



LAPORAN TEKNIS INTERN

PERSIAPAN PERAKITAN DAN INSTALASI KOLAM KULTUR

Oleh: ADI MULYANTO



BALAI TEKNOLOGI LINGKUNGAN BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI IL98C

JAKARTA 2010

No. Induk : 0197/H/11
Klasifikasi : 0126
Subjek : 620.004.2
Harga / Asal :
Pemb. / Hed / Tk :
Katalog : 01/11/11

I. PENDAHULUAN

Gas karbon dioksida (CO_2) merupakan penyumbang yang terbesar terhadap peristiwa pemanasan global di dunia ini. Disatu sisi, Indonesia mempunyai kewajiban melaksanakan kesepakatan protokol Kyoto untuk ikut serta menurunkan kadar CO_2 di atmosfer. Sehingga secara langsung berkewajiban menjaga timbulnya gas rumah kaca dan mengurangi dampak pemanasan global. Total CO_2 yang dihasilkan di dunia ini, baik dari sumber yang disebabkan oleh kegiatan manusia (anthropogenic) maupun sumber yang dihasilkan oleh aktifitas alam diperkirakan berjumlah 25 juta ton per tahun, sedangkan gas non CO_2 yang juga merupakan gas rumah kaca diperkirakan sebesar 30 juta ton setara gas CO_2 per tahun.

Dampak dari pemanasan global antara lain adalah mencairnya es di kutub yang mengakibatkan naiknya permukaan air laut. Sebagai akibatnya adalah daerah yang rendah atau pulau-pulau akan tenggelam. Dampak lainnya adalah adanya perubahan iklim yang menyebabkan banjir, kekeringan, longsor, angin puting beliung dan bencana-bencana alam lainnya. Oleh karena itu, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) perlu aktif melakukan upaya penyerapan CO_2 sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini.

II. TUJUAN

Melakukan perakitan dan instalasi kolam kultur mikroalga serta persiapan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data tentang kinerja kolam kultur dalam menyerap emisi CO_2 dari boiler.

III. KEGIATAN

Kegiatan yang telah dilaksanakan terdiri dari 5 aktifitas penting yang menunjang hasil yang diharapkan dalam mendukung kegiatan tersebut. Kegiatan-kegiatan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penyiapan Perakitan dan Instalasi Kolam Kultur.
2. Penyiapan Air Sebagai Media Tumbuh.
3. Penyiapan Nutrisi Untuk Pertumbuhan Mikroalga.
4. Penyiapan Inokulum Mikroalga pada Kolam Kultur.
5. Penyiapan Gas Holder serta Injeksi Gas ke Kolam Kultur.

IV. HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

1. Persiapan Perakitan dan Instalasi Kolam Kultur.

Kolam kultur fitoplankton air tawar yang berbentuk *raceway* mempunyai volume sekitar 1.100 liter. Kedalaman air di dalam kolam dapat diatur masing-masing dengan ketinggian 20 cm, 15 cm, dan 10 cm. Kedalaman air yang dipakai dalam percobaan ini dipilih 20 cm. Kolam tersebut dilengkapi dengan tutup transparan yang terbuat dari plastik (mika) untuk memperkecil resiko kontaminasi terhadap kultur fitoplankton. Perlengkapan lain yang difasilitasi adalah sebagai berikut:

a. Pedal untuk proses pengadukan, penggerak elektromotor.

Proses pengadukan sangat penting untuk mencapai produksi biomassa yang maksimum di dalam kolam kultur. Proses pengadukan dapat mencegah pengendapan sel-sel fitoplankton dan dapat menghindari stratifikasi panas dan oksigen di dalam kolam.

Sistem pengadukan ini digerakkan oleh elektromotor 1 phase dengan tenaga $\frac{3}{4}$ HP. Untuk mengurangi putaran, maka dilengkapi dengan *gear box* dengan tipe 50 dengan perbandingan rasio putaran 1:60. Transmisi yang digunakan adalah V-belt dan rantai menggunakan pulley dan sproket. Putara awal elektromotor sebesar 1440 rpm. Dengan kecepatan yang sama, masuk ke dalam *gear box*. Keluar dari *gear box* mempunyai putaran sebesar 24 rpm. Dengan menggunakan sproket, putaran diperkecil menjadi 16 rpm. Dalam proses pengadukan, pedal tersebut dapat menghasilkan kecepatan alir dari media fitoplankton sebesar 19 m/menit. Pengoperasian pedal dilakukan menggunakan timer. Supaya kedap terhadap udara, maka pada as pedal terhadap badan kolam dipasang *seal*. Ketinggian total dari kolam sekitar 80 cm. Ketinggian tersebut cukup nyaman untuk melakukan pengamatan terhadap operasional kolam.

b. Pipa pemasukan gas CO₂.

Pipa gas CO₂ terdistribusi ke dalam kolam menjadi 3 bagian yang masing-masing dibagi lagi menjadi 2 bagian. Dengan demikian, batu aerator yang digunakan berjumlah 6 buah. Gas CO₂ diambil dari tabung yang sebelumnya mengalami pengkondisian konsentrasi terlebih dahulu. Konsentrasi gas CO₂ yang dimasukkan ke dalam kolam dibuat bertahap, yaitu sekitar 6%, 8%, dan 9%. Konsentrasi kadar CO₂ yang bertahap ini dimaksudkan sebagai proses aklimatisasi dari mikroalga. Pengenceran gas CO₂ menggunakan udara bebas.

- c. Pipa pemasukan air tawar dan nutrien.

Pipa ini langsung dihubungkan dengan alat ultra filtrasi yang dimiliki oleh Laboratorium Proses, Balai Teknologi Lingkungan. Tekanan air masuk ke dalam unit ultra filtrasi sekitar $2,5 \text{ kg/cm}^2$. Dengan tekanan yang besar tersebut, air hasil penyaringan menggunakan ultra filtrasi dengan mudah dapat mengalir pada ketinggian sekitar 10 m dengan pipa sepanjang kurang lebih 100 m. Untuk mengukur volume air yang dimasukkan ke dalam kolam, maka digunakan flow meter air yang terbuat dari plastik.

- d. Meja untuk meletakkan kolam kultur fitoplankton.

Kolam kultur fitoplankton terletak di atas meja dengan ketinggian 50 cm. Meja terbuat dari besi siku.

- e. Pelindung kolam kultur, berupa bangunan yang menyerupai *greenhouse*.

Bangunan ini berukuran panjang 18 m dan lebar 4 m. Atap terdiri dari 2 lapis. Lapisan atas terbuat dari plastik dan lapisan bawah terbuat dari plat gelombang PVC transparan.

- f. Pemipaan air tawar.

Pemipaan air tawar menggunakan slang plastik berukuran diameter $\frac{1}{2}$ inci dengan panjang sekitar 100 m yang langsung dihubungkan dengan unit ultrafiltrasi.

- g. Pemipaan gas CO_2 .

Pemipaan gas CO_2 menggunakan slang plastik berdiameter $\frac{1}{4}$ inci dengan panjang sekitar 50 m. Gas CO_2 murni berkualitas teknis (kemurnian lebih kurang 45% volume CO_2). Gas CO_2 ini dikemas dalam bentuk tabung bertekanan yang pada keadaan atmosferik bervolume sekitar 6 m^3 . Tabung gas tersebut disimpan di lantai I yang merupakan tempat peletakan tabung-tabung gas yang lainnya untuk keperluan utilitas Laboratorium Analitik BTL.

- h. Penampung gas CO_2 .

Penampung gas CO_2 ini terletak di samping kolam kultur fitoplankton. Jumlah penampung gas ada 4 buah. Satu penampung gas yang terbesar, bervolume

sekitar $4,5 \text{ m}^3$ dan 3 buah penampung gas masing-masing bervolume sekitar 2 m^3 . Mula-mula gas CO_2 dan udara dicampur di dalam penampung gas yang terbesar untuk menentukan konsentrasi campuran gas yang akan dimasukkan ke dalam ketiga penampung gas yang lebih kecil dan selanjutnya, menggunakan aerator (berjumlah 3 buah), campuran gas dimasukkan ke masing-masing kolam yang berjumlah 3 buah. Pengoperasian pencatuan campuran gas dilakukan secara *intermittent* yang diatur menggunakan timer.

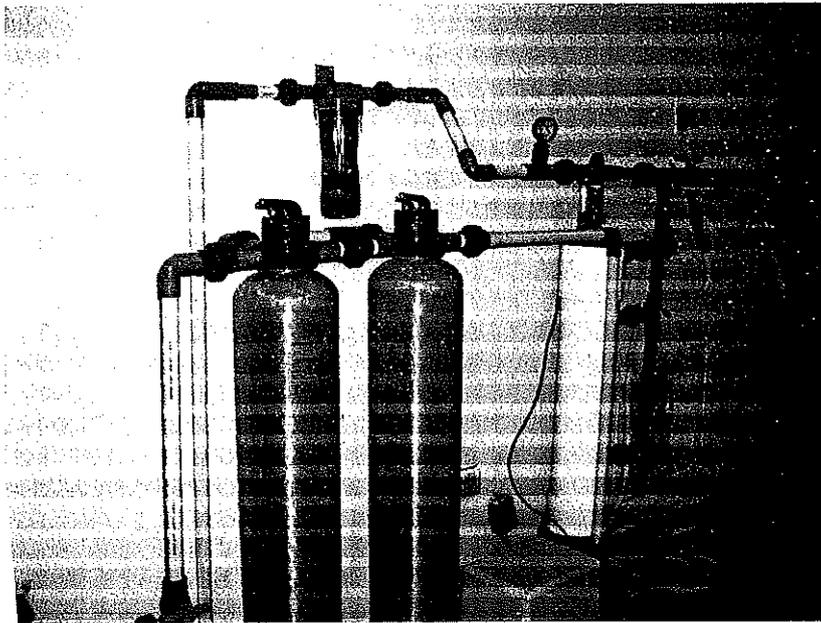
i. Pengkabelan.

Telah dipasang 1 buah panel box induk untuk melayani pengoperasian 3 buah kolam. Di dalam panel box dilengkapi dengan 6 buah MCB yang masing-masing adalah MCB induk (1 buah), pedal (3 buah), stop kontak (1 buah), dan lampu (1 buah). Alat pengaman tersebut dirancang untuk masing-masing keperluan dengan tujuan apabila ada gangguan pada salah satu unit percobaan dipastikan tidak akan mengganggu unit-unit yang lain.

2. Metoda Pengukuran Kualitas Air.

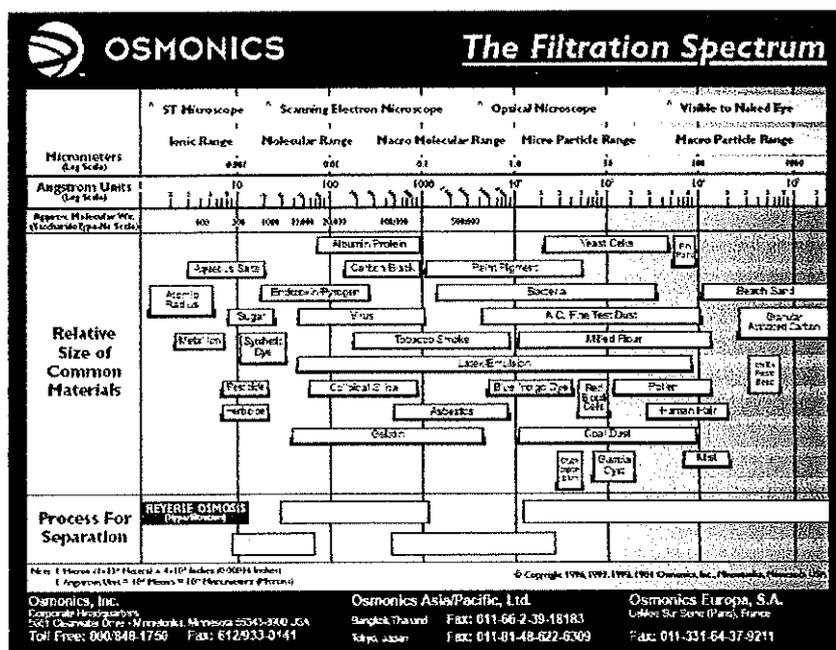
Kultur mikroalga membutuhkan kondisi air yang baik. Air tersebut harus bebas dari mahluk hidup yang lain yang dapat menjadi saingan bagi pertumbuhan mikroalga. Air yang digunakan untuk media adalah air yang berasal dari fasilitas air minum di Puspiptek, Serpong. Air bersih dari fasilitas tersebut mempunyai tekanan yang tinggi, yaitu sekitar $2,5 \text{ kg/cm}^2$. Dengan demikian tidak diperlukan pompa lagi untuk menaikkan air tersebut ke atap gedung tempat pilot plan dipasang. Sebelum dimasukkan ke dalam kolam kultur, air bersih dilewatkan melalui serangkaian alat penyaring air (gambar 1.), yaitu:

- Penyaring kasar yang berisi media pasir dan karbon aktif.
- Mikrofiltrasi yang dapat menahan partikel hingga 0.1 mikron.
- Ultra filtrasi yang dapat menahan partikel hingga 0,005 mikron.



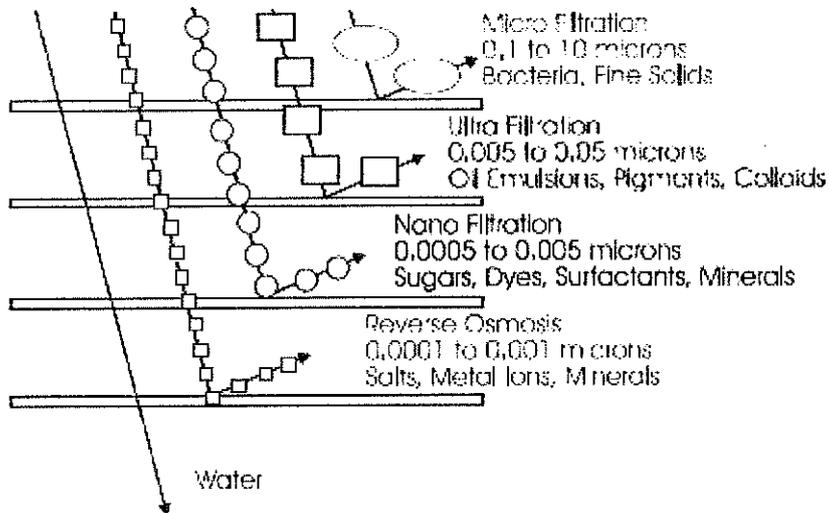
Gambar 1. Fasilitas penyediaan air sebagai media tumbuh kultur mikroalga.

Kualitas air yang diukur adalah pH, temperatur dan oksigen terlarut (DO). Pengukuran pH menggunakan pH meter Lutron PH 206, temperatur menggunakan termometer gelas berisi alkohol, dan oksigen terlarut menggunakan Oximeter WTW 315 i. Sebagai gambaran, di bawah ini disajikan spektrum filtrasi (Gambar 2. dan klasifikasi filtrasi (Gambar 3.).



Gambar 2. Spektrum Filtrasi.

Filtration Classifications



Gambar 3. Klasifikasi Filtrasi.

3. Metoda Penyiapan Media Tumbuh Mikroalga.

Media tumbuh mikroalga adalah air tawar yang sudah mengalami perlakuan penyaringan menggunakan ultra filtrasi. Air tersebut dialirkan ke dalam kolam. Ke dalam kolam diberikan nutrisi. Nutrisi yang diberikan berbentuk pasta berwarna biru muda yang sudah diracik di dalam sachet (gambar 4.). Pemberian nutrisi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Menimbang nutrisi pasta sebanyak 100 g.
- Mengencerkan nutrisi tersebut di dalam botol dengan penambahan air ultra filtrasi sampai dengan volume 1 L.
- Mengocok botol sampai semua nutrisi pasta larut dalam air.
- Menuang larutan nutrisi tersebut ke dalam kolam kultur.
- Mengaduk kolam kultur menggunakan fasilitas pedal atau pompa yang ada.

Pemberian nutrisi ini dilakukan satu kali dalam satu minggu.



Gambar 4. Nutrien pasta sebagai pengkaya media tumbuh mikroalga.

4. Metoda Inokulasi Mikroalga pada Kolam Kultur.

Sebelum dilakukan inokulasi mikroalga pada kolam kultur, maka dilakukan perbanyakan mikroalga di laboratorium (gambar 5). Inokulasi mikroalga terdiri atas serangkaian kegiatan yang antara lain meliputi persiapan wadah dan air yang meliputi pencucian dan sanitasi wadah. Selanjutnya diikuti oleh kegiatan pemupukan dan inokulasi di laboratorium. Kegiatan selanjutnya adalah *upscaling* secara bertahap dari skala laboratorium ke skala yang lebih besar. Skala yang lebih besar dilakukan di dalam kantong-kantong plastik yang masing-masing bervolume sekitar 20 liter (gambar 6). Media yang digunakan untuk perbanyakan mikroalga tersebut adalah air hasil ultrafiltrasi yang sudah diberi nutrisi dengan kadar 100 mg/L. Ke dalam kantong-kantong plastik tersebut juga dilengkapi dengan proses aerasi menggunakan udara. Setelah berumur antara 3-4 minggu, kelimpahan kultur dapat mencapai sekitar 6×10^6 sel/mL media.

Produksi mikroalga skala besar tergantung pada beberapa faktor, yang paling penting adalah nutrisi, suhu dan cahaya. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi pertumbuhan dan komposisi biomassa yang dihasilkan melalui metabolisme mikroalga (Cornet *et al.*, 1992).

Inokulasi mikroalga pada kolam kultur dilakukan dengan cara menuangkan media dari kantong-kantong plastik sebanyak 50 liter untuk setiap kolam. Pemberian inokulasi bersamaan dengan proses pengadukan kolam agar supaya inokulum merata tersebar di dalam kolam. Inokulan dimasukkan ke dalam kolam dengan cara

menuangkannya menggunakan gayung. Kelimpahan kultur di dalam kolam setelah terjadi proses pengenceran inokulan mencapai sekitar 3×10^5 sel/mL.



Gambar 5. Pengadaan kultur mikroalga skala laboratorium.



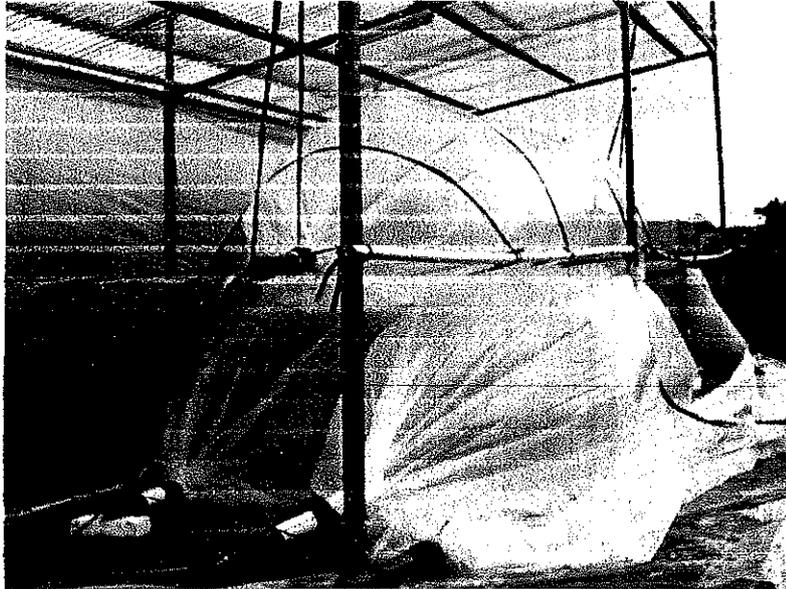
Gambar 6. Pengadaan kultur mikroalga pada skala siap ditanam di kolam.

5. Metoda Penyiapan Gas Holder serta Injeksi Gas ke Kolam Kultur.

Gas holder dibutuhkan untuk menampung campuran gas CO_2 dan udara dengan kadar CO_2 tertentu. Gas holder terbuat dari plastik (gambar 7.).

Jumlah gas holder ada 4 buah. Satu buah berukuran besar (sekitar 4 m^3) dan 3 buah masing-masing bervolume sekitar 2 m^3 . Gas CO_2 berasal dari tabung bertekanan sekitar 60 kg/cm^2 (gambar 8). Gas CO_2 dialirkan ke dalam gas holder besar dengan volume tertentu, kemudian ke dalam gas holder yang sama dialirkan juga udara bebas. Campuran gas ini kemudian diukur kadar CO_2 nya. Dari gas holder besar ini kemudian didistribusikan ke dalam 3 gas holder yang lebih kecil. Dari gas holder ini

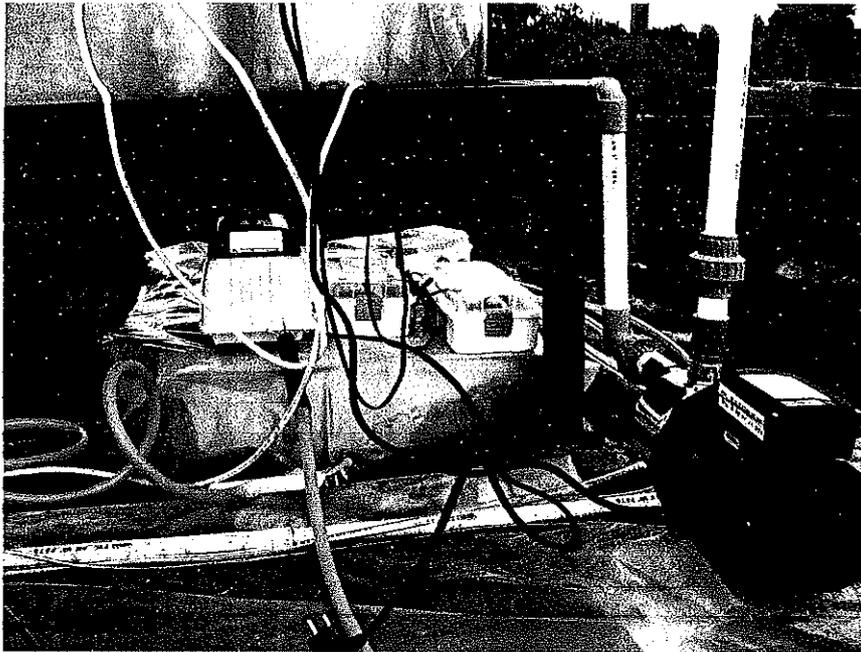
dihisap oleh aerator (gambar 9.) menuju ke masing-masing kolam. Supaya udara dapat terdistribusi dengan baik, maka aliran udara di dalam kolam terbagi menjadi 6. Masing-masing distributor dilengkapi dengan batu aerator.



Gambar 7. Gas Holder Plastik.



Gambar 8. Fasilitas Penyediaan Gas CO₂.



Gambar 9. Aerator Pencatu Campuran Gas CO₂ dan Udara.

VI. REFERENSI

- Benemann, J.R., D.M. Tillett and J.C. Wissman, 1987. Microalgae Biotechnology. *Trend in Biotechnology*. 5 (2): 47-53
- Borowitzka, M.A. 1993. Production of Bioactive Products From Mikroalgae. Cambridge University Press, Cambridge. p. 135-142.
- Borowitzka, M.A., "Culturing Microalgae In Outdoor Ponds", (2005) *dalam* Andersen, R.A., (ed) "Algal Culturing Techniques", Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Cornet J. F., Dussap C.G. and Dubertret G. (1992) A structured model for simulation of culture of the cyanobacterium *Spirulina platensis* in photobioreactors: I. Coupling between light transfer and growth kinetics. *Biotechnol. Bioeng.* 40:817-825.
- Olguin, E.J. 1986. Mikroalgae Biomass as Source of Chemical, Fuel and Protein. Inst. Mexico de Tech. Apropriadas, Mexico. 10 pp.