



**MODUL BIOINDUSTRI  
(IBL 610)**

**MODUL SESI KE-1  
PENGENALAN MIKROBIOLOGI INDUSTRI**

**DISUSUN OLEH**

**Dr. Henny Saraswati, S.Si, M.Biomed**

Universitas  
**Esa Unggul**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2020**

## **PENGENALAN MIKROBIOLOGI INDSUTRI**

### **A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan**

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Mengetahui konsep bioindustri.
2. Mengetahui pemanfaatan mikroba dalam kegiatan industri makanan, kesehatan dan lingkungan.
3. Mengenal beberapa industri yang memanfaatkan mikroba di Indonesia.
4. Merencanakan suatu proyek industri berbasis mikroba yang berpotensi dikembangkan di masa depan.

### **B. Uraian dan Contoh**

#### **1. Topik-topik yang dipelajari dalam mata kuliah ini.**

Pada perkuliahan tentang Bioindustri ini, kita akan mempelajari penggunaan mikroba dalam berbagai industri yang berguna bagi kehidupan manusia, yaitu dalam bidang pangan, kesehatan dan lingkungan.

Terdapat beberapa topik yang akan kita pelajari dalam 1 (satu) semester ke depan, dibagi menjadi 7 (tujuh) topik sebelum Ujian Tengah Semester (UTS) dan 7 (tujuh) topik setelah Ujian Tengah Semester. Pada masa sebelum UTS, topik-topik yang akan dipelajari adalah :

1. Pengenalan dan sejarah mikrobiologi industri.
2. Mikroba dalam industri.
3. Industri dengan pemanfaatan khamir dan kapang.
4. Fermentasi.
5. Fermentasi dalam Industri pangan.
6. Kunjungan ke industri pangan (sesi 1).
7. Kuis.

Beberapa materi yang dipelajari setelah UTS antara lain :

8. Industri dalam produksi enzim.
9. Teknologi dalam produksi vaksin dan farmasetika.
10. Teknologi produksi antibiotik.
11. Industri bioteknologi lingkungan.
12. Kunjungan lapangan ke industri vaksin (sesi 1).
13. Kuis.
14. Membuat rancangan proyek bioindustri.

## **2. Persentase penilaian.**

Kita akan melakukan perkuliahan dengan beberapa metode, yaitu perkuliahan secara daring/jarak jauh, tanya jawab/diskusi, tugas dan evaluasi berupa kuis, UTS dan UAS. Penilaian yang diberikan berasal dari presensi, tugas dan evaluasi dengan persentase sebagai berikut :

- Presensi/kehadiran : 10%
- Tugas : 15%
- Kuis : 10%
- UTS : 30%
- UAS : 35%.

Hasil akhir penghitungan dari penilaian ini akan menjadi nilai akhir yang akan digunakan dalam penentuan Indeks Prestasi Semester (IPS) dan Indeks Prestasi Kumulatif (IPK). Oleh karena itu, harap diperhatikan baik-baik dalam perkuliahan kali ini.

## **3. Referensi yang digunakan.**

Perkuliahan bioindustri kali ini menggunakan referensi-referensi yang dapat digunakan. Mahasiswa dibebaskan untuk menggunakan sumber referensi yang digunakan, bisa berupa buku cetak, buku digital (e-book), jurnal penelitian, berita, artikel hasil pemikiran pakar atau sumber pembelajaran di dunia maya. Namun, demikian harus diperhatikan bahwa penulis dari sumber-sumber referensi ini haruslah individu atau institusi yang dapat dipertanggungjawabkan hasil tulisannya. Contoh referensi yang bisa digunakan antara lain :

- Hidayat, N., Padaga, M.C. & Suhartini, S. (2006). *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
- Smith, E.E. (2009). *Biotechnology*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Waites, M.J., Morgan, N.L., Rockey, J.S & Higton, G. (2001). *Industrial Microbiology: An Introduction*. London. Blackwell Science.

#### 4. Pengantar Bioindustri

Pada pengantar tentang bioindustri ini akan dibahas mengenai (1) pengertian mikrobiologi, (2) sejarah mikrobiologi industri, (3) peranan mikroorganisme dalam industri, (4) perkembangan mikrobiologi industri saat ini. Pada beberapa topik ini, terdapat mikrobiologi industri atau mikroorganisme. Hal ini dikarenakan bioindustri erat kaitannya dengan mikrobiologi industri, sehingga beberapa pihak menggunakan istilah mikrobiologi industri untuk pemaparan bioindustri. Pada perkuliahan kali ini, kedua istilah ini digunakan untuk memudahkan para mahasiswa.

Secara pengertian, mikrobiologi industri adalah **pemanfaatan mikroorganisme** baik virus, bakteri, yeast, kapang dalam suatu proses dengan kapasitas besar dan kondisi terkendali sehingga menghasilkan **produk yang bernilai ekonomi tinggi**. Kata kunci yang harus diperhatikan disini adalah pemanfaatan mikroorganisme yang menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi. Hal ini memiliki arti bahwa produk yang dihasilkan dapat diperjualbelikan dan sangat berguna bagi masyarakat. Oleh karena itu pemanfaatan mikroorganisme ini dikatakan dalam skala industri. Proses ini tentu sejalan dengan pengertian tentang bioteknologi, yaitu pemanfaatan sebagian atau keseluruhan makhluk hidup untuk menghasilkan produk yang berguna bagi manusia, hewan maupun tumbuhan.

Di dalam bioindustri atau mikrobiologi industri, mikroorganisme akan mengubah (merombak) bahan mentah (substrat) menjadi produk baru. Jadi, substrat yang pada awalnya tidak berguna akan diubah menggunakan mikroorganisme menjadi produk yang berguna. Mengapa menggunakan mikroorganisme atau mikroba? Hal ini dikarenakan mikroba memiliki beberapa kelebihan dibandingkan jika pelaku industri menggunakan metode yang lain.

## Flow Chart Mikrobiologi industri



Gambar 1. Mikroba digunakan untuk mengubah suatu bahan mentah menjadi produk.

Pada proses industrialisasi mikroba ini diperlukan ahli-ahli mikrobiologi (*microbiologist*). Peran *microbiologist* sangat penting sehingga sering digunakan dalam berbagai sector industri, mulai dari makanan hingga perminyakan. Tentu saja penggunaan *microbiologist* ini berkenaan dengan penggunaan mikroba di industri.



Gambar 2. Ahli mikrobiologi sangat diperlukan pada beberapa sektor industri.

Pemanfaatan mikroba di industri sebenarnya sudah berlangsung sangat lama. Masyarakat secara tradisional memanfaatkan mikroba dalam proses fermentasi makanan dan minuman. Namun pada saat itu, peran mikroba ini masih terbatas pada industri makanan dan belum dipelajari secara menyeluruh. Di luar negeri industri yang memanfaatkan mikroba diawali dengan pembuatan minuman

beralkohol seperti bir dan anggur. Sedangkan di Indonesia, pemanfaatan mikroba secara luas dikenal untuk pembuatan tempe, tape dan kecap.



Gambar 3. Tempe, tape dan kecap merupakan produk makanan yang dibuat dengan bantuan mikroba.

Saat ini, penggunaan mikroba dalam industri berkembang bukan hanya pada produksi bahan makanan tetapi juga dalam produksi enzim, obat-obatan, zat tambahan makanan (*food additive*) maupun bahan-bahan kimia lainnya. Lebih jauh lagi mikroba digunakan dalam rekayasa genetika untuk menghasilkan produk-produk yang dibutuhkan namun secara alami tidak dihasilkan oleh mikroba, contohnya adalah produksi insulin oleh bakteri yang telah mengalami rekayasa genetika.

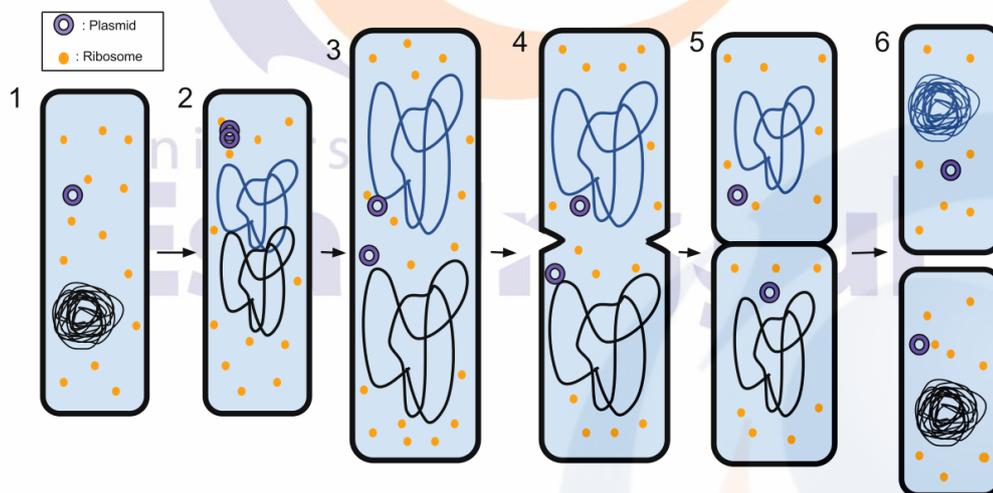
Tabel 1. Produk-produk dari mikroba dari masa ke masa.

Masa	Produk Fermentasi
<b>Sebelum 1900</b>	Alkohol cuka
<b>1900 - 1940</b>	Ragi roti Gliserol, asam laktat, asam sitrat, aseton/butanol
<b>1940 - sekarang</b>	Produk obat-obatan (penisilin, streptomisin)
<b>1960 - sekarang</b>	<i>Single Cell Protein</i> (SCP)
<b>1979 - sekarang</b>	Produk yang dihasilkan dari rekayasa genetika (mis. Insulin)

Telah sedikit disinggung di atas, bahwa mikroba dipilih untuk menghasilkan produk-produk bermanfaat karena kelebihan dibandingkan dengan bahan atau metode lain yang digunakan dalam industri. Beberapa kelebihan mikroba antara lain :

- Mikroba tumbuh dengan cepat.
- Tidak memerlukan lahan yang luas untuk perkembangbiakannya.
- Pertumbuhannya tidak dipengaruhi iklim.
- Mudah dikendalikan.
- Dapat dimodifikasi secara genetik.

Mikroba dapat tumbuh dengan cepat, dalam waktu sekitar 20 -30 menit mikroba dapat memperbanyak diri pada kondisi suhu dan nutrisi yang optimal. Tentu saja ini sangat menguntungkan bagi pelaku industri, karena dalam waktu yang singkat dapat dihasilkan suatu produk dalam jumlah yang banyak jika dibandingkan dengan metode sintesis menggunakan bahan kimia atau mekanis. Hal ini berarti penggunaan mikroba dalam proses produksi dapat menekan biaya produksi dan dalam waktu bersamaan dapat meningkatkan pendapatan.



Gambar 4. Proses pembelahan sel pada bakteri.

Kelebihan lain yang dimiliki mikroba adalah tidak memerlukan lahan yang luas untuk perkembangbiakannya. Dikarenakan ukuran tubuhnya yang sangat kecil (mikrometer), maka penambahan jumlah mikroba karena proses berkembang

biak, tidak memerlukan lahan atau tempat yang luas. Dalam skala laboratorium, medium pertumbuhan mikroba bisa dilakukan dengan volume sekitar 2 liter. Pada ukuran medium ini didapatkan banyak sekali mikroba yang bisa dimanfaatkan. Untuk skala industri, maka tempat yang diperlukan tentu juga tidak terlalu luas. Sehingga ini dapat membantu para pelaku industri untuk menyediakan tempat/lahan pertumbuhan mikroba yang tidak luas sehingga dapat menghemat biaya produksi, tetapi bisa dihasilkan produk yang maksimal. Hal ini tentu berbeda jika pelaku industri menggunakan hewan atau tumbuhan untuk menghasilkan suatu produk. Maka pasti akan memerlukan lahan atau tempat yang luas untuk menghasilkan produk yang banyak dan menguntungkan secara ekonomi.



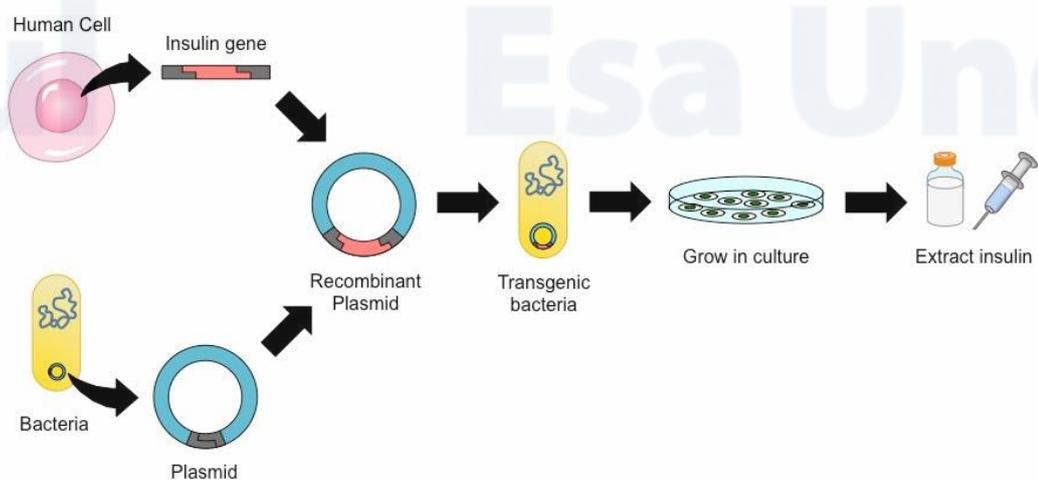
Gambar 5. Proses perbanyak bakteri di laboratorium (gambar kiri) yang kemudian diperbanyak pada skala industri (gambar kanan).

Dalam perkembangbiakannya, mikroba juga tidak dipengaruhi oleh iklim. Beberapa mikroba justru dapat hidup pada kondisi lingkungan yang sangat ekstrim, terlalu panas atau justru terlalu dingin. Kondisi lingkungan yang sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah nutrisi dan suhu tempat perkembangbiakannya. Di dalam industri, maka hal ini berarti mikroba tidak memerlukan perawatan yang rumit untuk perbanyakannya, sehingga memudahkan dalam menyediakan kondisi lingkungan tempat hidup mikroba.

Dikarenakan perkembangbiakan mikroba cukup mudah, maka mudah pula dalam mengendalikannya. Tidak memerlukan kondisi khusus untuk

mengendalikan pertumbuhan dan perkembangbiakannya, sehingga turut mempermudah perawatannya.

Salah satu keunggulan dari mikroba yang banyak dimanfaatkan saat ini adalah kemampuannya untuk dapat dimodifikasi secara genetik. Proses modifikasi pada mikroba ini terhitung lebih sederhana daripada makhluk hidup eukariota lainnya. Hal inilah yang banyak dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang cepat, mudah dan dapat dihasilkan dalam jumlah banyak. Proses modifikasi genetika pada mikroba secara detil lebih banyak dibahas di mata kuliah rekayasa genetika.



Gambar 6. Proses produksi insulin sintetik dengan rekayasa genetika pada bakteri.

(sumber: <https://ib.bioninja.com.au/>)

Beberapa syarat yang diperlukan pada mikrobiologi industri antara lain (1) adanya penggunaan mikroba dalam produksinya, (2) tersedianya medium (substrat) untuk menghasilkan produk, (3) Adanya hasil atau produk industri, (5) produknya tidak berbahaya bagi manusia, (6) tidak patogen dan mengandung racun, serta (7) mikroba yang digunakan mudah untuk dipindahkan dari medium biakan ke medium skala industri.

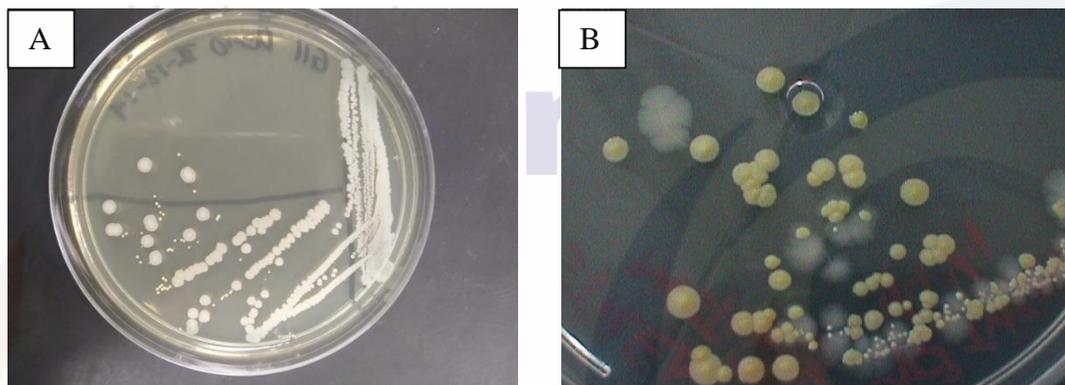
Meskipun tidak dipengaruhi oleh iklim dalam perkembangbiakannya, namun mikroba tetap dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, pH dan ion-ion logam. Faktor-faktor lingkungan ini dapat menyebabkan perubahan sifat morfologi dan fisiologi mikroba dan akhirnya dapat berpengaruh pada proses perkembangbiakannya. Mikroba dapat juga beradaptasi

dengan perubahan faktor-faktor lingkungan sehingga tidak berdampak banyak pada mikroba tersebut. Pelaku industri harus memperhatikan kondisi lingkungan ini untuk perbanyak mikroba, sehingga dapat menyediakan kondisi optimal untuk pertumbuhan mikroba. Jika mikroba dapat tumbuh dengan baik maka produk yang dihasilkannya juga akan baik dan dihasilkan dalam jumlah banyak.

Mikroba merupakan bahan utama dalam industri fermentasi, oleh karena itu perlu diperhatikan beberapa syarat mikroba sehingga dapat dihasilkan produk yang baik, antara lain :

- Merupakan biakan murni.
- Memiliki produktivitas tinggi.
- Unggul.
- Stabil
- Bukan merupakan mikroba patogen.

Mikroba yang merupakan biakan murni diperlukan untuk menghasilkan produk yang bermutu. Jika terdapat kontaminasi dari mikroba lain, maka produk yang dihasilkan tidak dapat memenuhi standar produk yang baik, bahkan bisa jadi tidak berdaya jual tinggi. Sehingga pemurnian mikroba yang digunakan dalam industri sangat diperlukan.



Gambar 7. Kultur bakteri yang murni (A) dan tidak murni (B). Kultur bakteri murni hanya terdiri dari satu koloni, sedangkan kultur yang tidak murni terdiri dari berbagai koloni. (sumber: <http://www.uwyo.edu> dan Edward Bollenbach NCCC)

Mikroba yang digunakan dalam industri juga harus memiliki produktivitas tinggi, sehingga menghasilkan produk yang banyak dan berdaya jual tinggi. Selain itu mikroba yang dihasilkan harus unggul, cepat beradaptasi dengan perubahan lingkungan sehingga dapat terus digunakan dalam proses produksi. Selain itu, mikroba ini juga harus stabil tidak terlalu banyak mengalami mutasi yang dapat mengubah sifat dan struktur mikroba itu sendiri. Jika banyak berubah, maka produk yang dihasilkan juga menjadi stabil terkadang baik, terkadang tidak baik, sehingga hal ini dapat mengganggu proses produksinya.

Untuk produksi yang aman, maka mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi bukan mikroba patogen. Mikroba banyak dikenal sebagai penyebab beberapa penyakit atau yang sering disebut dengan mikroba patogen. Meskipun, jika diperhatikan, jumlah mikroba patogen lebih sedikit dibandingkan dengan mikroba yang bermanfaat. Mikroba patogen dapat menyebabkan gejala penyakit yang bervariasi, dari ringan hingga berat. Beberapa di antaranya dapat menyebabkan kematian pada manusia, hewan dan tumbuhan. Untuk proses industri fermentasi tentu saja tidak boleh menggunakan mikroba-mikroba patogen ini, sehingga individu yang menggunakan produk fermentasi tidak mengalami sakit atau kematian.



Gambar 8. Bakteri *Salmonella typhimurium* penyebab penyakit tipus yang ditumbuhkan pada medium selektif. Medium ini digunakan untuk membedakannya dengan bakteri lain.

Tabel berikut memperlihatkan beberapa jenis mikroba yang digunakan dalam industri, mulai dari makanan hingga ke industri kesehatan. Tentu saja tabel ini belum mencakup semua mikroba yang digunakan dalam industri.

Tabel 2. Beberapa contoh mikroba dan alga yang digunakan dalam industri makanan dan kesehatan.

No.	Jenis mikroba	Nama mikroba	Produk yang dihasilkan
1.	Bakteri	<i>Acetobacter aceti</i> , <i>Acetobacter xylinum</i> , <i>Bacillus sp</i> , <i>Bifidobacterium 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 produk komersial yang dihasilkan oleh mikroba antara lain :

1. Makanan, penyedap rasa, suplemen makanan, serta minuman.
  - a. Makanan
    - Daging yang difermentasi.
    - Keju dan produk susu.
    - Jamur.
    - Roti atau ragi roti.
    - Kopi.
    - Acar.
    - Protein sel tunggal / PST.
  - b. Penyedap rasa dan suplemen makanan.
    - Cuka.
    - Asam amino.

- Vitamin.

c. Minuman.

- Wine / Anggur.

- Bir.

- Wiski.

2. Asam organik.

- Asam sitrat.

3. Antibiotik.

4. Insulin.



Gambar 9. Beberapa produk komersial yang dihasilkan dari mikroba (sumber: google).

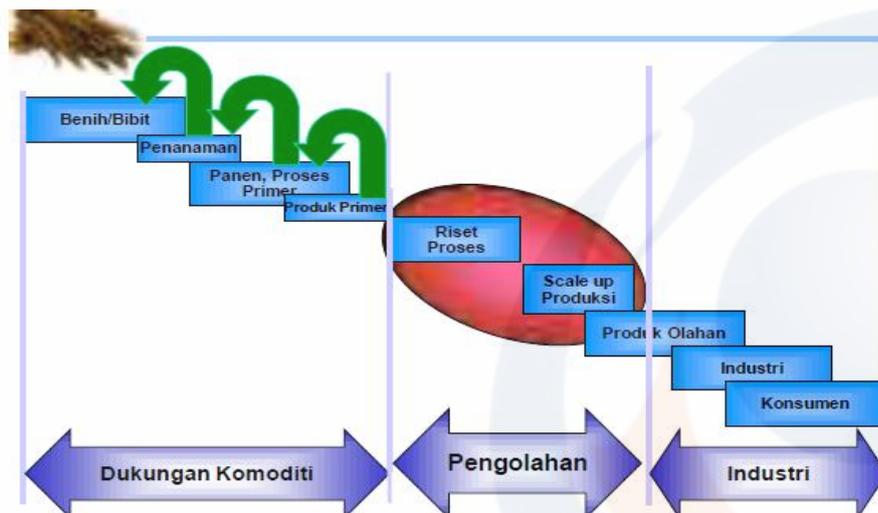
Selain beberapa produk komersial di atas, ada juga penggunaan mikroba pada industri pemurnian air atau mengatasi pencemaran lingkungan. Beberapa mikroba memiliki kemampuan untuk dapat mencerna bahan-bahan pencemar air atau lingkungan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memurnikan air limbah sehingga dapat digunakan lagi atau juga mengatasi pencemaran. Mikroba ini juga

dapat dikomersialisasikan oleh produsen sehingga dapat berdampak baik bagi lingkungan.

Industri di Indonesia selalu berkembang seiring dengan peningkatan kegiatan ekonomi, baik lokal maupun global. Industri yang memanfaatkan mikroba juga turut berperan dalam perkembangan industri ini. Secara umum, perkembangan industri di Indonesia berkembang dengan beberapa catatan, yaitu :

1. Perdagangan yang menuju ke pasar regional dan global
2. Arus investasi yang mengarah ke kawasan yang menguntungkan secara ekonomi.
3. Perkembangan teknologi, informasi dan telekomunikasi yang mendorong teknologi industri.
4. Adanya perubahan pola konsumsi pangan maupun nonpangan pada masyarakat dibandingkan beberapa dekade lalu.
5. Tingkat konsumtif manusia meningkat.
6. Keragaman penyakit dan infeksi yang meningkat, kebutuhan akan antibiotik, vaksin juga meningkat.

Hal-hal inilah yang turut meningkatkan industri pangan dan kesehatan yang menggunakan mikroba. Hal ini tentu juga meningkatkan peran dari ahli mikrobiologi untuk berkecimpung di dunia industri.



Gambar 10. Contoh alur produksi suatu industri dari awal hingga disampaikan ke konsumen.

Pada gambar 10, terlihat adanya alur produksi suatu industri yang dimulai dari penyiapan bahan atau komoditi hingga produk dihasilkan dan disampaikan kepada konsumen. Pada proses penyiapan bahan atau komoditi pun harus mengalami suatu proses berjenjang yang dimulai dari penyiapan bahan itu sendiri untuk kemudian diperbanyak. Setelah itu dilakukan scale up atau peningkatan jumlah produksi sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar dan diakhiri dengan penerimaan produk industri pada konsumen. Jadi suatu produk industri memerlukan waktu yang cukup panjang untuk menghasilkannya. Penggunaan mikroba dalam proses produksi ini memberikan beberapa keuntungan seperti proses pengolahan komoditi/bahan yang cepat, dalam jumlah banyak serta kondisinya dapat dikontrol. Selain itu dipertimbangkan pula beberapa penghematan yang bisa dilakukan jika produksi suatu produk dibantu dengan mikroba.

### **C. Latihan**

- a. Mengapa mikroba digunakan dalam proses industri?
- b. Bagaimana sejarah penggunaan mikroba dalam industri ini?

### **D. Kunci Jawaban**

- a. Karena mikroba memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode atau bahan lain dalam pengolahan suatu produk.
- b. Dimulai dari penggunaan mikroba dalam produksi bahan makanan dan minuman untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, sekarang penggunaan mikroba telah berkembang pada industri kesehatan seperti produksi vaksin dan obat-obatan, serta dalam industri pemurnian air.

### **E. Daftar Pustaka**

1. Hidayat, N., Padaga, M.C. & Suhartini, S. (2006). *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
2. Smith, E.E. (2009). *Biotechnology*. Cambridge. Cambridge University Press.
3. Waites, M.J., Morgan, N.L., Rockey, J.S & Higon, G. (2001). *Industrial Microbiology: An Introduction*. London. Blackwell Science.