

MENGENAL FERMENTOR

Budiatman Satiawihardja^{+))}

PENDAHULUAN

Fermentor adalah suatu alat yang digunakan untuk menjalankan suatu proses fermentasi. Fermentor dilengkapi dengan peralatan mekanik dan elektrik, bahkan beberapa diantaranya dilengkapi dengan sistem kontrol yang berguna untuk mengontrol faktor-faktor atau variable-variable yang berpengaruh terhadap tujuan akhir fermentasi dalam hubungannya dengan pertumbuhan mikroba. Variabel yang dimaksud adalah pH, suhu, oksigen terlarut, kekeruhan media, buih yang terbentuk, dsb.

Dalam suatu proses fermentasi, produk yang diinginkan dapat dibagi atas dua kategori :

1. Biomass dari sel mikroba yang bersangkutan, misalnya pada produksi "single cell protein" (SCP) atau "baker yeast" (ragi roti)
2. Komponen yang terbentuk, baik berupa metabolit maupun hasil konversi substrat; misalnya pada produksi asam-asam organik, enzim, antibiotika, nukleotida pembentuk flavor, asam-asam amini, dsb.

Kontrol terhadap variabel-variabel yang disebutkan di atas, sangat berperanan terhadap berhasilnya tujuan fermentasi. Hanya harus difahami bahwa untuk tujuan no. 2 tidak harus selalu diikuti oleh hebatnya pertumbuhan sel. Ada suatu kondisi bahwa jumlah sel yang berlebihan malah mengurangi produk yang diinginkan. Oleh sebab itu untuk berhasilnya suatu proses fermentasi, teori pengetahuan pertumbuhan mikroba disertai dengan kegiatan metabolismenya sangat diperlukan.

U

^{+))} Staf Pusbangtepa/FTDC-IPB.

Suatu fermentor memiliki beberapa persyaratan umum, antara lain :

1. Sifat mekaniknya dapat tahan lama
2. Luwes untuk dioperasikan
3. Mempunyai mekanisme kontrol terhadap suhu, pH, agitasi, oksigen terlarut, kekeruhan, dsb.
4. Dapat memungkinkan pengambilan contoh ketika proses berlangsung.

Selain itu ada beberapa hal yang penting diperhatikan dalam pengoperasiannya, terutama dihubungkan dengan kondisinya yang harus steril atau bebas dari kontaminasi, yaitu :

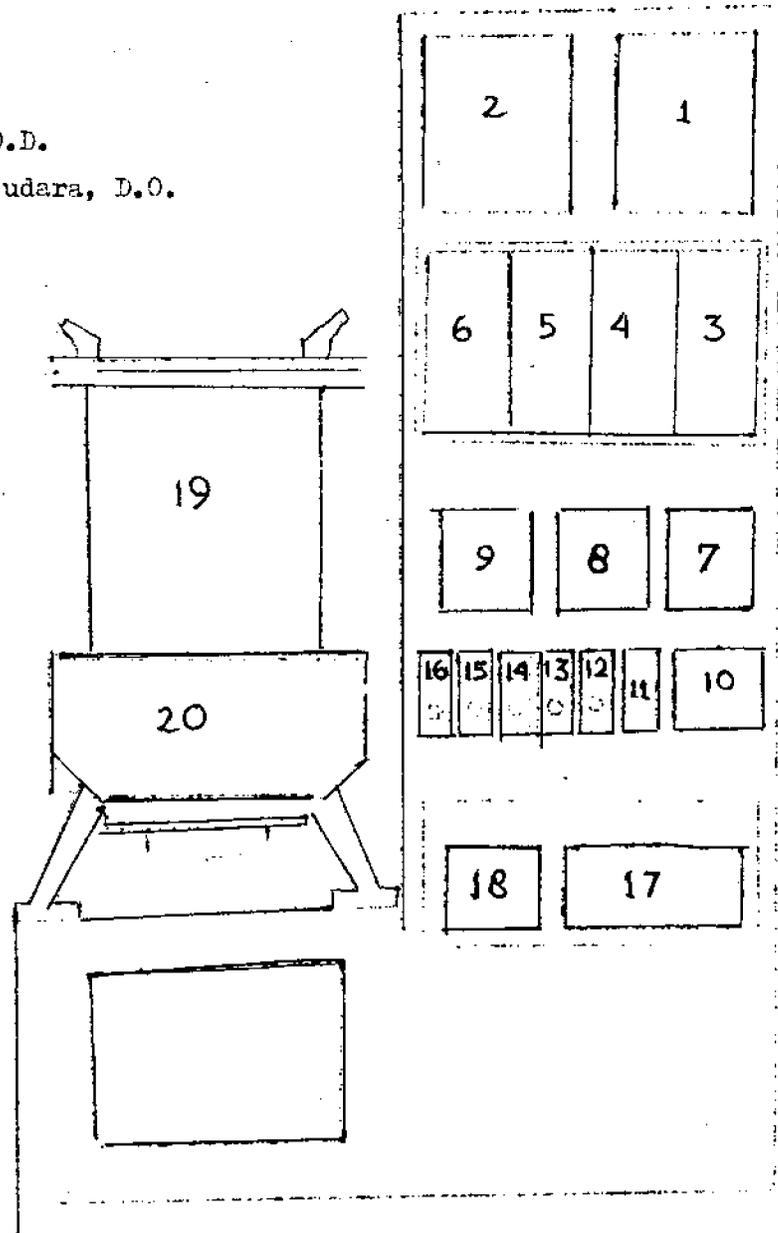
1. Alat harus bersih
2. Tidak terdapat lekukan di permukaan yang dapat menyebabkan pengumpulan sisa-sisa atau kotoran
3. Diberikan perhatian khusus pada titik-titik kontak antara udara luar dengan fermentor, misalnya pada sumbu agitator, pompa, tempat pengambilan contoh, tutup dan sambungan-sambungan
4. Isi di bagian dalam dapat dilihat
5. Untuk menghindari kebanyakan mikroba patogen, tekanan di bagian dalam fermentor harus positif.

Tubuh utama dari fermentor dapat terbuat dari gelas, baja tahan karat (stainless steel) atau plastik tahan panas. Kapasitas isi bervariasi menurut skala pemakaiannya, apakah untuk laboratorium, pilot plant, atau industri. Untuk laboratorium biasanya sekitar 10 - 15 liter, untuk pilot plant dapat sampai 100 liter, dan untuk industri sampai puluhan ribu liter. Akan tetapi maksimum pengisian hanya sampai 70 persen saja dari volume kapasitas total.

Makin kecil kapasitasnya, kebutuhan tenaganya dinyatakan per satuan volume semakin besar, misalnya fermentor skala laboratorium mempunyai kebutuhan tenaga 8 - 10 watt/liter, skala pilot plant 3 - 5 watt/liter dan skala industri 1 - 3 watt/liter.

Keterangan :

1. Recorder untuk pH, suhu & O.D.
2. Recorder untuk rpm, aliran udara, D.O.
3. Pengontrol kadar oksigen
4. Pengatur anti buih
5. Pengontrol kekeruhan
6. Pengontrol pH
7. Ammeter panas
8. Ammeter agitasi
9. Tachometer
10. Pengatur suhu
11. Pengatur aliran udara
12. Tombol udara : AUTO/MAN
13. Tombol aliran air
14. Tombol pengontrol suhu
15. Tombol agitator
16. Tombol sumber tenaga
17. Unit deteksi kekeruhan
18. Pompa pensiklus cairan fermentasi
19. Bejana fermentor
20. Ruang peralatan listrik



Gambar 1. Skema Fermentor Model 500-10L dengan Monitor Pengontrolnya.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas, berikut ini diberikan dua contoh fermentor yang dimiliki Pusbangtepa/FTDC-IPB beserta ilustrasi singkatnya.

A. Fermentor Model MD 500 - 10 L (Marubishi Co., Ltd., Tokyo, Jepang)

Tubuh utama dari fermentor ini terbuat dari gelas dengan kapasitas 10 liter. Disainnya kompak, tidak dibutuhkan instalasi tambahan, cukup hanya meletakkannya diatas lantai laboratorium dan menghubungkan ujung-ujung bagian tertentu dengan pensuplai air, udara, dan sumber listrik. Penggunaan aliran udara harus bertekanan kurang dari 1 kg/cm^2 , demikian juga aliran listrik. Aliran listrik yang digunakan adalah fase tunggal, 220 volt, A.C. dengan arus 15 ampere. Skema keseluruhan dan bagian-bagiannya dapat dilihat pada Gambar 1.

Media yang dapat digunakan pada fermentor ini adalah media cair, atau dengan kata lain untuk proses fermentasi yang tergolong pada "submerged fermentation". Bergantung pada media dan kultur yang digunakan, fermentor ini dapat dimanfaatkan untuk memproduksi aneka macam produk seperti ragi roti, enzim, asam-asam organik, antibiotika, asam-asam amino dan lain-lain.

Beberapa variabel yang dapat dikontrol dan sedikit penjelasannya adalah sebagai berikut :

1. pH

Variabel ini dapat diatur sesuai dengan yang dikehendaki. Sistem monitoringnya sebenarnya mengijinkan baik penambahan asam maupun basa. Akan tetapi berhubung hanya tersedia satu "peristaltic pump" untuk pelayanan tersebut, maka hanya salah satu asam atau basa yang dapat ditambahkan untuk satu periode fermentasi. Berhubung pada kebanyakan proses fermentasi pH cenderung untuk menurun, maka penambahan larutan basa akan lebih banyak diperlukan. Batas batas kisaran dapat ditentukan dan pengaturan pH atau penambahan larutan basa/asam dan berlangsung secara otomatis.

2. Suhu

Seperti halnya pH, kontrol suhu dapat dikerjakan serupa, berkat adanya "thermocouple" yang dihubungkan dengan "monitoring box". Untuk ini diperlukan medium pemanas atau pendingin yang dialirkan dari sumbernya. Berhubung kebanyakan proses fermentasi untuk kebanyakan produk berlangsung optimum pada dan sedikit di atas suhu kamar, maka medium pendingin berupa air pada 20 - 25°C cukup memadai. Perlu diketahui bahwa selama proses fermentasi berlangsung, suhu cenderung untuk naik.

3. Oksigen terlarut, putaran pengaduk (agitator), dan aliran udara

Uraian ketiga hal ini diutarakan sekaligus karena berhubungan satu sama lain. Selama fermentasi berlangsung, oksigen digunakan oleh mikroba sehingga kadarnya cenderung untuk menurun. Untuk meningkatkannya kembali, dapat dilakukan dengan mempercepat putaran pengaduk (agitator), atau memperbanyak aliran udara, atau dengan kombinasi keduanya. Kadar oksigen terlarut (dissolved oxygen 'DO) dapat ditentukan batas-batas kisarannya. Pengaturan dapat dikerjakan secara otomatis dengan mengatur kedua faktor yang mempengaruhinya tersebut, baik secara masing-masing maupun secara bersamaan.

4. Kekeruhan (turbidity, optical density)

Perubahan "optical density" (OD), terutama diakibatkan oleh penambahan populasi mikroba. Pengaturan OD biasanya diperlukan untuk keperluan kultur kontinyu (continuous culture) dimana kultur dijaga dengan konsentrasi mikroba tertentu. Ini biasanya tidak berhubungan dengan suatu produksi, akan tetapi dengan suatu penelitian pada kondisi kultur yang tetap. Untuk ini diperlukan mekanisme input medium dan output kultur, agar baik volume dan konsentrasi kultur tetap. Hal ini dapat dikerjakan dengan pemasangan instalasi khusus yang tersedia.

5. Buih (foam)

Terbentuknya buih dapat mengganggu kenyamanan kondisi fermentasi, misalnya keasaman meningkat cepat karena CO_2 yang dihasilkan terhalang keluar, kadar oksigen terganggu, dan yang penting volume dapat meluap. Hal ini dapat dicegah oleh penambahan zat anti buih (misalnya senyawa silikon organik). Penambahan zat ini dapat dikerjakan oleh "peristaltic pump" yang juga dapat dijalankan secara otomatis. Mekanisme kerjanya adalah, suatu elektroda dihubungkan dengan "solenoid valve", "peristaltic pump" dan buih yang bersangkutan. Bilamana buih terbentuk, daya hantar listrik cairan berubah, maka ini akan memberi instruksi pada "peristaltic pump" dan "solenoid valve" untuk membuka dan bekerja menambahkan zat anti buih dari tempatnya (reservoir).

Satu hal yang merupakan kekurangan daripada fermentor model ini ialah proses sterilisasinya yang tak dapat dilakukan di tempat. Selain hal ini bejana fermentor harus dilepas dan disterilkan dengan cara dimasukkan ke dalam retort setelah diisi dengan media yang bersangkutan.

B. Lab-line SMS Hi-Density Fermentor (Lab-line Instruments, Inc., Illinois, USA)

Fermentor ini berupa drum horizontal yang dapat berputar. Tubuh utama (drum) terbuat dari plastik tahan panas. Putaran bertujuan untuk mengaduk media. Fermentasi yang dapat dikerjakan disini juga termasuk pada kelompok "submerged fermentation". Ruang lingkup pemanfaatan kurang lebih sama dengan fermentor yang disebutkan terdahulu. Karena fermentor diletakkan horizontal dan berputar, maka pengisian media maksimum hanya kurang lebih $1/5$ dari volume kapasitas total ($1/5$ dari 15 liter). Bagian utama dari fermentor ini dapat dilihat pada Gambar 2. Fermentor tidak memiliki sistem kontrol yang dapat dimonitor seperti pada fermentor yang diterangkan sebelumnya, akan tetapi tidak berarti sistem kontrol sama sekali tidak dapat.

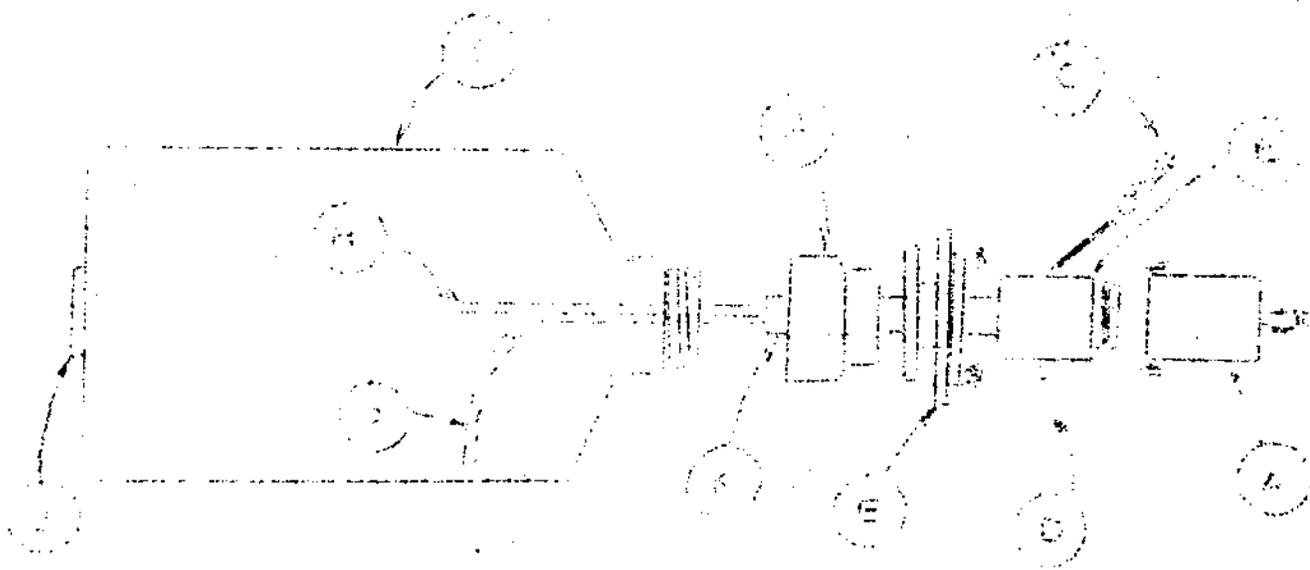
Penyaring udara A harus diisi dengan kapas, serat kaca (glass wool), arang aktif, atau kombinasi bahan-bahan tersebut yang cocok. Penyaring yang telah diisi selanjutnya dihubungkan dengan "Access Head" B.

Tutup bejana fermentor F mempunyai cincin O yang menjamin penutupan antara bejana dan tutup. Cincin -O perlu diganti setelah 200 jam operasi. Sumbu "Access Head" K harus dilumuri dengan gemuk silikon sebelum digunakan. Sumbu ini juga akan mengalami penurunan masa pakai yang drastis bila terjadi lecet atau mengkasar.

Ujung pipa pengambilan contoh G harus kuat dihubungkan dengan bagian pipa yang terbuat dari "stainless steel" dan di ujung lain menyentuh dinding bejana. Sewaktu-waktu, ujung pipa G ini (polypenco nyla-flow pressure tubing 3/16 dia) perlu diganti.

Pada fermentor ini suhu media dapat dikontrol, karena drum terendam oleh "water bath" yang suhunya dapat diatur. Juga pH bila dikhendaki dapat dikontrol lewat lubang pengambilan contoh (sampling port C). Selain itu lubang pengambilan contoh ini juga berfungsi untuk menambahkan zat nutrisi tambahan.

Suatu kelemahan yang dimiliki oleh fermentor ini adalah proses sterilisasinya, yang tidak saja harus dikerjakan di dalam retort, akan tetapi juga memerlukan ketelitian yang cukup besar. Kecerobohan dapat mengakibatkan kerusakan perubahan bentuk yang menjadikan fermentor tak dapat digunakan lagi.



Keterangan :

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| A. Penyaring udara | G. Ujung pipa pengambilan contoh |
| B. "Access Head" | H. Pipa aerasi |
| C. Tempat pengambilan contoh | I. Bejana Fermentor |
| D. Kran pengeluaran | J. Plat dasar |
| E. Plat penahan tekanan | K. Sumbu "Access Head" |
| F. Tutup bejana fermentor | |

Gambar 2. Hi-Density Fermentor dan Bagian-bagiannya

DAFTAR PUSTAKA

1. AIBA, HUMPREY & MILLS, 1978. Biochemical Engineering, 2 nd edn., John Wiley & Sons, Tokyo, Japan.
- 2.
2. ANONYMOUS, Instruction Manual For A Complete Set Of Fermentation Equipment Model MD 500-10L. L.E. Marubishi Co.,Ltd., Tokyo, Japan.
3. ANONYMOUS, Instruction Manual Lab-Line S.M.S. Hi-Density Fermentor, Lab-Line Instruments, Inc., Illincis, USA.