

Petemuan XII

MIKROBIOLOGI INDUSTRI (BIO INDUSTRI)

I. Pengertian Mikrobiologi Industri

Adalah suatu proses produksi mikroorganisme dalam jumlah besar, kondisi terkendali dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan bermanfaat. Dilihat dari sudut industri, mikroorganisme merupakan “pabrik zat kimia” yang mampu melakukan perubahan yang dikehendaki. Mikroorganisme merombak bahan mentah (substrat) menjadi suatu produk baru :

Substrat + Mikroorganisme \longrightarrow Produk baru

Substrat : karbohidrat, pati, molasses, limbah hasil pertanian, tebu, ubi dsb.

Mikroorganisme : bakteri, jamur, yis dll.

Produk baru : enzim, alcohol, antibiotic, vitamin, hormone steroid, asam amino, asam organic, protein sel tunggal.

Kelebihan mikroorganisme sebagai sumber industri :

1. Mikroba tumbuh dengan cepat (dimana dalam waktu 20 – 30 menit mikroba sudah dapat berkembang biak),
2. Tidak memerlukan lahan yang luas,
3. Tidak dipengaruhi iklim, mudah dikendalikan,
4. Secara genetic mikroba mudah dimodifikasi sesuai dengan kehendak,
5. Mikroorganisme dapat tumbuh pada berbagai limbah yang memiliki nilai ekonomi rendah untuk diubah menjadi bahan dengan nilai ekonomi tinggi.
6. Dalam suatu reaksi, memang mesti harus menggunakan mikroba (tidak dapat digantikan oleh zat kimia).

Syarat mikroba sebagai bahan industri :

1. Mempunyai produktifitas yang tinggi.
2. Berupa **biakan murni** yang telah diketahui sifat-sifatnya. Untuk menjaga agar biakan tetap murni dalam proses, maka kondisi lingkungan harus dijaga steril.

3. Unggul. Pada kondisi fermentasi yang diberikan, mikroba harus mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara cepat dengan produksi yang tinggi.
4. Stabil. Tidak mudah mengalami perubahan atau mutasi akibat perubahan lingkungan.
5. Tidak pathogen, bagi manusia maupun binatang. Jika digunakan, mikroba pathogen harus dijaga agar tidak menimbulkan akibat samping pada lingkungan.

Beberapa mikroba penting yang berperan terhadap mikrobiologi industri :

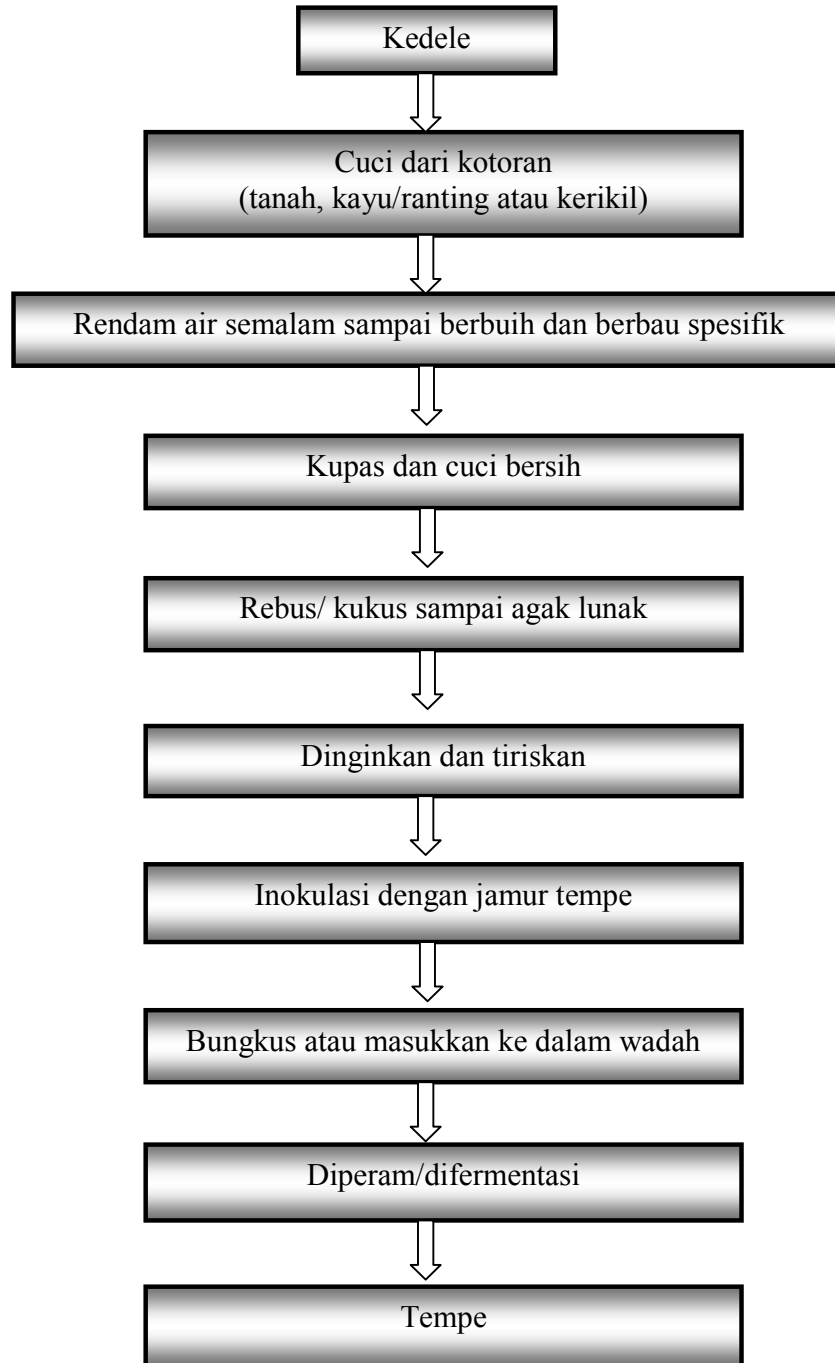
No.	Jenis mikroba	Nama mikroba	Produk yang dihasilkan
1.	Bakteri	<i>Acetobacter aceti</i> , <i>Acetobacter xylinum</i> , <i>Bacillus sp</i> , <i>Bividobacterium sp</i> , <i>Lactobacillus sp, dll</i>	Asam cuka, Nata de pina, nata de coco, Rekayasa genetic (lingkungan), Probiotik, Yogurt, dll
2.	Jamur	<i>Aspergillus niger</i> <i>Rhizopus oryzae</i> <i>Neurospora sitophila</i> <i>Monascus purpureus</i> <i>Penicillium sp, dll</i>	Asam sitrat Pembuatan tempe (perbaikan nilai gizi) Pembuatan oncom (beta karoten) Pewarna alami dan angkak (membantu kesehatan) Antibiotic, dll
3.	Yis (kapang)	<i>Saccharomyces cereviceae</i> <i>Saccharomyces Roxii</i>	Alcohol, wine, bir, pengembang roti Pembuatan kecap (pembentukan aroma), dll
4.	Virus	<i>Virus polio</i> <i>Virus rabies</i>	Vaksin polio Vaksin rabies, dll
5.	Alga	<i>Chlorella</i>	Makanan kesehatan dll

Beberapa Contoh Mikrobiologi Industri (Bioteknologi)

1. Industri Pangan

a) Fermentasi Tempe

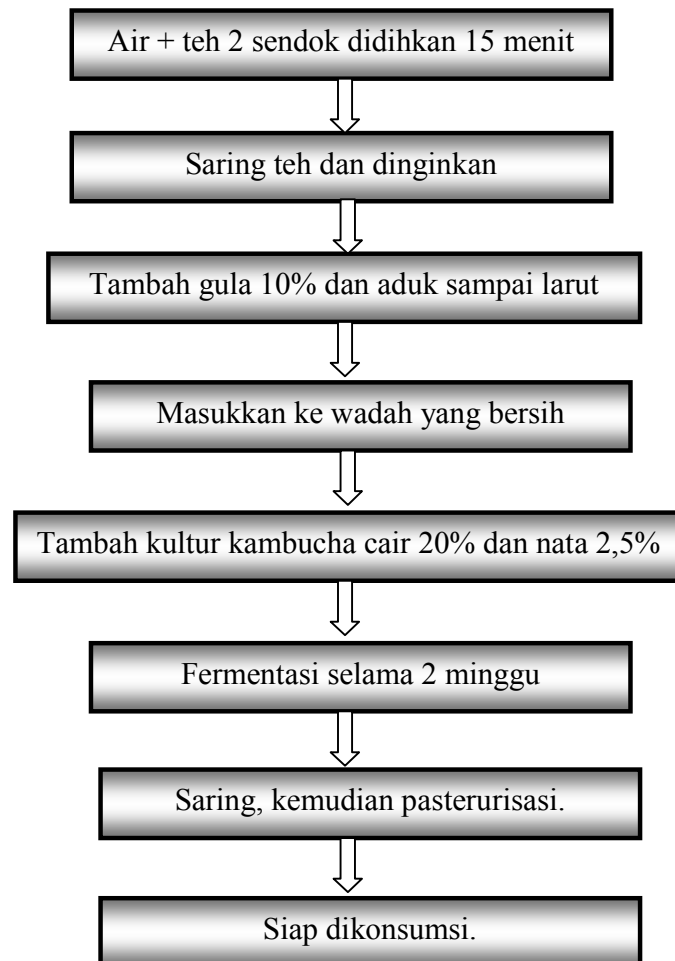
Rasa dan aroma kedele berubah setelah proses fermentasi di samping itu semakin meningkat nilai gizinya. Kualitas tempe sangat dipengaruhi oleh kualitas starter yang digunakan untuk inokulasi.



Bagan pembuatan tempe

b) Kombucha

Dikenal dengan jamur teh atau jamur dipo adalah fermentasi teh menggunakan campuran kultur bakteri dan khamir/yis sehingga diperoleh cita rasa asam dan terbentuk lapisan nata. Kombucha dapat digunakan untuk mengatasi masalah kesehatan seperti darah tinggi atau darah rendah, rematik, kegemukan, arthritis, migraine, diabetes dll. Kandungan asam glukonat pada kombucha, mampu meningkatkan kekebalan tubuh dan mengeluarkan atau mengikat racun. Kandungan antimikroba kombucha dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella sonnei*, *E. coli*, dan *Salmonella typhimurium*.

CARA PEMBUATAN KOMBUCHA

c) Nata de Coco

Nata adalah suatu zat yang menyerupai gel, tidak larut dalam air dan terbentuk pada permukaan media fermentasi air kelapa dan beberapa sari buah masam. Nata de coco adalah jenis nata dengan medium fermentasi air kelapa. Mikroba yang digunakan untuk proses fermentasi *Acetobacter xylinum*. Nata de coco mengandung serat kasar 2,75%, protein 1,5 – 2,8%, lemak 0,35% dan sisanya adalah air. Nata de coco merupakan sumber makanan rendah energy.

d) Yoghurt

Yoghurt adalah produk susu fermentasi berbentuk semi padat, yang dihasilkan melalui fermentasi menggunakan bakteri asam laktat. Selama fermentasi akan terjadi perubahan tekstur, flavor, dan rasa yang khas. Yoghurt mengandung nilai gizi yang lebih baik berbanding susu segar. Secara tradisional yoghurt dapat dibuat dengan menambahkan kultur starter campuran *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.

e) Kecap dll

Kecap adalah cairan kental yang mengandung protein, diperoleh dari perebusan kedele yang telah difermentasi dan ditambah gula, garam dan rempah-rempah. Mutu kecap ditentukan oleh kandungan protein. Mutu pertama mengandung minimal 6% protein dan mutu kedua mengandung 2% . kecap terbagi dua yaitu :

1. Kecap manis (kandungan gula 26 – 61%, garam 3 – 6%).
2. Kecap asin (kandungan gula 4 - 19%, garam 18 - 21%).

2. Industri Bahan Kimia

a) Industry Asam Asetat

Asam asetat disebut juga dengan asam cuka, merupakan cairan yang berwarna putih dengan bau asam yang sangat tajam. Pembuatan asam asetat secara fermentasi dilakukan dalam dua tahap yaitu fermentasi alcohol dan fermentasi asam asetat oleh bakteri asam asetat pada larutan yang mengandung alcohol.

b) Industri Asam Laktat

Asam laktat merupakan bahan kimia serba guna yang dapat digunakan sebagai :

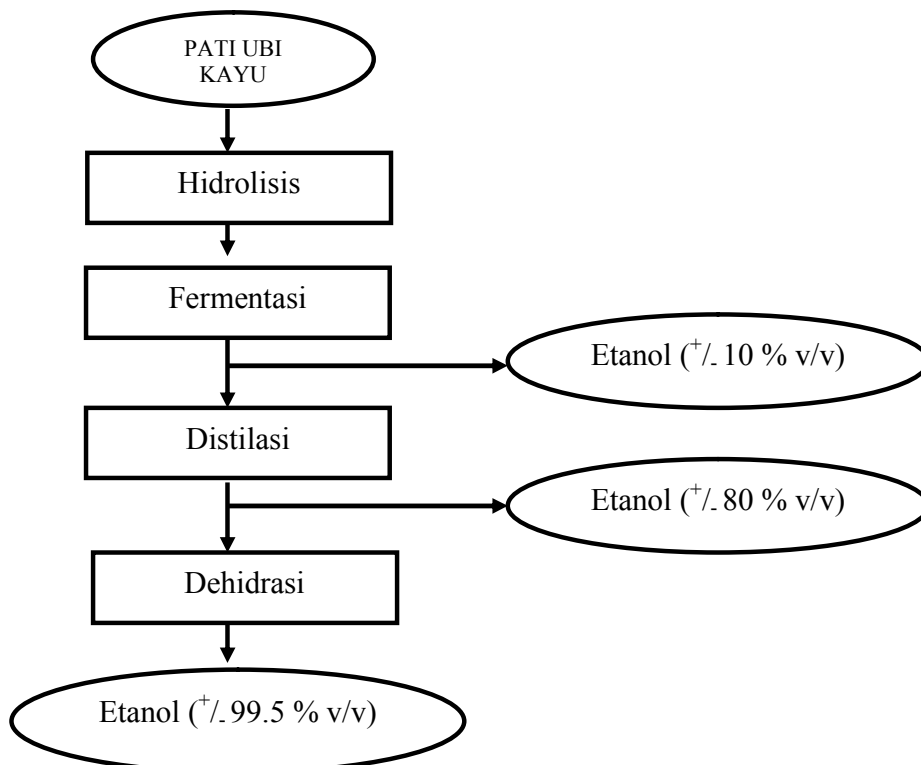
- Asidulan (bahan pengasam), aroma dan pengawet dalam industry makanan dan obat-obatan, kulit dan tekstil.
- Untuk produksi bahan kimia dasar.
- Untuk polimerisasi bahan yang mudah dirombak *poly lactic acid* (PLA).

Produksi asam laktat dunia mencapai 80.000 ton dan sekitar 90% diantaranya dihasilkan oleh bakteri asam laktat melalui fermentasi dan sisanya dihasilkan secara sintesis dengan menghidrolisis laktonitril.

c) Industri Alkohol

Secara garis besar proses pembuatan alkohol (ethanol) merupakan proses pengubahan karbohidrat dari berbagai tanaman dengan bantuan mikroba yis *Saccharomyces cereviceae* menjadi alkohol. Karbohidrat sebagai substrat dapat digunakan dari berbagai sumber seperti pati ubi, nira kelapa, nira nipah, sagu maupun limbah sagu, air kelapa, jagung, gandum, limbah bahan organik dsb.

Berikut adalah diagram alir untuk produksi bioetanol dari pati ubi kayu :



3. Industri Enzim

Enzim hanya terbentuk di dalam sel makhluk hidup. Enzim berfungsi sebagai katalisator beberapa reaksi kimia yang tidak dapat digantikan oleh bahan kimia sintetik. Teknologi enzim tidak diragukan lagi dapat menyumbangkan kepada penyelesaian terhadap sebagian masalah. Perkiraan produksi enzim dunia per tahun sbb. :

Enzim	Enzim murni (ton)
Protease <i>Bacillus</i>	500
Amilo-glukosidase	300
Amylase <i>Bacillus</i>	300
Isomerase glucose	50
Rennet microbial	20
Amylase jamur	20
Pektinase	20
Protease jamur	10

Di samping itu banyak enzim lain yang juga sudah dimersialkan seperti Enzim Lipase, Enzim Amilase, Enzim Laktase, α -amilase, β -amilase dll.

4. Industri Protein Sel Tunggal (SCP= single cell protein)

FAO telah memprediksi terjadinya gap antara negara maju dengan negara berkembang dalam penyediaan pangan termasuk protein. Ketersediaan pangan yang mencukupi dan berkualitas bagi penduduk dunia telah mendapat perhatian negara seluruh dunia. CSP merupakan pangan harapan di masa depan, dimana protein akan dihasilkan dalam jumlah yang besar dari proses produksi sel mikroba. Disebut SCP karena kebanyakan mikroorganisme yang digunakan sebagai penghasil merupakan mikroorganisme sel tunggal, bukannya organisme multi sel seperti hewan dan tumbuhan.

Secara teori, dalam kondisi yang optimal mikroorganisme dapat menghasilkan 25 ton per hari protein. Hal ini jauh lebih efisien bila dibanding dengan protein yang dihasilkan oleh hewan dalam waktu yang sama.

Perbandingan organism dalam melipatgandakan beratnya

Organism	Waktu
Bakteri dan yis	20 – 120 menit
Jamur dan alga	2 - 6 jam
Rumput dan tumbuhan	1 – 2 minggu
Ayam	2 – 4 minggu
Babi	4 – 6 minggu
Lembu (muda)	1 – 2 bulan
Manusia (muda)	3 – 6 bulan

Terdapat perhatian yang lebih terhadap penggunaan alga sebagai sumber SCP walaupun pertumbuhannya agak lambat berbanding bakteri dan yis. Kelebihan alga sebagai mikroorganisme sebagai sumber SCP adalah dapat hidup subur pada kondisi terbuka dan hanya memerlukan CO₂ sebagai sumber karbon untuk proses fotosintesis. Alga seperti *Chlorella* dan *Sensdemus* telah lama dijadikan makanan di Jepang, sedangkan *Spirulina* digunakan secara meluas di Mexico dan Afrika.

5. Industri Produk-produk Kesehatan

Vaksin adalah sediaan mikroorganisme mati atau yang dilemahkan yang dapat diberikan kepada manusia atau hewan guna merangsang kekebalan tubuh. Dalam penyakit yang disebabkan oleh virus, vaksin telah berkembang oleh teknologi DNA rekombinan untuk melawan virus polio, hepatitis, herpes, influenza dll.

Antibiotic adalah senyawa anti mikrob yang dihasilkan oleh mikroorganisme hidup. Antibiotic telah digunakan secara meluas sejak perang dunia kedua dengan penemuan penicillin. Selanjutnya dalam perkembangannya, anti biotic digunakan secara meluas bagi obat-obatan manusia dan hewan ternak. Beberapa antibiotic telah digunakan untuk meningkatkan berat ternak. Antibiotic dalam dosis terbatas dapat digunakan untuk mengatasi penyakit taaman yang disebabkan oleh mikroba.

Beberapa antibiotic penting yang telah dihasilkan oleh mikroba :

Senyawa antibiotik	Mikroorganisme penghasil	Spectrum aktivitas antibiotik
Aktinomisin D	<i>Streptomyces sp</i>	Antitumor
Asparaginase	<i>Erwinia sp</i>	Antileukomia
Basitrasin	<i>Bacillus sp</i>	Antibakteria
Bleomisin	<i>Streptomyces sp</i>	Anti kanker
Sefalosporin	<i>Acremonium sp</i>	Anti bacteria
Kloramfenikol	<i>Cephalosporium sp</i>	Anti bakteri
Daunorubisin	<i>Streptomyces sp</i>	Anti protozoa
Fumagilin	<i>Aspergillus sp</i>	Amoebisidal
Griseofulvin	<i>Penicillin sp</i>	Anti fungus
Mitomisin	<i>Streptomyces sp</i>	Anti tumor
Natamisin	<i>Streptomyces sp</i>	Pengawetan makanan
Nisin	<i>Streptomyces sp</i>	Pengawetan makanan
Penicillin G	<i>Penicillin sp</i>	Anti bakteri
Rifamisin	<i>Nocardia sp</i>	Antituberculosis
Streptomisin	<i>Streptomyces sp</i>	Anti bacteria

Insulin. Sebelum ini, kebutuhan insulin bagi penderita diabetes disediakan dari ekstrak insulin babi atau lembu. Penyelidikan DNA rekombinan telah berhasil memproduksi insulin yang didapat dari proses fermentasi bakteri.

Produk darah. Produksi darah melalui teknik DNA rekombinan telah berhasil memenuhi kebutuhan darah, di mana konsumsi terbesar produk darah adalah jepang dan Amerika Utara sebesar 25% dari kebutuhan dunia.