

BIOTEKNOLOGI FERMENTASI

A. Pengertian Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara untuk mengubah substrat menjadi produk tertentu yang dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroba. Produk-produk tersebut biasanya dimanfaatkan sebagai minuman atau makanan. Fermentasi suatu cara telah dikenal dan digunakan sejak lama sejak jaman kuno. Sebagai suatu proses fermentasi memerlukan:

1. Mikroba sebagai inokulum
2. Tempat (wadah) untuk menjamin proses fermentasi berlangsung dengan optimal.
3. Substrat sebagai tempat tumbuh (medium) dan sumber nutrisi bagi mikroba.



Gambar 1: Skema Proses Fermentasi

Bioteknologi fermentasi menyangkut hal-hal yang berkaitan dengan proses industri fermentasi yang meliputi:

1. Sifat Fermentasi
2. Prinsip Kultivasi Mikroba dalam Sistem Cair
3. Desain Bioreaktor (fermenter)
4. Desain Media
5. Instrumentasi dan Pengendalian Proses dalam Bioreaktor
6. Teknik Pengukuran
7. Pemindahan Massa dan Energi
8. Peningkatan Skala
9. Fermentasi substrat padat

* Disampaikan sebagai materi Penataran Guru-guru MGMP Bidang Biologi di SMP Negeri 1 Yogyakarta, Tanggal 24 September 2005.

** Dosen Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.

B. Prinsip-prinsip Fermentasi

Agar fermentasi dapat berjalan dengan optimal, maka harus memperhatikan faktor-faktor berikut ini:

1. Aseptis: bebas kontaminan.
2. Komposisi medium pertumbuhan.
3. Penyiapan inokulum
4. Kultur
5. Tahap produksi akhir.

C. Sifat Fermentasi

1. Aerob memerlukan adanya oksigen.
2. Anaerob tidak memerlukan adanya oksigen.

E. Desain Bioreaktor

Istilah fermenter (bioreaktor) digunakan untuk tempat fermentasi. Pada prinsipnya fermenter harus menjamin pertumbuhan mikroba dan produk dari mikroba di dalam fermenter. Semua bagian di dalam fermenter pada kondisi yang sama dan semua nutrisi termasuk oksigen harus tersedia merata pada setiap sel dalam fermenter dan produk limbah seperti; panas, CO₂, dan metabolit harus dapat dikeluarkan (*remove*). Masalah utama fermenter untuk produksi skala besar adalah pemerataan medium kultur dalam fermenter. Harus homogen artinya medium kultur harus tercampur merata. Oleh karena itu, wadah perlu didesain sedemikian rupa sehingga proses dalam wadah dapat dimonitor dan dikontrol. Wadah (fermenter) memberikan kondisi lingkungan fisik yang cocok bagi katalis sehingga dapat berinteraksi secara optimal dengan substrat. Desain fermenter mulai dari yang sederhana (tangki dengan putaran) sampai yang *integrated system* dengan komputer.

Reaksi fermentasi multifase

1. Fase gas (mengandung N₂, O₂ dan CO₂)
2. Fase cair (medium cair dan substrat cair), dan
3. Fase padat.

Prinsip kultivasi mikroba dalam sistem cair

Mikroba berada dalam cairan yang mengandung nutrisi sebagai substrat untuk tumbuh dan berkembang bercampur dengan produk-produk yang dihasilkan termasuk limbah. Nutrisi dan oksigen yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal mikroba harus tercampur merata (homogen) pada semua bagian fermenter.

Untuk mendapatkan sistem fermentasi yang optimum, maka fermenter harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Bebas dari kontaminasi
2. Volume kultur relatif konstan (tidak bocor atau menguap)
3. Kadar oksigen terlarut harus memenuhi standar
4. Kondisi lingkungan seperti: suhu, pH harus terkontrol. *Stirred tank reactor* system model yang banyak dipakai.

Sistem fermenter tertutup dan terbuka

1. Tertutup, semua nutrisi ditambahkan pada awal fermentasi dan pada akhir fermentasi dikeluarkan bersama produknya. Sebagai contoh: pembuatan bir (*brewing*), antibiotik, dan enzim.
2. Terbuka, secara kontinu (terus menerus) terjadi pemasukan medium kultur dan pengeluaran medium bersama produk. Sebagai contoh: SCP (petrokimia).

Tipe Fermenter ada 2: septis dan aseptis.

Fermenter berdasarkan tipenya dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Septis untuk pembuatan pengembang roti, bir (*brewing*).
2. Aseptis untuk memproduksi *fine product* seperti: antibiotik, asam amino, polisakarida dan *single cell protein* (SCP).

Skala fermenter

Fermenter berdasarkan skala produksinya dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Skala kecil (*small scale*); untuk industri rumah tangga (*home industri*).
2. Skala besar (*large scale*); untuk industri skala besar (*petrokimia industri*).

Masalah utama fermenter untuk produksi skala besar adalah pemerataan medium kultur dalam fermenter. Harus homogen artinya medium kultur harus tercampur merata.

Desain media

Medium untuk fermentasi biasa disebut substrat. Biasanya pada teknologi fermentasi digunakan bahan dasar yang mengandung karbon. Oleh karena itu, kebanyakan berasal dari tumbuhan dan sedikit dari produk hewani. Sebagai contoh; biji-bijian (*grain*), susu (*milk*). *Natural raw material* berasal dari hasil pertanian dan hutan. Karbohidrat; gula, pati (tepung), selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

1. Gula, bahan makanan yang mengandung gula mudah dan relatif mudah didapatkan untuk proses biotek.
2. Pati, jagung, padi, ganum, kentang, dan pohong (kassava) didegradasi menjadi gula sederhana (monosakarida) dengan hidrolisis sebelum fermentasi. Pati juga dapat digunakan sebagai bahan bakar non minyak (etanol).
3. Selulosa
4. Substrat dari limbah industri: Molase (tetes tebu), mengandung 50 % gula sebagai substrat untuk produksi antibiotik, asam organik. Whey (air dadih), Daman dan ampas tahu, bahkan urine hewan ternak.

Berdasarkan bentuknya substrat dapat dibedakan menjadi:

1. Substrat cair (air anggur)
2. Substrat semi cair (yoghurt)
3. Substrat padat digunakan untuk produksi tempe, oncom, kecap, kompos dsb. *Solid substrate fermentation* (SSF), melibatkan jamur berfilamen, yeast atau streptomyces.

Inokulum

1. Bakteri: *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Eschericia sp.*
2. Jamur: *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*
3. Jamur filamentous:
4. Kahmir (yeast): *Saccharomyces sp.*

Tabel 1: Berbagai jenis inokulum dan produknya

| Jenis | Inokulum | Substrat | Produk |
|-------------------|--|---|-------------------|
| Jamur | <i>Rhizopus oligoporus</i> | Kedele Ampas kacang | Tempe, Oncom |
| Khamir (Yeast) | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Bahan roti, tetes tebu | Roti |
| | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Bahan dasar karbohidrat: beras, ketan, ketela | Tape |
| | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Air anggur, bir, brem | anggur, bir, brem |
| Bakteri | <i>Acetobacter xylinum</i> | Air kelapa | Nata de coco |
| | <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i> | Air susu | Yoghurt |

Peningkatan Skala (*Up Scalling*)

Proses fermentasi berkembang dalam 3 tahap.

1. Tahap perintisan (laboratorium)
2. Pilot plan, dan
3. Skala lapangan (ekonomi).

Kondisi lingkungan meliputi: faktor kimia (konsentrasi substrat) dan faktor fisik (perpindahan medium, pencampuran medium). Faktor fisik menimbulkan problem pada skala besar. Sehingga perlu designer dari teknik kimia.

Produk

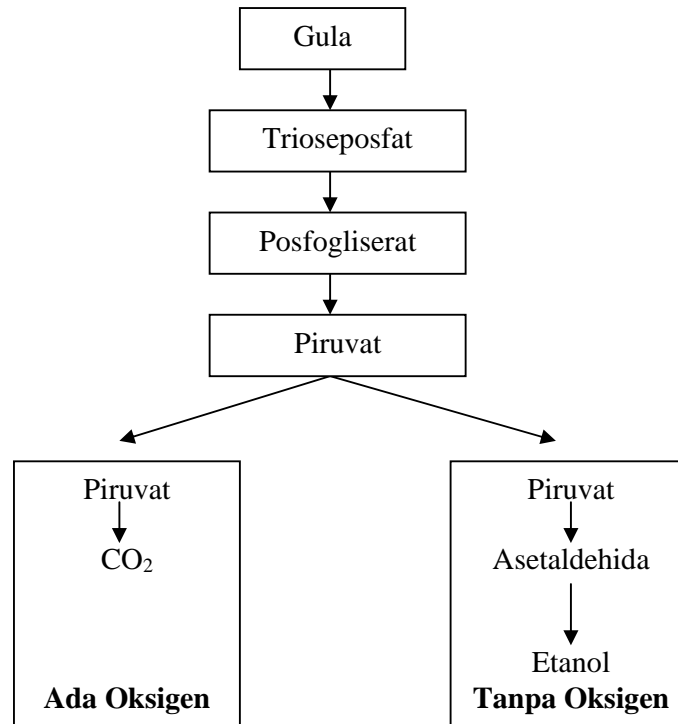
1. Biomass (*single cell protein*)
2. Metabolit primer
3. Metabolit sekunder

Alkohol

Keju

Fermentasi substrat padat

Tempe



DAFTAR PUSTAKA

Waites, M.J., Morgan, N.L., Rockey, J.S., and Gary Higton (2001). *Industrial Microbiology: An Introduction*. USA: Blackwell science.