

ERA BIOTEKNOLOGI MODEREN DAN PERANANNYA DALAM KEHIDUPAN

MIZAWARTI, S.Si

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

I. Pendahuluan

Makhluk hidup memiliki tatanan struktural dan fungsional yang sangat efisien dan efektif dalam melangsungkan tugas-tugas untuk menunjang dan memapankan proses hidup. Dalam skala kecil, sel sebagai unit struktural dan fungsional terkecil kehidupan sudah mampu memperlihatkan ciri-ciri sebagai makhluk hidup. Dalam skala besar yaitu populasi, komunitas, dan biosfer. Masing-masing individu makhluk hidup menunjukkan kemampuan mandiri saling tergantung secara menguntungkan karena adanya perimbangan satu terhadap yang lain seperti yang telah diatur oleh alam. Dalam hal ini makhluk hidup secara inheren memiliki sifat-sifat self regulation (mengatur diri sendiri), self perugulation (berkembang biak sendiri), self contained (memecahkan masalah sendiri) dalam melangsungkan proses hidup bersama.

Organisme hidup dalam lingkungan yang selalu berubah, mereka mampu mengimbangi perubahan lingkungan dengan menggunakan strategi variabilitas (keragaman) genetika. Charles Darwin menterjemahkan proses perimbangan tersebut sebagai perjuangan untuk hidup dan kelangsungan hidup makhluk yang paling sesuai.

Dalam pengembangan ilmu pengetahuan pada tiga dasawarsa terakhir, landasan kemampuan proses dan kelangsungan hidup dipahami melalui pendekatan hirarki Organisasi Materi, yang menunjukkan bahwa pada hirarki paling dasar terdapat lebih banyak kesamaan antara jenis makhluk hidup dan makin keatas menunjukkan lebih banyak keanekaragaman. Dengan pemahaman ini didapat peluang besar untuk memanfaatkan kesamaan guna mengembagkan rekayasa gen melalui teknik rekomendasi DNA. Dengan teknik ini, DNA suatu makhluk hidup dapat dipindahkan ke makhluk yang lain jenis, bahkan yang sangat jauh hubungan kekerabatannya. Makhluk rekombinan kemudian memiliki kemampuan baru dalam melangsungkan proses hidup dan bersaing dengan makhluk hidup lain. Teknik rekombinasi DNA merupakan tulang punggung pengembangan bioteknologi baru. Dengan demikian bioteknologi adalah teknologi yang memanfaatkan makhluk hidup (agen hayati) yang telah direkayasa untuk menghasilkan barang dan jasa memenuhi kesejahteraan manusia. Pengembangan dan perkembangan bioteknologi telah amat jauh dewasa ini, dan manusia sebagai pelaku penerapan ilmu seakan akan tidak mempunyai batas dalam memanfaatkan makhluk hidup untuk memenuhi kebutuhannya.

II. Penemuan DNA

Gen terdapat dalam kromosom sebuah sel, setiap kromosom mengandung sebuah molekul DNA yang sangat panjang dengan jutaan rantai basa yang mengkode banyak gen disepanjang rantainya. Struktur kimia DNA seperti sebuah rangkaian surat-surat yang berisi pesan-pesan genetika. Surat-surat itu hanya memiliki empat huruf menurut abjad genetik (Adenin/A, Guanin/G, Timin/T, Cytosin/C) yang disebut basa. DNA mudah diekstrasi dari gel-gel, dan kemajuan biologi molekuler sekarang memudahkan ilmuwan mengambil gen-gen individu DNA suatu spesies yang menyusun konstruksi molekuler mereka. DNA tersebut disebut

DNA rekombinan yang dapat disimpan dalam laboratorium. Gen-gen yang diisolasi dengan metode demikian disebut gen yang *diklon*.

Pada pertengahan tahun 1940-an para peneliti menemukan bahwa gen bekerja mengarahkan sintesa protein. Hasil pengamatan ini menimbulkan pertanyaan filosofis yang menarik : *Jika gen mengarahkan sintesa protein, bisakah mereka itu adalah protein itu sendiri ?* Jadi menjelang pertengahan tahun 1940-an arah penelitian tentang bahan genetis mulai beralih dari protein ke DNA.

Lalu pada awal tahun 1950-an Erwin Chargaff mencatat adanya beberapa keteraturan dalam komposisi dasar DNA pada berbagai spesies makhluk. Ini menjadi pendorong bagi para ilmuwan untuk merasakan betapa pentingnya mengamati struktur bahan itu. Terutama terungkap bahwa persentase adenin selalu sama dengan timin, dan persentase guanin selalu sama dengan cytosin. Meskipun demikian perbandingan persentase guanin selalu sama dengan cytosin. Meskipun demikian perbandingan pasangan adenin-timin dengan pasangan guanin-cytosin bervariasi sekali antara berbagai spesies. Pengamatan belakangan membantah hipotesa bahwa DNA terdiri dari unit berulang empat macam nukleotida yang monoton. Jika benar demikian lalu keempat basa adenin, Cytosin, guanin dan timin haruslah hadir dalam jumlah yang sama. Berarti ini jelas tidak seperti yang ditemukan oleh Chargaff. Peneliti ini memberi pandangan bahwa struktur DNA memiliki variasi yang dibutuhkan darinya sebagai simpanan informasi genetis.

Pada awal 1950-an juga, James D Watson dan Francis Crick yang bekerjasama pada Medical Research Council's Laboratory of Molecular Biology di Cambridge, Inggris, berusaha untuk memecahkan struktur tiga dimensi molekul DNA dengan metode kristalogi sinar X. Pada percobaan ini mula-mula mengalami kegagalan untuk menetapkan struktur DNA sebelum dibantu oleh foto pembiasan sinar X yang dibuat oleh Rosalind Franklin di Maurice Wilkin's Laboratory di Cambridge. Dengan menggunakan informasi dari foto pembiasan itu dan juga dari rumus yang ditemukan Chargaff, Watson dan Crick menyimpulkan bahwa molekul DNA terdiri dari dua untai nukleotida yang berpilin bersama membentuk ikatan rangkap (double helix) (Gambar 1). Tiap untai atau mata rantai adalah nukleoda, yang tulang punggungnya berupa deoksiribosa dan fosfat yang berselang seling. Biasanya menjulur dari tulang punggung itu.

Tulang punggung dua untai itu berada disebelah luar double helix yang diteorikan Watson-Crick, dan bahasanya berada disebelah dalam. Basa satu untai membentuk ikatan hidrogen yang lemah dengan basa untai pasangannya dengan cara yang sangat khusus. Sesuai dengan rumus Chargaff, adenin selalu berikatan dengan timin (A-T), sedang cytosin selalu berikatan dengan guanin (C-G). Rancang bangun molekuler DNA yang berpilin rangkap menjadi tempat untuk memelihara kelangsungan informasi genetis serta mampu mewariskannya kepada generasi berikutnya. Molekul besar menyimpan banyak informasi dalam urutan nukleotidanya. Selain itu urutan nukleotida dari satu untai menentukan urutan nukleotida pasangannya.

III. Era Bioteknologi

Peranan mikrobiologi akan memberi warna, wawasan dan cakrawala baru bagi kehidupan bioteknologi modern. Bahan baku biomassa yang ada merupakan "renewable frontier" dapat diolah oleh bioteknologi tradisional maupun modern sehingga menjadi produk baru yang sangat berharga. Produk-produk bioteknologi sangat erat dengan perkembangan bioteknologi pada jaman ini. Adapun era bioteknologi tersebut adalah:

1. Era Pra Pasteur (sebelum 1865)

Perbaikan teknik fermentasi oleh mikroorganisme misalnya minuman beralkohol.

2. Era Pasteur (1865-1940)

Pengembangan industri fermentasi pembuatan etanol, butanol dan asam organik, perlakuan air buangan.

3. Era Antibiotika (1940-1960)

Pembuatan penisilin yang mulai digunakan pada saat pendaratan tentara Amerika di Normandi selama perang dunia II, vaksin virus, teknologi kultur sel hewan.

4. Era Pasca Antibiotika (1960-1975)

Asam -asam amino elucidasi s1ruktur DNA, protein sel tunggal, enzim untuk deterjen, gasohol, biogas, teknologi rekombinan DNA.

5. Era biteknologi modem (1975- sekarang)

Rekayasa genetika, zat antibodi monoklonal, hormon insulin, hormon pertumbuhan ikan tuna.

Dengan munculnya teknologi DNA rekombinan dan teknik-teknik pembantu seperti penyusunan DNA, maka kita sekarang dapat memeriksa pada tingkatan molekuler rangkaian-rangkaian genetika yang terlibat dalam pengendalian ekspresi gen. Cara pendekatan klasik dalam genetika adalah pembuatan mutasi in vivo secara acak pada seluruh genom, lalu mengisolasi mereka dengan memperlihatkan fenitif–fenotif khusus. Kemudian muatan ini dianalisis untuk menentukan gen mana yang telah berubah. Suatu metode yang hampir terbentuk sesungguhnya adalah "metode genetika berubah". Suatu metode yang hampir terbentuk sesungguhnya adalah "metode genetika mundur (reverse genetics)" yaitu untuk membuat mutasi-mutasi spesifik dalam suatu sigmen DNA in vitro, dan menganalisa pengaruh dari perubahan-perubahan ini pada organisme in vivo setelah mengintroduksi kembali gen muatannya.

Berekspresinya dengan gen yang dipindahkan kedalam gel atau jaringan yang sesuai adalah semacam prasarat untuk berbagai bentuk penerapan teknik DNA rekombinan dalam bioteknologi. Terutama berlaku sebagai usaha untuk mengobati penyakit genetik manusia dengan pengobatan gen dan juga untuk usaha yang bertujuan untuk meningkatkan mutu tanaman panen.

Selama 15 tahun belakangan ini para pakar genetika mempelajari bagaimana mengeluarkan sebuah gen tunggal dari suatu species yang lain. Inilah yang disebut rekayasa genetika yang merupakan pelaksanaan dari bioteknologi modem. Organisme –organisme hasil rekayasa genetika yang pertama adalah bakteri bersel kembar yang telah disisipi gen-gen manusia yang dapat menghasilkan produk-produk bernilai. Tumbuh-tumbuhan dan hewan -hewan hasil rekayasa genetika segera menyusul bakteri tersebut dan membuka pintu seluruh bidang pertanian lebar-lebar bagi penerapan bioteknologi modem.

IV. Teknik Rekayasa Genetika

Banyak percobaan membuktikan bahwa dengan rekayasa genetika fragmen DNA manapun dapat disambungkan atau disisipkan ke genom species lain, bahwa species yang jauh hubungan kekerabatannya. Rekayasa genetika merupakan teknik yang paling mutakhir dalam bioteknologi. Rekayasa Genetika atau teknik DNA rekombinan dapat didefinisikan sebagai : *"Pembentukan rekombinan baru dari material yang dapat diturunkan dengan cara penyisipan DNA dari luar kedalam suatu wahana (vektor), sehingga memungkinkan penggabungan dan kelanjutan berkembang dalam host yang baru."* Proses ini juga dikenal sebagai " Gen Kloning " atau klon gen, sebab organisme yang secara genetik terbentuk adalah identik dan membawa seluruh potongan DNA yang telah disisipkan, disamping itu memperbanyak molekul yang baru dibentuk. Salah satu contoh rekayasa genetika yang sudah berhasil adalah penyisipan/pemindahan DNA pembuat insulin pada manusia kedalam plasmida bakteri Echerichia coli.

Ada empat prinsip pengkloningan gen yaitu :

1. Penyiapan gen.

Gen bakteri yang dikloning pada umumnya didapat dari penyiapan total DNA kromosom (kloning "penembakan") dengan cara membelah DNA dengan endonuklease yang terbatas sehingga menghasilkan bagian masing-masing 4 kilobase (kb) dengan ujung yang "lengket."

2. Penyisipan kedalam vektor

Vektor adalah replika yang akan memungkinkan gen untuk ditempatkan disel induk (host cell) dan melibatkan plasmid pada bakteri induk. Plasmid adalah molekul DNA berbentuk lingkaran kecil yang terdapat didalam bakteri disamping kromosom utama plasmid mengandung unsur-unsur genetik yang tidak terikat pada kromosom utarna. Vekto plasmid harus memiliki tempat untuk endonuklease terbatas biasa dan faktor antibiotik sehingga memungkinkan untuk memilih perubahan yang diinginkan.

Pemasangan DNA yang akan dikloning kedalam vektor plasmid disebut legasi dan enzim yang berperan dalam pemasangan ini adalah enzim yang dipakai dimurnikan dari E. Coli yang telah diinfeksi dengan T4. Didalam sel enzim ini berfungsi dalam perbaikan tiap skontinuitas yang mungkin timbul pada salah satu untai pada molekul untai ganda. Selain itu, dalam tabung percobaan, ligase DNA yang dimurnikan juga akan menyambungkan kedua ujung molekul yang sama.

3. Perubahan sel induk (Host Cell)

Campuran plesmid yang diperkenalkan kepada sel bakteri diperlukan secara khusus sehingga sel mengambil DNA dalam proses perubahan sel induk. Setelah DNA disisipkan didalam sel bakteri maka, DNA yang sudah disisipkan tersebut akan dimasukkan lagi kedalam sel hidup misalnya kedalam sel bakteri kemudian ditumbuhkan kedalam media tertentu. Didalam media, sel bakteri ini akan tumbuh dan berkembang biak menghasilkan klon dan klon ini akan menghasilkan insulin.

4. Mendeteksi gen yang sudah klon.

Ada tiga cara mendeteksi gen yang sudah diklon :

- a. Pengujian berdasarkan informasi urutan asam amino protein yang di sandi.
- b. Pengujian aktifitas biologis produk gen
- c. Menggtmakan antibodi khusus terhadap produk gen.

Klon yang tepet dapat dideteksi dengan menggunakan "probe" untuk goo itu sendiri. Probe terdiri satu segmen pendek DNA yang diberi label radioaktif, dan memiliki urutan basa nukleotida yang sesuai dengan urutan asam amino yang diketahui dari satu segmen protein. Cara lain membuat klon ialah jika protein yan disandi gen dihasilkan dalam sel yang diklon, ia dapat dideteksi dengan menggunakan uji antibodi khusus bagi protein yang disandi atau dengan cara menguji aktifitas biologi protein dalam sel.

Enzim-enzim yang memanipulasi DNA ada empat yaitu :

1. Enzjim Nuklease (yang memotong asam nukleat)
2. Enzim Ligase (yang menyambung asam nukleat menjadi satu)
3. Enzim Polimerase (yang membuat copy dari molekul DNA)
4. Enzim Modifikasi (yang menghilangkan gugus kimia)

Dengan ringkas rekayasa genetik dapat dibuat sebagai berikut :

1. DNA yang diambil dari sel pankreas, dipotong dengan enzim endonuklease restriksi
2. Isolasi DNA plasmid, lalu DNA plasmid dipotong enzim endonuklease

3. Kemudian DNA yang sudah dipotong, disisipkan kedalam DNA plasmid yang juga sudah dipotong. Penyisipan ini dibantu oleh enzim ligase DNA.
4. Setelah disisipkan maka plasmid dimasukkan kedalam sel bakteri, dan ditumbuhkan dalam media tertentu, agar dapat tumbuh dan berkembang biak serta menghasilkan klon yang menghasilkan insulin.

V. Peranan bioteknologi

5.1. Dalam masyarakat

Menjelang akhir abad ke-20 sebagian besar masyarakat dunia menanti bioteknologi dengan penuh harapan untuk memecahkan berbagai masalah umat manusia di bumi. Namun sebagian masyarakat memandang bahwa memasuki era bioteknologi sama saja memasuki hutan belantara ketidak pastian tentang dampak yang akan terjadi kemudian hari.

Perkembangan bioteknologi sekarang ini akan menimbulkan dampak serius pada dimensi etika dan budaya. Rekayasa genetika menimbulkan masalah-masalah etika serius yang berhubungan dengan pengubahan, manipulasi, penetapan paten dan pemilikan bentuk-bentuk kehidupan. Berbagai perkembangan dibidang kesehatan juga akan membawa implikasi mendalam pada nilai-nilai budaya. Infrastruktur teknologi dan desakan ekonomi akibat bioteknologi membawa dampak besar pada struktur sosial ekonomi serta pada nilai-nilai budaya, sementara masyarakat luas tidak mendapat informasi dan diasingkan dari pengambilan keputusan tentang arah, batas-batas tujuan dan dampak bioteknologi.

5.2. Dalam sistem ekologi

Semua organisme yang ada di bumi telah melampaui proses evolusi selama jutaan tahun akibat keberadaan mereka kini telah mencapai suatu posisi keseimbangan yang optimal. Interaksi antara suatu organisme dengan lingkungannya baik lingkungan biotik maupun abiotik telah mempunyai bentuk khas masing-masing keanekaragaman jenis hubungan ini mempengaruhi bentuk ekosistem kita di bumi. Jadi jelaslah terlihat adanya keterkaitan antara masing-masing organisme musnah, keseimbangan sistem akan terganggu dampak yang akan ditimbulkan bioteknologi dalam sistem ekologi antara lain terjadinya pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida yang berlebihan sehingga penambahan atau pengurangan komponen-komponen ekosistem bukan merupakan hal yang dianggap ringan. Contoh dampak pemasukan organisme baru ke lingkungan alami adalah pemanfaatan gen anti beku yang terdapat pada suatu jenis ikan yang dapat ditransfer ke ikan yang tidak tahan suhu dingin. Akibatnya yang biasa tidak didapati pada musim dingin sekarang dapat sangat leluasa berkembang biak dan menempati perairan yang dingin. Jadi akibat adanya kejadian ini dapat menimbulkan pemusnahan suatu species ikan tertentu, sehingga keseimbangan ekosistem akan terganggu.

VI. Penutup

Molekul DNA melalui teknik rekayasa genetika menjadi dasar dalam pengembangan bioteknologi modern saat ini. Dengan teknik ini telah dapat dihasilkan molekul-molekul baru yang identik dengan molekul DNA asli serta dapat disisipkan atau dipindahkan ke organisme lain untuk menjadikan produk-produk lain yang diinginkan.

Dalam kenyataannya teknik ini memberi pengaruh atau peranan yang sangat besar bagi kehidupan manusia dalam hal positif dan negatif dengan jalan ditindak lanjuti secara bijaksana.

VII. Daftar Pustaka

1. Brown C.M, I Campbell, F.G Prest, 1987. *Introduction to Biotechnology: Blackwell scientilic Publications*, London.
2. Ign Suharto, 1995. *Bioteknologi Dalam Dunia Industri* : Andi Offset, Yokyakarta.
3. James D Watson, Jhon Tooze, David T .Kurtz, 1988. *DNA Rekombinan*: Erlangga, Jakarta.
4. Raymond L.Ridriguez, Robert C Tait, 1983. *Recombinan DNA Techniques*
5. Jean L Marx, 1991. *Revolusi Bioteknologi* : Yayasan Obor Indonesia, Jakarta