

PENGARUH *GROWTH RATE*, KANDUNGAN NITRAT DAN INTENSITAS CAHAYA TERHADAP PRODUKTIVITAS BIOMASSA OLEH MIKROALGA *CHLAMYDOMONAS* sp

Rufaida Nur Rostika

Universitas Pandanaran

Jl. Banjarsari Barat No. 1, Pedalangan, Banyumanik, Semarang

email: fida.rostika@gmail.com

Abstrak

Mikroalga *Chlamydomonas* sp dapat menghasilkan biomassa dengan cara mengubah CO₂ dan dimanfaatkan sebagai penghasil energi biomassa. Pemberian laju alir dan konsentrasi gas CO₂ yang bervariasi pada kultur *Chlamydomonas* sp menunjukkan adanya pengaruh terhadap growth rate dan pH pada masa kultivasi. Growth rate mikroalga *Chlamydomonas* sp mulai terbentuk secara maksimal dan produktivitas biomassa meningkat pada laju alir CO₂ 0,013 l/min sampai dengan 0,022 l/min. Pengaruh kandungan nitrat menyebabkan pH dapat menjadi asam maupun basa, dengan konsentrasi CO₂ ditambah maka nitrat berlebih sehingga media kultivasi menjadi basa dan produktivitas biomassa meningkat. Kandungan nitrat tertinggi pada konsentrasi CO₂ 30% dan 40%. Laju pertumbuhan dan produktivitas mikroalga cenderung naik pada kondisi terang atau pencahayaan maksimal, sedangkan cenderung konstan pada kondisi gelap. Perlakuan penelitian terhadap *Chlamydomonas* sp dilakukan pada reaktor buble column dan tubular dengan 6 liter medium kultur pada suhu 28°C dan tekanan atmosferik.

Kata kunci: Mikroalga, *chlamydomonas* sp, biofiksasi CO₂, biogas, growth rate, kandungan nitrat, intensitas cahaya

Abstract

Microalgae Chlamydomonas sp can produce biomass by changing CO₂ and used as an energy-producing biomass. The provision of gas flow rate and the concentration of CO₂ varies in Chlamydomonas sp culture shows the influence of the growth rate and pH during cultivation. Growth rate of microalgae Chlamydomonas sp began to form maximal biomass and productivity increases in CO₂ flow rate of 0,013 l / Lmin up to 0.022 l / Lmin. Effect of nitrate content causes the pH can be acidic or alkaline, with a CO₂ concentration of nitrate plus the excess so that the cultivation medium becomes alkaline and increased biomass productivity. The highest nitrate at a concentration of 30% CO₂ and 40%. Microalgae growth rate and productivity tends to rise in bright conditions or maximum illumination, while relatively constant in dark conditions. Treatment studies of Chlamydomonas sp performed on coloumn and tubular bubble reactor with 6 liters of culture medium at a temperature of 28oC and atmospheric pressure.

Keywords: Microalgae, Chlamydomonas sp, biofiksasi CO₂, biogas, growth rate, nitrate, light intensity

PENDAHULUAN

Dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti

bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil. Salah satu sumber energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan adalah biogas.

Biogas dapat diproduksi dari kotoran hewan, jerami ataupun tanaman lain yang mengandung C/N tinggi. Untuk dapat

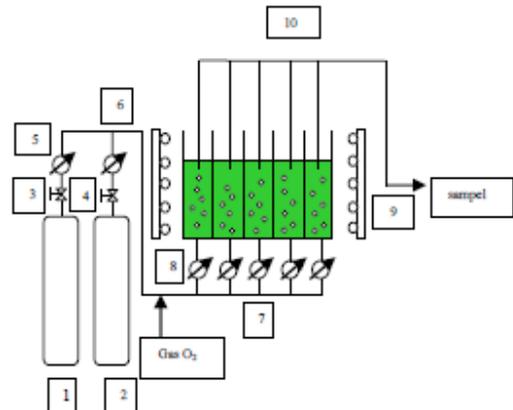
digunakan sebagai bahan bakar alternatif, biogas harus dimurnikan dari gas CO₂ dan H₂S sehingga nilai kalor biogas meningkat. Saat ini kandungan gas *methane* yang ada di biogas yaitu 40-60% dan hal ini setara dengan 18-21 MJ/m³ (4800-6900 kkal/m³). Hal ini masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan nilai kalor gas *methane* murni yaitu 9000 kkal/m³ (Nurhasanah et al, 2006). Melalui proses pemurnian dengan cara penyerapan gas CO₂ dan H₂S maka kandungan CH₄ dalam biogas akan meningkat mendekati gas CH₄ murni. Sebagai acuan bahwa 10% gas CH₄ setara dengan 1 kWh/m³. Di lain pihak diketahui juga bahwa 1,5-2 m³ biogas akan setara dengan 1 L bahan bakar solar diesel. Dengan pemurnian biogas dari CO₂ dan H₂S maka diharapkan bahwa nilai kalor biogas akan meningkat dan energi yang dihasilkan lebih besar

Pemurnian menggunakan mikroalga merupakan suatu teknologi yang inovatif dan ekonomis karena mikroalga tersedia di alam dengan berbagai macam jenis spesiesnya. Dengan kemampuan mengkonsumsi karbon yang tinggi mikroorganisme ini sangat potensial untuk menyerap gas CO₂ di biogas. Selain itu perlu dianalisa proses biofiksasi CO₂ oleh mikroalga agar diperoleh hasil konversi ke biomassa yang tinggi. Dengan teknologi ini maka diharapkan diperoleh biogas dengan nilai kalor tinggi dan suatu paket teknologi yang ramah lingkungan merupakan target utama penelitian ini.

METODE PENELITIAN

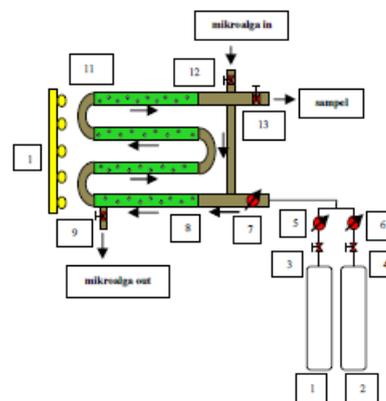
Produksi biomassa *Chlmydomonas sp* dilakukan pada kondisi operasi suhu 28°C, tekanan atmosferik, variabel laju alir gas CO₂ 0,031 l/l min - 0,071 l/l min dan konsentrasi gas CO₂ 10% volume - 40% volume. Reaktor yang digunakan adalah jenis *buble coloumn* pada percobaan konsentrasi CO₂ 10% volume dan 20% volume seperti pada gambar 1, dan reaktor tubular pada percobaan konsentrasi CO₂ 30% volume dan 40% volume seperti pada gambar 2. Medium kultur yang digunakan sebanyak 6 liter dengan pencahayaan 4

lampu Philip masing-masing berdaya listrik 20W.



Gambar 1.

Rangkaian alat penelitian untuk konsentrasi gas CO₂ 10% volume dan 20% volume, 1. Tabung gas N₂; 2. Tabung gas CO₂; 3. Valve tabung gas N₂; 4. Valve tabung gas CO₂; 5. Flow meter tabung gas N₂; 6. Flow meter tabung gas CO₂; 7. Flow meter *photobioreactor*; 8. *Photobioreactor* jenis *buble coloumn*; 9. Lampu; 10. Hasil gas



Gambar 2.

Rangkaian alat penelitian untuk konsentrasi gas CO₂ 30% volume dan 40% volume, 1. Tabung gas N₂; 2. Tabung gas CO₂; 3. Valve tabung gas N₂; 4. Valve tabung gas CO₂; 5. Flow meter tabung gas N₂; 6. Flow meter tabung gas CO₂; 7. Flow meter *photobioreactor*; 8. *Photobioreactor* jenis *tubular coloumn*; 9. Valve keluaran mikroalga; 10. Lampu; 11. Elbow; 12. Valve masukan mikroalga; 13. Tempat pengambilan sampel

Tahapan penelitian dimulai dengan membiakkan kultur murni *Chlamydomonas sp* pada variasi laju alir gas CO₂ dan variasi konsentrasi gas CO₂ dengan tujuan untuk memperoleh data pertumbuhan mikroalga. Pada percobaan dengan konsentrasi CO₂ 10% volume dan 20% volume tidak ditetapkan perbandingan rasio nutrient, sedangkan pada percobaan dengan konsentrasi 30% volume dan 40% volume menggunakan rasio nutrient dimana unsur C dijadikan *limiting*.

Setelah harga kultivasi mendekati 1 dengan membacanya di spektrofotometer pada panjang gelombang 680 nm (OD680) pembiakan kultur dihentikan dan dilakukan beberapa analisa seperti analisa hasil gas untuk mengetahui seberapa besar gas CO₂ yang dapat diserap oleh mikroalga dengan rumus :

$$\frac{\text{mol CO}_2 \text{ yang terserap}}{\text{mol CO}_2 \text{ total}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\mu(t)/\text{hari} = \ln \frac{X(t)}{X(0)} \quad (2)$$

$$\text{produktivitas}/\text{hari} = \frac{\text{biomassa}}{\text{hari}} \quad (3)$$

Analisa growth rate dan produktivitas mikroalga dengan rumus :

Disini X(t) adalah produksi biomassa pada waktu tertentu, sedangkan X(0) adalah nilai biomassa awal. Produktivitas dihitung dengan produksi biomassa pada konsentrasi tertentu dibagi dengan lama kultivasi.

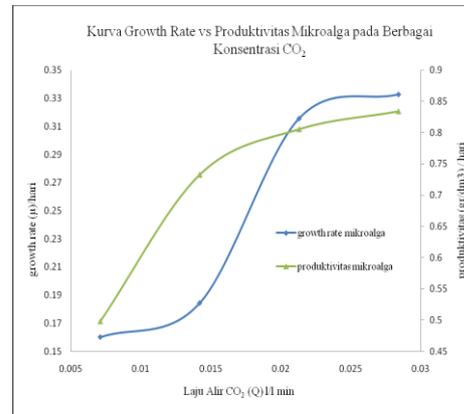
Perbedaan perlakuan kondisi pH antara konsentrasi CO₂ 10% volume dan 20% volume yang diatur pada pH asam serta pada konsentrasi CO₂ 30% volume dan 40% volume yang diatur pada pH basa sangat mempengaruhi hasil analisa.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Growth Rate dan Produktivitas

Pada penelitian ini, *growth rate* akan dibandingkan dengan produktivitas dari

segi laju alir gas CO₂ seperti terlihat dalam gambar 3.



Gambar 3.
Kurva perbandingan *growth rate* dengan produktivitas mikroalga

Pada penelitian yang dilakukan oleh Winarno dkk (2007), produktivitas mikroalga jenis *Chlamydomonas* mencapai 0,494 (gr/dm³)/hari tanpa adanya penambahan nutrient. Sedangkan dari penelitian ini diperoleh produktivitas sebesar 0,834 (gr/dm³)/hari dengan penambahan nutrient. Hal ini membuktikan bahwa untuk meningkatkan produktivitas mikroalga diperlukan kondisi operasi yang optimal dan ketersediaan nutrient.

Laju pertumbuhan (*growth rate*) berbanding lurus dengan produktivitas karena dengan laju pertumbuhan yang optimal akan menghasilkan produktivitas yang optimal pula. Mikroalga yang mempunyai pertumbuhan baik akan lebih aktif mengkonversi CO₂ menjadi biomassa sehingga produktivitas biomassa menjadi tinggi (Setiawan dkk, 2008).

Dari kurva terlihat bahwa pada konsentrasi CO₂ 10% volume dan 20% volume baik *growth rate* maupun produktivitas mengalami kenaikan, sedangkan pada konsentrasi CO₂ 30% volume dan 40% volume baik *growth rate* maupun produktivitas mulai konstan. Hal ini membuktikan bahwa senyawa karbonat (HCO₃⁻) pada konsentrasi 10% volume dan 20% volume masih bisa dimanfaatkan oleh kultur untuk dirubah ke dalam biomassa dengan bantuan CA (*Carbonic Anhydrase*),

sedangkan pada konsentrasi CO₂ 30% volume dan 40% volume, aktivitas CA sudah menurun sehingga efektivitas CA dalam memanfaatkan senyawa karbonat mulai berkurang.

2. Pengaruh Kandungan Nitrat terhadap pH
Semakin tinggi kerapatan sel pada medium kultur menyebabkan kondisi medium kultur meningkat tingkat kebasannya (pH semakin tinggi) dan hal itu menyebabkan peningkatan CO₂ terlarut dalam medium kultur (Wijanarko dkk, 2007).

	pH pada percobaan ke-			
	I (CO ₂)	II (CO ₂)	III (CO ₂)	IV (CO ₂)
	1	2	3	4
	0	0	0	0
Hari	%	%	%	%
k	v	v	v	v
e	o	o	o	o
-	l	l	l	l
u	u	u	u	u
m	m	m	m	m
e	e	e	e	e
)))))
1	7	7	7	7
2	7	7	7,5	7,3
3	7	6,9	7,9	7,7
4	6,9	6,9	8	8,1
5	6,9	6,9	8,3	8,3
6	6,9	6,8	8,6	8,6
7	6,8	6,8	8,8	8,7

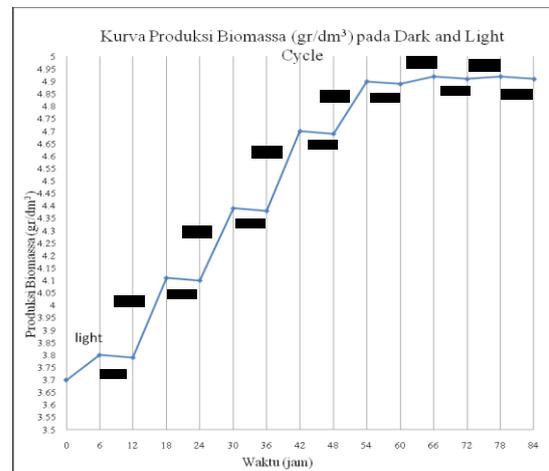
Tabel 1.

Nilai pH pada berbagai konsentrasi CO₂ selama masa kultivasi

Pada tabel 1 terlihat bahwa pada percobaan 1 dan 2 pH semakin turun (asam) karena medium kultur tidak tumbuh yang disebabkan oleh kandungan nitrat pada medium kultur kurang, sedangkan pada percobaan 3 dan 4 pH semakin naik (basa) karena kandungan nitrat tercukupi (dibuat berlebih).

3. Pengaruh *Light and Dark Cycle*

Pada penelitian ini, cahaya sangat berpengaruh pada pembentukan biomassa seperti terlihat dalam gambar 4.



Gambar 4.
Kurva produksi biomassa pada *dark and light cycle*

Pada grafik di atas terlihat perbedaan laju pembentukan biomassa antara kondisi terang dan gelap. Pada kondisi gelap, mikroalga tidak melakukan proses sintesa biomassa melainkan mempertahankan hidupnya dengan cara melakukan respirasi sel sehingga medium kultur menjadi jenuh oleh senyawa karbonat yang tidak dimanfaatkan mikroalga. Hal ini menyebabkan pengurangan proses transfer gas CO₂ ke dalam medium kultur (Wijanarko dkk, 2007).

SIMPULAN

1. Semakin tinggi laju alir gas CO₂ maka growth rate mikroalga *Chlamydomonas sp* akan mengalami kenaikan dan hal ini berbanding lurus dengan produktivitas biomassa pada masa kultivasi.
2. Pengaturan kondisi pH dan ketersediaan nutrient sangat mempengaruhi pertumbuhan media kultur, nitrat yang tercukupi (dibuat berlebih) dan kondisi pH yang basa akan meningkatkan pertumbuhan media kultur.
3. Tersedianya cahaya selama proses pertumbuhan media kultur sangat penting karena dengan cahaya yang cukup maka proses fotosintesis dimana CO₂ dirubah menjadi senyawa karbonat

yang kemudian dirubah menjadi biomassa dengan bantuan CA.

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, S., Sari, M., and Yuliusman. (2008). Mekanisme Absorpsi CO₂ dengan Menggunakan Fitoplankton. *Jurnal Ilmiah Bioteknologi*. Volume (19):115-119.
- Nurhasanah, A., Widodo, W. T., Asari, A., and Rahmarestia, E. (2006). Perkembangan Digester Biogas di Indonesia. *Jurnal Pertanian*. Volume (2):57.
- Wijanarko, A., Hermansyah, H., Gozan, M., and Witarto, B.A. (2007). Pengaruh Pencahayaan Siklus Harian Terhadap Produksi Biomassa *Chlorella vulgaris* Buitenzorg Dalam Fotobioreaktor Kolom Gelembung. *Jurnal Teknologi*. Volume (1):58-65.
- Winarno, B., Kuswandi, L., and Teguh, M. (2007). Absorpsi CO₂ dengan Metode *Wetted Wall Coloumn*. *Journal of Science and Technology*. Volume (5):86.