi solar/diesel yang berasal dari pengolahan (esterifikasi dan transesterifikasi) minyak nabati. Bioetanol adalah bahan bakar substitusi bensin (gasolin) yang berasal dari pengolahan (hidrolisis dan fermentasi) glukosa atau karbohidrat.

Indonesia negara yang dikenal sebagai pusat keanekaragaman hayati dunia, mempunyai potensi sumber bahan bakar alam (*biofuel*) berpeluang untuk mengembangkan energi alternatif terbarukan antara lain bioetanol yang berasal dari ganggang mikro. Keuntungan penggunaan gasohol yaitu mengurangi penggunaan bahan bakar tidak terbarukan, mengurangi gas rumah kaca, memiliki keseimbangan energi yang positif, membentuk kemandirian energi, dan mengurangi kemiskinan (Kim and Dale 2007, Nguyen *et al.* 2007, Zhang, *et al.* 2003).

Ganggang mikro memiliki potensi untuk dapat dibudidayakan serta tidak membutuhkan area luas untuk kegiatan produksi dan dimanfaatkan sebagai penghasil BBN. Ganggang mikro juga tahan terhadap perubahan lingkungan dan memiliki laju pertumbuhan yang tinggi. Baik proses fisik maupun kimia dapat digunakan untuk menghasilkan etanol dari galur ganggang yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi, dengan demikian maka Indonesia menjadi pilihan yang penting dan strategis untuk mengembangkan salah satu biota perairan.

Selama ini penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan ganggang mikro sebagai bahan baku biodiesel (Brown, 2002; Skill, 2007; Patil *et al.*, 2008; Widjaja, 2009), karena memiliki kandungan lipid yang cukup tinggi. Kandungan karbohidrat pada ganggang mikro yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol (Gerrero, 2010). Dalam rangka mengembangkan sistem produksi bioetanol dari ganggang mikro maka penelitian ini akan menemukan ganggang mikro lokal yang berpotensi sebagai bahan baku bioetanol. Dalam penelitian dikaji isolasi ganggang mikro lokal, produksi biomassa dan karakterisasi karbohidrat beberapa isolat ganggang mikro.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa media buatan (BG 11, MBM dan PHM) terhadap pertumbuhan dan Kualitas ganggang mikro indigen perairan tawar serta identifikasi ganggang mikro dengan kandungan karbohidrat tinggi sebagai komponen utama untuk produksi bioetanol.

BAHAN DAN METODE

Eksplorasi ganggang mikro lokal

Eksplorasi ganggang mikro lokal dilakukan di daerah sekitar Bogor dengan habitat sawah, danau dan tanah. Sampel ganggang mikro diambil dengan menggunakan saringan dan botol, diawetkan pada suhu rendah sekitar 4-10°C sebelum dikembangkan di laboratorium. Sampel ganggang mikro ini diberi kode dan disimpan sebagai stock laboratorium ICBB – CC.

Pertumbuhan isolat pada media BG-11

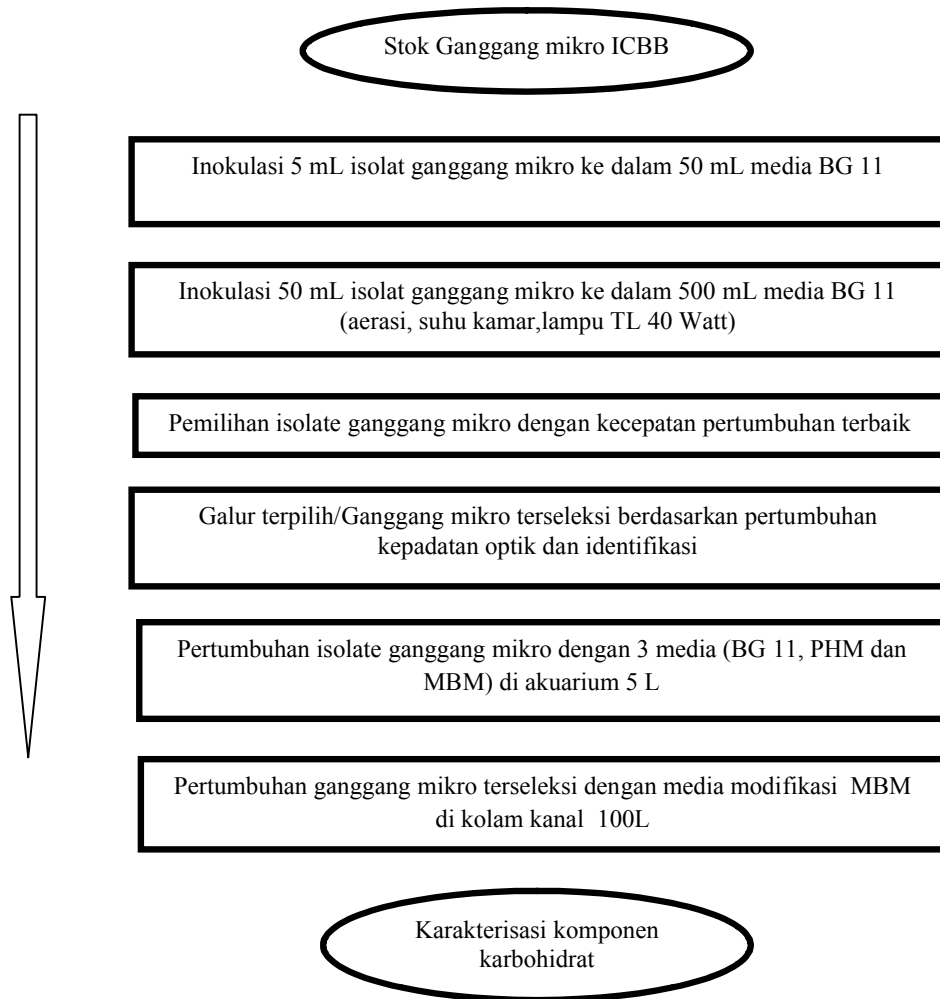
Seluruh sampel ganggang mikro ditumbuhkan dalam media BG-11 untuk dikembangkan dan diamati kurva pertumbuhannya. Komposisi media BG 11 (Hu *et al.* 2000) setiap liternya mengandung mengandung 1,5g NaNO₃, 0,04g K₂HPO₄,

0,02g MgSO₄ 7H₂O, 0,036g CaCl₂.2H₂O, 0,006g C₆H₈O₇, 0,006g C₆H₈FeNO₇, 0,001g EDTA, 0,075g Na₂CO₃ dan mikro nutrien 1ml Komposisi mikro nutrien dalam setiap liternya mengandung 2,86g H₃BO₃, 1,810g MnCl₂.4H₂O, 0,222g ZnSO₄.7H₂O, 0,079g Na₂MoO₄.2H₂O, 0,390g CuSO₄.5H₂O dan 0,049g Co(NO₃)₂.6H₂O .

Pelaksanaan penelitian ini meliputi seleksi ganggang mikro, penentuan kurva pertumbuhan ganggang mikro, identifikasi, perbandingan pertumbuhan ganggang mikro dengan tiga media, sampling ganggang mikro terseleksi dengan media modifikasi MBM di kolam kanal dan karakterisasi komponen karbohidrat (Gambar 1).

Seleksi Ganggang mikro

Pada tahap penyiapan kultur ganggang mikro dilakukan peremajaan kultur dalam media BG 11 (Tabel 1). Pertama-tama dibuat kultur sebanyak 50 mL, dengan cara 5 mL isolat ganggang mikro diinokulasikan ke dalam 45 mL media BG 11 di dalam botol kaca bening berukuran ± 100 mL. Kultur diinkubasikan selama dua minggu pada inkubator goyang (*shaker incubator*) dengan kecepatan 120 rpm. Setelah dikultivasi selama 2 minggu, kultur ganggang mikro ditingkatkan secara bertahap yaitu mengambil ganggang mikro sebanyak 50 mL di inokulasi ke dalam botol kaca 500 mL yang dilengkapi dengan aerasi



Gambar 1. Diagram alir penelitian

dengan media BG 11 selama 2 minggu. Sumber cahaya didapat dari 2 buah lampu TL 40 Watt dengan intensitas cahaya pada permukaan botol kultur 10.000 luks. Pemberian aerasi bertujuan untuk mensuplai CO₂ yang diperlukan untuk pertumbuhan ganggang mikro, mencegah pengendapan sel, menstabilkan pH dan supaya unsur hara di dalam media kultur dapat menyebar rata (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995). Suhu ruang percobaan dipertahankan sekitar 29 – 32 °C dan pH kultur sekitar 5,5 – 8,0. Seleksi tahap pertama dengan memperhatikan kurva tumbuh berdasarkan kepadatan optik (*optic density*; OD) dan kandungan biomassa. Kepadatan optik diamati menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm (OD₆₂₀).

diberi cahaya buatan lampu TL 40 Watt secara terus menerus. Pemberian aerasi bertujuan mensuplai CO₂ yang diperlukan pertumbuhan ganggang mikro, mencegah pengendapan sel, menstabilkan pH dan supaya unsur hara di dalam media kultur dapat menyebar rata.

Identifikasi Ganggang mikro

Identifikasi dilakukan untuk mengetahui jenis ganggang mikro yang terseleksi. Identifikasi ganggang mikro dilakukan dengan pengamatan morfologi menggunakan mikroskop perbesaran 400 x dan buku identifikasi Toshiniko Mizuno “*Halustrations of The Fresh water Plankton of Japan*”, 1970.

Tabel 1. Komposisi media BG 11

Media BG 11	Komposisi (g/L)
NaNO ₃ p.a	1.5
K ₂ HPO ₄ p.a	0.04
MgSO ₄ .7H ₂ O p.a	0.02
CaCl ₂ .2H ₂ O p.a	0.036
Citric Acid p.a	0.006
Fe ammonium Citrate	0.006
EDTA p.a	0.001
Na ₂ CO ₃ p.a	0.075
Trace Metal	1 ml
Komposisi Trace Metal	
H ₃ BO ₃	2.86
MnCl ₂ .4H ₂ O	1.81
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0.222
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0.079
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.39
Co(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	0.049

Pertumbuhan dan Produktivitas Ganggang Mikro Terpilih

Percobaan pertumbuhan dan produktivitas ganggang mikro dilakukan terhadap media BG 11, MBM dan PHM (Tabel 2).

Perlakuan variasi media dilakukan di akuarium 5 L yang diberi aerasi dan

Produktivitas Ganggang Mikro dan Media Terpilih

Media yang menghasilkan laju tumbuh dan kandungan biomassa paling cepat yang dipilih untuk dikembangkan di kolam kanal. Untuk produktivitas biomassa ganggang mikro terseleksi, dikembangkan di kolam kanal dengan media MBM

kombinasi. Modifikasi pupuk dilakukan karena TSP merupakan sumber fosfat yang murah dan mudah didapatkan. Pemanenan biomassa ganggang mikro dilakukan secara gravitasi dimulai dengan nilai OD $\geq 0,5$ secara terus-menerus sampai OD $< 0,5$ (konsentrasi nutrisi pada media pertumbuhan menurun dan hasil panen semakin menurun).

ganggang mikro air tawar (Tabel 3) koleksi *Indonesian Center for Biotechnology and Biodiversity Culture Collection of Microorganisms* (ICBB-CC) dari beberapa perairan tawar yang digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan selama 21 hari pada proses kultur puncak pertumbuhan (fase eksponensial)

Tabel 2. Komposisi media PHM dan MBM

Media PHM	Komposisi (mg/L)	Media MBM	Komposisi (mg/L)
KNO ₃	1000	(NH ₄) ₂ SO ₄	2500
K ₂ HPO ₄	200	K ₂ HPO ₄	75
MgSO ₄ .7H ₂ O	200	MgSO ₄ .7H ₂ O	75
FeCl ₂ .6H ₂ O	0,025	CaCl ₂	1000
Citric Acid	-	NaCl	100
C ₆ H ₈ FeNO ₇	-	C ₆ H ₈ FeNO ₇	6
EDTA	0,019	EDTA	1
Na ₂ CO ₃ p.a	-	TSP	245
Trace Metal	1 ml	Trace Metal	1 ml
Komposisi trace metal		Komposisi Trace Metal	
H ₃ BO ₃	0,016	H ₃ BO ₃	2860
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,038	MnCl ₂ .4H ₂ O	1810
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,002	ZnSO ₄ .7H ₂ O	222
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	-	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	79
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.006	CuSO ₄ .5H ₂ O	390
CoCl ₂ .6H ₂ O	0.006	Co(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	49

Analisis Proksimat

Setelah diperoleh biomassa isolat ganggang mikro dalam kolam kanal, maka biomassa dikeringkan untuk dilakukan analisis proksimat. Analisis proksimat dilakukan sesuai dengan prosedur standar dalam AOAC (2005) meliputi kadar air dengan oven (gravimetri), abu dengan tanur (gravimetri), protein ditentukan dengan metoda Kjeldahl (titrimetri), karbohidrat dengan metoda Phenol Sulfat (spektrofotometri) dan lemak dengan metoda Soxhlet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik pertumbuhan ganggang mikro yang diamati pertumbuhan relatif dan waktu mencapai puncak populasi. 15 isolat

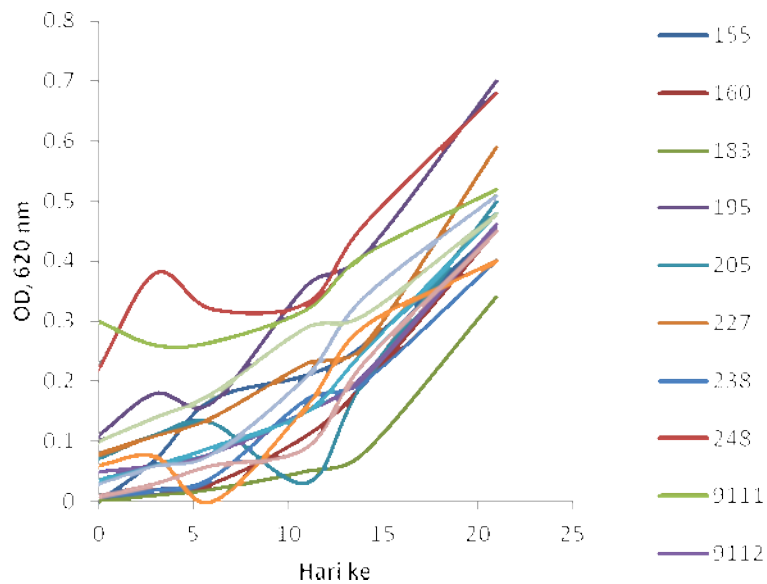
rata-rata pada hari ke 14 dengan media BG 11 diperoleh perkembangan pertumbuhan 15 isolat ganggang mikro, seperti terlihat pada Gambar 2.

Berdasarkan laju pertumbuhan relatif tinggi kerapatan optiknya dan waktu mencapai puncak yang cepat, dipilih empat isolat dengan kode isolat ganggang mikro ICBB 9111, ICBB 9112, ICBB 9114 dan PLB 6354. Menurut Sutomo (2005), pada awal pertumbuhan nilai laju pertumbuhan relatif yang tinggi menunjukkan ganggang mikro cepat memiliki daya adaptasi terhadap lingkungan kultur yang baru dan menunjukkan bahwa ganggang mikro tersebut mengalami daya adaptasi yang cukup singkat dan langsung tumbuh dengan cepat.

Tabel 3. Sumber Isolat ganggang mikro koleksi ICBB-CC

Kode Isolat	Sumber Isolat
155	Pekunden Kuto Winangun, Kebumen
160	Batas Purworejo – Jogjakarta
183	Pakis, Delanggu – Klaten
195	Sitokaton, Siwali, Gondangrejo - Karanganyar
205	Ngadul, Sumbu Lawang – Sragen
227	Mayahan, Tawangharjo
238	Bledug Kuwu – Grobogan
248	Bledug Kuwu – Grobogan
9111	Gunung Salak- Bogor
9112	Singa Jaya – Indramayu
PLB 6354	Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo
9114	Telaga Warna – Puncak
293	Banyudono, Kaliiori – Rembang
346	Pargan, Kedung Haur - Indramayu

Sumber : ICBB-CC



Gambar 2. Pertumbuhan 15 isolat lokal ganggang mikro

Pertumbuhan Isolat

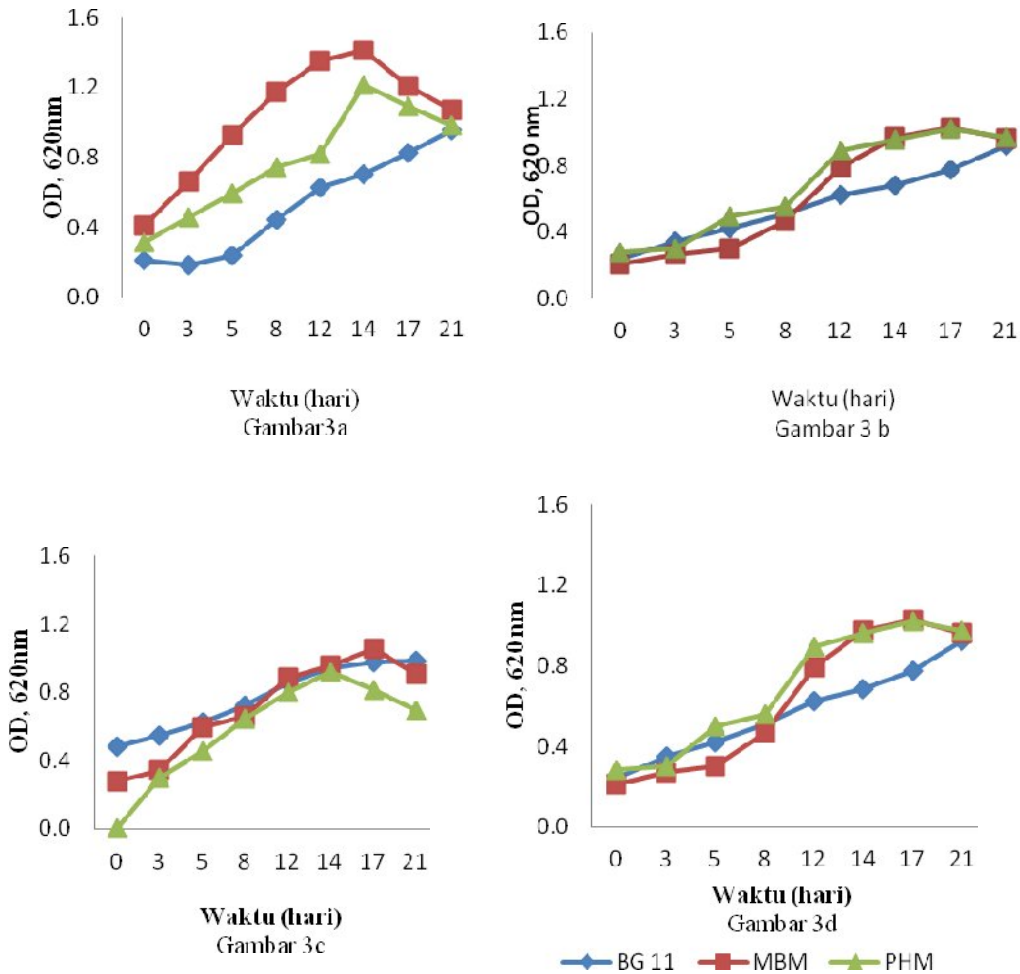
Hasil Pengamatan sampling 4 kultur sel di akuarium 5 L dengan 3 media (BG11, MBM dan PHM) pada umumnya berbentuk kurva “S” yang ditandai oleh adanya fase adaptasi, fase tumbuh eksponensial, dan fase stasioner. Gambar 3 a,b,c dan d

memperlihatkan fase adaptasi relatif lama pada kultur dengan media BG 11 dibanding media MBM dan PHM, namun pertumbuhan kultur pada hari ke 21 pada media BG 11 masih menunjukkan pertumbuhan. Capaian kepadatan optik (OD_{620nm}) optimum (Gambar 3a – d) pada hari ke 17 dengan 3

media (BG 11,MBM dan PHM) untuk isolat 9111 masing-masing sebesar : 0,678; 1,055; 0,816 , isolat 9112 sebesar : 0,448; 1,207; 1,093, isolat 9114 sebesar : 0,957; 1,038; 1,968 dan isolat PLB 6354 sebesar : 0,773; 1,027; 1,326.

Hasil Pengamatan sampling 4 kultur sel di akuarium 5 L dengan 3 media (BG11, MBM dan PHM) pada umumnya berbentuk kurva “S” yang ditandai oleh adanya fase adaptasi, fase tumbuh eksponensial, dan fase stasioner. Pertumbuhan isolat ICBB 9111 dan ICBB 9112, ICBB 9114 dan PLB 6354 pada tiga media tersaji pada Gambar 3 (a,b,c dan d).

Perbedaan laju pertumbuhan dalam kultur ganggang mikro dipengaruhi oleh perbedaan andaya adaptasi terhadap lingkungannya, meskipun sudah dilakukan pengambilan inokulum pada kondisi fase logaritmik. Hal ini terlihat pada kurva laju pertumbuhan isolat 9111 (Gambar 3a) dengan media BG11 fase lag lebih lama sampai hari ke 5 dibandingkan dengan media MBM dan PHM. Fase logaritmik (eksponensial) mulai hari ke 6 – 12, fase penurunan laju tumbuh hari 13 – 17, fase stasioner hari 18 – 21 dan fase kematian mulai hari 22. Daya adaptasi isolat 9112 pada media BG 11 hampir sama dengan isolat 9111.



Gambar 3. Pertumbuhan Isolat ICBB 9111 (a), ICBB 9112 (b), ICBB 9114 (c) dan PLB 6354 (d) dengan 3 media BG11, MBM dan PHM

Laju pertumbuhan isolat ICBB 9114 dan isolat PLB 6354 (Gambar 3c dan 3d) dengan 3 media daya adaptasi terhadap lingkungan sangat cepat, perkembangan sel dalam kultur ganggang mikro yang terdiri 5 fase serempak. Isolat 9114 dan PLB 6354 pada media PHM mempunyai nilai OD tinggi (Gambar 3c dan 3d), namun fase penurunan laju tumbuh dan fase stasioner media MBM masih lebih panjang.

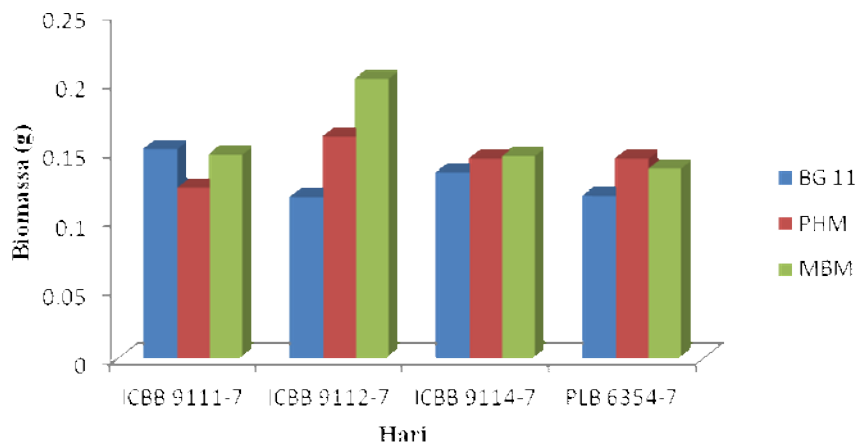
Kandungan KH_2PO_4 di media MBM tidak terdapat pada 2 media (BG 11 dan PHM) sangat mempengaruhi pertumbuhan ganggang mikro. Unsur hara makro untuk pertumbuhan ganggang mikro pada media MBM sangat terpenuhi terutama unsur K dan P. Kebutuhan akan besarnya kandungan dan jenis nutrisi ganggang mikro sangat tergantung pada kelas atau jenis ganggang mikro itu sendiri disamping jenis perairan dimana ganggang mikro tersebut hidup.

Menurut Pomeroy (1999), laju pertumbuhan ganggang mikro tergantung pada ketersediaan nutrisi yang ada dan akan sebanding dengan meningkatnya konsentrasi nutrisi hingga mencapai suatu konsentrasi yang saturasi. Setelah keadaan ini, pertumbuhan ganggang mikro tidak tergantung lagi pada konsentrasi nutrisi.

Fosfor merupakan unsur esensial bagi pertumbuhan ganggang mikro,

sehingga menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan ganggang mikro akuatik. Fosfor yang telah diserap oleh sel akan menjadi bagian dari komponen struktural sel dan berperan pula dalam proses-proses pengalihan energi di dalam sel. Fosfor ditemukan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat di perairan. Ortofosfat merupakan produk ionisasi dari asam ortofosfat yang paling sederhana dan dapat dimanfaatkan secara langsung oleh ganggang mikro (Boyd, 1992). Kalium di dalam ganggang mikro mendorong pembelahan sel dan mendorong untuk pembentukan karbohidrat, memelihara kandungan air, mendorong pembelahan sel, mendorong proses fotosintesis, pembentukan dan transportasi gula.

Gambar 4 memperlihatkan kecepatan pertumbuhan pada media BG 11 yang paling tinggi pada isolat ICBB 9111 adalah 0,152 g-biomassa/hari. Pada media PHM kecepatan pertumbuhan yang paling tinggi pada isolat 9112 adalah 0,161 g-massa/hari, sedangkan untuk media MBM yang paling tinggi pada isolat 9112 adalah 0,203 g-massa/hari. Tingginya kecepatan pertumbuhan keempat isolat berkaitan erat dengan karakter spesifik tiap jenis ganggang mikro.



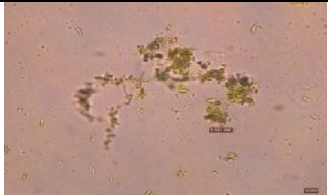
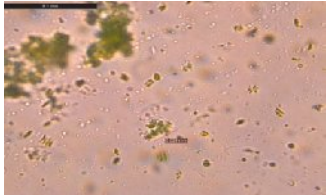

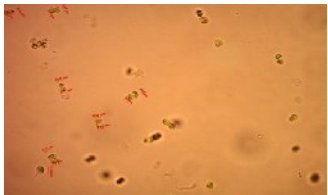
Gambar 4. Kecepatan pertumbuhan biomassa (g) selama 7 hari isolat ganggang mikro dalam media BG11, PHM dan MBM

Identifikasi Isolat

Hasil identifikasi ganggang mikro menggunakan kunci indentifikasi Toshiniko Mizuno “*Halustrations of The Fresh water Plankton of Japan*”, 1970. Identifikasi ganggang mikro yang utama didasarkan pada karakteristik morfologi serta sifat-sifat selular seperti: sifat pigmen fotosintetik; struktur sel dan flagela yang dibentuk oleh sel-sel yang bergerak. Karakteristik morfologi spesies ganggang mikro terdapat sebagai sel tunggal yang dapat berbentuk bola, batang, gada atau kumparan. Ganggang mikro memiliki ukuran sangat beragam. Ganggang mikro ada yang memiliki flagela ada yang tidak. Bersifat uniseluler tetapi spesies tertentu membentuk koloni-koloni multiseluler. Beberapa koloni merupakan

agregasi (kumpulan) sel-sel tunggal identik yang saling melekat setelah pembelahan. Ganggang mikro sebagaimana protista eukariotik yang lain, mengandung nukleus yang membatasi membran yang mengandung pati, tetesan minyak dan vakuola. Setiap sel mengandung satu atau lebih kloroplas, yang dapat berbentuk pita, di dalam matriks kloroplas terdapat gelembung-gelembung pipih bermembran yang dinamakan *tilakoid*. Membran tilakoid berisikan klorofil dan pigmen-pigmen pelengkap yang merupakan situs reaksi cahaya fotosintesis. Berdasarkan karakterisasi morfologi empat isolat yang telah diidentifikasi termasuk kelas *chlorophyceae* (Tabel 4).

Tabel 4. Karakterisasi morfologi ganggang mikro ICBB 9111, ICBB 9112, ICBB 9114 dan LB 6354 dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x

No	Strain	Kelas - spesies	Sifat pigmen	Struktur sel	Morfologi
1	ICBB 9111	Chlorophyceae - <i>Crucigenia quadrata</i>	klorofil a,b, c, d dan pyrenoid	Bulat dengan ukuran panjang 3-7 μ m dan lebar 3-6 μ m	
2	ICBB 9112	Chlorophyceae - <i>Scenedesmus bijuga</i>	klorofil a,b, karoten (α,β,γ) dan beberapa xantofil	Silinder yang meruncing dengan ukuran panjang 12-25 μ m dan lebar 3- 9 μ m	
3	ICBB 9114	Chlorophyceae - <i>Chlorella vulgaris</i>	Hijau	Bulat lonjong (ellipsoidal) dengan garis tengah sel antara 2-8 μ m	
4	PLB 6354	Chlorophyceae - <i>Chlorella vulgaris</i>	Hijau	Bulat	

Hasil analisis proksimat yang diperoleh pada penelitian ini dengan media kultur MBM isolat ICBB9111 memiliki kandungan karbohidrat dan protein tertinggi sebesar 42,27% dan 31,54% jika dibandingkan dengan 3 isolat (ICBB 9112, ICBB 9114 dan PLB 6354).

Brown *et al.* (1997) menjelaskan bahwa pada saat kultur berada pada fase stasioner, komposisi mikroalga berubah secara signifikan karena terbatasnya kandungan nitrat pada media kultur yang mengakibatkan kandungan karbohidrat meningkat hingga dua kali lipat dari kandungan protein. Menurut Chu *et al.* (1982), kandungan karbohidrat total meningkat sesuai dengan umur dari kultur mikroalga Namun demikian isolat ICBB 9111 dan ICBB 9112, jika dibandingkan dengan penelitian Sukei *et al.* (2009), yang menunjukkan bahwa *Chlorella vulgaris* mengandung karbohidrat kurang lebih 20,70 %.

Hasil penelitian kandungan karbohidrat berat kering species *Chlorella Vulgaris* yang berasal dari Kecamatan

Garung, Kab Wonosobo dari hasil penelitian ini 17,22% diatas range penelitian Becker E.W, (1994) yaitu : 12 – 17% .Potensi kemungkinan untuk dingkatkan kandungan karbohidrat ganggang mikro dari Kecamatan Garung, Kab Wonosobo species *chlorella vulgaris* masih bisa. Komposisi media MBM memiliki komposisi nutrien yang lengkap bila dibandingkan dengan media Walne maupun media teknis.. Perbedaan kadar karbohidrat diduga karena faktor lingkungan antara lain ditumbuhkan pada media yang berbeda, pH dan suhu serta tempat pengambilan isolat juga berpengaruh.

Spirulina platensis hasil penelitian Widianingsih *et al.* (2008) diperoleh dari stok murni Laboratorium Pakan Alami, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara dan Kabinawa *et al.* (2000) *Spirulina platensis* diperoleh dari stok murni Puslitbang Bioteknologi – LIPI, Cibinong- Bogor dengan media yang sama, hasil analisis proksimat yang meliputi : karbohidrat, lemak dan protein berbeda (Tabel 5)

Tabel 5. Hasil indentifikasi isolat ganggang mikro dan analisis proksimat (% berat kering)

Nama Isolat	Kode Isolat	Karbohidrat	Lemak	Protein	Kadar Abu	Kadar Air	Media	Referensi
<i>Crucigenia quadrata</i>	ICBB 9111	42,27	0,20	31,54	17,57	9,20	MBM	Penelitian ini
<i>Scenedesmus bijuga</i>	ICBB 9112	21,30	0,16	23,73	43,23	11,26	MBM	Penelitian ini
<i>Chlorella vulgaris</i>	ICBB 9114	16,66	0,20	14,80	62,64	6,48	MBM	Penelitian ini
<i>Chlorella vulgaris</i>	PLB 6354	17,22	0,17	20,09	56,07	7,29	MBM	Penelitian ini
<i>Spirulina platensis</i>	-	15,48	0,51	50,50	14,45	4,78	Teknis	Widiansih <i>et al.</i> (2008)
<i>Chlorella vulgaris</i>	-	20,70	2,54	23,20	-	-	Walne	Sukei <i>et al.</i> (2009)
<i>Chlorella vulgaris</i>		10,3 – 44,0					Walne	Guerrero (2010)
<i>Spirulina platensis</i>		17,12	5,92	57,60			Teknis	Kabinawai <i>et al.</i> (2000)

Sampling Ganggang Mikro di Kolam Kanal

Pertumbuhan 4 kultur sel pada umumnya berbentuk kurva “S” yang ditandai oleh adanya fase adaptasi, fase tumbuh eksponensial, dan fase stasioner. Kepadatan optik (OD) ganggang mikro terseleksi di *kolam kanal* dengan media MBM kombinasi dicapai ≥ 1 tidak sama.

Laju pertumbuhan empat kultur (ICBB 9111, 9112, 9114 dan PLB 6354) di *kolam kanal* selalu dipantau untuk mengetahui tingkat adaptasi terhadap lingkungan habitatnya (Ghezalbash *et al.*, 2008). Laju pertumbuhan di kolam kanal jauh lebih cepat dibandingkan pada saat kultur di indoor, perbedaan ini disebabkan antara lain CO₂ dan intensitas cahaya. CO₂ sebagai sumber karbon utama bagi proses fotosintesis ganggang mikro cukup tersedia sehingga proses metabolisme dapat berlangsung cepat dan kerapatan sel meningkat. Cahaya memiliki pengaruh yang besar terhadap komposisi kimia alga fotosintesis. Umumnya penurunan intensitas cahaya akan meningkatkan klorofil a dan pigmen yang lain (klorofil b, klorofil c, fikobiliprotein, dan karotenoid) sedangkan intensitas cahaya yang tinggi akan menurunkan klorofil a dan pigmen yang lain (Richmond 2004). Kombinasi nutrisi pada media MBM kombinasi adalah penambahan pupuk TSP (sulfur dan fosfor yang terkandung dalam pupuk TSP).

Media MBM kombinasi pada *kolam kanal* mampu menghasilkan kerapatan optik (OD) = 2, yaitu PLB 6354 dan yang mampu menghasilkan panen sampai 45 hari, ICBB 9112 dengan total hasil panen : 138,6489g

Suhu ganggang mikro pada kolam kanal berkisar 30 – 35 °C dan volume tetap dijaga sedemikian rupa seperti awal kultivasi (dengan cara menambah air untuk memanfaatkan nutrisi yang ada).

Sampling ganggang mikro ICBB 9111 di kolam kanal dengan volume 95L dan dilakukan pemanenan pertama setelah

lima hari menghasilkan biomassa kering 8,7186g dengan OD = 0,62. Pemanfaatan media yang digunakan di kolam kanal selama 28 hari dengan total biomassa kering yang dihasilkan sebanyak 80,3947g. Penanaman ganggang mikro ICBB 9112 di kolam kanal dengan volume 100L dan dilakukan pemanenan pertama setelah lima hari penanaman menghasilkan biomassa kering 8,7186g dengan OD = 0,62 pemanenan pertama setelah 5 hari penanaman menghasilkan biomassa kering 3,3145g dalam 10L dengan OD=0,672 dan panen yang dihasilkan setelah dua belas hari penanaman OD yang dicapai 1,433 dalam 100L menghasilkan biomassa kering sebanyak 30,1546g. Pemanfaatan media yang digunakan di kolam kanal selama 50 hari dengan total biomassa kering yang dihasilkan sebanyak 139,6489g. Ganggang mikro ICBB 9114 setelah sembilan hari penanaman OD yang dicapai 1,412 dan Ganggang mikro PLB 6354 setelah empat belas hari penanaman OD yang dicapai 1,211. Lamanya hasil pemanenan biomassa kering tidak sama. Ganggang mikro 9111 pemanenan selama 28 hari dan biomassa kering yang dihasilkan 80,48 g. Ganggang mikro 9112 pemanenan selama 47 hari dan biomassa kering yang dihasilkan 139,70g. Ganggang mikro 9114 pemanenan selama 54 hari dan biomassa kering yang dihasilkan 101,46g. Ganggang mikro PLB 6354 pemanenan selama 54 hari dan biomassa kering yang dihasilkan 101,46g.

Hasil pemanenan pada saat OD ≥ 1 lebih maksimal dibanding dengan OD $\leq 0,5$. Ganggang mikro PLB 6354 pada saat penanaman di kolam kanal (hari 0) OD = 0,020 hari ke 8 di *kolam kanal* OD yang dicapai 0,660 dalam 5 liter menghasilkan 1,7282g bobot kering (lama pengeringan secara alami selama 2 hari). Hasil panen pada OD = 3 (pada hari ke 14) hasil panen dalam 50 liter menghasilkan 32,6206g.

Karbohidrat tertinggi *Crucigenia Quadrata* ICBB 9111, karena terjadinya proses akumulasi karbohidrat terutama pada

dinding sel sebagai respon terhadap kondisi lingkungan serta indikasi tingginya proses fotosintesis di kolam kanal. Karbohidrat yang terkandung dalam biomassa ganggang mikro dapat diproses menjadi bioetanol. Pada ganggang mikro air tawar ini kandungan glukosa juga meningkat sebagai reaksi terhadap kenaikan tekanan osmotik medium.

Produksi biomassa tertinggi *Scenedesmus bijuga* (ICBB 9112), hal ini dikarenakan kemampuan ganggang mikro dalam memanfaatkan hara pada kultur biakannya (Becker, 1984) dan energi untuk menjalankan fotosintesis (Kersey dan Munger, 2009).

Dengan demikian dapat disimpulkan *Crucigenia quadrata* ICBB 9111 memberikan respons yang berbeda untuk menyerap unsur hara yang ada pada media, dimana TSP yang mengandung unsur fosfat dan sulfur yang tinggi memacu pembentukan protein yang lebih tinggi. Kekurangan unsur P akan menurunkan protein, klorofil -a, RNA dan DNA serta meningkatkan kadar karbohidrat (Richmond A.E,1990)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ganggang mikro ICBB 9111, ICBB 91132, ICBB 9114 dan PLB 6354 merupakan ganggang mikro hasil seleksi berdasarkan laju pertumbuhan dengan menggunakan tiga media (BG 11, PHM dan MBM). Identifikasi karakteristik morfologi ganggang mikro menunjukkan bahwa ICBB 111 adalah *Crucigenia quadrata*., ICBB 9112 adalah *Scenedesmus bijuga*., ICBB 9114 adalah *Chlorella vulgaris*., dan PLB6354 adalah *Chlorella vulgaris*. Kualitas ganggang mikro dominan dipengaruhi oleh media tumbuh. *Crucigenia quadrata*, ICBB 9111 memberikan respons yang berbeda untuk menyerap unsur hara yang ada pada media dan mengandung karbohidrat yang paling tinggi yaitu 42,27% dibanding tiga isolat lainnya. Dengan media

MBM kombinasi dan berdasarkan karakteristik laju pertumbuhan serta komponen utama yang dikandungnya ganggang mikro indigen perairan tawar koleksi ICBB – CC yaitu : *Crucigenia quadrata* (ICBB 9111), *Scenedesmus bijuga* (ICBB 9112) *Chlorella vulgaris* (ICBB 9114) dan *Chlorella vulgaris* (PLB6354) dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol.

Saran

Pada penelitian selanjutnya perlu optimasi kultivasi ganggang mikro untuk dapat meningkatkan kadar karbohidrat sehingga dapat dikembangkan proses produksi dari konversi biomasa mikroalga menjadi bahan baku bioetanol mengingat potensi yang dimilikinya sangat besar. Selain itu, mikroalga merupakan sumberdaya alam terbarukan yang tergolong biomasa dengan biodiversitas tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R.A., 2005. Algal Culturing Technique. Elsevier Academic Press. UK.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry*. Washington DC : Association of Official Analytical Chemist.
- Basmal, J., 2008. Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Mikroalga sebagai Biofuel. *Squalen* 3 (1): 34 – 39
- Becker, E.W., 1994. Oil Production in Microalgae : Biotechnology and Microbiology, Baddiley, et al., (eds). Cambridge University Press.
- Borowitzka, M.A., 1988. Algal Growth Media Sources of Algal Cultures. Dalam Borowitzka MA dan Borowitzka LJ (eds) *Microalgal Biotechnology*. 456 – 465.

- Brown, M.R., 2002. Nutritional Value of Microalgae for Aquaculture. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*; 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. 281 – 292.
- Chisti, Y., 2008. Biodiesel from Microalgae Beats Bioethanol. *Trends in Biotechnology* 26(3): 126 – 131.
- Guerrero, M.G., 2010. Bioethanol from Microalgae. Instituto Bioquímica Vegetal y Fotosintética. *Fotosíntesis*, Sevilla. pp.26.
- Harun, R, Danquah M.K, & G.M. Forde. 2009. Microalgal Biomass as a Fermentation Feedstock for Bioethanol Production. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* Vol 85(2): 199 – 203
- Isnansetyo, A., & Kurniastuty, 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton, Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Kim, S., & B.E. Dale. 2005. Life Cycle Assessment of Various Cropping Systems Utilized for Producing Biofuels : Bioethanol and Biodiesel. *Biomass and Bioenergy* 29 : 426-439.
- Patil V, Tran, K.Q., & Giselrod, H.R., 2008. Towards Sustainable Production of Biofuels from Microalgae. *Int. J. Mol. Sci* 9: 1188 – 1195.
- Riyanti, E.I., 2009. Biomassa Sebagai Bahan Baku Bioetanol, *Jurnal Litbang Pertanian* : 28(3) : 101-110.
- Richmond, A., 2004. Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology: Oxford. Blackwell Science. 577
- Sutomo. (2005). Kultur Tiga Jenis Mikroalga (*Tetraselmis* sp., *Chlorella* sp. dan *Chaetoceros gracilis*) dan Pengaruh Kepadatan Awal Terhadap Pertumbuhan *C. Gracilis* di Laboratorium. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 37 : 43-58. Pusat Penelitian Oseanografi.
- Toshiniko, M., 1970. Halustration of the Fresh Water Plankton of Japan. Hoikhusa Publishing Co. Ltd.
- Tokusoglu, O., & M.K. Uunal. 2006. Biomass Nutrient Profile of Three Microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Isochrysis galbana*. *J. Food Sci* 86 (4):1144-1148.
- Teresa, M.M., Antonio A.M., & N.S. Caetano. 2010. Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications: A Review, *Renewable and Sustainable Energy*, 14 217-232
- Vander Gheynst, J., 2008. The Future of Microalgae in Clean Technologies. University of California, Davis: 37.
- Xiang, Q., Y.Y Lee, P.O. Petterson & R.W. Torget. 2003, Heterogeneous aspects of acid hydrolysis of alpha-cellulose. *Appl Biochem Biotechnol* 105-108 : 505-514.