



www.esaunggul.ac.id

INTRUMENTASI BIOTEKNOLOGI

Program Studi Bioteknologi

Oleh: *Seprianto, S.Pi, M.Si*



Meeting 14

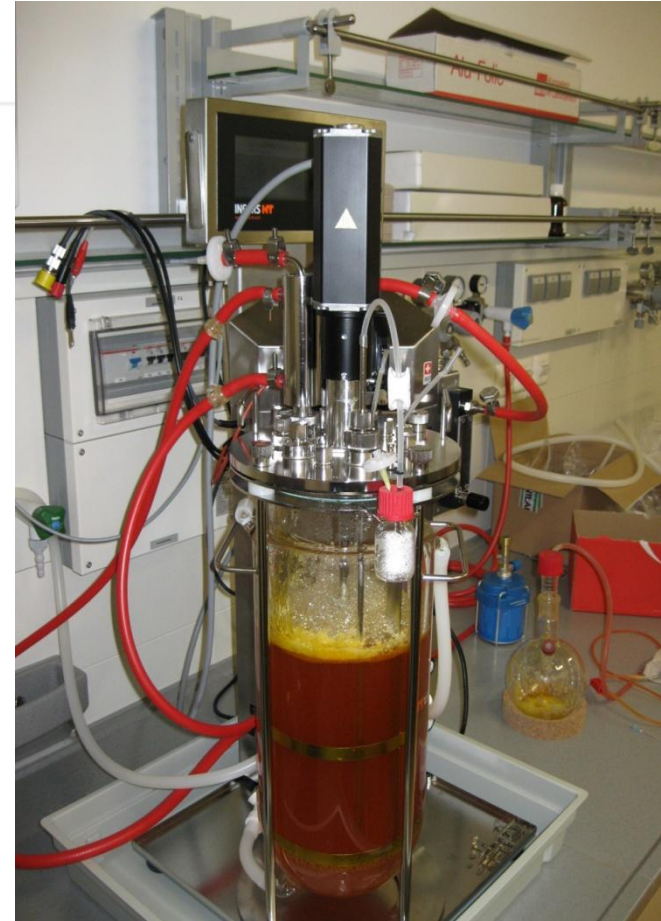
Bioreaktor dan Fermentor

Tujuan Perkuliahan

- Mahasiswa dapat mengidentifikasi dan mengetahui prinsip bekerjanya peralatan Bioreactor/fermentor
- Mahasiswa dapat memahami fungsi dari komponen yang terdapat ada Bioreaktor dan fermentor

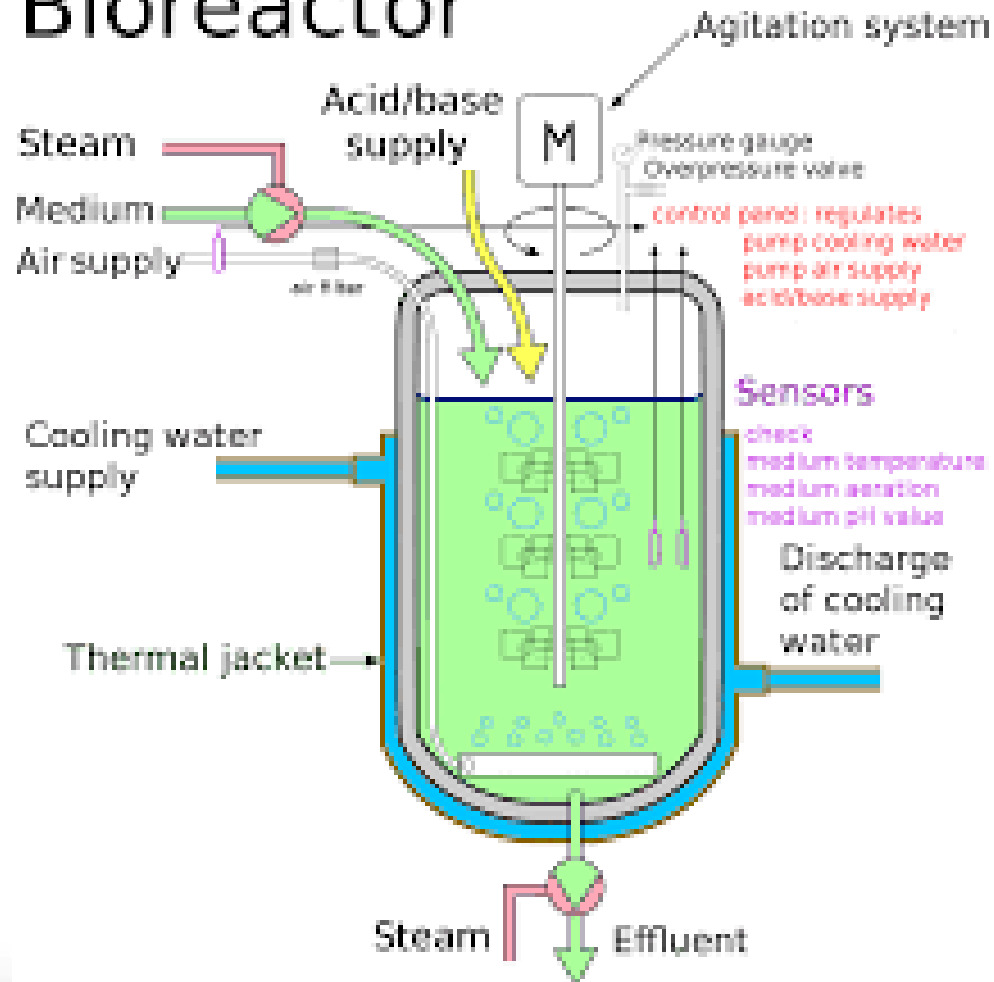
Bioreactor

1. Suatu mesin yang didalamnya digunakan untuk terjadinya suatu reaksi atau proses biologi khususnya dalam skala industri
2. Suatu proses kimia yang terjadi yang melibatkan organisme atau senyawa aktif biokimia turunan dari suatu organisme



Bioreactor

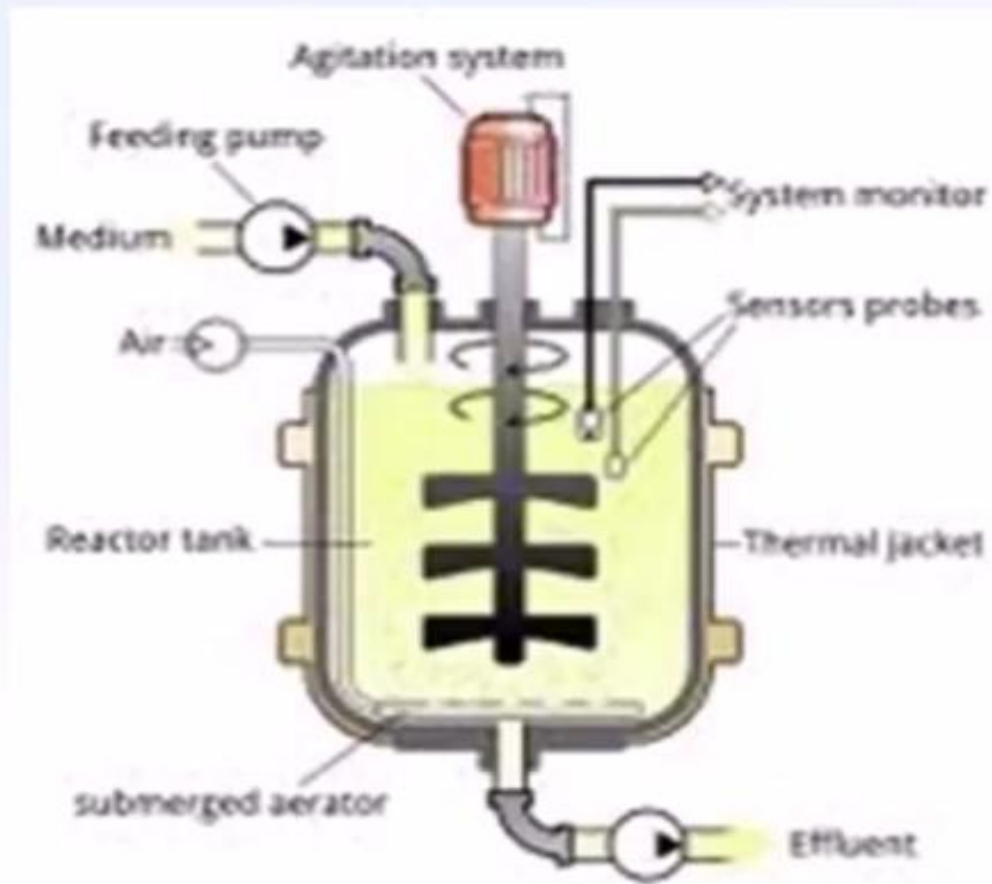
Bioreactor



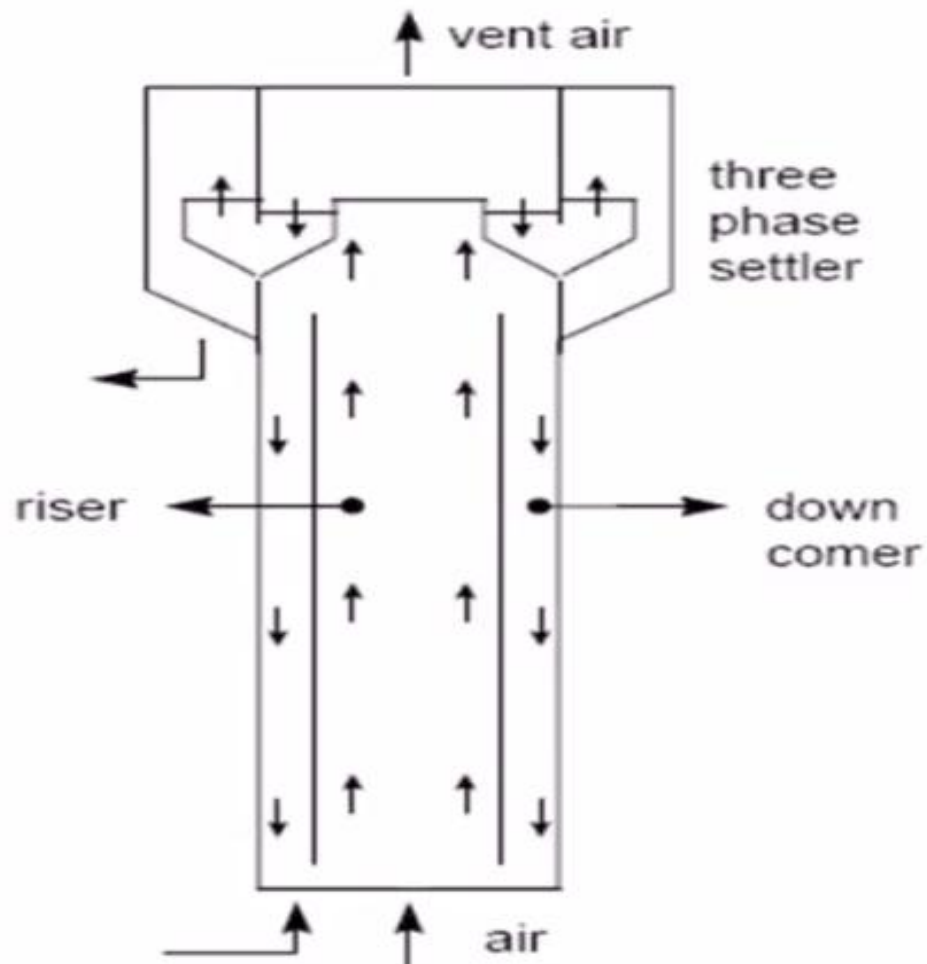
Types of Bioreactors

- Stirred Tank Bioreactor
- Airlift Bioreactor
- Packed Bed Bioreactor
- Fluidized Bed Bioreactor
- Photo Bioreactor
- Membrane Bioreactor
- Rotary Drum Bioreactor
- Mist Bioreactor

Stirred Tank Bioreactor



Airlift Bioreactor



Packed Bed Bioreactor

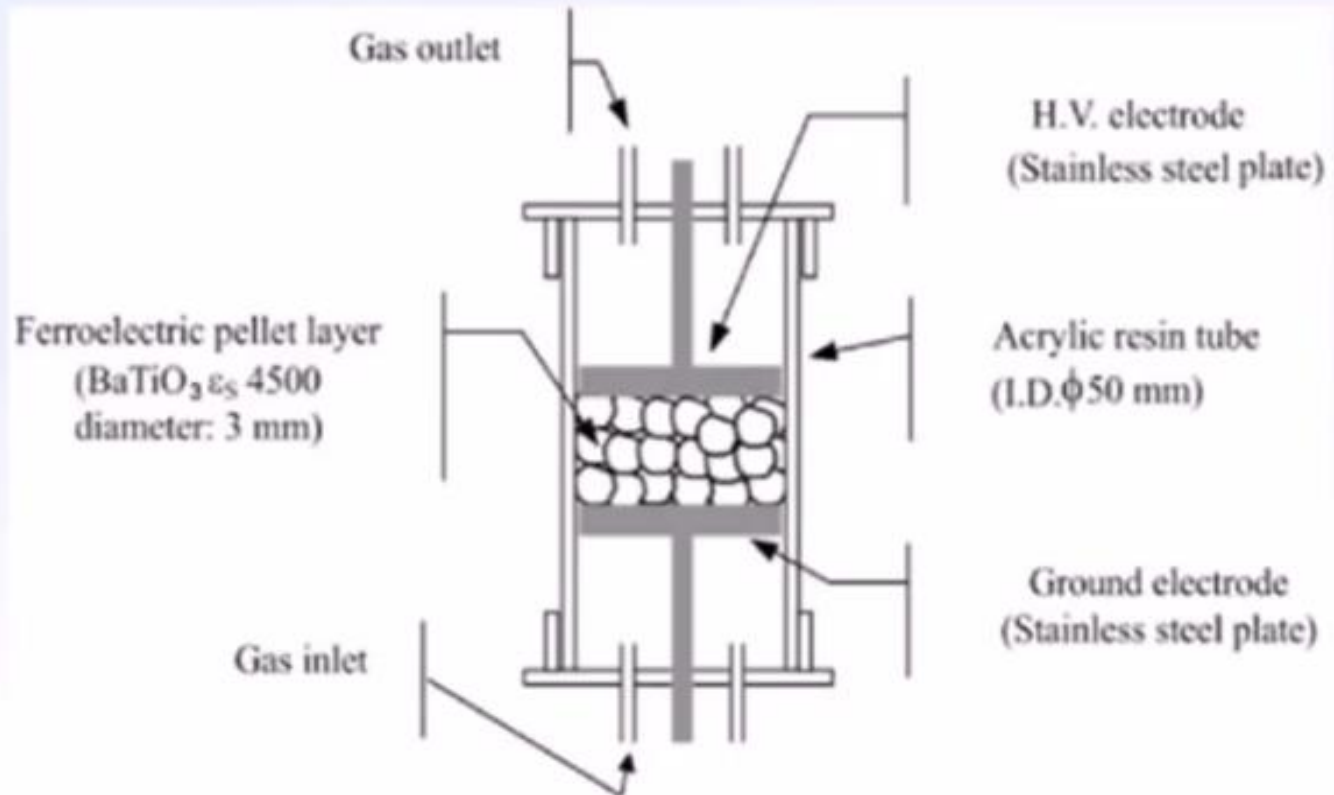


Figure 1: Schematic diagram of the packed-bed reactor.

Fluidized Bed Bioreactor

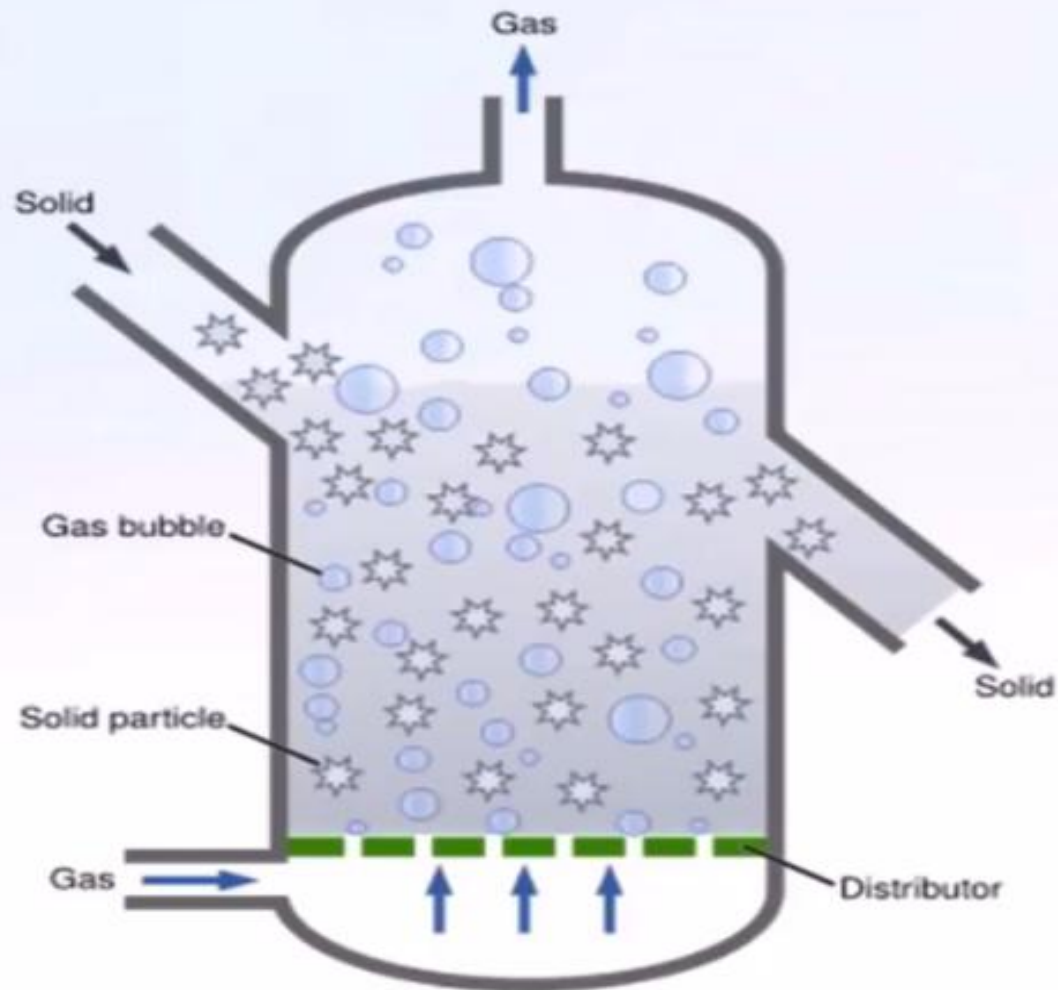
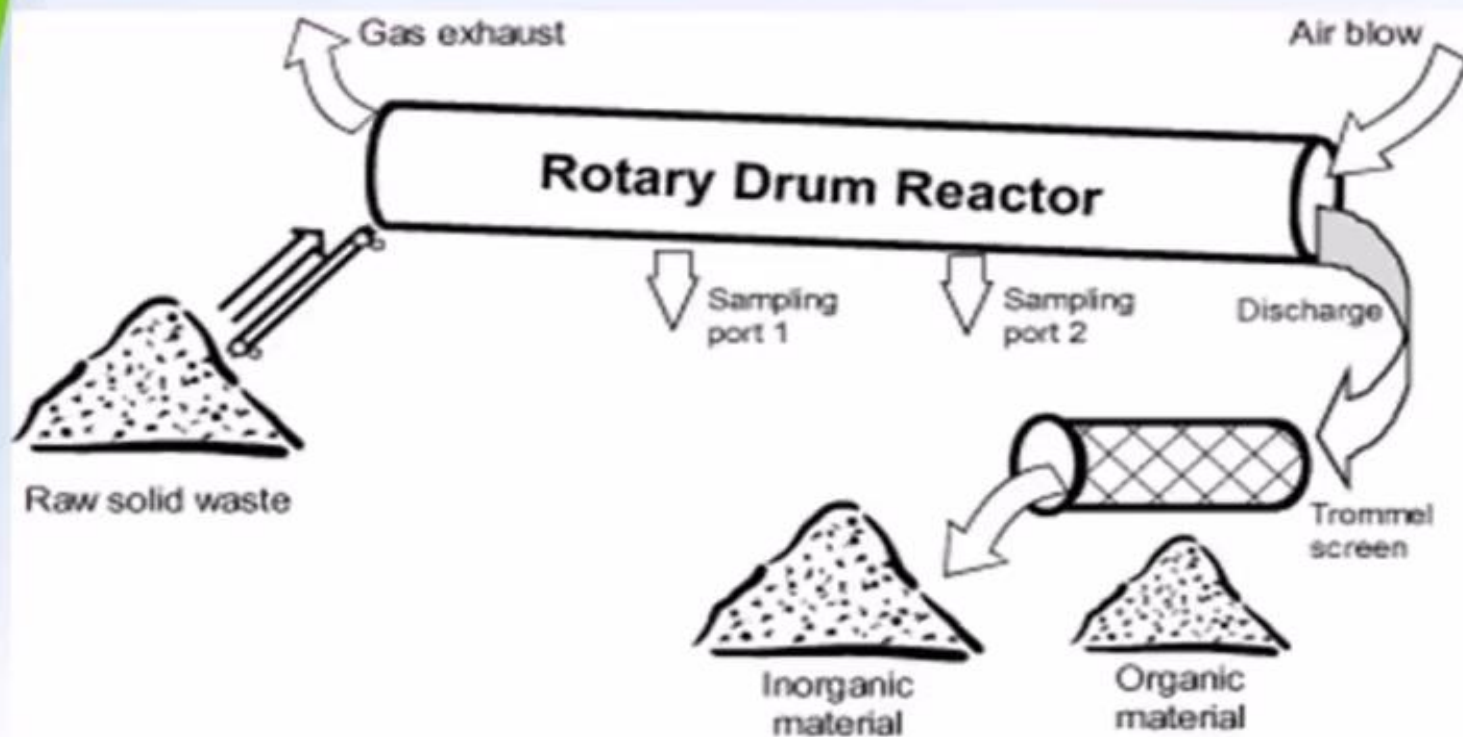


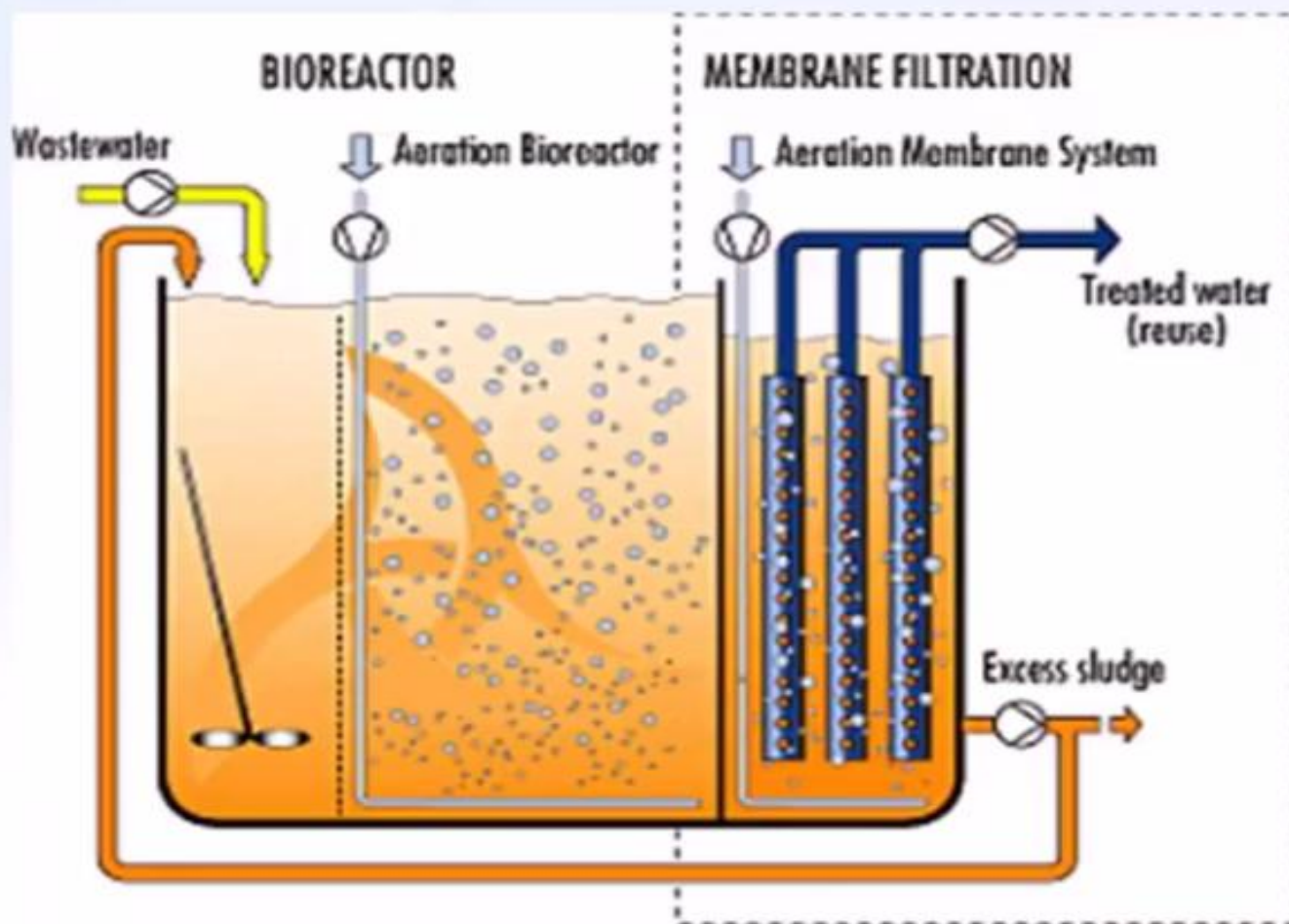
Photo Bioreactor



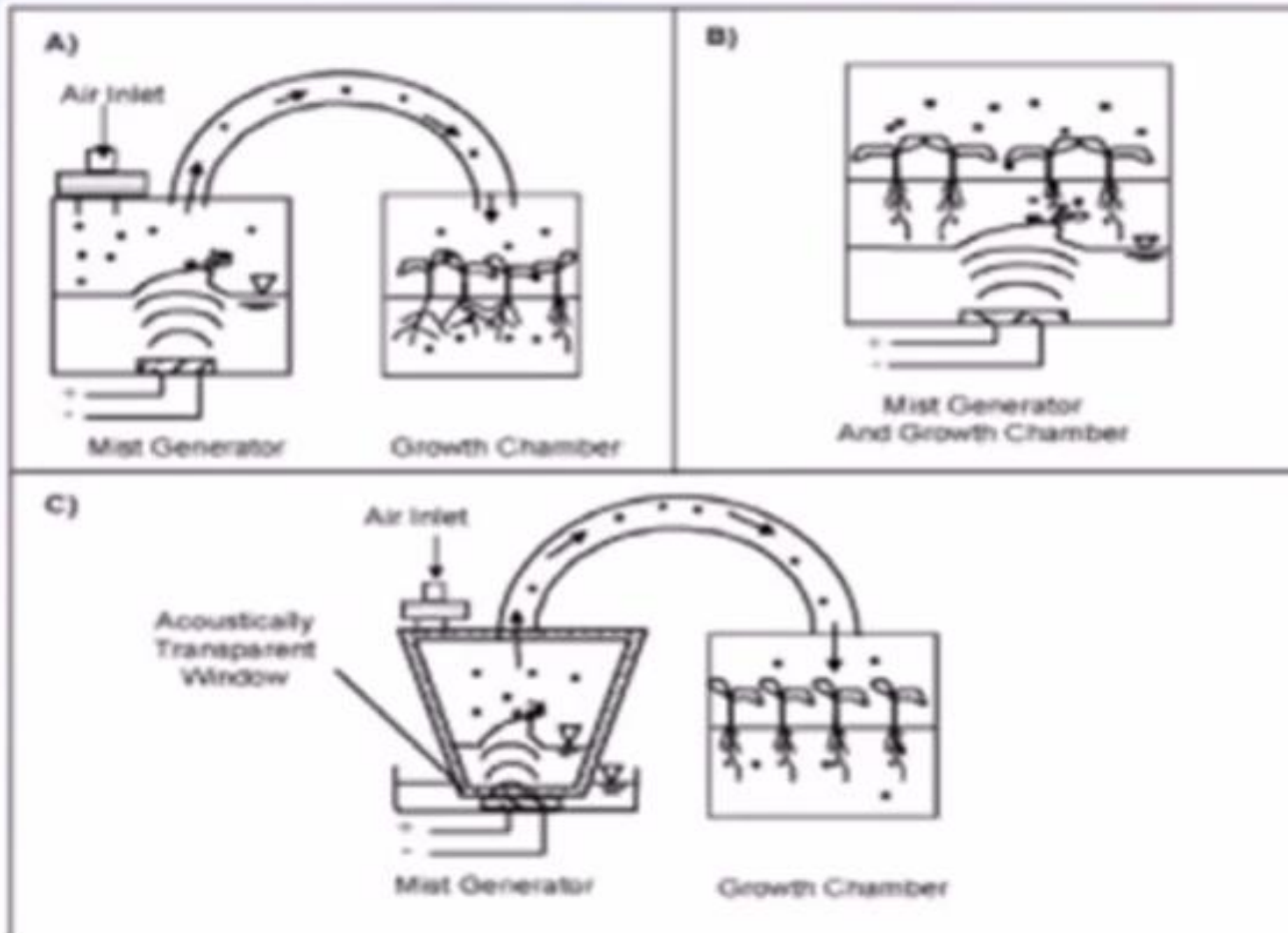
Rotary Drum Bioreactor



Membrane Bioreactor



Mist Bioreactor



Berdasarkan Kebutuhan Oksigen

Bioreactor

- **Aerobic** : melibatkan organisme yang bertahan hidup dan tumbuh dalam lingkungan yang mengandung oksigen
- **Anaerobic** : Yang melibatkan organisme yang bertahan hidup dan tumbuh tanpa memerlukan lingkungan yang mengandung oksigen

Bioreactor

- Umumnya berbentuk silinder ukuran beberapa liter sampai beberapa meter kubik, pada umumnya dari stainless steel.
- Beberapa diantaranya untuk menumbuhkan sel atau jaringan untuk tissue engineering atau biochemical engineering

Sistem Agitasi

Fungsi :

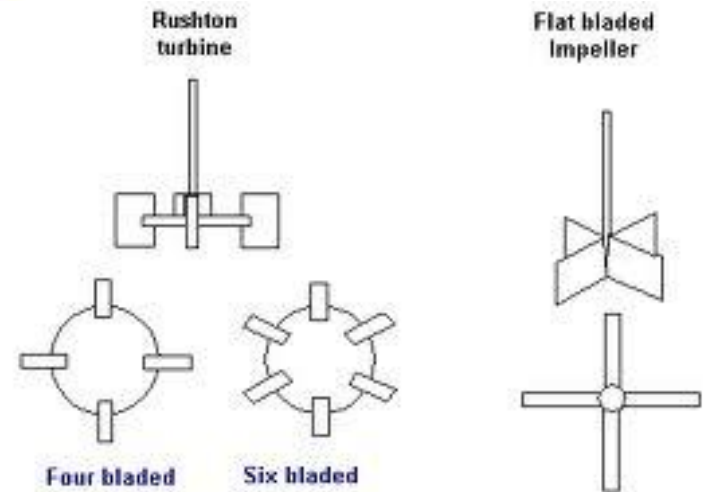
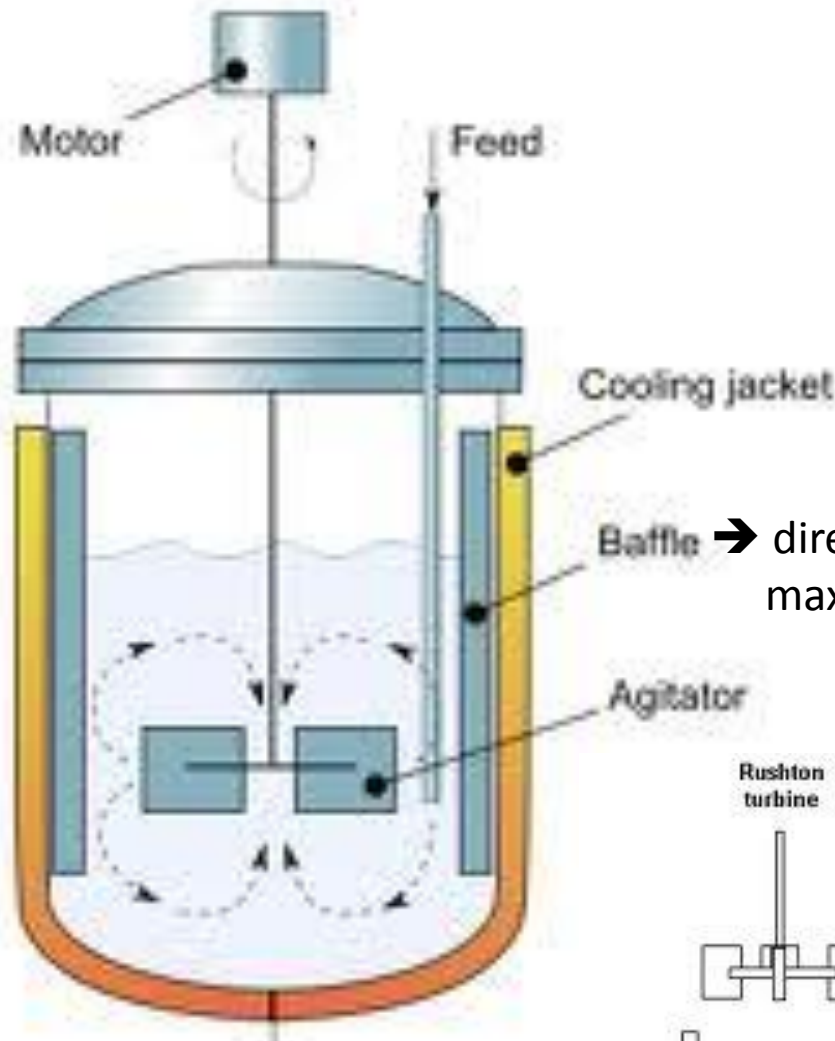
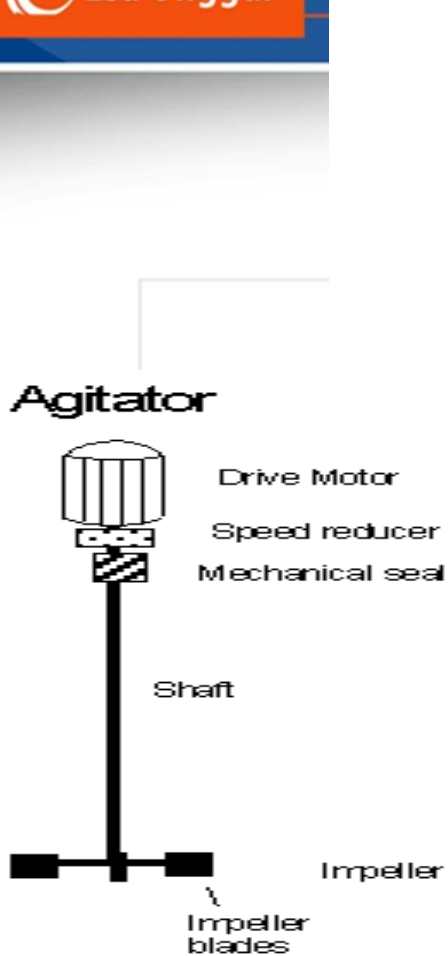
- ↪ Agar pencampuran merata (homogen) → meningkatkan laju perpindahan massa menembus film pembatas cairan dan gelembung udara
- ↪ Memberikan kondisi gaya geser ("shear") yang dibutuhkan untuk memperkecil gelembung udara → luas permukaan pindah massa lebih besar

Sistem agitasi terdiri dari : **agitator dan baffle**.

Agitator → jumlah **impeller** tergantung dari tinggi cairan dalam bioreaktor

→ Tiap impeller terdiri dari 2 - 6 bilah (blade).

Baffle digunakan untuk memecah aliran cairan, sehingga terjadi turbulensi dan efisiensi pencampuran meningkat.

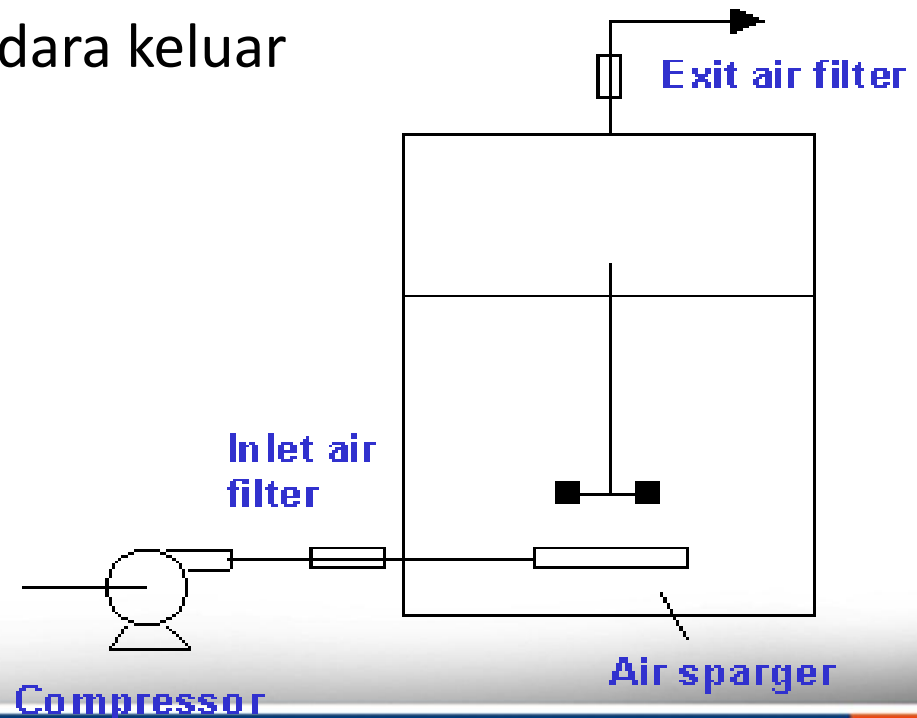


http://en.wikipedia.org/wiki/Baffle_%28in_vessel%29

Sistem Pemasokan Oksigen

(=Aerasi), terdiri dari :

- ↪ Kompresor yang menekan udara masuk ke dalam bioreaktor
- ↪ Sistem sterilisasi (**membran**) udara masuk (inlet)
- ↪ Sparger udara
- ↪ Sistem sterilisasi (**membran**) udara keluar



Sistem Sterilisasi Udara

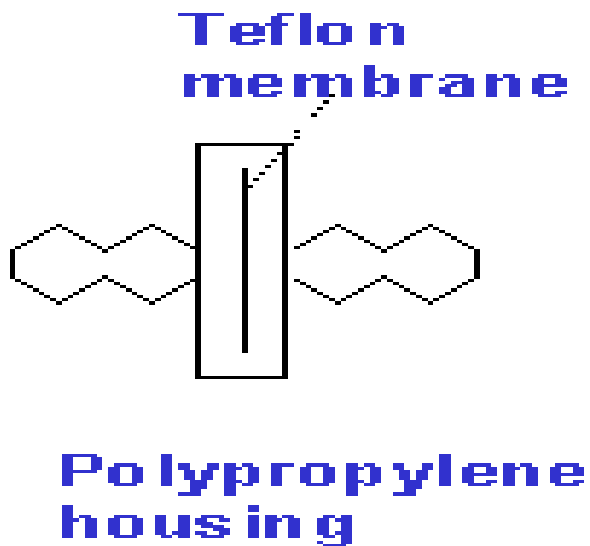
- ✎ Sterilisasi udara masuk → mencegah kontaminasi mikroba dari udara yang masuk ke dalam bioreaktor
- ✎ Sterilisasi pada udara keluar → mencegah kontaminasi udara sekitar terhadap mikroba dari dalam bioreaktor

Sistem Sterilisasi Udara

Metode umum untuk sterilisasi adalah Filtrasi membran :

- ➡ Bioreaktor kecil (volume kurang dari 5 L) umumnya menggunakan membran Teflon berbentuk cakram (disk).
- ➡ Bioreaktor laboratorium skala besar (sampai 1000 L), digunakan "pleated membrane filter" yang dilekatkan pada "polypropylene cartridges" → luas permukaan untuk filtrasi udara lebih besar, sehingga menurunkan tekanan yang dibutuhkan untuk melewati udara melalui filter

Sterilisasi Udara

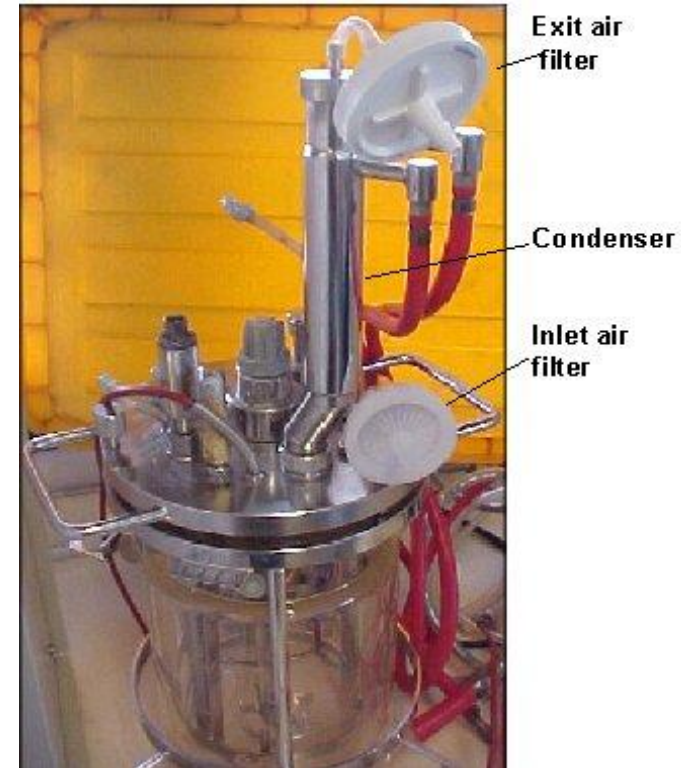


“Pleated membrane filter”

housed in polypropylene cartridges are used.

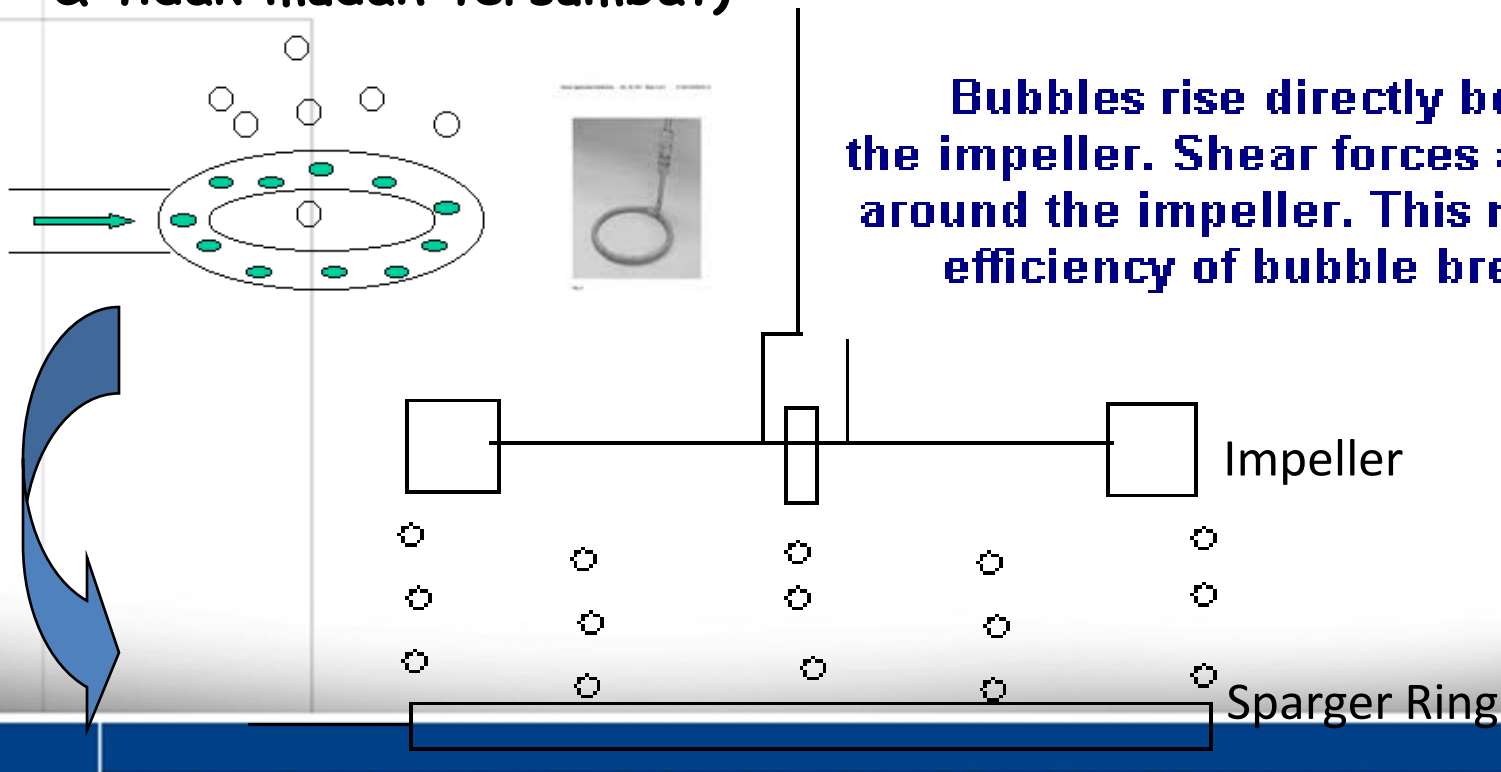
Pada bioreaktor skala kecil , sistem pengeluaran udara dari dalam bioreaktor dilengkapi dengan **kondensor** :

- **Kondensor** merupakan **alat penukar panas** sederhana yang dilalui oleh air dingin.
- Bahan volatil dan uap air pada media mengembun di bagian dalam permukaan kondensor → meminimumkan evaporasi air dan kehilangan bahan volatil
- Pengeringan udara juga mencegah penyumbatan filter udara keluar oleh air.



Sparger

- Berfungsi untuk memecah udara yang masuk menjadi gelembung-gelembung kecil → luas permukaan >
- tipe yang sering digunakan sparger ring (berupa tabung berlubang-lubang kecil, mudah dibersihkan & tidak mudah tersumbat)



Sistem Pengendalian Busa

- Pada bioreaktor yang menggunakan sparger, diperlukan pengendali busa
- Busa yang berlebihan akan menyebabkan penyumbatan pada filter udara keluar dan terbentuk tekanan di dalam bioreaktor → menyebabkan kehilangan media dan kerusakan bioreaktor
- Busa dikendalikan dengan alat penghancur busa mekanis atau penambahan senyawa anti busa (silikon, minyak nabati/hewani dll)
- Penambahan senyawa anti busa yang berlebihan dapat memperkecil laju perpindahan oksigen.

Faktor yang menyebabkan pembentukan busa :

- ☞ Media fermentasi kaya **protein** (e.g *whey powder* dan *corn steep liquor*)
- ☞ Produk yang dihasilkan selama fermentasi (senyawa mirip deterjen : protein & lemak)
- ☞ Laju alir udara dan kecepatan agitasi → semakin besar kecepatan agitasi & laju aerasi meningkatkan pembentukan busa



- Penggunaan alat pemecah busa mekanis → dapat mengurangi kebutuhan senyawa antibusa
- Semakin besar volume head-space, semakin besar kecenderungan busa untuk pecah karena bobotnya sendiri

Sistem Pengendalian Suhu

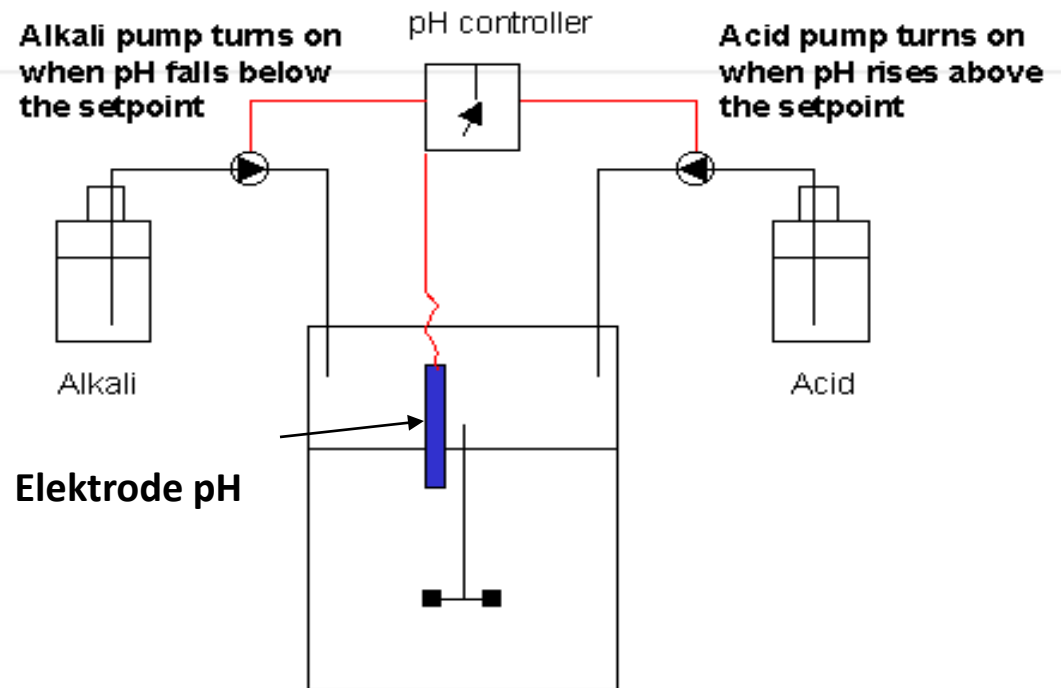
Terdiri dari :

- ↳ Elektroda suhu (*temperature probes*)
- ↳ Sistem pindah panas → jaket atau *coil*
(efisiensi lebih baik tapi sulit dibersihkan dan disterilisasikan)



Sistem Pengendalian pH

Terdiri dari : pH probe (elektroda), sistem pemberian alkali dan sistem pemberian asam



- Basa/asam yang digunakan jangan yang korosif atau toksik terhadap sel mikroba.
- KOH lebih baik, namun lebih mahal dibandingkan NaOH.
- Pada bioreaktor skala kecil sering digunakan NaCO_3 .
- HCl sebaiknya tidak digunakan karena sangat korosif.
- Penggunaan asam sulfat jangan lebih besar dari konsentrasi 10 %.

Bioreactor vs Fermentor

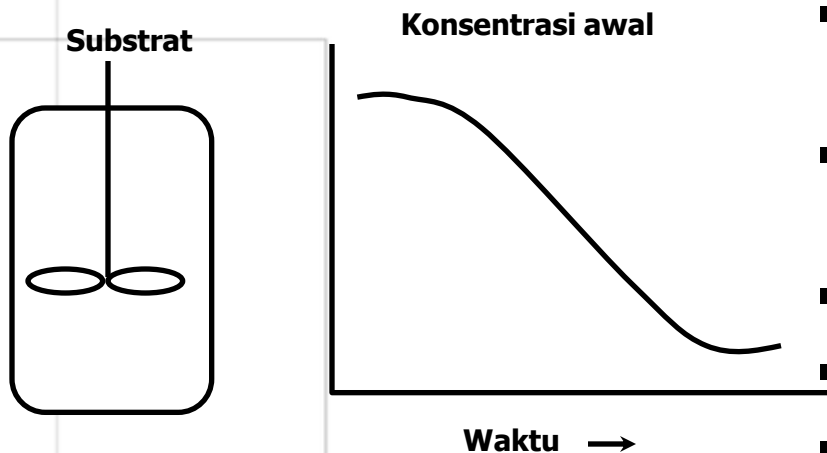
- Bioreactor : Suatu mesin yang menyediakan fasilitas untuk terjadinya proses kimia yang melibatkan organisme atau senyawa aktif biokimia turunan dari suatu mikroorganisme dengan kapasitas bbrp liter.
- Fermentor : Suatu mesin / alat yang dapat digunakan dalam proses fermentasi, suatu proses yang mengubah gula menjadi asam+gas+alkohol.
- Proses fermentasi alami terjadi pada yeast dan bakteri serta sel otot yang kekurangan oksigen

Bioreactor vs Fermenter

- Bioreactor : Eukaryotic
- Fermenter : Prokaryotic

JENIS-JENIS FERMENTOR BERDASARKAN PEMBERIAN SUBSTRAT (DENBIGH&TURNER (1971) :

• Batch Fermentor



Proses fermentasi :

- Sistem tertutup
- Fermentor diisi oleh nutrisi/medium, suhu & pH di set → sterilisasi
- Inokulum dimasukan proses fermentasi hingga waktu yg ditentukan
- Proses s.d fase akhir log/stasioner
- Proses selanjutnya diulang
- Tidak ada nutrisi yang ditambahkan

Continuous Fermentor

- Pemberian nutrisi secara kontinyu/berkala dalam jangka waktu tertentu
- Volume nutrisi di dalam reaktor harus tepat antara nutrisi yang dikeluarkan dan dimasukkan harus ekuivalen
- Proses fermentasi bersifat sensitif terhadap kontaminasi, biomasa berkurang krn ikut terbang, perubahan fase biotik

Fed batch fermentor

- Intermediary bioreactor
- Nutrisi ditambahkan pada saat fase yang dibutuhkan
- Selama proses fermentasi kecepatan pertumbuhan μ dan konsentrasi biomassa dapat dikontrol dengan penambahan nutrisi saat fase tertentu

Retensi mikroorganisme di dalam fermentor

- **Batch fermentor**

- Mikroorganisme tdk hilang selama proses fermentasi
- MO. Memiliki waktu utk beradaptasi dan kecepatan pembelahan maksimum
- Biotransformasi MO. Berjalan dgn baik dgn parameter lingkungan yang terkontrol
- MO dpt lebih cepat/lambat msk ke fase stasioner dan terakumulasi toksin saat nutrisi terbatas

Retensi mikroorganismes di dalam fermentor

• Continuous Fermentor

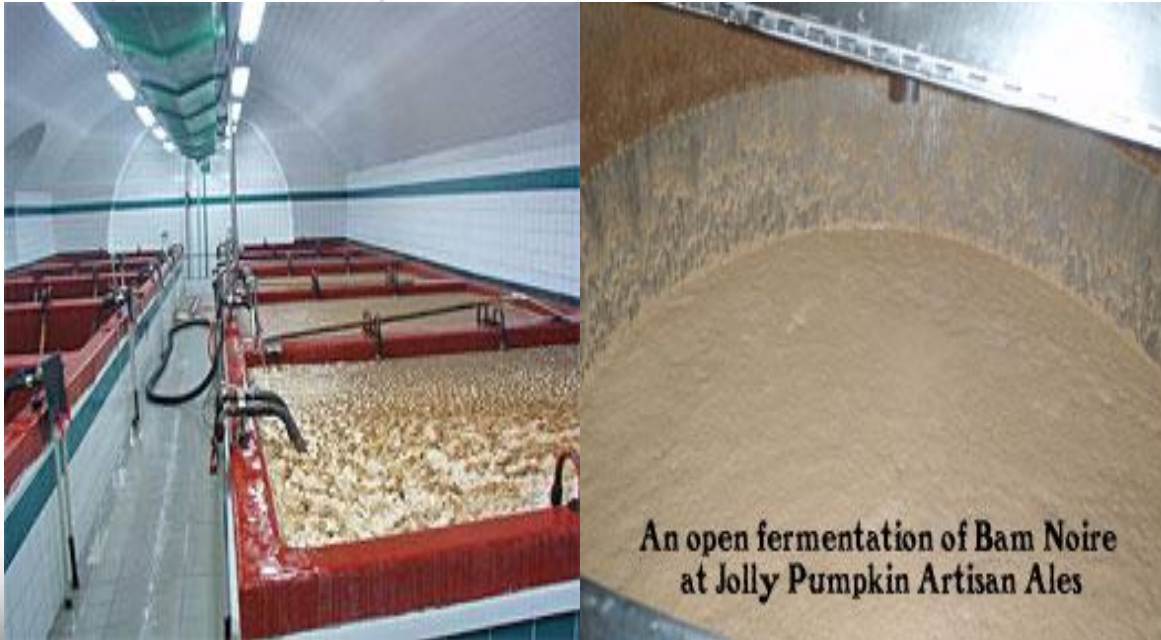
- MO., nutrisi dan cairan dapat ikut terbuang
- MO. Membutuhkan waktu utk beradaptasi lagi setiap penambahan nutrisi
- Rentan thd MO kontaminan

Feed batch fermentor

- Pemberian nutrisi secara berselang
- Mikroorganismes lebih sehat karena nutrisi dapat terpenuhi

FERMENTOR BERDASARKAN TINGKAT ASEPTIS :

- FERMENTOR ASEPTIS
- FERMENTOR NON ASEPTIS



Cell culture



Cell Culture



Cell Culture



Cell Culture



Bioreactor Mab





**Thank
You!!!**

www.esaunggul.ac.id