

Kloning Manusia

Teresa L. Wargasetia

Bagian Biologi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Abstrak

Beberapa tahun terakhir, kemajuan yang sangat pesat dalam teknologi kloning dan pengembangannya ke arah kloning manusia menjadi isu yang hangat. Kloning yang merupakan proses pembentukan sejumlah individu dengan susunan genetik yang sama dapat dilakukan melalui metode pemisahan embrio dan transfer nukleus. Kloning manusia dengan metode transfer nukleus diarahkan pada dua tujuan, yaitu untuk reproduksi dan terapi. Teknologi transgenik yang relatif baru dapat dikombinasikan dengan teknik kloning untuk menghasilkan klon dengan gen baru. Namun muncul pro dan kontra terhadap pengembangan penelitian kloning manusia, terutama kloning untuk tujuan reproduksi. Oleh karena itu perlu diberlakukan masa moratorium sebelum kloning manusia dilakukan hingga berbagai masalah keamanan dan etika dapat ditemukan pemecahannya.

Abstract

In the last few years, very rapid progress in the cloning technology and its development towards human cloning has become a hotly-debated issue. Cloning, which is the process of formation of a number of individuals with the same genetic structure, can be done by means of embryo-splitting method and nuclear transfer. Human cloning through the nuclear transfer method is directed towards two purposes, i.e. reproduction and therapy. The relatively new transgenic technology can be combined with the cloning technique to produce clones with new genes. However, pros and cons arise concerning the development of research on human cloning, particularly cloning for reproductive purposes. Therefore, there is need for a moratorium period before human cloning can be performed in order that solutions for all kinds of problems related to safety and ethics can be found.

Key words : *cloning, embryo, stem cells, genetic engineering, ethics*

Pendahuluan

Kloning adalah proses pembentukan satu atau sejumlah individu, tanaman, atau hewan yang mempunyai susunan genetik yang sama. Sebenarnya terbentuknya kloning merupakan hal yang biasa terjadi pada tanaman, hewan, dan manusia. Pada manusia, dengan

probabilitas satu dari 75 kehamilan, satu zigot dapat berkembang menjadi kembar identik yang mempunyai susunan gen yang sama. Jadi sebenarnya kembar identik adalah klon yang terjadi secara alamiah.

Proses kloning buatan dapat dilakukan melalui metode

pemisahan embrio (*embryo splitting*) atau transfer nukleus (*nuclear transfer*) (Byrne, 2002). Metode pemisahan embrio merupakan pemisahan embrio pada tahap perkembangan awal menjadi dua bagian atau lebih. Tahap pertama ialah zigot dipacu untuk membelah secara *in vitro* di dalam cawan petri atau tabung menjadi 2,4,8,16 atau sampai 32 sel. Kemudian dengan menggunakan enzim protease, zona pelusida yang membungkus ke-16 atau ke-32 sel tadi dihancurkan, sehingga sel-selnya satu sama lain terlepas. Kemudian tiap sel dimasukkan ke dalam cawan petri dan dibungkus kembali oleh zona pelusida. Setelah itu tiap sel akan membelah dan berkembang membentuk blastosit, dan dapat ditransfer ke dalam uterus induk yang siap menerima implantasi blastosit. Blastosit akan mengalami proses perkembangan berikutnya di dalam uterus induk (Suhana, 2002). Proses ini mirip dengan proses pembentukan kembar monozigot yang identik secara genetis.

Pemisahan embrio buatan telah sukses dilakukan pada berbagai mamalia, yaitu domba oleh Willadsen pada 1981, sapi oleh Willadsen pada 1989, tikus oleh Agrawal dan Polge pada

1989, dan monyet oleh Chan *et al.* pada tahun 1993. Pada tahun 2000, *the American Society for Reproductive Medicine* mendeklarasikan kloning manusia melalui pemisahan embrio adalah prosedur etis untuk meningkatkan jumlah blastosit manusia yang dapat digunakan pada prosedur penanganan infertilitas. Walaupun demikian, pemisahan embrio hanya dapat memproduksi klon dalam jumlah yang terbatas karena frekuensi pembelahan embrio muda terbatas dan prosedur ini tidak dapat digunakan untuk memproduksi "klon" dari sel-sel orang dewasa (Byrne, 2002).

Metode lain untuk proses kloning adalah dengan cara transfer nukleus sel somatik. Materi nukleus dihilangkan dari telur, kemudian nukleus sel somatis disisipkan ke dalam telur tersebut melalui mikroinjeksi atau elektrofusi. Zigot yang terbentuk mempunyai potensi untuk membelah menjadi blastosit yang apabila diimplantasikan ke dalam uterus induk pengganti (*surrogate mother*) akan berkembang menjadi anak yang identik secara genetis dengan donor nukleus.

Kloning dengan metode transfer nukleus dilakukan pertama kali pada amfibi di tahun 1950-an. Transfer nukleus

berhasil dilakukan pada mamalia pada tahun 1970-an oleh Bromhall dan tahun 1980-an oleh Willadsen. Kelahiran domba klon "Dolly" yang merupakan hasil transfer nukleus sel domba dewasa dipublikasikan di majalah *Nature* pada tahun 1997. Publikasi kesuksesan Wilmut *et al.* yang membuat "Dolly" diikuti oleh para ilmuwan lainnya, yaitu Cibelli *et al.* yang mempublikasikan keberhasilan mereka mengklon sapi pada tahun 1998, Wakayama mempublikasikan pembuatan klon tikus pada tahun yang sama, Baguisi *et al.* mengklon kambing pada tahun 1999 dan pada tahun 2000 Betthausen *et al.*, Onishi *et al.*, Polejaeva *et al.* mempublikasikan keberhasilan mereka mengklon babi (Byrne, 2002). Keberhasilan-keberhasilan itu menunjukkan bahwa transfer nukleus kemungkinan besar dapat dilakukan pada semua mamalia, termasuk manusia.

Metode transfer nukleus mulai digunakan untuk kloning manusia. Kloning manusia digunakan untuk dua tujuan yang berbeda, yaitu untuk reproduksi dan terapi.

Kloning manusia untuk reproduksi

Pada tahun 1993 di Amerika Serikat pernah

dilakukan pembuatan klon manusia dengan menggunakan sel zigot manusia yang difertilisasi oleh 2 spermatozoa (sehingga secara teoritis, zigot tidak mungkin berkembang menjadi embrio normal). Kemudian sel zigot tersebut dirangsang untuk membelah-belah dalam cawan petri, menjadi 2, 4 blastomer, dan tiap blastomer dirangsang untuk membelah lagi menjadi beberapa sel sampai 32 sel, kemudian dihentikan perkembangannya (Suhana, 2002).

Percobaan kloning mamalia yang sukses menghasilkan klon Dolly pada tahun 1996 merupakan suatu terobosan dalam bidang teknologi reproduksi. Dolly yang namanya diambil dari nama aktris penyanyi Amerika Serikat Dolly Parton, menerima donor nukleus berupa sel kelenjar mammae domba betina berbulu putih (Finn Dorset) berumur 6 tahun. Sel mammae dari donor dikultur beberapa bulan sampai mencapai beberapa generasi dan menghasilkan ribuan sel yang identik. Telur yang berperan sebagai penerima nukleus berasal dari domba betina yang mukanya berbulu hitam (Scottish Blackface). Sel telur dibuang intinya menggunakan mikromanipulator. Selanjutnya

sel donor disatukan dengan sel telur yang telah dienukleasi secara *in vitro* dan diberi kejutan listrik agar dapat bersatu. Sel telur tersebut akan membelah-belah dan berkembang menjadi blastosit. Proses selanjutnya sama seperti pada teknologi bayi tabung, yaitu sel blastosit tersebut dimasukkan kedalam rahim ibu pengganti (*surrogate mother*) yaitu domba betina bernama Blackface. Dolly lahir pada bulan Juli, 1996 dengan berat badan 6,6 kg (normal 1,2-5 kg) dan kehamilannya berlangsung 148 hari (yang normal untuk Fin Dorset adalah 143 hari). Namun teknik Dolly tersebut tidak efisien dalam memproduksi klon karena hanya satu yang berhasil hidup dari 277 percobaan kloning (Suhana, 2002; Farnsworth, 2000).

Keberhasilan para ilmuwan membuat Dolly mendorong beberapa ilmuwan ingin melangkah lebih jauh untuk membuat klon manusia. Tujuan utama para ilmuwan tersebut adalah untuk membuat kloning manusia agar pasangan infertil dapat mempunyai keturunan. Pasangan infertil selalu mencoba untuk mencari pengobatan yang acapkali membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit, namun tidak menunjukkan hasil.

Salah satu cara ialah menggunakan teknik fertilisasi *in vitro*. Namun teknik tersebut tidak dapat menolong semua pasangan infertil, seperti seorang ibu yang tidak dapat memproduksi telur atau seorang pria yang tidak dapat menghasilkan sperma. Teknik kloning merupakan hal yang revolusioner karena seseorang yang tidak dapat menghasilkan sperma atau telur dapat mempunyai keturunan. Mereka hanya memerlukan sejumlah sel dari bagian manapun dari tubuh suami atau istri untuk digunakan dalam proses kloning dan mereka dapat mempunyai keturunan yang mengandung gen-gen dari suami atau istrinya. Meskipun saat ini sebagian besar masyarakat menentang kloning manusia, para ilmuwan yakin bahwa keadaannya akan sama dengan persoalan bayi fertilisasi *in vitro* 20 tahun yang lalu. Sebelum Louise Brown lahir, 85% rakyat Amerika menentang bayi tabung, namun sekarang sebagian besar masyarakat tidak lagi menentangnya (Suhana, 2002). Hal yang sama akan terjadi pula pada persoalan kloning manusia, walaupun pada saat ini masih banyak yang menentang, namun para ahli yakin jika telah terbukti bahwa teknik kloning dapat menolong pasangan infertil

mempunyai anak yang normal, maka masyarakat akan dapat menerimanya.

Kloning manusia untuk terapi

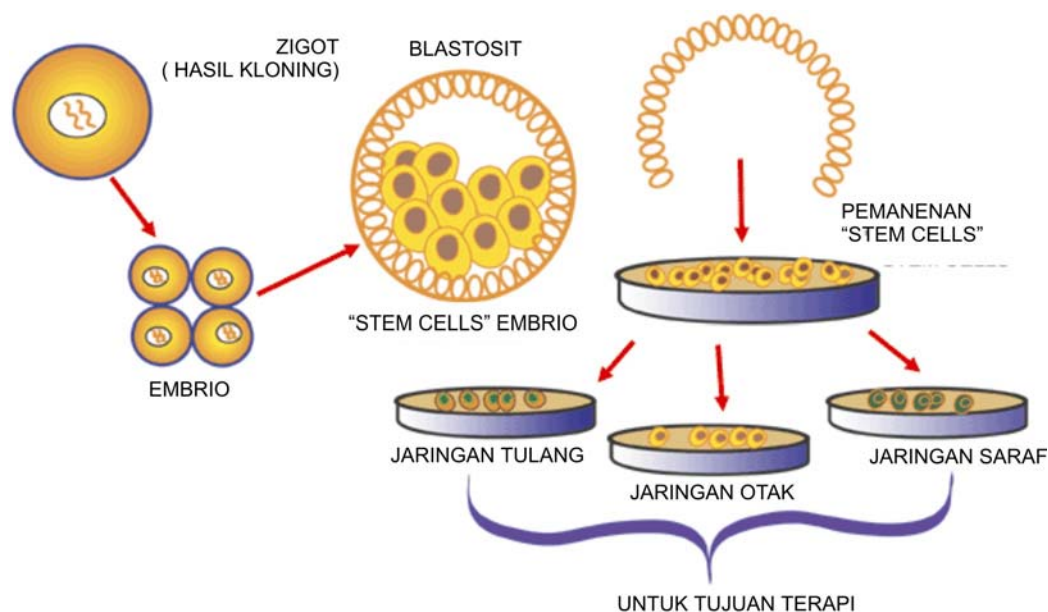
Kloning untuk terapi adalah pembuatan klon blastosit yang identik secara genetis dengan pasien penderita penyakit degeneratif. Blastosit dikultur menjadi *stem cell line* dari embrio. *Stem cells* adalah sel-sel yang dapat berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi berbagai macam sel. Untuk menumbuhkan *stem cells* di tabung reaksi, peneliti harus membuang lapisan luar dari sel blastosit. Sel-sel dari lapisan luar tersebut penting untuk perkembangan plasenta. Dengan menghilangkan lapisan luar tersebut maka *inner cells* tidak akan berkembang apabila diimplantasikan ke dalam uterus (Pedersen, 1999). *Stem cells* yang diperoleh dari blastosit tidak berdiferensiasi dan dapat diinduksi untuk berdiferensiasi

menjadi sel-sel prekursor, yang dapat disuntikkan kepada pasien untuk menyembuhkan gejala-gejala penyakit degeneratif (Byrne, 2002).

Gambar 1 memberikan gambaran proses pembuatan *stem cells* untuk tujuan terapi. Sel-sel hasil kultur tersebut identik secara genetis dengan pasien sehingga tidak terjadi respon penolakan imunologis dari pasien ketika terapi dilakukan. Penyakit yang mempunyai potensi diobati oleh prosedur ini adalah penyakit jantung, diabetes, Parkinson's dan penyakit - penyakit degeneratif lainnya.

Pada tanggal 13 November 2001, Cibelli *et al.* yang bekerja di laboratorium *Advanced Cell Technology* berhasil membuat kloning embrio manusia yang pertama melalui teknik transfer nukleus.

Para ilmuwan tersebut berharap dapat membuat embrio



Gambar 1 Pembuatan *stem cells* untuk tujuan terapi (AHRP Presents, 1997).

muda tersebut membelah dan berkembang hingga menjadi blastosit. Hasil percobaan menunjukkan bahwa hanya satu dari embrio berhasil mencapai tahap 6 sel dan kemudian berhenti membelah, namun mereka berhasil merangsang sel telur manusia untuk berkembang secara partenogenesis menjadi blastosit. Mereka berencana untuk mengisolasi *stem cells* manusia dari blastosit untuk dijadikan *starter stock* untuk menumbuhkan jaringan saraf, otot dan jaringan lainnya yang suatu saat dapat digunakan untuk terapi pasien.

Banyak orang mendukung penggunaan *stem cells* dari embrio untuk tujuan terapi. Namun sebagian orang menolak

penghancuran dan manipulasi terhadap embrio manusia. Terdapat tiga cara lain untuk terapi dengan menggunakan *stem cells* tanpa adanya destruksi embrio yaitu (Byrne, 2002):

1. Penggunaan *stem cells* tanpa kloning

Embryonic stem cells dibuat dari embrio normal. Masalah yang muncul adalah sel-sel tersebut tidaklah identik secara genetis dengan pasien dan akan dibutuhkan obat immunosupresif yang kuat dengan harga yang mahal, juga menimbulkan rasa tidak nyaman dan efek samping.

2. *Stem cells* dari orang dewasa

Stem cells pada orang dewasa terdapat pada sumsum tulang belakang dan beberapa jaringan

lain. *Stem cells* itu diisolasi dan dirangsang untuk berproliferasi. Kelompok pro-life menyarankan agar penelitian *stem cells* hanya terbatas pada penggunaan *stem cells* orang dewasa dan tidak melibatkan kloning dan perusakan embrio manusia. Namun *stem cells* orang dewasa mempunyai kelemahan, yaitu sulit diisolasi, mempunyai kemampuan berproliferasi yang terbatas, dan hanya berdiferensiasi menjadi sejumlah sel yang terbatas.

3. Dediferensiasi *stem cells* secara *in vitro*

Situasi ideal adalah mendapatkan *stem cells* embrionik melalui dediferensiasi sel tubuh normal secara *in vitro*. Namun penelitian yang mengarah pada hal tersebut belum menunjukkan hasil yang memuaskan.

Kombinasi Kloning dan Transgenik

Sebenarnya, kloning dan transgenik merupakan dua hal yang berbeda. Namun kombinasi teknik transgenik dengan kloning akan menghasilkan klon yang susunan gennya sesuai dengan keinginan ilmuwan. Organ, jaringan dan darah untuk

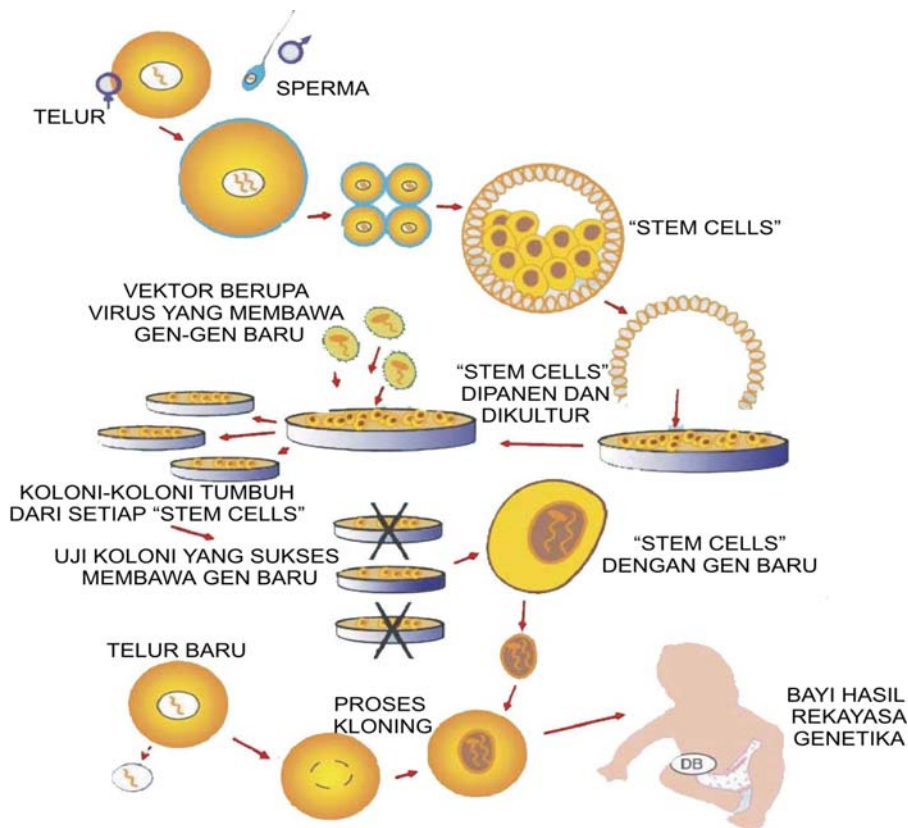
transplantasi pada manusia dapat dihasilkan melalui kombinasi teknik transgenik dan kloning. Sebagai contoh jantung babi banyak persamaan dengan jantung manusia, sehingga ada kemungkinan ditransplantasikan untuk menggantikan jantung manusia yang rusak. Transplantasi organ hewan kepada manusia dinamakan xenotransplantasi. Namun xenotransplantasi dalam kenyataan sulit sekali dilaksanakan, karena memang organ tersebut secara imunologis adalah protein asing bagi reseptor. Dengan menggunakan teknologi transgenik, diharapkan gen-gen pembentuk jantung manusia dapat ditransfer ke dalam zigot babi, sehingga jantung babi tidak lagi ditolak sebagai benda asing. Namun harus disadari pula kemungkinan terjadinya zoonoses yaitu tertularnya penyakit hewan kepada manusia.

Pada tahun 1997, Ian Wilmut dari Roslin Institute dan PPL Therapeutics Ltd. Edinburgh Scotlandia berhasil membuat klon yang setiap selnya mengandung gen manusia dengan menggunakan kombinasi teknik transgenik dan kloning. Gen manusia yang menghasilkan faktor IX, yaitu faktor pembekuan darah, dimasukkan

ke dalam kromosom biri-biri. Biri-biri yang seluruh selnya mengandung gen manusia faktor IX tadi diharapkan akan menghasilkan susu yang mengandung faktor pembekuan darah (Worldbook, 2002). Setelah diisolasi dari susu biri-biri, maka faktor pembekuan darah tersebut dapat digunakan oleh para penderita haemofilia yang tidak mempunyai faktor pembekuan darah. Dalam proses pembuatan klon khusus tersebut, 62 embrio yang mengandung gen manusia melalui teknik transgenik diimplantasikan ke dalam uterus induk pengganti dan menghasilkan 6 anak domba. Dari 6 anak domba tersebut hanya 3 yang mengandung gen yang dimaksud, tapi kemudian satu anak domba mati, sehingga hanya 2 domba (Polly dan Molly) yang sekarang sedang diternakkan supaya menjadi dewasa dan dapat menghasilkan susu yang diharapkan mengandung faktor pembekuan darah (Suhana, 2002).

Pada Januari 1998, para ahli bioteknologi dari *University of Massachusetts and Advanced Cell Technology* mengumumkan kelahiran tiga anak sapi hasil transgenik yang dibuat dengan metode yang sama dengan pembuatan Polly dan Molly, namun gen yang disisipkan tidak memberikan efek pada sapi-sapi tersebut. Dalam waktu dekat, para ahli tersebut akan membuat klon sapi yang membawa gen untuk produksi serum albumin manusia (Worldbook, 2002).

Kombinasi teknik kloning dan transgenik yang telah dicobakan pada hewan, juga dapat dilakukan pada manusia. Ilmuwan melakukan rekayasa genetika dengan cara menaruh gen baru yang diinginkan ke dalam organisme sebangsa virus yang membawa gen baru dan menyisipkannya ke dalam sel (ARHP Presents, 1997). Rekayasa genetika manusia melibatkan dua macam aplikasi:



Gambar 2. Proposal untuk rekayasa *germline* (ARHP Presents, 1997).

1. Rekayasa genetika somatis, yaitu rekayasa genetika dengan gen-gen pada organ tertentu pada tubuh manusia tanpa mempengaruhi gen-gen pada telur atau sperma. Pada saat ini sedang dilakukan eksperimen transfer gen somatis dalam percobaan klinis.
2. Rekayasa genetika *germline* adalah rekayasa genetik dengan gen target pada telur, sperma, atau embrio pada tahap awal. Perubahan mempengaruhi setiap sel

dalam tubuh individu yang dihasilkan dan diturunkan pada generasi berikutnya. Rekayasa *germline* dilarang di banyak negara, tetapi tidak di Amerika. Gambar 2 memperlihatkan rekayasa genetika *germline* yang mengkombinasikan penggunaan *stem cells*, teknik transgenik dan kloning embrio.

Pro-kontra terhadap kloning manusia

Banyak orang menentang kloning untuk reproduksi. Sejumlah orang menentang kloning untuk reproduksi namun mendukung kloning untuk tujuan terapi. Sebagian orang menolak kloning untuk reproduksi maupun terapi karena mereka berpendapat bahwa perusakan embrio adalah masalah utama dan penerimaan terhadap kloning untuk terapi hanyalah suatu langkah menuju penerimaan kloning reproduksi dan manipulasi genetika pada manusia.

Jika kloning dilakukan pada tanaman dan hewan untuk tujuan meningkatkan mutu tanaman dan hewan, semua orang mungkin akan setuju. Namun jika hal tersebut dilakukan pada manusia, walaupun untuk tujuan diagnosis dan terapi, belum tentu semua orang setuju. Apalagi jika kloning tersebut hanya dilakukan untuk kepentingan pribadi atau sekelompok orang. Sebagai contoh jika seseorang membuat klon dirinya sendiri supaya jika salah satu organ tubuhnya kelak tidak berfungsi maka ia dapat melakukan transplantasi organ tanpa khawatir akan ada reaksi penolakan. Beberapa kekhawatiran lainnya muncul terhadap

penggunaan teknologi kloning manusia seperti:

- jual beli blastosis unggul yang diproduksi dalam jumlah banyak
- mutasi dapat terjadi sewaktu sel donor dikultur
- klon dapat mengandung campuran sel normal dan mutan, sehingga hasilnya sulit diprediksi
- umur klon masih sulit diketahui, mungkin sama dengan umur donor, mungkin juga lebih pendek
- seleksi alam dalam rangka evolusi mungkin akan diperpendek (Suhana, 2002).

Pada tahun 2001 ada 3 orang ahli yaitu Severio Antinori, seorang ahli fertilitas dari *Institute of Clinical Obstetrics and Gynaecology* di Roma; Panos Zavos, seorang ahli fisiologi reproduksi di *Andrology Institute of America*; dan Avi Ben-Abraham seorang ahli bioteknologi bermaksud melakukan kloning manusia untuk menolong pasangan infertil mempunyai anak. Menurut Antinori, kloning merupakan usaha terakhir bagi seorang pria infertil untuk mempunyai anak yang mempunyai gen atau sifat keturunan dari dirinya sendiri. Menurutnya, terdapat 600 pasangan yang berada dalam daftar tunggu untuk

mendapatkan keturunan melalui kloning (Pickrell, 2001).

Beberapa peneliti lain menentang keinginan ketiga ahli tersebut. Seorang ahli biologi perkembangan, Rudolph Jaenisch dari Massachusetts Institute of Technology's Whitehead Institute yang menentang keras kloning manusia, mengatakan bahwa klon mamalia yang berhasil hidup dari ratusan telur yang difertilisasi sering menderita masalah-masalah kesehatan (Vogel, 2001). Kelemahan teknik kloning seperti yang dilakukan Wilmot yang paling utama adalah keberhasilannya sangat rendah, ialah dari 277 yang dienukleasi dan dicampur dengan sel donor terbentuk 29 zigot yang berkembang menjadi blastosit dan ditransfer ke dalam uterus 13 induk pengganti, dari 13 induk tersebut hanya satu induk yang hamil dan melahirkan Dolly. Kloning mamalia untuk reproduksi dengan menggunakan nukleus hewan dewasa mempunyai efisiensi yang rendah, tidak lebih dari 3% (Byrne, 2002). Dalam percobaan kloning mamalia banyak klon yang mati tidak lama setelah dilahirkan, ada pula yang mengalami masalah serius seperti kelainan ginjal dan otak atau tidak mempunyai sistem imun. Pembuat Dolly, Ian

Wilmot, mengatakan bahwa ada domba hasil kloning yang tampaknya sempurna ketika dilahirkan tetapi kemudian mengalami hiperventilasi karena otot dan arteri di paru-parunya mengalami kelainan. Domba tersebut akhirnya dibunuh untuk kebaikan domba itu. Bagaimana bila hal itu terjadi pada bayi manusia hasil kloning? Kloning juga membawa resiko yang besar untuk ibu pengganti karena berdasarkan pengalaman, klon mamalia berukuran sangat besar dan hingga sekarang belum ditemukan cara untuk mengatasi hal ini. Kelainan epigenetik juga dapat mempengaruhi kesehatan klon karena saat ini belum dapat dilakukan skrining terhadap kelainan epigenetik (Pickrell, 2001).

Rencana kloning manusia juga mendapat tentangan keras dari kalangan rohaniawan yang menganggap bahwa persoalan kloning manusia sangat bertentangan dengan agama, etika dan moral. Kuasa untuk menciptakan manusia adalah di tangan Tuhan melalui pernikahan di antara suami dan istri. Kloning yang hanya melibatkan satu orang tua bertentangan dengan kehendak Tuhan yang menciptakan hidup melalui pertemuan sperma dan telur (Farnsworth, 2000).

Pooling pendapat umum yang dilakukan oleh majalah Times/CNN di Amerika Serikat menunjukkan bahwa 74% responden berpendapat kloning bertentangan dengan agama, 19% menyatakan tidak bertentangan dengan agama, 89% menyatakan klon manusia tidak dapat diterima, 66% menyatakan klon hewan tidak dapat diterima. Di Amerika Serikat tidak ada larangan untuk melakukan kloning pada manusia, hanya saja pemerintah Amerika Serikat melarang digunakannya dana federal untuk membiayai penelitian tentang kloning pada manusia. Di Jerman pada tahun 1990 ada undang-undang yang menyatakan bahwa kloning pada embrio manusia adalah perbuatan kriminal yang diancam hukuman sampai 5 tahun penjara. Di Inggris pada tahun 1990 dan Belanda pada tahun 1993 diberlakukan undang-undang yang melarang substitusi nukleus pada embrio manusia (Suhana, 2002). Pada tahun 2000, pemerintah Jepang mengizinkan penelitian *in vitro* dengan menggunakan teknik kloning dan sel-sel manusia, namun melarang implantasi embrio yang dihasilkan dari transfer sel manusia ke dalam telur yang dienukleasi ke dalam

uterus manusia atau hewan (Normile, 2000).

Sementara itu di Kanada sedang diajukan rancangan undang-undang "Human Reproductive and Genetic Technologies Act", yang melarang:

1. Mengklon, memecah zigot, embrio atau fetus.
2. Memfertilisasi telur manusia oleh sperma hewan atau sebaliknya dengan tujuan menghasilkan zigot.
3. Menyatukan zigot atau embrio antara manusia dengan hewan.
4. Mengimplantasikan embrio manusia pada hewan atau sebaliknya.
5. Terapi gen pada ovum, sperma, zigot, atau embrio.
6. Mengambil ovum atau sperma dari fetus atau mayat dengan tujuan membentuk embrio.
7. Memisahkan sperma X dan Y dengan tujuan menseleksi seks, kecuali dengan tujuan kesehatan.
8. Prenatal diagnostik (termasuk ultra sonografi), untuk menentukan seks fetus, kecuali ada alasan medik.
9. Menyimpan embrio di dalam tubuh.
10. Fertilisasi ovum di luar tubuh manusia, dengan tujuan hanya untuk penelitian.

11. Pembayaran ibu pengganti (*surrogate mother*).
12. Pembayaran calo ibu pengganti.
13. Bertindak sebagai calo ibu pengganti.
14. Menjual-belikan sperma, ovum, zigot, embrio, atau fetus.
15. Menggunakan ovum, sperma, zigot, atau embrio untuk penelitian, fertilitisasi, atau implantasi tanpa sepengetahuan donor.

Pelanggaran terhadap undang-undang tersebut dapat dihukum denda sampai dengan \$500.000,00 atau kurungan selama-lamanya 10 tahun (Suhana, 2002).

Argumen-argumen yang dikemukakan untuk mendukung kloning manusia:

- Kloning memungkinkan pasangan infertil untuk mendapatkan anak. Secara medis infertilitas adalah penyakit (American Society for Reproductive Medicine and the American College of Obstetrician and Gynecologist) sehingga perlu penanganan.
- Kloning merupakan pilihan satu-satunya bila istri/suami tidak menghasilkan telur/sperma dan apabila pasangan infertil tidak dapat ditolong dengan cara lain.
- Kloning memungkinkan

pasangan beresiko mempunyai anak dengan kelainan genetik akan mempunyai kesempatan untuk mendapatkan anak yang sehat.

- Kloning menjelaskan bagaimana gen bekerja dan membawa pada penemuan pengobatan terhadap penyakit-penyakit genetik.
- Larangan terhadap kloning mungkin tidak konstitusional. Hal itu menekan hak seseorang untuk bereproduksi dan membatasi kebebasan para ilmuwan.
- Seorang klon mungkin tidak sepenuhnya adalah duplikat karena faktor lingkungan dapat membentuknya menjadi individu yang unik.
- Seorang klon mempunyai rasa individualitas seperti halnya kembar.
- Seorang klon mempunyai hak yang sama seperti orang lain.
- Keberatan terhadap kloning sama dengan keberatan yang timbul terhadap penemuan-penemuan ilmiah sebelumnya seperti transplantasi jantung, dan bayi tabung, yang kemudian diterima secara luas (Worldbook, 2002).
- Setiap warga negara A.S. mempunyai kebebasan dalam hal bereproduksi.
- Setiap warga negara A.S. mempunyai hak konstitu-

sional untuk mempunyai anak dan melakukan segala upaya tanpa campur tangan pemerintah (Suhana, 2002).

- Melalui teknologi kloning, para ahli dapat mempelajari aktivitas pembaharuan sel-sel yang rusak karena digantikan oleh sel-sel yang baru dan diferensiasi sel (Farnsworth, 2000).

Argumen-argumen yang dikemukakan untuk menentang kloning manusia:

- Kloning dapat dilakukan untuk membuat sekelompok orang hasil rekayasa genetika untuk tujuan tertentu, misalnya prajurit atau budak.
- Kloning dapat menyebabkan penambahan kelainan pada *gene pool* manusia.
- Kloning tidaklah aman. Terdapat begitu banyak faktor yang tidak dapat diketahui yang dapat mempengaruhi keturunannya.
- Seorang klon mungkin mempunyai lebih sedikit hak dibandingkan orang lain.
- Dokter mungkin menggunakan klon-klon sebagai sumber organ untuk transplantasi organ.
- Kloning bertentangan dengan konsep keluarga.
- Kloning bertentangan dengan kehendak Tuhan.

- Beberapa aspek dari kehidupan manusia sepatutnya mempunyai batasan terhadap ilmu (World Book, 2002).
- Variasi genetik pada umat manusia akan berkurang.
- Akan muncul pasar gelap fetus yang merupakan klon dari seseorang yang diidolakan seperti atlet, bintang film, dan sebagainya (Farnsworth, 2000).
- Kombinasi kloning dan teknik transgenik memungkinkan pembuatan bayi yang telah direkayasa secara genetik (ARHP Presents, 1997).

Kesimpulan

Teknik kloning merupakan suatu kemajuan yang revolusioner dalam bidang bioteknologi reproduksi maupun kedokteran. Penemuan-penemuan baru yang berkaitan dengan kloning telah membawa para saintis untuk memikirkan kloning manusia dan mengkombinasikannya dengan teknik transgenik. Namun resiko-resiko yang menyertai kloning reproduksi merupakan masalah yang perlu dipertimbangkan. Kloning manusia mempunyai potensi yang besar untuk terapi, namun terdapat pro dan kontra di kalangan masyarakat ilmiah dan juga masyarakat luas terhadap rencana-rencana yang dibuat

untuk merealisasikan kloning manusia. Oleh karena itu perlu diberlakukan masa penundaan (moratorium) sebelum kloning manusia dilakukan hingga berbagai masalah keamanan dan etika yang timbul dapat ditemukan pemecahannya.

Daftar Pustaka

- ARHP** *Presents: Human Cloning and Genetic Modification. The Basic Science You Need to Know.* 1997 March 5. <<http://www.arhp.org/cloning/>>.
- Byrne, J.A. & Gurdon, J.B.** 2002. *Commentary on human cloning. Differentiation* 69:154-157.
- Cibelli, J.B., Lanza, R.P. & West, M.D.** 2001. *The First Human Cloned Embryo.* <<http://www.sciam.com>>.
- Farnsworth, J.** 2000. *To Clone or not to Clone: The Ethical Question.* <[http://farnsworthfamily.tripod.com/](http://farnsworthfamily.tripod.com/Humancloning/cloning_m.htm)>.
- Normile, D.** 2000. *Human Cloning Ban Allows Some Research.* *Science* vol. 290(5498):1872.
- Pedersen, R.A.** 1999. *Embryonic Stem Cells for Medicine.* *Scientific American* vol. 280 (4):44-49.
- Pickrell, J.** 2001. *Experts Assail Plan to Help Childless Couples.* *Science* vol. 291(5511):2061-2063.
- Suhana, N.** 2002. *Perkembangan Biologi Sel dan Biologi Molekuler, Dahulu, Sekarang dan di Masa Datang.* Seminar Peningkatan Aplikasi Biologi Molekuler Dalam Ilmu Kedokteran di Unika Atmajaya, 27 April 2002.
- Vogel, G.** 2001. *Human Cloning Plans Spark Talk of U.S. Ban.* *Science* vol. 292 (5514):31.
- World Book.** 2002. *Cloning: Are Humans Next?* <<http://ww2.worldbook.com/features/cloning/html/cloning.html>>