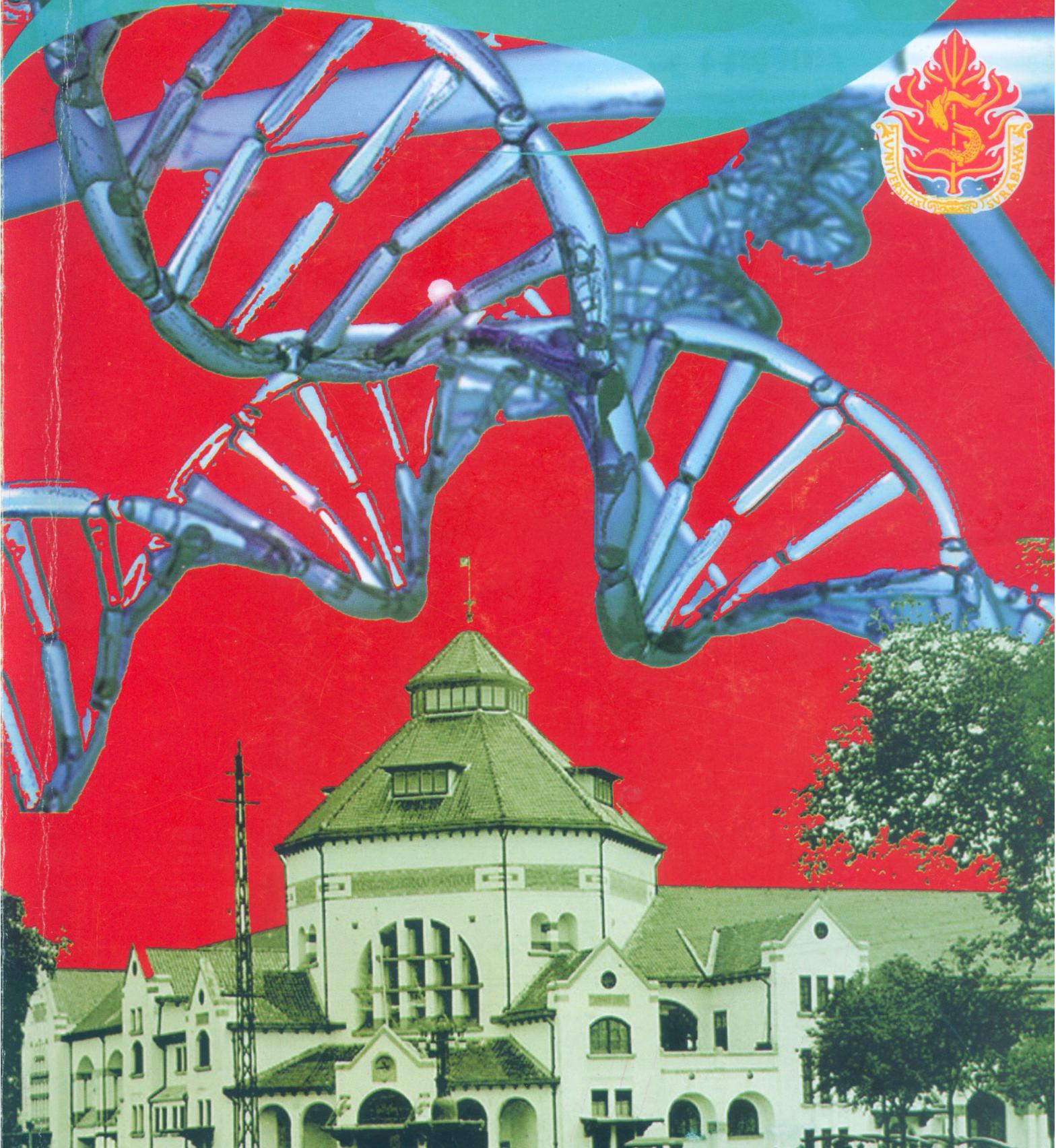


simposium dan pekan ilmiah mahasiswa
fakultas psikologi - universitas surabaya
21 - 25 Mei 2007

proceedings



TEKNOLOGI MUTAKHIR DALAM GENETIKA, DAPATKAH SEMUA DITERIMA? (suatu rangkuman pendapat)

Dr. rer.nat. Goretti M. Purwanto.

Abstrak

Molekul DNA melalui teknik rekayasa genetika menjadi dasar dalam pengembangan ilmu genetika dan 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 sehingga perlu ditindaklanjuti secara bijaksana.

PENDAHULUAN

Makhluk hidup memiliki tatanan struktural dan fungsional 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 menunjukkan kemampuan mandiri saling tergantung secara menguntungkan karena adanya perimbangan satu terhadap yang lain seperti yang telah diatur oleh alam.

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 mengembangkan rekayasa gen melalui teknik rekombinasi 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.

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 diekstraksi 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. Pada awal 1950-an juga, James D Watson dan Francis Crick yang bekerjasama pada Medical Reserch Council's Laboratory of Molekul Biologi 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 Combridge. Dengan menggunakan informasi dari foto pembiasan itu Watson dan Crick menyimpulkan bahwa molekul DNA terdiri dari dua untaian nukleotida yang berpilin bersama membentuk ikatan rangkap (double helix). Tiap untaian atau mata rantai adalah nukleoda, yang tulang punggungnya berupa deoksiribosa dan fosfat yang berselang seling. Biasanya menjulur dari tulang punggung itu. Tulang punggung dua untaian itu berada disebelah luar double helix yang diteorikan Watson-Crick, dan bahasanya berada disebelah dalam. Basa satu untaian membentuk ikatan hidrogen yang lemah dengan basa untaian 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 dapat menentukan urutan nukleotida pasangannya.

ERA BIOTEKNOLOGI

Produk-produk bioteknologi yang "ditawarkan pada masyarakat sangat erat dengan perkembangan bioteknologi pada jamanannya. Adapun era bioteknologi tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut:

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 elusidasi struktur DNA, protein sel tunggal, enzim untuk deterjen, biogas, teknologi rekombinan DNA.
5. Era bioteknologi modern (1975-sekarang)
Rekayasa genetika, zat antibodi monoklonal, hormon insulin, hormon pertumbuhan ikan tuna, teknik DNA finger print.
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. Berekspresinya gen (proses menghasilkan protein tertentu dari gen tertentu) 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 modern. 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 mulai menyusul bakteri tersebut dan membuka pintu lebar-lebar bagi penerapan bioteknologi modern.

TEKNIK REKAYASA GENETIKA

Banyak percobaan membuktikan bahwa dengan rekayasa genetika fragmen DNA manapun dapat disambungkan atau disisipkan ke genom species lain, bahkan 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*.

PROYEK PETA GENOM

Hanya dalam tempo tiga belas tahun-lebih cepat dua tahun dari target tahun 2005-para ilmuwan dunia yang bergabung dalam The Human Genom Project pekan lalu mengumumkan keberhasilan mereka memetakan genom manusia. Karena genom adalah suatu cetak biru informasi genetik yang menentukan sifat setiap makhluk hidup, maka pemetaan ini bakal menjadi kunci pembuka babak baru dalam memahami penyakit dan bagaimana mengobatinya.

Dengan pengumuman di atas, berarti proyek genom manusia telah berhasil memetakan tiga miliar nukleotida yang menyusun 100.000 gen dalam tubuh manusia. Dengan demikian, setiap individu memiliki kurang lebih 100.000 gen untuk diturunkan. Varian-varian dari gen inilah yang kemudian menentukan tinggi badan, warna mata, sidik jari, golongan darah, maupun kerentanan terhadap penyakit.

Lembaga pertama-The Human Genom Project-membangun peta susunannya dari DNA yang diambil dari 24 individu anonim dari berbagai grup ras dan etnisitas. Dari



situlah dipahami adanya perbedaan rata-rata tiga juta antara satu orang dan orang lainnya. Tidaklah mengherankan bila James Watson, yang memenangkan hadiah Nobel karena menemukan struktur heliks ganda DNA bersama Francis Crick, menyebutkan, pemahaman terhadap "buku instruksi kehidupan manusia" ini akan merevolusi kehidupan masyarakat. Setelah penemuan mesin cetak, terjadilah semacam ledakan informasi yang membuat masyarakat makin mudah mendapatkan informasi. Maka dengan adanya peta genom, manusia akan mengerti dirinya dengan lebih baik. Dengan demikian, ia akan memiliki ide lebih baik pula mengenai sifat dan keadaan alamiah manusia.

Proyek riset genom memang masih akan bertanjat dengan upaya mencari mutasi gen-gen penyebab kanker yang mematikan maupun gen yang terlibat dalam pemunculan diabetes, leukimia, bahkan juga eksim yang suka muncul pada usia kanak-kanak. Namun, kode genetik ternyata lebih kompleks dari yang dibayangkan. Harus diakui, masih perlu jalan panjang untuk mengaplikasikan hasil pemetaan genom manusia ini. Namun, pekerjaan memetakan genom manusia tentulah pantas dipandang sebagai ikhtiar ilmiah yang mengagumkan.

PERANAN DAN ETIKA BIOTEKNOLOGI DARI KACAMATA 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. Di satu sisi, teknologi finger print telah banyak membantu dalam bidang forensic dan kriminalitas, juga dalam menelusuri histori kekeluargaan. Namun di sisi lain, rekayasa genetika menimbulkan masalah-masalah etika serius yang berhubungan dengan perubahan, manipulasi, penetapan paten dan pemilihan 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 sara, batas-batas tujuan dan dampak bioteknologi.

Rasanya, bagi masyarakat awam, cloning adalah istilah bioteknologi yang paling sering diperdebatkan. Secara formal, kloning berarti penggandaan spesies dengan cara rekayasa genetik pada makhluk hidup yang mempunyai unsur genetik yang identik dengan memasukkan gen spesies lain pada sel untuk mendapatkan sifat yang diharapkan. Tidak dapat dipungkiri, bahwa teknologi yang satu ini telah membawa manfaat yang cukup besar di bidang pertanian, kedokteran, obat-obatan dan kemanusiaan secara umum. Misalnya dalam hal produksi, dengan cloning, biaya produksi dapat diturunkan. Contoh lainnya adalah kloning mikroba yang mengandung unsur rekayasa genetik seperti yeast atau *E.coli* yang telah memberi manfaat besar pada manusia sejak sekitar 30 tahun lalu.



Namun, kedua jenis bioteknologi canggih ini juga menimbulkan pro dan kontra. Tentu saja kehati-hatian lebih diperlukan lagi jika objek rekayasa adalah manusia, karena akan menyangkut harkat dan martabat makhluk hidup manusia, tatanan kemasyarakatan, dan juga masa depan peradaban bumi ini.

Mendengar istilah kloning manusia, mungkin yang terbayang secara umum adalah terbentuknya beberapa manusia yang mempunyai genetika dan fenotip yang sama yang dimanfaatkan oleh kepentingan jahat bak di film-film. Bayangan menakutkan ini tidak salah 100% namun tidak juga dapat dikatakan benar. Karena pada dasarnya kenyataan yang terjadi di penelitian kloning sering jauh dari image ini.

Secara garis besar kloning hewan (termasuk manusia yang dari sisi biologi dimasukkan dalam hewan) diklasifikasi menjadi 2 kelompok:

1. KLONING REPRODUKSI

Kloning ini adalah penggandaan dari hewan yang sudah dewasa sehingga mempunyai genetika yang sama. Telah dicoba pada domba "Dolly" dan sapi. Prosedur proses kloning ini adalah pengosongan inti sel telur yang mengandung DNA, dan mengisinya dengan DNA yang diambil dari salah satu sel makhluk hidup dewasa, lalu mencangkok sel telur ini ke dalam rahim hewan. Pada prosedur kloning tidak terjadi pertemuan alamiah antara sel telur dan sel sperma, tetapi terjadi peminjaman sel telur kosong untuk penggandaan DNA dari sel dewasa. Sebelum ada klaim dari Dr. Severino (Italia), bahwa ada beberapa wanita yang mengandung janin yang berasal dari kloning reproduksi, kloning ini belum pernah dicoba pada manusia.

Sisi positif:

Berbagai pihak yang mendukung prosedur kloning ini menyebutkan bahwa kloning reproduksi bisa menolong pasutri yang ingin mempunyai anak secara biologis, sementara sang suami sudah tidak bisa memproduksi sperma sama sekati/organ reproduksinya rusak.

Sisi negatif:

1. Pada kloning mamalia yang telah dilakukan dewasa ini, ditemukan bahwa hewan kloning banyak menderita cacat fungsi organ tubuh atau kelainan bawaan yang mungkin saja terjadi pada manusia.
2. Proses kehamilan yang sangat artifisial, di mana DNA yang ditanam adalah berasal dari DNA dewasa, menyebabkan bayi yang lahir juga adalah bayi yang "sudah dewasa", sehingga mungkin saja berumur pendek.
3. Kloning reproduksi memungkinkan manusia untuk mempunyai anak tanpa laki-laki, yang bisa menyebabkan gender laki-laki musnah dari bumi ini.
4. Memungkinkan dengan penyalahgunaan dengan memproduksi manusia unggul secara masal untuk kepentingan buruk, dan menjadikan manusia sebagai komoditas komersial.
5. Anak yang lahir dari prosedur kloning DNA bapak/ibunya akan mempunyai banyak sifat yang mirip dengan bapak/ibunya yang mungkin akan mempengaruhi psikologis dan pendidikannya di masa depan kelak.
6. Anak dalam Islam adalah keturunan secara biologis dan genetis. Di mana dia adalah pertemuan dua sel reproduksi ayah dan ibunya yang terikat sah secara perkawinan dan dikandung dalam rahim ibunya. Sehingga Islam memperbolehkan bayi tabung hasil pertemuan sel reproduksi suami istri



dan pencangkokkan dalam rahim ibunya, namun melarang ibu/ayah representatif (penyumbang sel telur atau sperma) dan penyewaan rahim. Jika anak adalah hasil kloning reproduksi di mana ibu genetis adalah hanya ayah atau ibu maka apakah ini sesuai dengan fitrah alam yang berlaku?

7. Yang lebih mendasar secara etika keagamaan adalah, apakah wilayah kehidupan penciptaan manusia tidak dengan alami ini layak dilakukan untuk "try and error" sebuah penelitian?

2. KLONING TERAPEUTIK

Tahap awal prosedur kloning terapeutik pada prinsipnya sama dengan kloning reproduksi. Tetapi pada kloning terapeutik, embrio hanya dibiarkan tumbuh sampai kurang lebih 14 hari. Dan dari embrio ini hanya sel stem atau sel tunas (yang pada perkembangan selanjutnya akan menjadi organ/jaringan tubuh) saja yang diekstraksi. Dari sel tunas ini bisa dibiakkan jaringan tubuh manusia maupun organ tubuh lengkap seperti hati, ginjal, kulit, dan lain lain berdasarkan informasi DNA dari orang yang bersangkutan untuk kepentingan pencangkokan. Sehingga penolakan pencangkokan organ dari orang lain bisa diatasi dengan prosedur ini. Walau kloning terapeutik belum pernah diterapkan di klinik, tetapi ADVANCED CELL TECHNOLOGY, sebuah perusahaan biotek di US mengklaim, bahwa mereka berhasil membuat cloning terapeutik.

Sisi positif:

Karena organ untuk transplantasi yang dihasilkan adalah berdasarkan informasi genetis dari DNA sang pasien, reaksi penolakan tubuh dapat dihilangkan.

Dengan adanya embrio yang mengandung sel tunas ini, maka sumber organ untuk keperluan

transplantasi menjadi unlimited. Sebuah keuntungan yang tidak bisa diperoleh dalam proses pencangkokan selama ini, di mana pasien hanya dapat menunggu dengan resiko berhasil atau tidak dengan organ dari sang donor.

Sisi negatif:

1. Embrio yang mengandung sel tunas ini bila dibiarkan dan ditanam dalam rahim maka akan menjadi janin. Jadi kloning reproduksi dan terapeutik dibatasi oleh dinding yang sangat tipis dalam prosedur kelanjutannya.

2. Sebenarnya sel tunas bisa diambil dari sumber lain selain dengan kloning terapeutik seperti di atas.

3. Secara etika keagamaan, apakah pemusnahan sel embrio berusia 14 hari untuk mengambil sel tunas saja diperkenankan oleh agama.

PENUTUP

Molekul DNA melalui teknik rekayasa genetika menjadi dasar dalam pengembangan ilmu genetika dan 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 sehingga perlu ditindaklanjuti secara bijaksana.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brown C.M, I Campbell, F.G Prest, 1987. Introduction to Biotechnology: Blackwell scientific Publications, London.
2. Ign Suharto, 1995. Bioteknologi Dalam Dunia Industri : Andi Offset, Yogyakarta.



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
6. http://www.unisosdem.org/kliping_detail.php?aid=1705&coid=1&caid=34
7. Dr. Is Helianti, Peneliti ISTECS, Pengamat Trend dalam bidang Bioteknologi, Kloning Manusia, Dua sisi mata pedang, Dimensi vol. 6 no. 1 edisi Januari 2004 Warta Sains dan Teknologi ISTECS-Japan
8. Introduction to Biotechnology 2004, William J. Thieman and Michael A. Palladino.
9. Mirnawati, Era Bioteknologi Modern dan Peranannya dalam Kedidupan, MIPA Universitas Sumatra Utara

Orang yang bahagia itu akan selalu menyediakan waktu untuk membaca karena membaca itu sumber hikmah menyediakan waktu tertawa karena tertawa itu musikny jiwa, menyediakan waktu untuk berfikir karena berfikir itu pokok kemajuan, menyediakan waktu untuk beramal karena beramal itu pangkal kejayaan, menyediakan waktu untuk bercanda karena bercanda itu akan membuat muda selalu dan menyediakan waktu beribadah karena beribadah itu adalah ibu dari segala ketenangan jiwa.



(Muhammad Ryan Saputra)

