

BIOTEKNOLOGI MERUPAKAN PILIHAN TEKNOLOGI TEPAT DALAM PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Oleh
Drs. Suharta, M.Si

I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa dasa warsa terahir ini banyak terjadi perubahan-perubahan yang sangat cepat, terutama yang menyangkut perkembangan teknologi, pertumbuhan penduduk, dan perubahan sikap masyarakat yang sangat rakus dalam mengeksploitasi alam. Semua hal tersebut menyebabkan susutnya kemampuan sumberdaya alam untuk memelihara keberlanjutan sistem lingkungan yang mendukung kehidupan manusia.

Menurut Djajadiningrat (1993), konsep pembangunan yang dikembangkan di Indonesia adalah konsep pembangunan berkelanjutan yang berarti bahwa pembangunan yang dilakukan sekarang mengindahkan generasi mendatang untuk mencukupi kebutuhannya. Dalam pengertian yang luas, strategi pembangunan berkelanjutan bermaksud mengembangkan keselarasan antar umat manusia serta keselarasan antar manusia dan alam.

Dalam pembangunan berkelanjutan, pemilihan teknologi merupakan suatu hal yang sangat penting. Pertanyaan mendasar berkaitan dengan hal tersebut adalah teknologi seperti apa yang harus diterapkan agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan?

II. APA ITU BIOTEKNOLOGI

Sebelum memahami pengertian bioteknologi, terlebih dahulu perlu dikaji beberapa referensi yang mengarah pada kesamaan pandang tentang pengertian bioteknologi. Pemahaman tentang pengertian bioteknologi biasanya terkait dengan penerapannya di lapangan.

Santiago (1995), memahami pengertian bioteknologi dalam penerapannya dalam bidang agroindustri. Menurut Satriago, bioteknologi merupakan biokonversi semua produk-produk hasil pertanian menjadi produk-produk yang bernilai lebih tinggi dengan bantuan mikroorganisma dan enzim. Lebih lanjut dikatakan bahwa dengan bioteknologi pencemaran lingkungan.

Menurut Satriago (1995), bioteknologi merupakan bagian dari ekoteknologi. Istilah ekoteknologi pertama kali dicetuskan oleh Prof. Dr. Emil Salim dalam Seminar Budaya Teknologi Meningkatkan

Kualitas Lingkungan di Jakarta pada bulan September 1992. Ekoteknologi menurut Emil Salim di dalam Satriago (1995) adalah teknologi yang berwawasan lingkungan yang menurunkan tingkat pencemaran persatuan kegiatan ekonomi, menurunkan degradasi lingkungan per satuan kegiatan ekonomi, meningkatkan kegiatan ekonomi yang sifatnya berlanjut, efisien dalam penggunaan input baik sumber daya alam maupun energi sehingga menghasilkan output yang lebih besar dan memungkinkan daur ulang sumberdaya alam dalam proses produksi maupun produk yang dihasilkan.

Prawiroharsono (1996) memahami pengertian bioteknologi dalam penerapannya dalam bidang pengolahan makanan. Menurut Parawiroharsono, bioteknologi pada prinsipnya merupakan pemanfaatan organisasi khususnya mikroorganisma atau bagian-bagian dari organisma seperti sel hewan, sel tumbuh-tumbuhan dan enzim untuk melakukan proses atau reaksi kimia tertentu sehingga dihasilkan produk-produk baru yang mempunyai nilai tambah lebih tinggi. Lebih lanjut dikatakan bahwa bioteknologi merupakan teknologi terobosan yang potensial untuk meningkatkan nilai tambah bahan makanan sehingga pemanfaatannya dapat secara maksimal serta tidak menimbulkan pengaruh negatif terhadap kesehatan tubuh dan tidak menimbulkan lingkungan.

Smith dan Misra (1993) memahami pengertian bioteknologi dalam penerapannya dalam bidang mineralogi. Menurut Smith dan Misra, bioteknologi merupakan pemanfaatan jenis-jenis mikroorganisma tertentu untuk melarutkan mineral-mineral logam, mengikat logam-logam tertentu sehingga dapat dipisahkan dari campurannya, dan untuk mengolah limbahnya. Hasil yang diperoleh dari proses ini bersifat lebih ramah lingkungan.

Dari berbagai bidang penerapan bioteknologi yang telah diuraikan di atas, ternyata ada beberapa kesamaan pemahaman antara penerapan dalam bidang yang satu dengan penerapan dalam bidang yang lain. Kesamaan pemahaman tersebut meliputi antara lain: a). teknologi tersebut berwawasan lingkungan b). dalam prosesnya menggunakan bantuan organisma khususnya mikroorganisma atau bagian-bagian dari makhluk hidup seperti sel dan enzim c). produk akhir yang dihasilkan mempunyai nilai tambah lebih tinggi.

Dari uraian di atas, dapat dirangkum bahwa bioteknologi merupakan teknologi yang berwawasan lingkungan dengan memanfaatkan organisme khususnya mikroorganisma atau bagian-bagian dari organisme seperti sel hewan, sel tumbuh-tumbuhan dan enzim, sehingga dihasilkan produk akhir yang mempunyai nilai tambah lebih tinggi.

III. WAWASAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Pasal 33 ayat 3 UUD 1945 menyatakan bahwa: "Bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat".

Konsep pembangunan yang dikembangkan di Indonesia adalah konsep pembangunan yang berkelanjutan yang berarti pembangunan yang dilakukan sekarang harus mengindahkan generasi mendatang untuk mencukupi kebutuhannya (Djajadiningrat, 1993). Dalam pengertian yang luas, strategi pembangunan berkelanjutan bermaksud mengembangkan keselarasan antar umat manusia serta keselarasan antar manusia dan alam.

Pembangunan berkelanjutan, menurut World Commission for Environment and Development (1987) dalam laporan *Our Common Future*-nya yang terkenal, didefinisikan sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan hak pemenuhan kebutuhan generasi mendatang. Sementara itu, dalam buku *Caring for The Earth* yang merupakan hasil kerja sama IUCN, UNEP, dan WWF (1993), pembangunan berkelanjutan dinyatakan sebagai upaya meningkatkan mutu kehidupan manusia dengan cara dan gaya hidup yang tidak sampai melampaui daya dukung ekosistem.

Menurut Anwar, dkk. (1991), untuk mempertahankan keberlanjutan dari aliran jasa serta kualitas cadangan sumberdaya, maka pembangunan berkelanjutan mengandung makna diterimanya berbagai aturan-aturan berikut:

1. Untuk sumberdaya yang dapat pulih, penggunaannya diusahakan lebih kecil atau sama dengan laju pertumbuhan alamiah untuk memperbaiki kembali.
2. Untuk penggunaan sumberdaya yang tidak dapat pulih, diusahakan optimalisasi penggunaannya dengan syarat agar dicarikan substitusinya dari sumberdaya lain, dan untuk meningkatkan efisiensi penggunaannya digunakan teknologi tepat guna.
3. Agar dapat memanfaatkan sumberdaya alam yang dapat pulih maupun tidak secara efisien, maka perubahan cadangan sumberdaya yang bersangkutan harus diperhitungkan ke dalam analisis ekonominya.

Selain itu untuk pemeliharaan kelestariannya memerlukan investasi modal.

Dengan demikian, strategi pembangunan berkelanjutan pada akhirnya akan bermuara pada pemeliharaan sumberdaya alam yang jumlah dan kemampuannya mempunyai sifat keterbatasan dan berkecenderungan semakin menyusut persediaannya. Pemeliharaan tersebut mengacu pada peningkatan efisiensi penggunaan sumberdaya alam, kualitas lingkungan, peningkatan nilai tambah, dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pembangunan berkelanjutan.

IV. PENERAPAN BIOTEKNOLOGI

Menurut Satriago (1995), pada dasarnya terdapat dua pendekatan dalam penerapan bioteknologi sehubungan dengan usaha pengendalian pencemaran lingkungan. Yang pertama adalah menghasilkan produk-produk yang ramah lingkungan (environmental friendli), dengan melakukan modifikasi proses dan rekayasa bentuk fisik dan kimiawi produk. Pendekatan yang kedua adalah mengatasi pencemaran yang sudah terjadi atau akan terjadi.

Penerapan bioteknologi dapat dilakukan dalam berbagai bidang kehidupan, antara lain :

1. Agroindustri

Dalam bidang agroindustri, bioteknologi digunakan untuk melakukan biokonversi semua produk hasil pertanian menjadi produk yang bernilai tinggi dengan bantuan mikroorganisme dan enzim. Pengolahan produk samping dan limbah hasil pertanian dengan bioteknologi secara langsung juga dapat meningkatkan nilai tambah produk pertanian dan juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Penerapan bioteknologi dalam agroindustri diharapkan akan mendorong terjadinya sistem produksi multi produk yang mempunyai peluang pasar cukup baik. Said (1992) menyatakan bahwa sistem ini sebaiknya dirancang untuk dilaksanakan guna memenuhi permintaan masyarakat setempat, sehingga antara daerah yang satu dengan daerah yang lain mempunyai produk unggulan yang merupakan ciri khas daerah tersebut. Di samping itu, diarahkan untuk tujuan ekspor.

Sebagai contoh, pengolahan hasil pertanian ubikayu dan sagu, yang merupakan sumber pangan bagi masyarakat Indonesia yang sangat potensial. Doelle (1990) di dalam Said (1992) menyatakan, dari percobaan pilot plant dihasilkan bahwa setiap 65 ton ubi kayu dapat dihasilkan 3.500 kg protein mikrobial dan sejumlah enzim amiloglukosidase yang mampu mengubah sekurang-kurangnya 39.000 ton biji-bijian atau bahan berpati 15,6 juta liter etanol melalui biokonversi bakteri *Zymomonas mobilis*.

Sistem biokonversi mikrobial yang diterapkan pada agroindustri ubikayu dan sagu tersebut mencakup biokonversi dengan kapang, bakteri, khamir, dan alga untuk produksi enzim, pangan, bahan pemanis, bahan bakar, vitamin, asam lemak, dan lain-lainnya.

2. Pengolahan Makanan

Menurut Fleet (1986) di dalam Pawiroharsono (1996) dikemukakan bahwa melalui bioteknologi pada bahan makanan dapat diperoleh berbagai jenis produk yang pemanfaatannya dapat dikategorikan untuk memperoleh, antara lain:

- a). makanan baru, misalnya tempe dan keju.
- b). Makanan awetan, misalnya yoghurt.
- c). Bahan aditif, misalnya asam amino, flavor, fruktosa, dan enzim.
- d). Peningkatan citarasa, misalnya tape.
- e). Menghasilkan bahan makanan baru, misalnya protein sel tunggal.

Mikroorganisma yang banyak digunakan dalam proses pengolahan bahan makanan terbagi dalam 3 golongan utama yaitu: bakteri, ragi (khamir), dan jamur (kapang). Menurut Prariroharsono (1996), dengan aktivitas yang dilakukan oleh mikroorganisma ini, bahan makanan akan diubah menjadi produk-produk baru dengan kriteria sebagai berikut:

- a). Produk makanan dan minuman secara fermentasi, misalnya: brem, anggur, tempe, kecap.
- b). Produk bahan-bahan yang mempunyai manfaat dalam proses dan industri makanan, misalnya : asam asetat, asam laktat.
- c). Produk nutrisi penting, misalnya : asam amino esensial, asam lemak esensial, vitamin.

Mikroorganisma merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan kualitas produk makanan yang dihasilkan. Mikroorganisma tersebut selama fermentasi melakukan proses-proses fisiologis, metabolisme, pertumbuhan reproduksi, yang kelangsungan prosesnya sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor luar. Faktor-faktor luar tersebut dapat dibedakan menjadi faktor media tumbuhan, dan faktor fisio-kimia, seperti misalnya temperatur, dan pH.

Dalam rangka mendapatkan kualitas produk secara optimal, maka kondisi pertumbuhan mikroorganisma harus diperhatikan. Hal ini mengingat bahwa setiap mikroorganisma mempunyai sifat-sifat pertumbuhan yang spesifik.

Enzim atau biokatalis merupakan senyawa penting di dalam sel yang berfungsi untuk melakukan katalisa pada proses reaksi-reaksi tertentu.

Enzim terdiri dari senyawa protein (apoenzim) dan senyawa non-protein (koenzim). Enzim tersebut bekerja pada lingkungan spesifik baik substrat, kondisi operasional, dan akan menghasilkan produk tertentu. Enzim tersebut dapat dipisahkan dari makhluk hidup dan selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan proses reaksi tertentu. Enzim banyak digunakan dalam industri makanan modern seperti misalnya kembang gula, sirup, minuman bayi, biskuit, dan sebagainya.

Perkembangan pemanfaatan enzim banyak mengalami perkembangan, baik dalam teknik produksi maupun teknik aplikasinya. Dalam teknik produksi telah berkembang melalui teknik rekayasa protein maupun rekayasa genetika, sedangkan dalam teknik aplikasi, banyak dikembangkan melalui teknik amobilisasi (penyeratan).

Selain dengan mikroorganisma dan enzim, proses pengolahan bahan makanan dapat dilakukan dengan bantuan sel tanaman atau sel hewan melalui teknik kultur sel secara invitro, yang akhir-akhir ini berkembang sangat pesat. Teknik ini banyak diterapkan dalam produksi berbagai bahan aroma, pemanis, pewarna, enzim, dan lain sebagainya. Teknik ini pada umumnya masih bertaraf skala laboratorium, dan belum banyak diproduksi secara komersial.

V. PENUTUP

Bioteknologi merupakan teknologi yang berwawasan lingkungan dengan memanfaatkan organisma khususnya mikroorganisma atau bagian-bagian dari organisma seperti sel hewan, sel tumbuh-tumbuhan dan enzim, sehingga dihasilkan produk akhir yang mempunyai nilai lebih tinggi.

Konsep pembangunan yang dikembangkan di Indonesia adalah konsep pembangunan berkelanjutan yang berarti bahwa pembangunan yang dilakukan sekarang harus mengindahkan generasi mendatang untuk mencukupi kebutuhannya. Dalam pengertian yang luas, strategi mendatang untuk mencukupi kebutuhannya. Dalam pengertian yang luas, strategi pembangunan berkelanjutan bermaksud mengembangkan keselarasan antar umat manusia serta keselarasan antar manusia dan alam. Dalam pembangunan berkelanjutan, pemilihan teknologi merupakan suatu hal yang sangat penting. Pemanfaatan bioteknologi merupakan pilihan yang sangat tepat dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan.

Pada dasarnya terdapat dua pendekatan dalam penerapan bioteknologi sehubungan dengan usaha pengendalian pencemaran lingkungan. Pertama adalah menghasilkan produk-produk yang ramah lingkungan (environmental friendly), dengan melakukan modifikasi proses dan rekayasa bentuk fisik dan kimiawi produk. Pendekatan yang kedua adalah mengatasi pencemaran yang sudah terjadi atau akan terjadi.

Akhirnya, semoga tulisan ini dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam proses pengembangan pembangunan di Indonesia.

ooo000ooo

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A., Rauf, A., Sutardi, Hubeis, H., Wattimena, G.A., dan Krisnamurti, Y.B., 1991, *Membangun Kerangka Dasar Sistem Pertanian Berkelanjutan Dalam Rangka Meningkatkan Kemandirian Bangsa*, Makalah pada Dies Natalis ke-28 Institut Pertanian Bogor, tanggal 25 dan 26 September 1991, Bogor.
- Djajadiningrat, S.T., 1993, Pengembangan Kelembagaan Informasi Geografik dalam Menunjang Pembangunan Berkelanjutan, *Jurnal GIS*, 3, 3- 12
- IUCN, UNEP, dan WWF, 1993. *Bumi Wahana*, Gramedia, Jakarta.
- Prawiroharsono, S., 1996, Bioproses dan Pengembangan Industri Makanan Tradisional, *Majalah Insinyur Indonesia*, 044, 48-52.
- Said, G.E., 1992, Revolusi Sosio-Ekonomi Bioteknologi, *Kompas*, 27 September 1992, P.T. Gramedia, Jakarta.
- Satriago, H., 1995, Strategi Pemilihan Teknologi Dalam Mengembangkan Pembangunan Berkelanjutan, *Teknologi*, 91, 41-45
- Smith, R.W., dan Misra, M., 1993, Recent Developments in The Bioprocessing of Minerals, *Minerals Engineering*, 37-60.
- The World Commission on Environmental and Development, 1988, *Hari Depan Kita Bersama*, Gramedia, Jakarta.

ooo000ooo