

# 1 . PENDAHULUAN

Nur Hidayat dan Sri Suhartini

Staf Jurusan Tek. Industri Pertanian FTP Univ. Brawijaya Malang

<b>1.1. Fermentasi</b> .....	<b>1</b>
1.1.1. Mikrobia .....	2
1.1.2. Bahan Dasar.....	3
1.1.3. Sifat-sifat Proses .....	3
1.1.4. Pilot-plant .....	3
1.1.5. Faktor Sosial Ekonomi.....	4
<b>1.2. Proses Proses Fermentasi</b> .....	<b>6</b>
1.2.1. Produksi Sel Mikrobia .....	6
1.2.2. Produksi Enzim Mikrobia .....	6
1.2.3. Produksi Hasil Metabolisme Mikrobia .....	7
1.2.4. Proses Transformasi .....	8
<b>1.3. Sejarah Perkembangan Industri Fermentasi</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4. Komponen Proses Fermentasi</b> .....	<b>10</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>11</b>

## 1.1 Fermentasi

Mikrobiologi industri merupakan suatu usaha memanfaatkan mikrobia sebagai komponen untuk industri atau mengikutsertakan mikrobia dalam proses. Mikrobia dalam industri menghasilkan bermacam produk diantaranya:

1. zat kimia seperti asam organik, gliserol, alkohol
2. antibiotik
3. zat tumbuh
4. enzim
5. makanan dan minuman
6. pengawetan dan sebagainya.

Mikrobia sebagai hasil industri, misalnya protein sel tunggal, ragi dan sebagainya. Dalam bidang pertanian, misalnya *Bacillus turingiensis*, *Rhizobium* dan sebagainya.

Dalam mikrobiologi industri pokok bahasan utama adalah fermentasi. Fermentasi dapat didefinisikan sebagai perubahan gradual oleh enzim beberapa bakteri, khamir, dan kapang. Beberapa contoh perubahan kimia dari fermentasi meliputi pengasaman susu, dekomposisi pati dan gula menjadi alkohol dan karbon dioksida, dan oksidasi senyawa nitrogen organik.

Industri fermentasi dalam pelaksanaan proses dipengaruhi oleh beberapa faktor:

1. mikrobia
2. bahan dasar
3. sifat-sifat proses
4. pilot-plant
5. faktor sosial ekonomi

### **1.1.1 Mikrobia**

Mikrobia dalam industri fermentasi merupakan faktor utama, sehingga harus memenuhi syarat-syarat tertentu yaitu:

1. murni
2. unggul
3. stabil
4. bukan patogen

- Murni

Dalam proses-proses tertentu harus menggunakan biakan murni (dari satu strain tertentu) yang telah diketahui sifat-sifatnya. Untuk menjaga agar biakan tetap murni dalam proses maka kondisi lingkungan harus dijaga tetap steril. Penggunaan kultur tunggal mempunyai resiko yang tinggi karena kondisi harus optimum. Untuk mengurangi kegagalan dapat digunakan biakan campuran. Keuntungan penggunaan biakan campuran adalah mengurangi resiko apabila mikrobia yang lain tidak aktif melakukan fermentasi. Dalam bidang pangan penggunaan biakan campuran dapat menghasilkan aroma yang spesifik.

Pengembangan inokulum yang terdiri campuran biakan murni belum berkembang di Indonesia. Sebagai contoh, inokulum tempe yang dibuat LIPI masih merupakan inokulum kultur tunggal sehingga produsen tempe sering mencampur inokulum murni dengan inokulum tradisional dengan maksud memperoleh hasil yang baik.

Inokulum tape (ragi tape) juga belum berkembang. Di Malaysia, telah dikembangkan campuran kultur murni untuk membuat tape rendah alkohol. Ini merupakan upaya untuk memenuhi tuntutan masyarakat yang sebagian besar muslim. Isolatnya sendiri diperoleh dari ragi yang telah ada di pasaran.

Penggunaan inokulum campuran harus memperhatikan kebutuhan nutrisi mikroorganismenya. Kultur campuran yang baik adalah model suksesi sehingga antar organisme tidak bersaing namun saling mendukung untuk pembentukan produk.

- Unggul

Pada kondisi fermentasi yang diberikan, mikrobia harus mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara cepat dan hasil yang besar. Sifat unggul yang ada harus dapat dipertahankan. Hal ini berkaitan dengan kondisi proses yang diharapkan. Proses rekayasa genetik dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat jasad dengan maksud mempertinggi produk yang diharapkan dan mengurangi produk-produk ikutan.

- Stabil

Pada kondisi yang diberikan, mikrobia harus mempunyai sifat-sifat yang tetap, tidak mengalami perubahan karena mutasi atau lingkungan.

- **Bukan Patogen**

Mikrobia yang digunakan adalah bukan patogen bagi manusia maupun hewan, kecuali untuk produksi bahan kimia tertentu. Jika digunakan mikrobia patogen harus dijaga, agar tidak menimbulkan akibat samping pada lingkungan.

### **1.1.2 Bahan Dasar**

Bahan dasar untuk kepentingan fermentasi dapat berasal dari hasil-hasil pertanian, perkebunan maupun limbah industri. Bahan dasar yang umum digunakan di negara berkembang adalah:

1. molase, karena banyak tebu
2. jerami
3. dedak
4. kulit kopi, kulit coklat, sabut kelapa
5. ampas tebu, ampas biji-bijian yang telah diambil minyaknya
6. kotoran binatang
7. air limbah
8. sampah sebagai komponen pupuk
9. sisa pabrik kertas, pabrik susu dan sebagainya.

Bahan dasar harus mempunyai syarat-syarat:

1. mudah didapat
2. jumlah besar
3. murah harganya
4. bila diperlukan ada penggantinya.

### **1.1.3 Sifat-sifat Proses**

Sifat-sifat proses harus disesuaikan dengan kondisi yang dibutuhkan oleh mikrobia dalam melakukan metabolisme. Kondisi yang dibutuhkan dapat aerob ataupun anaerob, sedang bentuk medium dapat cair ataupun padat. Dalam proses produksi dapat digunakan proses tertutup ataupun kontinyu.

Perbedaan kondisi yang dibutuhkan oleh mikrobia dalam proses industri juga akan menentukan :

1. tipe fermentor
2. optimasi lingkungan: pH, aerasi, suhu. kadar nutrisi
3. Macam alat bantu: sumber air, listrik, kompresor dan sebagainya
4. cara pengunduhan hasil, sterilisasi.

### **1.1.4 Pilot-plant**

Pilot plant adalah semacam laboratorium tetapi di atas skala laboratorium dan di bawah skala perusahaan. Jika dalam pilot plant sudah menunjukkan hasil baik, dapat dibawa ke skala industri, karena dalam skala industri sudah terkait modal sehingga diperhitungkan kegagalan. Dengan pilot plant kegagalan dikurangi 75% daripada langsung dari laboratorium.

### 1.1.5 Faktor Sosial Ekonomi

Suatu perusahaan (industri) bertugas untuk mengolah sumber-sumber ekonomi agar dapat mencapai tujuan perusahaan. Faktor-faktor ekonomi yang harus diperhatikan sering kali disebut dengan 6 M (*Men, Money, Materials, Machines, Method and Market*).

#### 1. *Men* (Manusia)

Manusia disini diartikan sebagai tenaga kerja. Tenaga kerja manusia tetap berperan penting dalam perusahaan (dengan teknologi canggih atau tradisional) karena tenaga kerja manusia bekerja sebagai pengendali. Perusahaan perlu memperhatikan bagaimana mengelola tenaga kerja dengan sebaik-baiknya dalam upaya mencapai tujuan perusahaan.

#### 2. *Money* (Modal Usaha)

Uang atau modal usaha adalah sejumlah uang atau barang yang dibeli dengan uang tersebut untuk membuat produk yang lain, misalnya mesin, peralatan pabrik, alat-alat transportasi dan lain-lain. Penggunaan modal usaha ini harus dikelola dengan cermat oleh perusahaan agar tidak terjadi kerugian bagi perusahaan.

#### 3. *Materials* (Material)

Material sangat berpengaruh sekali bagi kelancaran proses produksi karena merupakan faktor pendukung utama dalam proses produksi. Material disini antara lain : bahan baku, bahan pembantu dan bahan lainnya yang menunjang proses produksi.

#### 4. *Method* (Metode)

Metode yaitu pelaksanaan manajemen dalam perusahaan atau pengelolaan perusahaan. Disini diatur, bagaimana agar sumber-sumber ekonomi yang terbatas itu dapat diwujudkan menjadi barang/jasa yang dapat memuaskan konsumen serta dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan. Misalnya : pengambilan keputusan, pemberian ide/inisiatif dan pemikiran yang semuanya ditujukan agar pengelolaan sumber-sumber ekonomi dapat berjalan dengan lancar.

#### 5. *Machines* (Mesin)

Hal ini berkaitan dengan teknologi yang akan diterapkan oleh perusahaan dalam melakukan proses produksinya. Semakin canggih teknologi (mesin) yang digunakan maka investasi (modal usaha) yang dibutuhkan akan semakin besar.

#### 6. *Market* (Pasar)

Pasar berhubungan dengan konsumen yang tersedia dan dapat diraih oleh perusahaan. Konsumen sangat penting bagi kelangsungan hidup perusahaan. Tanpa konsumen maka perusahaan tidak dapat didirikan karena tidak adanya pasar yang tersedia untuk produk. Untuk itu perusahaan harus senantiasa memperhatikan keinginan konsumen dan berusaha untuk memuaskan

konsumennya agar pasar dapat diraih dan dipertahankan bahkan dikembangkan lebih luas lagi.

Selain faktor-faktor di atas, ada beberapa faktor lain yang harus diperhatikan oleh perusahaan (industri) atau biasa dikenal dengan lingkungan umum perusahaan, antara lain :

#### 1. Faktor politik

Dalam hal ini menyangkut tingkat pemusatan kekuatan politik, sifat organisasi politik, sistem partai, kesadaran dalam bermasyarakat. Perusahaan merupakan lembaga sosial yang selalu berhubungan dengan masyarakat maka kehidupan operasi perusahaan sangat terpengaruh oleh politik negara dimana perusahaan itu berada.

#### 2. Faktor hukum

Lingkungan ini meliputi sifat dari sistem hukum, sistem hukum yang berlaku khususnya yang berpengaruh terhadap perkembangan perusahaan, misalnya peraturan perundangan.

#### 3. Faktor sosial

Disini meliputi struktur golongan yang ada dalam masyarakat yang dapat mempengaruhi perkembangan perusahaan termasuk di dalamnya sifat dan perkembangan dari lembaga-lembaga sosial.

#### 4. Perekonomian

Sistem perekonomian yang mempengaruhi perkembangan perusahaan terdiri dari berbagai aspek ekonomi dan unit-unit ekonomi dalam masyarakat yang meliputi jenis organisasi ekonomi, sistem kepemilikan perusahaan, sistem perpajakan dan perbankan, angkatan kerja, tingkat produktivitas, tingkat investasi, perubahan pola konsumsi dan lain-lain.

#### 5. Kebudayaan

Hal ini menyangkut latar belakang dari suatu masyarakat di mana perusahaan berada yaitu yang berhubungan dengan hasil produksi perusahaan. Juga tercakup didalamnya norma-norma masyarakat setempat, adat-istiadat dan kebiasaan mereka.

#### 6. Pendidikan

Lingkungan ini adalah keseluruhan dari tingkat pendidikan paling rendah sampai dengan pendidikan tertinggi secara formal serta tingkat pendidikan nonformal yang akan mempengaruhi tingkat keahlian khusus dari masyarakat tersebut.

#### 7. Teknologi

IPTEK senantiasa berkembang, oleh karena itu apabila perusahaan ingin mengembangkan tingkat proses produksi dan kegiatan operasionalnya harus berpacu dengan kemajuan teknologi.

## 8. Demografi

Lingkungan ini meliputi sumber tenaga kerja yang tersedia dalam masyarakat, angkatan kerja, tingkat kelahiran, tingkat kematian, penyebaran penduduk, umur, jenis kelamin dan lain-lain. Khusus untuk perusahaan yang sangat tergantung pada tenaga kerja maka urbanisasi sering menjadi masalah dalam masyarakat industri.

### 1.2 Proses Proses Fermentasi

Proses fermentasi yang penting dalam industri komersial adalah:

1. Produksi sel mikrobia,
2. Produksi enzim mikrobia,
3. Produksi hasil metabolisme mikrobia,
4. Proses transformasi

#### 1.2.1 Produksi Sel Mikrobia

Produksi sel mikrobia dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu produksi ragi dan produksi protein sel tunggal sebagai pangan maupun pakan. Produksi ragi roti dalam skala besar diusahakan mulai awal tahun 1900 dan khamir sebagai makanan manusia mulai perang dunia I di Jerman. Mulai tahun 1960 produksi protein sel tunggal semakin digiatkan dan digunakan berbagai sumber karbon.

Produksi sel mikrobia yang telah berkembang di Indonesia adalah inokulum tempe dan ragi tape. Inokulum tempe telah tersedia mulai dari bentuk tradisional (pada daun waru) sampai taraf industri (bentuk tepung kemasan) yang terbuat dari inokulum murni baik tunggal maupun campuran. Ragi tape masih dikerjakan secara tradisional sehingga komposisi mikroorganismenya juga beragam.

Saat ini sel mikrobia non-inokulum juga mulai dikembangkan. Mikrobia ini utamanya adalah bakteri probiotik. Bakteri probiotik dikemas dalam bentuk kapsul ataupun kaplet. Selain itu juga dicampurkan pada substrat seperti susu instan, ataupun ditumbuhkan pada media susu sehingga dapat dikonsumsi seperti meminum produk fermentasi.

#### 1.2.2 Produksi Enzim Mikrobia

Enzim dapat dihasilkan dari tanaman, hewan dan mikrobia, tetapi enzim dari mikrobia menunjukkan hasil yang lebih besar melalui teknik fermentasi dan lebih mudah untuk memperbaiki produktivitasnya daripada tanaman dan hewan. Enzim yang dihasilkan mikrobia dapat dikontrol, misalnya pemberian bahan pemacu dalam medium, penghambatan umpan balik dapat diubah melalui teknik seleksi dan mutasi.

Enzim-enzim mikrobia yang mulai dikembangkan di Indonesia misalnya lipase untuk deterjen serta untuk produksi gliserol dan penyediaan asam lemak bebas bagi pembuatan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) yang penting dalam

industri biofarmasi. Enzim amilase dan glukosa isomerase juga mulai digunakan untuk produksi fruktosa dari sereal untuk digunakan sebagai gula diet. Beberapa contoh aplikasi enzim secara komersial dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Aplikasi enzim secara komersial

Industri	Aplikasi	Enzim	Sumber
Roti	Mempercepat proses fermentasi, meningkatkan volume adonan, memperbaiki kelunakan dan tekstur.	Amilase, protease	Kapang, bakteri
Bir	Mempermudah filtrasi	$\beta$ -glukanase	Kapang, bakteri
Sereal	Pembuatan makanan bayi	amilase	kapang
Coklat	Pembuatan sirup	amilase	Kapang, bakteri
Kopi	Fermentasi biji kopi	Pektinase	kapang
Sirup jagung	Membuat sirup tinggi maltosa; produksi sirup rendah D.E.; produksi glukosa dari sirup jagung mengubah sirup jagung menjadi produk fruktosa yang lebih manis	Amilase, amiloglukosidase, glukosa isomerase	Kapang, bakteri
Susu	Menghilangkan residu $H_2O_2$ dari susu (rangkain sterilisasi susu dengan $H_2O_2$ ); pembuatan protein hidrolisat; stabilisasi susu evaporasi, produksi konsentrat susu segar; konsentrat whey; dan ice cream	Katalase, protease, laktase	Kapang, bakteri, khamir
Jus buah	Penjernihan; pencegahan pembentukan gel; dan perbaikan teknik ekstraksi	pektinase	kapang
Laundry	deterjen	protease	bakteri

### 1.2.3 Produksi Hasil Metabolisme Mikrobia

Pertumbuhan mikrobia dapat dibagi dalam beberapa tahap. Setelah inokulasi kultur dalam medium nutrisi tidak nampak adanya pertumbuhan, periode ini disebut fase adaptasi. Sel akan terus bertambah secara cepat, dengan kecepatan maksimum, periode ini disebut fase eksponensial. Setelah sel mencapai kecepatan tumbuh maksimum maka jumlah sel akan tetap dan disebut fase stasioner, yang akan diikuti dengan penurunan jumlah sel atau disebut fase kematian. Kinetika pertumbuhan ini diikuti dengan produk yang dihasilkan terutama adalah sel dan termasuk juga asam amino, nukleotida, protein, asam nukleat, lipida, karbohidrat dan sebagainya.

Produk-produk ini disebut produk metabolit utama dan fase produksi disebut tropofase.

Banyak produk metabolisme utama yang penting secara ekonomis, yang dihasilkan melalui proses fermentasi (Tabel 1.2.). Sintesis utama oleh tipe liar merupakan produksi yang bermanfaat bagi mikrobia tersebut, tetapi dalam bidang industri perlu diperbaiki sehingga menguntungkan industri.

Selama fase stasioner beberapa strain mikrobia mensintesis senyawa yang tidak dihasilkan selama tropofase dan fungsinya dalam sel tidak jelas. Senyawa ini disebut produk metabolit sekunder, dan fase ini disebut idiofase. produk yang penting dapat diusahakan secara kultur kontinu dengan kecepatan pertumbuhan yang lambat.

Tabel 1.2. Beberapa produk metabolit utama dan fungsi dalam industri (Stanbury and Whitaker, 1984)

Metabolit utama	Fungsi dalam industri
Etanol	bahan bakar, minuman dan obat-obatan
Asam sitrat	industri pangan
Acetonbutanol	pelarut
Asam glutamat	penyedap rasa
Lisin, vitamin	bahan tambahan

Produk-produk metabolit selain diambil produk metabolitnya, secara tradisional telah dikonsumsi atau dimanfaatkan oleh manusia bersama-sama dengan substratnya yang disebut biomassa mikrobia misalnya gari, growol, kecap, miso, semayi, tape, tauco, tempe, terasi, dan sebagainya.

Beberapa produk metabolit yang berfungsi sebagai penambah citarasa makanan juga dikembangkan misalnya aroma buah dari kapang maupun warna dari beberapa bakteri, khamir, dan kapang. Di Jepang produk warna dari mikroorganisme juga mulai digunakan untuk tekstil. Produk-produk metabolit saat ini juga diarahkan untuk menggantikan sumber-sumber daya alam misalnya menggantikan minyak bumi dengan biodisel secara fermentasi.

#### 1.2.4 Proses Transformasi

Sel mikrobia dapat digunakan untuk mengubah senyawaan menjadi senyawa lain yang secara struktur berkaitan, yang mana senyawa yang dihasilkan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Reaksi yang dapat mengkatalisis misalnya dehidrogenasi, oksidasi, hidroksilasi, dehidrasi dan kondensasi, dekarboksilasi, aminasi, deaminasi dan isomerasi. Contoh proses transformasi adalah mengubah alkohol menjadi asam asetat. Proses transformasi dapat juga digunakan untuk produksi antibiotik. Sel yang amobil juga merupakan usaha proses transformasi yang dapat digunakan berulang.

### 1.3 Sejarah Perkembangan Industri Fermentasi

Tahap pertama industri fermentasi dimulai sebelum tahun 1900, yaitu mulai pembuatan alkohol dan vinegar. Di Arab produksi dalam skala besar dimulai tahun 1700. Pengembangan proses dengan menggunakan termometer dimulai tahun 1757 dan pemindahan panas pada tahun 1801. Pada pertengahan abad 19, fungsi khamir dalam fermentasi alkohol mulai dikembangkan. Pada akhir abad 19 mulai digunakan kultur murni khamir pada pembuatan starter.

Vinegar pada mulanya dihasilkan dari oksidasi wine karena perkembangan mikrobia liar. Perkembangan kemudian dengan menggunakan generator yang diikuti dengan medium penyangga. Pada akhir abad 19 dan awal abad 20 mulai digunakan medium yang dipasteurisasi dan ditambah 10% vinegar yang baik untuk menjadikan asam dan mencegah kontaminasi. Jadi konsep proses mulai dikembangkan pada awal abad 20.

Tahap ke dua yaitu dari tahun 1900 - 1940 dengan mulai dikembangkan produk baru seperti massa sel khamir, gliserol, asam sitrat, asam laktat dan aseton-butanol. Pembuatan ragi roti merupakan proses aerob sehingga sel tumbuh cepat. Jika oksigen tidak ada maka yang dihasilkan alkohol dan bukan sel khamir. Masalah pembatas adalah konsentrasi wort awal, karena pertumbuhan sel dibatasi oleh kemampuan penggunaan sumber karbon daripada oksigen. Pertumbuhan sel juga dipengaruhi oleh penambahan wort dalam jumlah kecil selama proses. Teknik ini sekarang disebut kultur *Fed-batch* dan secara luas digunakan dalam fermentasi industri dengan oksigen sebagai pembatas. Perkembangan fermentasi aseton butanol secara aseptis selama perang dunia II dipelopori oleh Weizmann.

Pada tahap ke tiga mulai dihasilkan penisilin pada kultur submerged secara aseptis. Produksi penisilin secara aerob sangat mudah mengalami kontaminasi, terutama pemasukkan udara dalam skala besar. Program pengembangan strain dilakukan dalam pilot-plant. Pada tahap ini (1940 sampai sekarang) banyak ditemukan proses-proses baru diantaranya antibiotik yang lain, vitamin, gibrelin, asam amino, enzim dan transformasi steroid.

Tahap ke empat (1960 sampai sekarang), sejumlah perusahaan besar meneliti tentang produksi protein sel tunggal untuk ternak. Tahap ini merupakan pengembangan tahap ke tiga dengan skala lebih besar, dengan kemungkinan harga jual yang lebih rendah. Mulai tahap ini semakin diperhatikan kontrol peralatan dan proses menggunakan kontrol komputer dan mulai dilakukan penelitian strain yang digunakan melalui rekayasa genetik.

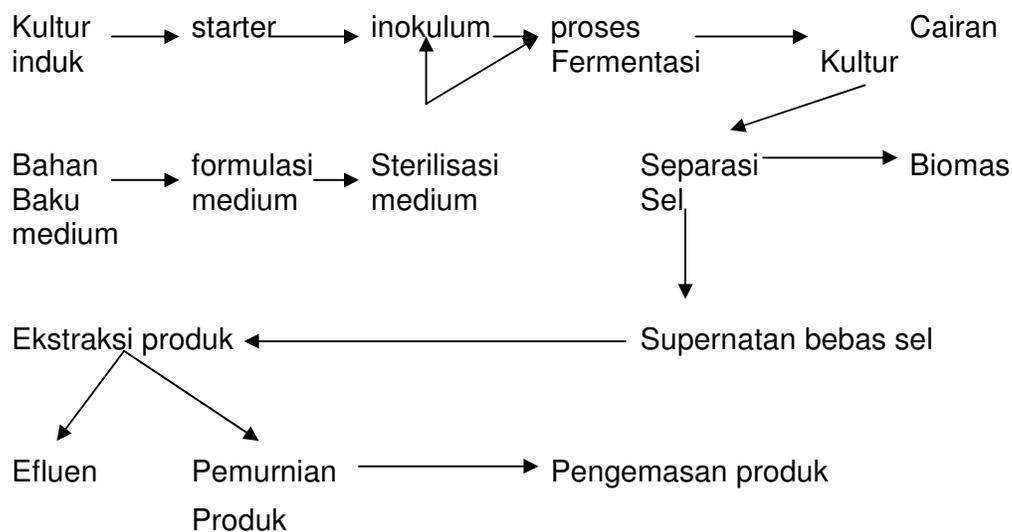
Tahap ke lima (1979 sampai sekarang) mulai diteliti dan diproduksi senyawaan yang tidak umum dihasilkan mikrobia seperti interferon, insulin dengan manipulasi genetik. Produksi konvensional juga dapat ditingkatkan melalui rekayasa genetik. Perkembangan tahap ini semakin canggih sesuai perkembangan bioteknologi.

## 1.4 Komponen Proses Fermentasi

Proses fermentasi mempunyai enam komponen dasar yaitu;

1. Susunan medium yang digunakan selama pengembangan inokulum dan di dalam fermentor.
2. Sterilisasi medium, fermentor dan peralatan yang lain.
3. Aktivitas produksi, pemanfaatan kultur murni, jumlah inokulum untuk produksi.
4. Pertumbuhan mikrobia dalam fermentor produksi pada kondisi optimum untuk pembentukan hasil.
5. Ekstraksi produk dan pemurnian.
6. Penanganan limbah yang dihasilkan selama proses.

Hubungan antar komponen dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Skema umum proses fermentasi.

Namun demikian, salah satu hal yang perlu diperhatikan di bidang penelitian adalah perancangan perbaikan efisiensi fermentasi secara terus menerus. Sebelum proses fermentasi dapat dilakukan, organisme yang dipakai harus diisolasi, dimodifikasi sehingga dapat menghasilkan produk yang diharapkan dalam skala komersial, hal ini tentunya membutuhkan perancangan peralatan. Proses ekstraksi produk juga harus diperhatikan karena ini menyangkut biaya produksi yang tidak sedikit.

Beberapa faktor – medium, garam, keasaman, kultur, dan waktu – berperan penting dalam fermentasi. Proses fermentasi bersifat sederhana namun harus teliti sehingga flavor, tekstur, aroma, dan karakteristik lainnya yang diharapkan, dapat muncul.

Berbagai makanan dan minuman seperti roti, tape, tempe, wine dan yogurt dibuat melalui proses fermentasi. Sebagai bahan pangan tambahan beberapa produk fermentasi telah umum digunakan. Sebagai contoh, gum xanthan merupakan polisakarida dengan berat molekul tinggi yang dihasilkan melalui proses fermentasi menggunakan bakteri *Xanthomonas campestris* dengan gula sebagai substrat. Gum gellan adalah polisakarida yang larut dalam air dan dihasilkan dari fermentasi dengan kultur murni *Sphingomonas elodea*. Kedua hidrokoloid ini umum digunakan dalam industri pangan sebagai pengental, penstabil, dan pembentuk tekstur.

Akhir-akhir ini dikembangkan pula isoflavon kedelai untuk digunakan dalam makanan, minuman, dan farmasi. Isoflavon kedelai seperti genistein, daidzein, dan glycitein memiliki manfaat penting bagi kesehatan dan proses fermentasi dapat menghasilkan komponen-komponen tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kumalaningsih, S dan N. Hidayat. 1995. **Mikrobiologi Hasil Pertanian**. IKIP Malang. Malang
- Schlegel, H.G. and K. Schmidt. 1986. **General Microbiology** (translated by M. Kogut). Cambridge University Press. Cambridge
- Stanbury, P.F and A. Whitaker. 1984. **Principles of Fermentation Technology**. Pergamon Pers. Oxford
- Sumarni, M. dan J. Soeprihanto. 1995. **Pengantar Bisnis (Dasar-dasar Ekonomi Perusahaan)**. Edisi Keempat. Penerbit Liberty. Yogyakarta