

TUGAS TEKNOLOGI DAN PERENCANAAN
RESUME BUKU ILMU TEKNOLOGI DAN ETIKA



Tugas ini diserahkan kepada:

Sekolah Tinggi Teologi "Intheos" untuk:

Memenuhi sebagian dari Matakuliah Teknologi dan Perencanaan

Dosen Pengampu: Dr. Elisabeth Widi, M.Pdk.K

Oleh:

1. **KRISTINE FEBE MULYANA / 24.3.1.PAK.36**
2. **MAURIELLA JOAN CLAUDIA / 24.3.1.PAK.17**

SEKOLAH TINGGI TEOLOGI "IN THEOS" SURAKARTA

2025/2026

Identitas Buku**Judul : Ilmu Teknologi dan Etika****ISBN : 979-415-524-1****Penyunting : Drs. Supardan, M.A.****Penerbit : BPK Gunung Mulia****Jumlah Halaman : 253 Halaman****1. BIOTEKNOLOGI KEDOKTERAN DI INDONESIA**

Bioteknologi secara umum adalah pemanfaatan organisme hidup untuk menghasilkan barang atau jasa, yang penerapannya meliputi fermentasi, biakan sel dan jaringan, transfer embrio, biologi molekuler, rekayasa genetika, serta teknologi enzim. Indonesia berusaha mengembangkan bioteknologi untuk membantu mengatasi masalah kesehatan, pertanian, industri, lingkungan, dan energi. Pemerintah kemudian memprioritaskan bioteknologi medik, pertanian, dan industri, misalnya untuk membuat alat diagnosis dan vaksin demam berdarah, mencari varietas padi baru, serta memproduksi antibiotik eritromisin.

a. Program Kependudukan dan Keluarga Berencana

Bioteknologi dapat membantu program KB melalui pengembangan bahan pencegah kehamilan dan pembuatan alat diagnosis kehamilan yang lebih murah dan cepat. Jadi, bioteknologi ikut mendukung pengendalian kelahiran sekaligus kesehatan ibu dan anak.

b. Program Transmigrasi

Dalam transmigrasi, bioteknologi dapat digunakan untuk mencari varietas tanaman yang cocok dengan kondisi tanah di daerah tujuan serta menyediakan bibit tanaman dengan pendekatan bioteknologi. Hal ini diharapkan dapat membantu menghasilkan pangan yang cukup dan berkualitas.

c. Program Kesehatan

Bioteknologi sangat berkaitan dengan kesehatan, terutama untuk memberantas penyakit infeksi, meningkatkan sanitasi, menurunkan kematian bayi, dan meningkatkan harapan hidup. Bidang kesehatan dianggap cukup menjanjikan karena hasil penelitiannya bisa memberi manfaat sosial maupun ekonomi dan penerapannya relatif cepat.

d. Program di Bidang Pertanian

Bioteknologi dapat membantu meningkatkan produksi dan kualitas pertanian melalui pembibitan tanaman dengan micropropagation dan kultur jaringan, transplantasi embrio pada hewan, pembuatan vaksin hewan, serta pemanfaatan limbah pertanian. Jadi bukan hanya tanamannya yang diperbaiki, tetapi peternakan dan perikanan juga bisa ikut berkembang.

e. Program di Bidang Industri

Produk bioteknologi dapat mendukung perkembangan industri, terutama industri farmasi, kimia, dan obat-obatan. Dengan begitu, bioteknologi tidak hanya berhubungan dengan laboratorium, tetapi juga dapat masuk ke kegiatan industri.

Keadaan Riset, Pengembangan dan Sumber Daya Manusia di Indonesia Saat Ini

Pengembangan bioteknologi di Indonesia masih menghadapi berbagai hambatan, terutama karena keterbatasan tenaga ahli, fasilitas, infrastruktur, dan kualitas penelitian. Jadi, keinginan untuk maju sebenarnya ada, tetapi kemampuan pendukungnya masih belum sepenuhnya mencukupi.

1. Sumber Daya Manusia

Indonesia masih kekurangan tenaga ahli bioteknologi, mulai dari teknisi, sarjana, doktor, sampai manajer. Bidang seperti mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, genetika, dan biochemical engineering juga masih kurang. Peneliti cenderung bekerja sendiri-sendiri sehingga pertukaran informasi dan kerja sama antar-laboratorium belum maksimal. Karena itu diperlukan program penelitian besar yang dapat mempertemukan peneliti senior dan peneliti muda.

2. Fasilitas Gedung Peralatan

Peralatan penelitian bioteknologi masih terbatas dan umumnya mahal karena banyak yang harus diimpor. Beberapa laboratorium memang memiliki alat canggih, tetapi kadang tidak lengkap, rusak, atau tidak ada tenaga yang mampu mengoperasikannya. Karena itu lebih baik fasilitas laboratorium yang sudah ada dilengkapi dan dirawat daripada hanya membangun gedung baru tanpa alat dan tenaga yang memadai.

3. Infrastruktur

Perpustakaan dan teknologi Informasi dan komunikasi antarilmuwan, baik di dalam maupun luar negeri, masih kurang sehingga perkembangan ilmu menjadi agak terhambat.

4. Culture collection

Koleksi mikroorganisme, jaringan, dan strain tanaman masih terbatas, terutama koleksi standar yang diperlukan untuk pengendalian kualitas.

5. Reagensia dan bahan kimia

Bahan kimia dengan kualitas tinggi sangat dibutuhkan untuk penelitian, tetapi di Indonesia masih sulit diperoleh dan harganya mahal.

6. Keamanan penelitian

Penelitian yang menggunakan isotop, zat beracun, gas berbahaya, hewan percobaan, dan mikroorganisme patogen perlu pengawasan yang serius, terutama dalam penelitian rekayasa genetika.

7. Kualitas Penelitian

Penelitian di Indonesia masih lebih banyak diarahkan pada penelitian yang dapat memberikan manfaat sosial dan ekonomi dalam waktu relatif pendek, sedangkan penelitian ilmu dasar yang menjadi fondasi bioteknologi masih kurang. Hal ini menjadi salah satu hambatan karena bioteknologi sebenarnya membutuhkan dasar ilmu yang kuat sebelum dapat dikembangkan lebih jauh.

Perkembangan Penelitian Bioteknologi Kedokteran

Walaupun banyak keterbatasan, beberapa penelitian bioteknologi kedokteran sudah mulai dilakukan, terutama di FKUI dan lembaga penelitian lainnya, seperti:

1. Pembuatan antibodi monoklonal untuk mendeteksi virus Dengue dan kemungkinan pengembangan vaksin.
2. Pembuatan antibodi monoklonal anti-HCG untuk pemeriksaan kehamilan dan penelitian genetik.
3. Penggunaan gene probe untuk diagnosis Salmonella secara lebih cepat.
4. Penelitian hubungan Papiloma virus dengan kanker serviks.
5. Pemetaan genetik virus Hepatitis B.
6. Diagnosis filariasis menggunakan gene probe.

Penelitian tersebut dapat menjadi awal perkembangan bioteknologi kedokteran di Indonesia sekaligus tempat belajar bagi tenaga ahli dan teknisi muda.

Aplikasi Bioteknologi dalam Kedokteran

1. DNA Fingerprinting

DNA setiap organisme memiliki pola genetik yang berbeda, sehingga melalui isolasi DNA dan analisis pola tertentu dapat dilakukan identifikasi organisme. Metode ini dianggap sangat sensitif dan dapat digunakan dalam pemeriksaan kedokteran.

2. Hibridisasi

Hibridisasi DNA-DNA disebut Southern hybridization, sedangkan DNA-RNA disebut Northern hybridization. Teknik ini menggunakan gene probe untuk mencari gen yang sesuai sehingga dapat membantu diagnosis berbagai penyakit, seperti infeksi Salmonella, malaria, filariasis, kanker, kelainan genetik, dan resistensi antibiotik.

3. Radioimmunoassay/RIA untuk Diagnostik

Teknik hibridoma dapat menghasilkan antibodi monoklonal terhadap antigen tertentu. Antibodi tersebut kemudian dapat digunakan dalam berbagai pemeriksaan diagnostik untuk mendeteksi suatu penyakit atau kondisi tertentu.

4. Tissue Culture

Kultur jaringan memungkinkan jaringan tertentu dipelihara di laboratorium. Perkembangannya kemudian mendukung berbagai bidang kedokteran, misalnya bayi tabung, transplantasi kulit, dan transplantasi sumsum tulang.

Etika Penelitian

Kemajuan rekayasa genetika dan biologi molekuler membuat manusia mampu memanipulasi organisme pada tingkat genetik dan seluler, sehingga penelitian tidak cukup hanya mengejar hasil tetapi juga harus memperhatikan etika. Karena itu diperlukan pengawasan terhadap penelitian bioteknologi agar tidak dilakukan secara sembarangan. Indonesia juga masih perlu mengembangkan aturan etika yang secara khusus mengatur penelitian genetik dan seluler.

Kesimpulannya, bioteknologi mempunyai peluang besar untuk membantu perkembangan kedokteran di Indonesia, tetapi harus didukung oleh tenaga ahli, fasilitas, penelitian dasar, serta aturan etika yang memadai supaya teknologi tersebut benar-benar digunakan secara bertanggung jawab.

2. BIOTEKNOLOGI KEDOKTERAN DAN ASPEK REPRODUKSI MANUSIA

Perkembangan bioteknologi kedokteran, khususnya yang berhubungan dengan reproduksi manusia, memberikan banyak kemungkinan baru, tetapi sekaligus menimbulkan persoalan etika, moral, sosial, dan budaya. Kemajuan teknologi membuat manusia semakin mampu mengatur proses reproduksi, bahkan sampai pada pemilihan sifat keturunan. Karena itu, penelitian biomedik perlu memiliki aturan dan standar agar perkembangan teknologi tidak malah menghilangkan nilai kemanusiaan. Tanggung jawab dalam penelitian juga sebaiknya tidak hanya berdasarkan keputusan pribadi ilmuwan, tetapi menjadi collective social responsibility.

a. Inseminasi Buatan

Inseminasi buatan sebenarnya sudah dikenal sejak lama, bahkan dalam cerita dan praktik pada hewan. Pada manusia, inseminasi buatan mulai dikenal dalam sejarah untuk membantu pasangan yang mengalami masalah kesuburan. Perkembangannya kemudian mencakup inseminasi dengan sperma suami sendiri (homologous) maupun sperma donor. Penggunaan sperma donor kemudian menimbulkan persoalan baru karena teknologi memungkinkan sperma disimpan dalam bank sperma dan digunakan untuk memperoleh keturunan dengan karakter tertentu. Dari sini muncul pertanyaan mengenai batas pemilihan keturunan dan bagaimana jika sperma tersebut berasal dari orang yang sudah meninggal. Jadi, kemampuan teknologi ternyata juga membawa persoalan yang sebelumnya mungkin tidak terpikirkan.

b. Bioengineering dan Manipulasi Sperma

Kemajuan bioengineering memungkinkan dilakukan pemisahan spermatozoa X dan Y sehingga jenis kelamin anak dapat dipilih. Awalnya hal ini dapat digunakan untuk menghindari penyakit keturunan yang berkaitan dengan kromosom seks, tetapi kemudian berkembang juga menjadi layanan yang bersifat komersial untuk memilih jenis kelamin anak.

Pada kasus kemandulan, teknologi juga memungkinkan terjadinya bayi tabung (IVF). Sel telur dan sperma dipertemukan di luar tubuh, kemudian embrio yang berkembang dipindahkan ke rahim melalui embryo transfer (ET). Namun, IVF biasanya menghasilkan beberapa embrio sehingga muncul masalah mengenai embrio yang tersisa, misalnya disimpan dalam bank embrio, digunakan kemudian, atau didonasikan kepada orang lain. Hal ini kemudian menimbulkan pertanyaan tentang status dan kepemilikan anak yang lahir dari embrio donor.

1.) Bayi Tabung

Bayi tabung memungkinkan pembuahan dilakukan di luar tubuh, kemudian embrio yang sudah berkembang dimasukkan kembali ke rahim ibu. Teknik ini memberikan kesempatan bagi perempuan yang mengalami gangguan saluran reproduksi untuk tetap memiliki anak biologis.

Namun, karena biasanya dibuat beberapa embrio untuk meningkatkan keberhasilan IVF, muncul persoalan mengenai embrio yang tidak digunakan. Embrio tersebut dapat dibekukan dan disimpan, tetapi kemudian muncul persoalan jika pasangan tidak lagi menginginkannya, salah satu pasangan meninggal, atau embrio tersebut akan diberikan kepada orang lain.

2.) Ibu Titipan atau Surrogates Mothers

Surrogate mother adalah perempuan yang menggunakan rahimnya untuk mengandung embrio milik pasangan lain. Teknologi ini dapat membantu pasangan yang tidak dapat mengandung sendiri, tetapi menimbulkan persoalan mengenai siapa yang secara hukum dianggap sebagai ibu dari bayi tersebut.

Masalahnya tidak hanya berkaitan dengan hukum, tetapi juga menyangkut agama, moral, etika, serta nilai sosial dan budaya. Jadi, teknologi reproduksi ini menjadi lebih rumit karena tidak hanya berbicara tentang keberhasilan melahirkan bayi.

3.) Masihkah Spermatozoa itu Diperlukan di dalam Reproduksi?

Perkembangan rekayasa genetika menunjukkan bahwa spermatozoa tidak selalu dianggap sebagai satu-satunya unsur yang mutlak dalam kemungkinan reproduksi di masa depan. Rekombinasi genetik memungkinkan manusia melakukan manipulasi terhadap materi genetik dan mencoba mengendalikan proses reproduksi dengan cara yang semakin jauh dari proses alamiah.

Kemajuan tersebut menunjukkan bahwa manusia semakin mampu mengendalikan proses biologis, sehingga konsep natural selection perlahan dapat tergeser oleh man-made selection. Hal ini memang menjadi kemajuan ilmu pengetahuan, tetapi sekaligus membuat manusia perlu memikirkan batas-batas dalam penggunaannya.

4.) Cloning

Cloning merupakan teknik reproduksi dengan memasukkan inti sel suatu individu ke dalam sel telur yang intinya telah dihilangkan (enucleated oocyte). Dengan cara ini, secara teori dapat dihasilkan individu yang memiliki materi genetik sangat mirip dengan sumber inti sel.

Pada masa pembahasan ini, cloning telah berhasil dilakukan pada beberapa tanaman dan hewan tertentu, tetapi belum terbukti secara praktis pada manusia. Jika suatu saat cloning manusia benar-benar dapat dilakukan, persoalan yang muncul bukan hanya masalah teknologinya, tetapi juga pertanyaan mengenai batas penggunaan teknologi dan kemungkinan manusia menciptakan individu berdasarkan keinginannya sendiri.

5.) Chimera

Chimera adalah hasil penggabungan atau pencampuran sel dari dua individu atau jenis yang berbeda sehingga menghasilkan satu organisme dengan gabungan karakter sel tersebut. Penelitian chimera awalnya digunakan untuk mempelajari perkembangan sel dan hubungan antarsel pada hewan.

Percobaan kemudian berkembang pada tikus dan bahkan pernah dilaporkan menghasilkan chimera antara kambing dan domba. Jika teknologi seperti ini suatu saat diterapkan pada manusia, tentu akan muncul persoalan yang lebih besar mengenai batas eksperimen terhadap manusia dan konsekuensi biologis maupun etikanya.

3. BIOTEKNOLOGI DALAM PEMBANGUNAN PERTANIAN

Bioteknologi sebenarnya sudah dikenal sejak lama, salah satunya melalui proses fermentasi seperti pembuatan anggur, walaupun istilah bioteknologi sendiri baru dikenal jauh kemudian. Saat ini bioteknologi dianggap sebagai teknologi maju yang dapat membantu pembangunan pertanian, terutama untuk meningkatkan produksi, menekan biaya, dan mengendalikan hama. Namun, seperti teknologi lainnya, bioteknologi juga bisa memberikan dampak negatif jika penggunaannya tidak dikendalikan dengan baik.

Apakah Bioteknologi itu

Secara sederhana, bioteknologi adalah teknik untuk menghasilkan produk dengan memanfaatkan sistem biologis, seperti mikroorganisme, sel, atau kultur

jaringan tumbuhan dan hewan. Bioteknologi merupakan gabungan beberapa ilmu, terutama mikrobiologi, biokimia, dan teknik kimia.

Contoh sederhana adalah tempe, yang dibuat dengan bantuan jamur *Rhizopus*. Contoh lainnya adalah pupuk hayati (biofertilizer). Salah satu mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan adalah *Rhizobium*, yaitu bakteri yang hidup pada akar tanaman kacang-kacangan dan mampu mengikat nitrogen dari udara menjadi senyawa yang dapat dimanfaatkan tanaman. Dengan mengembangkan strain *Rhizobium* yang sesuai, penggunaan pupuk nitrogen kimiawi diharapkan dapat dikurangi.

Selain itu ada mikoriza, yaitu jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman dan membantu penyerapan bahan makanan dari tanah. Ada juga kultur jaringan, yang memungkinkan perbanyakan bibit tanaman dalam kondisi steril sehingga bibit dapat dihasilkan lebih cepat, seragam, dan memiliki sifat yang lebih baik seperti tahan penyakit.

Bioteknologi sendiri memiliki tingkat kerumitan yang berbeda. Ada yang sederhana seperti fermentasi tempe, tetapi ada juga yang sangat rumit seperti manipulasi gen atau DNA. Melalui rekayasa genetika, gen tertentu dapat diambil dan dimasukkan ke dalam sel lain agar sifat yang diinginkan dapat muncul. Karena itu, pengembangan bioteknologi membutuhkan tenaga ahli, laboratorium, peralatan, dan penelitian yang memadai.

Dampak Penggunaan Bioteknologi

Penggunaan bioteknologi dalam pertanian dianggap sulit dihindari karena dapat membantu meningkatkan produktivitas dan menyelesaikan masalah pertanian. Salah satu manfaatnya adalah mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia, pestisida, dan bahan pertanian lainnya. Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan sendiri dapat menyebabkan kelelahan tanah (soil fatigue) dan beberapa pupuk seperti fosfat dapat mengandung kadmium yang berbahaya bagi kesehatan jika terakumulasi melalui tanaman.

Karena itu, pemanfaatan mikroorganisme untuk penyematan nitrogen dapat menjadi alternatif pupuk kimia. Contohnya di Selandia Baru, penyematan nitrogen secara hayati pada lahan peternakan telah membantu mengurangi penggunaan pupuk nitrogen kimiawi.

Namun, bioteknologi juga dapat menimbulkan dampak ekonomi dan sosial. Teknologi tertentu dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja atau membuat produk baru yang menggantikan produk pertanian lama. Misalnya, penggunaan hormon untuk meningkatkan produksi susu dapat membuat biaya produksi lebih murah, tetapi juga berpotensi mengurangi kebutuhan tenaga kerja. Begitu juga pemanis *thoumatin* yang jauh lebih manis daripada gula dapat mengganggu

pasar gula dan berpengaruh terhadap petani tebu apabila produksinya berkembang besar.

Di sisi lain, petani juga berisiko semakin bergantung pada perusahaan penyedia benih, pupuk, pestisida, dan teknologi kultur jaringan. Kalau tidak dikendalikan, petani bisa kehilangan kemampuan untuk menyediakan kebutuhan pertaniannya sendiri dan justru lebih banyak bergantung pada industri. Oleh karena itu, kepentingan petani perlu dilindungi agar mereka tidak hanya menjadi pihak yang menggunakan teknologi, tetapi juga mendapatkan manfaat ekonomi yang layak.

Masalah lainnya adalah kebutuhan tenaga ahli, biaya penelitian, pendidikan, dan fasilitas yang mahal. Transfer teknologi bioteknologi ke Indonesia sebenarnya memungkinkan, tetapi penggunaannya perlu dikendalikan agar tidak hanya menguntungkan pihak yang memiliki modal atau hak paten. Pemerintah perlu berperan dalam mengatur dan mengawasi bioteknologi pertanian supaya manfaatnya lebih banyak dirasakan masyarakat, terutama para petani.

4. BERBAGAI SEGI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DI BIDANG PERTANIAN

Pertanian sudah berkembang sejak sekitar 10.000 tahun lalu dan menjadi dasar utama kehidupan manusia karena menyediakan kebutuhan pokok, terutama pangan. Namun, perkembangan pertanian dan teknologi tidak merata sehingga muncul kesenjangan antara negara maju dan berkembang maupun antara masyarakat kaya dan miskin. Karena itu, bioteknologi pertanian diharapkan tidak hanya menjadi teknologi canggih, tetapi juga bisa dikembangkan menjadi teknologi madya yang lebih sederhana dan dapat dimanfaatkan oleh petani kecil serta negara berkembang.

Sebagian besar pangan manusia berasal dari tumbuhan, tetapi sumber pangan dunia sekarang hanya bergantung pada sedikit jenis tanaman dibandingkan banyaknya tanaman yang sebenarnya pernah dibudidayakan. Pemuliaan tanaman dilakukan untuk mendapatkan tanaman dengan sifat yang lebih unggul melalui seleksi dan perkawinan tanaman.

Pemuliaan tanaman sebenarnya sudah berlangsung secara alami melalui variasi dan rekombinasi genetik. Sejak zaman Neolitik manusia mulai menjinakkan tanaman dan memilih tanaman yang dianggap lebih baik. Sampai abad ke-19, petani menjadi pihak utama yang memilih bibit unggul untuk ditanam kembali. Dasar ilmiahnya kemudian diperkuat oleh teori variasi Darwin dan hukum keturunan Mendel.

Metode pemuliaan berdasarkan cara berkembang biak tanaman, yaitu:

- a. penyerbukan sendiri atau inbreeding;
- b. penyerbukan silang atau outbreeding; dan
- c. perkembangbiakan vegetatif atau aseksual.

Pola utamanya adalah memperbesar keanekaragaman genetik melalui persilangan, kemudian menyeleksi tanaman yang memiliki sifat unggul, stabil, seragam, dan sesuai dengan lingkungan.

Pemuliaan tanaman ke depan akan semakin menggunakan rekayasa genetik, misalnya melalui kultur jaringan, fusi sel, dan transfer DNA, sehingga sifat tertentu dapat dikembangkan dengan lebih terarah.

Rekayasa genetik memberikan peluang besar untuk menghasilkan tanaman unggul. Namun, keberhasilannya sangat bergantung pada pemahaman tentang gen yang mengatur sifat tanaman. Beberapa teknologi yang dikembangkan adalah kultur jaringan, fusi sel tanaman, serta rekombinasi DNA.

Kultur jaringan memungkinkan jaringan tanaman dikembangkan secara in vitro menjadi tanaman baru yang relatif seragam dan memiliki sifat yang diinginkan. Teknik ini juga dapat digunakan untuk menghasilkan tanaman dari sel tunggal, memperbanyak tanaman, serta melakukan mutasi dan seleksi sel yang memiliki sifat tertentu. Jadi, secara sederhananya kultur jaringan membuat perbanyakan dan pengembangan tanaman unggul bisa dilakukan lebih terarah.

Fusi protoplasma merupakan teknik menggabungkan bagian dalam sel tanaman setelah dinding selnya dihilangkan. Dua protoplasma dapat dilebur sehingga sitoplasma dan nukleusnya bergabung dan membentuk sel hibrid. Teknik ini membuka peluang untuk menggabungkan sifat dari tanaman yang berbeda yang sebelumnya sulit dilakukan melalui persilangan biasa.

Rekombinasi DNA atau gene splicing dilakukan dengan memasukkan gen tertentu ke dalam organisme agar menghasilkan sifat atau produk yang diinginkan. Teknik ini berkembang pesat dan tidak hanya berguna untuk pertanian, tetapi juga kedokteran, mikrobiologi, dan kehutanan.

Rekayasa genetik digunakan untuk memahami dan meningkatkan kemampuan bakteri seperti *Rhizobium* dalam mengikat nitrogen. Jika mekanismenya semakin dipahami, diharapkan kemampuan fiksasi nitrogen dapat dimanfaatkan lebih luas pada tanaman budidaya sehingga kebutuhan nitrogen dari luar dapat dikurangi.

Fotosintesis merupakan proses penting dalam menghasilkan karbohidrat dari CO₂. Karena prosesnya melibatkan banyak enzim yang bekerja bersama,

penelitian rekayasa genetik diarahkan untuk meningkatkan efisiensi fotosintesis, misalnya dengan memanfaatkan gen atau komponen fotosintesis unggul dari tanaman lain.

Hama, penyakit, dan gulma dapat menyebabkan kerugian besar dalam pertanian. Selain menggunakan pestisida atau cara mekanis, bioteknologi dapat digunakan untuk menghasilkan tanaman yang lebih tahan terhadap hama dan penyakit serta mampu bersaing dengan gulma. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan toksin dari bakteri seperti *Bacillus thuringiensis* yang dapat menyerang serangga secara lebih selektif.

Rekayasa genetik juga berpotensi membantu tanaman beradaptasi terhadap kondisi lingkungan ekstrem seperti kadar garam tinggi, kekeringan, suhu, pH, dan kekurangan unsur tertentu. Selain pertanian, penerapannya dapat dikembangkan dalam kehutanan, hortikultura, farmasi, bahkan kedokteran, misalnya untuk menghasilkan bahan obat atau insulin.

Bioteknologi memang memberikan banyak harapan karena dapat meningkatkan efisiensi dan menghasilkan berbagai tanaman unggul, tetapi penerapannya tidak cukup dinilai dari sisi teknis saja. Aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial juga harus dipertimbangkan agar teknologi tersebut benar-benar layak digunakan.

Hal yang dikhawatirkan adalah teknologi canggih justru memperbesar kesenjangan antara masyarakat atau negara yang sudah maju dengan petani miskin yang masih menggunakan teknologi tradisional. Karena itu diperlukan teknologi madya, yaitu teknologi yang lebih sederhana dan sesuai dengan kemampuan masyarakat, misalnya teknologi daur ulang limbah, penghematan bahan, substitusi bahan, serta penyediaan bibit unggul yang sesuai dengan kondisi petani.

Pengembangan bioteknologi juga perlu disertai penyuluhan, pendidikan, dan pelatihan. Selain itu, diperlukan etika lingkungan, karena manusia sebenarnya hidup dalam hubungan saling bergantung dengan makhluk hidup dan lingkungan. Jadi, perkembangan bioteknologi pertanian seharusnya bukan cuma mengejar hasil maksimal, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan, pemerataan manfaat, dan kehidupan manusia secara keseluruhan.

5. SUATU HARAPAN DAN KEPRIHATINAN ATAS PERKEMBANGAN MIROELEKTRONIKA, AUTOMASI, DAN KOMPUTER DI INDONESIA

Bab ini membahas perkembangan mikroelektronika, automasi, dan komputer yang semakin pesat serta penerapannya dalam berbagai bidang seperti industri, pendidikan, komunikasi, transportasi, perbankan, dan kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi membuat berbagai pekerjaan menjadi lebih cepat, mudah, dan efisien.

Namun, di balik manfaat tersebut terdapat beberapa dampak yang perlu diperhatikan, seperti berkurangnya kebutuhan tenaga kerja tertentu karena adanya otomatisasi, meningkatnya kebutuhan tenaga ahli, mahalnya biaya pengembangan teknologi, serta munculnya persoalan sosial, budaya, dan lingkungan.

Penggunaan komputer dalam pendidikan juga dapat membantu proses pembelajaran melalui sistem seperti CAI dan CBL yang memungkinkan pembelajaran disesuaikan dengan kemampuan siswa. Walaupun demikian, penggunaan teknologi pendidikan juga memiliki keterbatasan, seperti biaya yang cukup besar dan kemungkinan berkurangnya interaksi sosial. Perkembangan teknologi yang terlalu cepat juga menyebabkan perangkat mudah mengalami perubahan dan menjadi tidak sesuai dengan perkembangan teknologi berikutnya, sehingga diperlukan pendidikan dan keterampilan yang terus diperbarui.

Oleh karena itu, perkembangan teknologi di Indonesia tidak seharusnya hanya berorientasi pada kecanggihan, tetapi perlu mempertimbangkan kebutuhan masyarakat, kondisi ekonomi, lingkungan, serta dampak jangka panjangnya. Diperlukan kerja sama antara pemerintah, ahli teknologi, masyarakat, dan berbagai bidang ilmu untuk menentukan pemanfaatan teknologi yang sesuai. Selain itu, Indonesia perlu menyiapkan tenaga kerja yang mampu memahami, menguasai, memanfaatkan, dan mengembangkan teknologi secara mandiri.

Pada akhirnya, perkembangan mikroelektronika, automasi, dan komputer diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Kemajuan teknologi juga perlu disertai dengan keimanan, tanggung jawab, dan nilai kemanusiaan, sehingga teknologi tidak hanya menghasilkan kemajuan secara material, tetapi juga memberikan manfaat bagi kehidupan masyarakat secara luas.

HASIL DISKUSI

Berdasarkan seluruh materi yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, tetapi juga membawa berbagai tantangan yang harus dipertimbangkan secara matang. Dalam bidang bioteknologi, misalnya, perkembangan teknologi dapat membantu meningkatkan kualitas kesehatan, pertanian, dan industri melalui rekayasa genetika, kultur jaringan, diagnosis penyakit, hingga teknologi reproduksi. Namun, perkembangan tersebut juga menimbulkan persoalan etika, terutama ketika teknologi mulai menyentuh hal-hal yang berkaitan dengan reproduksi manusia, manipulasi gen, cloning, dan penggunaan embrio.

Dalam bidang pertanian, bioteknologi dapat membantu meningkatkan produktivitas melalui bibit unggul, fiksasi nitrogen, kultur jaringan, serta tanaman yang lebih tahan terhadap hama dan kondisi lingkungan. Meskipun demikian, penggunaannya tetap perlu

memperhatikan dampak ekonomi, lingkungan, dan sosial agar teknologi tidak justru memperbesar ketergantungan petani terhadap perusahaan atau memperlebar kesenjangan antara masyarakat yang memiliki akses teknologi dengan masyarakat yang masih menggunakan cara tradisional.

Perkembangan teknologi juga terlihat dalam mikroelektronika, automasi, dan komputer yang membuat berbagai pekerjaan menjadi lebih cepat dan efisien. Akan tetapi, otomatisasi dapat mengubah kebutuhan tenaga kerja dan menuntut manusia memiliki keterampilan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, pendidikan dan pelatihan tenaga kerja menjadi penting agar masyarakat mampu mengikuti perubahan teknologi. Perkembangan teknologi juga perlu disesuaikan dengan kondisi Indonesia dan tidak hanya mengejar kecanggihan, tetapi mempertimbangkan kebutuhan masyarakat, lingkungan, serta dampak jangka panjangnya.

Dari seluruh pembahasan tersebut, dapat dilihat bahwa teknologi pada dasarnya merupakan alat yang sangat bergantung pada bagaimana manusia menggunakannya. Karena itu, kemajuan ilmu pengetahuan tidak cukup hanya didukung oleh kemampuan teknis, tetapi juga membutuhkan tanggung jawab moral, etika, keimanan, serta kerja sama berbagai pihak. Pengembangan teknologi seharusnya diarahkan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia tanpa mengabaikan lingkungan, nilai kemanusiaan, dan kepentingan masyarakat secara luas.

LAMPIRAN

