

PEMBERDAYAAN BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI UNTUK PENINGKATAN MUTU GENETIK TERNAK

ADRIANA M. LUBIS

*Balai Penelitian Ternak
P.O. Box 221, Bogor 16002, Indonesia*

ABSTRAK

Bioteknologi reproduksi dapat digunakan untuk meningkatkan perbaikan mutu genetik ternak, walaupun penerapan teknologi ini akan menyebabkan meningkatnya *inbreeding*. Mempelajari bagaimana mendapatkan keuntungan dari peningkatan mutu genetik dengan menggunakan teknologi ini, sekaligus mengurangi kerugiannya merupakan suatu tantangan bagi ahli reproduksi dan genetika. Ovulasi ganda dan alih mudigah (MOET), produksi embrio secara *in vitro* (IVEP) hanya meningkatkan kenaikan substansial bagi nilai mutu genetik ternak. Sedangkan penentuan jenis kelamin pada *semen* dan pada embrio akan mengurangi jumlah dari lawan jenisnya, hasilnya masih diragukan dan hanya menghasilkan pengaruh marginal terhadap nilai perbaikan mutu genetik ternak. Dalam penerapannya teknik yang satu sangat berkaitan erat dengan teknik lainnya sehingga penelitian yang dilakukan hendaknya tidak hanya untuk menguasai teknologi saja, tetapi juga memikirkan apa yang terbaik untuk diterapkan pada program pemuliaan. Moral dan etika juga berperan dalam memutuskan hal ini. Makalah ini merupakan tinjauan bagaimana memberdayakan bioteknologi reproduksi untuk meningkatkan mutu genetik ternak dalam penerapannya di lapangan.

Kata kunci : MOET, IVEP, *sexing semen*, *sexing embryo*

ABSTRACT

THE USE OF REPRODUCTIVE BIOTECHNOLOGY TO ACHIEVE GENETIC IMPROVEMENT IN CATTLE

Reproductive biotechnology has many potential uses. It can be used to increase the rate of genetic improvement, but they have the potential to cause an even greater increase in the rate of inbreeding. Determining how to gain genetic advantage from these technologies, while at the same time minimizing their genetic disadvantage, has provided a major challenge for geneticists. Multiple ovulation and embryo transfer (MOET), *in vitro* embryo production (IVEP) only produce substantial increases in the rate of genetic improvement, with acceptable rates of inbreeding. In contrast, semen sexing, embryo sexing reduces the numbers of the other sex, the effect is negligible and only will have a marginal effect on the rate of improvement. They can produce only limited increase of the rate of genetic improvement. There will be great interdependence between the techniques, the way in which the use of a new technique will depend upon which of the other procedures are available. There is a need for research not only to establish the techniques, but also to consider the best use of them in animal breeding and production schemes. Nevertheless, the ethicist might play an important role as a guide in moral decision making and training for a morally responsible attitude. The aim of this paper is to review the ways in which these technologies can be used to increase genetic improvement in cattle.

Key words : MOET, IVEP, *semen sexing*, *embryo sexing*

PENDAHULUAN

Suatu tinjauan mengenai beberapa teknologi untuk memproduksi embrio, identifikasi jenis kelamin, manipulasi genetik dan aplikasinya pada program pemuliaan dan reproduksi. Dalam aplikasinya manipulasi genetik merupakan satu-satunya cara dalam bidang bioteknologi reproduksi yang digunakan untuk pembentukan variasi genetik baru dan sekaligus meningkatkan mutu genetik ternak. Penerapan teknologi reproduksi dengan menggunakan transfer embrio akan mengakibatkan terjadinya perkawinan antar keluarga (*inbreeding*), namun dapat dihindari dengan mengurangi jarak antar generasi. Bagaimana memanfaatkan teknologi ini dengan baik dan secara

terpadu akan mengurangi akibat yang dapat timbul, hal ini merupakan suatu tantangan yang menarik untuk diteliti, dikaji dan dipelajari oleh para ahli bioteknologi reproduksi.

Kemajuan teknologi yang berhubungan dengan produksi dan manipulasi embrio telah berkembang dengan pesat. Beberapa dari teknologi ini sudah diterapkan, dan sebagian lagi masih belum dapat diterapkan. Telah dilaporkan tentang penggunaan metode kawin suntik, pembuahan ganda, transfer embrio, pembuahan secara *in vitro* telah menjadi hal yang rutin dilakukan guna meningkatkan populasi sekaligus menghasilkan perbaikan mutu genetik ternak. Namun demikian teknologi penentuan jenis kelamin pada *semen* (*semen sexing*), penentuan jenis kelamin

pada embrio (*embryo sexing*) serta *cloning*, yang hanya meningkatkan mutu genetik ternak secara terbatas dengan metodologi yang rumit, belum dapat diimplementasikan secara menyeluruh. Penguasaan teknologi yang rumit dengan peralatan dan bahan kimia yang mahal akan berkaitan dengan kondisi ekonomi, moral dan etika dalam penerapannya. Bioteknologi reproduksi harus diberdayakan sebagai potensi yang besar untuk dapat digunakan dalam peningkatan mutu genetik ternak secara utuh. Makalah ini merupakan tinjauan bagaimana memberdayakan bioteknologi sebagai alat untuk meningkatkan mutu genetik ternak sekaligus menerapkannya sesuai dengan kondisi lapang.

BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI

Penggunaan bioteknologi untuk meningkatkan mutu genetik ternak merupakan faktor yang penting untuk diteliti dan dikaji sebelum diaplikasikan. Guna mendapatkan hasil optimal dalam perbaikan mutu genetik ternak dipengaruhi oleh empat faktor utama yang saling berkaitan, yaitu (1) intensitas seleksi (2) laju reproduksi, (3) tersedianya teknologi yang secara teknis efektif, secara ekonomi efisien dan secara sosial dapat diterima, dan (4) kondisi keuangan yang cukup tersedia. Perkawinan antar keluarga (*inbreeding*) tidak dapat dihindari pada usaha peternakan yang intensif. Hal ini terjadi terlebih-lebih pada peternakan yang melakukan seleksi dengan ketat, biasanya tekanan *inbreeding* akan meningkat tajam (WILMUT *et al.*, 1992).

Diawali dengan teknologi kawin suntik dengan menggunakan *semen* beku pada peternakan sapi perah, upaya ini merupakan titik awal yang penting dalam usaha perbaikan mutu genetik ternak, yaitu dengan meningkatkan laju reproduksi ternak jantan. Kemudian berlanjut dengan seleksi lebih ketat dan evaluasi genetik melalui perbandingan dari anak yang dilahirkan. Kemajuan penelitian dan pengkajian perbaikan genetik ini berkembang dengan sangat pesat seperti halnya teknologi ovulasi ganda dan transfer embrio, bahkan sampai pada teknologi yang lebih rumit lagi yaitu manipulasi genetik, penentuan jenis kelamin (*sexing*), *cloning*, dll. Keberhasilan peningkatan mutu genetik ternak ini bukan hanya pada penguasaan teknologi yang tersedia, namun keberhasilan akan dapat dicapai apabila teknologi standar pada pemuliaan sapi, sudah dikaji dan disesuaikan dengan kebutuhan lokal yang spesifik untuk diaplikasikan secara konsisten dan efisien secara menyeluruh.

Selain teknologi inseminasi buatan, ovulasi ganda dan transfer embrio dikenal juga teknologi pematangan sel telur secara *in vitro* (*In Vitro Maturation/IVM*), teknologi fertilisasi oosit secara *in vitro* (*IVF*) (GORDON dan LU, 1990). Dalam melakukan kedua

teknik tersebut di atas, oosit diambil dari sel indung telurum hewan betina yang tidak jelas asal usulnya di rumah potong hewan, sehingga mutu genetiknya diragukan. Embrio hasil teknologi *in vitro* ini walaupun mutu genetiknya tidak dapat dipertanggung jawabkan, dengan teknologi IVF ini dapat dipergunakan untuk memproduksi embrio hasil program kawin silang pada ternak potong yang kemudian ditanamkan pada induk sapi perah sebagai ternak penerima (*recipient*). Potensi teknologi fertilisasi secara *in vitro* untuk meningkatkan mutu genetik ternak akan berkembang sangat pesat apabila kelemahan teknologi ini dapat diatasi. Metodologi pengambilan oosit dengan teknologi aspirasi secara *in vivo* telah dilakukan oleh PIETERSE *et al.* (1991), yaitu dengan cara pengambilan oosit dari folikel yang terdapat di sel indung telur ternak betina hidup baik dengan jalan operasi langsung ataupun dengan menggunakan endoskopi. Teknik aspirasi secara *in vivo* dilakukan tanpa merusak sel indung telur ternak betina. Hasil dari aspirasi oosit ini dilanjutkan dengan teknologi maturasi *in vitro* (*IVM*) dan fertilisasi *in vitro* (*IVF*). Embrio yang dihasilkan dari oosit hasil aspirasi secara *in vivo*, alur keturunan dan mutu genetiknya dapat dijamin, namun embrio yang dihasilkan jumlahnya tidak banyak, karena embrio tidak berkembang seluruhnya menjadi *transferable embrio*.

Kunci keberhasilan dalam penerapan teknologi aspirasi oosit secara *in vivo* adalah (1) kemampuan untuk mengambil oosit dari ternak betina unggul secara *in vivo* dan (2) pengenalan *factorial mating design* (WOOLIAMS, 1989). Untuk meningkatkan efektivitas *factorial mating scheme* ini jumlah sapi betina dan sapi jantan yang digunakan untuk perkawinan adalah sama (WOOLIAMS dan WILMUT, 1989). Prospek yang lebih realistis akan didapat apabila menggunakan kombinasi dari teknik aspirasi folikel secara *in vivo*, maturasi secara *in vitro* (*IVM*) dan fertilisasi *in vitro* (*IVF*). Namun demikian diperlukan oosit dalam jumlah yang besar, yaitu 50 oosit yang didapat dari donor betina yang nantinya akan digunakan dalam sistem *factorial mating design*. Dalam sistem ini dibutuhkan minimum 12 ekor betina dan 12 ekor jantan. Kendala yang cukup mengganggu saat menggunakan teknologi ini, terjadi saat melakukan aspirasi oosit dengan cara *in vivo*, karena didapat primodial folikel dalam jumlah yang besar. Untuk mengatasinya cara lain dapat dilakukan yaitu dengan mengambil folikel dari anak sapi betina dengan kualitas sedang, yang disembelih hanya untuk mengambil oosit dari folikel yang terdapat pada sel indung telurum, sedangkan sapi betina dengan kualitas sedang lainnya dapat digunakan sebagai ternak penerima bagi program transfer embrio. Selain cara di atas sudah pula dilakukan pengambilan oosit dari anak sapi muda berumur kurang lebih 2-6 bulan melalui teknik pembedahan secara langsung pada sisi kiri dan

kanan *linea alba*, oosit diambil langsung secara aspirasi dari sel indung telur secara *in vivo* (LUBIS *et al.*, 2000), namun oosit yang didapat jumlahnya tidak begitu besar. Keadaan ini dapat diatasi dengan memberikan hormon FSH (*Follicle Stimulating Hormon*) yang dikombinasikan dengan pemasangan CIDR (*Control Intravaginal Device Release*) yang mengandung 0,3 μ gram hormon progesteron untuk merangsang sel indung telur melakukan ovulasi ganda.

OVULASI GANDA DAN TRANSFER EMBRIO (MULTIPLE OVULATION AND EMBRYO TRANSFER/MOET)

Target dari teknologi ini adalah perbaikan mutu genetik ternak melalui perbaikan mutu genetik induk dengan meningkatkan potensi reproduksinya. Hal ini hanya akan dapat dicapai dengan pengembangan teknologi ovulasi ganda, *embryo recovery* dari ternak donor dan *transfer embryo* ke ternak penerima yang akan meningkatkan laju reproduksi pada ternak betina donor. Pada negara yang telah maju hal ini digunakan sebagai skema inti dari program pemuliaan untuk meningkatkan mutu genetik ternak. Walaupun demikian dalam penerapannya di lapangan variasi *embryo recovery* yang diikuti terjadinya *generation intervals* dapat menyebabkan menurunkan tingkat seleksi, yang akhirnya dalam evaluasi dan seleksi ternak mengakibatkan terjadinya *inbreeding* antar ternak-ternak yang terdapat di dalam lokasi inti. Walaupun demikian, ternak yang terdapat di lokasi inti dari suatu program peternakan dapat digunakan sebagai pusat pengkajian dan penerapan bioteknologi reproduksi dimasa yang akan datang.

Sejak tahun 1975 MOET sudah diterapkan oleh LAND dan HILL (1975) pada sapi pedaging, sedangkan pada sapi perah baru diterapkan pada tahun 1977 oleh NICHOLAS. Pada sapi perah, penerapan MOET untuk peningkatan mutu genetik hanya dapat dicapai dengan adopsi inovasi program pemuliaan (*breeding program*) yang lebih detail terutama dalam seleksi baik jantan dan betina, dan ini sangat berbeda sekali dengan program seleksi yang dilakukan dengan menggunakan *progeny test* dimana jumlah tenaga yang digunakan sangat besar sehingga harus disadari bahwa penerapan MOET pada program sapi perah harus merupakan seluruh program seleksi yang utuh dan dapat dilakukan oleh jumlah tenaga yang sedikit saja. NICHOLAS (1986) telah melaporkan bahwa pada sapi perah, program MOET yang diterapkan pada program inti dengan jumlah sapi yang kecil dapat mempercepat peningkatan mutu genetik antara 10% sampai 25%.

PENENTUAN JENIS KELAMIN DARI SEMEN

Teknologi penentuan jenis kelamin dari *semen* (*semen sexing*) digunakan untuk meningkatkan jumlah anak yang lahir sesuai dengan jenis kelamin yang diinginkan pada suatu populasi, sehingga terjadi seleksi yang tinggi dari jenis kelamin yang akan dihasilkan. Namun dalam pelaksanaannya masih ditemukan kendala karena selalu didapatkannya kesulitan dalam mengevaluasi jumlah total anak yang dilahirkan. Hal ini akan menyebabkan kurangnya kesempatan melakukan seleksi pada lawan jenis kelamin yang lainnya.

Pada keadaan seleksi anak sapi jantan dan betina dilakukan berdasarkan uji penampilan, pengaruh dari penentuan jenis kelamin pada *semen* terhadap peningkatan mutu genetik ternak menjadi tidak penting (BEKMAN *et al.*, 1994). Namun demikian apabila teknologi penentuan jenis kelamin ini diterapkan pada peternakan sapi perah yang besar akan menaikkan laju peningkatan mutu genetik sebesar 25% (VAN VLECK., 1981).

Pada keadaan yang lain, penentuan jenis kelamin pada *semen* ini dapat meraih keuntungan apabila dilakukan untuk komersil (TAYLOR *et al.*, 1988) yang memberikan harga yang tinggi pada *semen* yang sudah mendapat penentuan jenis kelamin betina. Sudah dapat dipastikan hal inipun akan dimanfaatkan untuk *semen* berjenis kelamin jantan untuk digunakan pada peternakan sapi pedaging. Akhirnya tidak dapat disangkal lagi bahwa penentuan jenis kelamin pada *semen* akan sangat berperan apabila diterapkan pada produksi embrio dengan menggunakan teknologi secara *in vitro*.

PENENTUAN JENIS KELAMIN PADA EMBRIO

HARE dan BETTERIDGE (1978) melaporkan tentang penentuan jenis kelamin pada saat prenatal. Jenis kelamin yang dibawa secara genetik oleh individu ditentukan oleh pembawa kromosom yang terdapat pada sel telur yang dibuahi, baik oleh pembawa kromosom-x ataupun pembawa kromosom-y yang terdapat di dalam spermatozoa.

Jenis kelamin dapat diduga apabila kromosom-x dan kromosom-y dari spermatozoa dapat dipisahkan sebelum inseminasi. Jenis kelamin dapat juga diperkirakan dari embrio hasil transplantasi dari *nuclei diploid* yang ditanamkan ke dalam *enucleated ova*, ataupun melalui perkembangan dari sel telur yang telah difertilisasi setelah pengangkatan satu *pronucleus*. Untuk menentukan apakah kromosom yang dibawa adalah xx (untuk betina) atau xy (untuk jantan) dan ini

dapat dilakukan dengan melakukan uji sel untuk sex kromatin atau *y-body*, analisa kromosom ataupun deteksi dari pada antigen yang berlawanan dengan sel yang mengandung y kromosom.

Menurut SEIDEL dan SEIDEL (1991), metode penentuan jenis kelamin pada embrio ini masih banyak kekurangannya. Dengan teknik ini maka banyak embrio yang rusak ataupun kurang memberikan hasil yang akurat. Selain itu prosedurnya lambat dan biayanya mahal. Namun apabila penentuan jenis kelamin pada embrio ini akan tetap dilakukan maka SEIDEL dan SEIDEL (1991) melaporkan bahwa ada tiga metode untuk penentuan jenis kelamin pada embrio yakni dengan cara:

- a. *karyotyping*, biopsi (pengambilan jaringan dalam jumlah kecil) dilakukan pada embrio dilanjutkan dengan menanam embrio dengan *colchicine* atau zat sejenis yang menyebabkan sel berhenti membelah pada stadium *metaphase* dari mitosis. Setelah beberapa jam sel akan hancur karena tekanan osmosis sehingga preparat akan dapat dicetak dan diwarnai sehingga kromosom dapat diamati di bawah mikroskop. Keuntungan yang didapat dengan menggunakan metode ini adalah satu seri *metaphase* dari kromosom dapat dibaca (kira-kira separuhnya untuk embrio yang berumur 7 hari). Keuntungan yang lain adalah kromosom yang abnormal dapat dibaca. Implikasi genetik dari penentuan jenis kelamin pada embrio kurang mendapatkan perhatian, hal ini disebabkan karena tidak memberikan keuntungan yang berarti pada laju peningkatan mutu genetik (VILLANUEVA *et al.*, 1995). Kerugian yang ditimbulkan dengan menggunakan metode ini antara lain (a) rangkaian kromosom yang dapat dibaca sering tidak muncul, terutama pada embrio yang mengalami *recover* sebelum hari ke-10, (b) embrio harus dibiopsi, dan (c) prosedur ini sangat lama (memakan waktu 12 jam, bahkan lebih dan rumit, sehingga harus dilakukan oleh tenaga ahli). Berdasarkan alasan tersebut maka metode ini kurang cocok untuk diterapkan pada kegiatan sehari-hari (SEIDEL dan SEIDEL, 1991). PICARD *et al.* (1985) melaporkan bahwa hasil transfer tunggal 8 embrio yang dikoleksi dari sapi FH yang disuperovulasi 7 hari setelah berahi dan dibiopsi menunjukkan keberhasilan penentuan jenis kelamin 5 embrio (62,5%) dari paruh embrio yang ditransfer memberikan angka kelahiran 3 ekor. Keberhasilan tingkat kelahiran dengan embrio yang telah ditentukan jenis kelaminnya ini adalah 60%. Pada kesempatan yang lain penulis yang sama, memberikan laporan bahwa transfer dengan menggunakan 28 *frozen embrio* yang sudah di *thawing* dengan hasil penentuan jenis kelamin 16 embrio (57,1%), memberikan keberhasilan angka kelahiran sebanyak 3 ekor anak. Tingkat kelahiran dengan menggunakan embrio yang telah ditentukan jenis kelaminnya ini adalah 23,1% (termasuk paruh embrio yang degenerasi dan tidak ditransfer).
- b. Penggunaan antibodi pada antigen spesifik jantan (*male specific antigen*). Pada prosedur ini diperlukan antibodi untuk spesifik molekul permukaan sel pada jaringan jantan. Embrio diinkubasi dengan antibodi, kemudian pada 30–60 menit selanjutnya ditambahkan antibodi yang mengandung zat warna *fluorescent*. Embrio kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop *fluorescence*. Keuntungan teknik ini adalah pekerjaan dapat dilakukan dalam waktu yang singkat. Sedangkan kerugiannya adalah mahalnnya mikroskop *fluorescence* yang digunakan.
- c. *Y-chromosome* yang spesifik terhadap *probe-DNA*. Prosedur ini dilakukan berdasarkan teknik biologi molekular. Penempatan *probe-DNA* dapat dibuat untuk berikatan pada DNA yang ada pada *y-chromosom*, tidak pada chromosom yang lainnya. Embrio dibiopsi, DNA dikeluarkan dari sel, dengan menggunakan enzim atau dengan menggunakan radioaktif DNA probe yang berlabel, kemudian diinkubasi dengan ekstrak embrional DNA. Apabila terdapat *y-chromosomes probe* maka akan terikat. Kerugian dari prosedur ini adalah dilakukannya biopsi terhadap embrio, namun hasil yang didapat lebih akurat jika dibandingkan dengan hasil yang menggunakan teknologi terdahulu. Dengan menggunakan *y-chromosom* yang spesifik terhadap *probe-DNA*, NIBART (1991) melaporkan bahwa 95% embrio sapi memberikan respons yang baik pada teknik ini dan akurasi dari teknik ini adalah 98%.

PRODUKSI EMBRIO SECARA *IN VITRO*

Seperti dikemukakan terdahulu bahwa hambatan dari MOET adalah rendahnya jumlah embrio yang dihasilkan dan tingginya variasi embrio. Hambatan ini dapat diatasi dengan melakukan pengambilan sel telur dari hewan betina dan melakukan maturasi secara *in vitro* (*In Vitro Maturation/IVM*) dan dilanjutkan dengan *fertilisasi in vitro* (*In Vitro Fertilization/IVF*), dari metode ini dapat dihasilkan embrio yang layak transfer dengan jumlah yang besar (rata-rata 90 embrio, ROELOFSENVENDRIGM *et al.*, 1994). Secara umum gabungan ketiga prosedur ini disebut sebagai *in vitro*

embryo production/IVEP (produksi embrio secara *in vitro*). Teknologi ini telah membuka jalan bagi skema perkawinan yang berbeda, dengan teknologi ini perkawinan dapat dilakukan antara beberapa jantan dan beberapa betina dalam jumlah yang sama (*factorial mating design*).

FAKTOR ETIKA PADA BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI

Tidak dapat dipungkiri dan sudah menjadi hukum alam bahwa manusia selalu ingin menguasai alam, tetapi sampai saat ini tidak diketahui apa perbedaan masa lampau dan sekarang. Hal ini terlihat dari keadaan sekarang dimana modifikasi genetik, teknik *cloning*, perlakuan ovulasi ganda, pembuahan secara *in vitro*, *transfer embryo*, pembentukan hewan transgenik akan mengajak kita menjawab apakah perlakuan ini dapat diterima. Pertanyaan ini paling tidak timbul dari masyarakat yang peduli akan moral yang terdapat di dalam masyarakat dan menjadi perdebatan keras (KRUIP, 1991). Secara kontekstual hal ini menunjukkan tanggung jawab terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang bioteknologi reproduksi. Untuk menjelaskan hal tersebut di atas maka diperlukan kajian terhadap riset bioteknologi reproduksi (SINGER, 1975; ROLLIN, 1981; REGAN, 1983) yang menyangkut pandangan tentang (1) bisnis dan ekonomi untuk meningkatkan produksi ternak, (2) meningkatkan ilmu pengetahuan, (3) kesehatan masyarakat dan kesejahteraan sosial, (4) keamanan lingkungan dari erosi genetik, (5) kesehatan hewan, (6) tanggung jawab profesi terhadap integritas dan kejujuran, (7) Filosofi penelitian.

PENUTUP

Bioteknologi reproduksi berpengaruh terhadap empat faktor utama yang menentukan perubahan genetik, yakni (1) intensitas seleksi, (2) laju reproduksi, (3) tersedianya teknologi yang secara teknis efektif, secara ekonomi efisien dan secara sosial dapat diterima, dan (4) kondisi keuangan yang cukup tersedia. Manipulasi genetik merupakan satu-satunya bioteknologi yang dapat memenuhi pembentukan variasi genetik pada spesies diantara keragaman mutasi alam, apakah itu meningkatkan jumlah yang akan diseleksi atau menghasilkan spesies baru yang belum ada sebelumnya.

Teknologi transfer embrio memungkinkan dapat dilakukannya perpaduan antara peningkatan akurasi dan intensitas seleksi pada tingkat *inbreeding* tertentu apabila dibandingkan dengan MOET, yang akan mengurangi interval antar generasi (dibandingkan dengan *progeny testing*). Dapat ditambahkan, produksi embrio, *cloning* dan teknologi *transfer embryo* dapat

merupakan suatu metode baru dalam menentukan peningkatan mutu genetik pada sapi.

Namun perlu diteliti secara mendalam melalui penelitian yang intensif bukan hanya untuk menguasai teknologi ini, tetapi juga dipertimbangkan terlebih dahulu apakah teknologi ini baik untuk diterapkan di lapangan dan digunakan untuk pemuliaan ternak maupun pola produksi peternakan. Hal ini perlu dipikirkan karena hanya sedikit dari teknologi yang disebutkan di atas dapat dipertanggung jawabkan penggunaannya dalam segi komersil.

Apabila bioteknologi ini akan diterapkan di Indonesia, persiapan secara menyeluruh perlu dilakukan, bukan saja penyiapan sarana dan prasarana, namun yang paling penting adalah sumber daya manusianya yang dapat menguasai teknologi dan mempunyai moral dan etika tinggi terhadap penggunaan teknologi ini. Selain itu juga diperlukan target dari penerapan bioteknologi ini, peternakan rakyat yang hanya mempunyai ternak dengan jumlah kecil, industri peternakan atau pemerintah yang akan membangun pusat pemuliaan ternak sapi, sehingga penerapan bioteknologi ini dapat dilakukan secara terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- BEKMAN, H., T.H.E. MEUWISSEN, and J.K. OLDENBROEK. 1994. Increasing beef production from dairy cows by implanting embryos from MOET nucleus breeding schemes for beef cattle. *Livestock Prod. Sci.* 37:271-282.
- GORDON, I. and K.H. LU. 1990. Production of embryo *in vitro* and its impact on Livestock production. *Theriogenology* 33: 151-159.
- HARE, W.C.D. and K.J. BETTERIDGE. 1978. Relationship of embryo sexing to other methods of prenatal sex determination in farm animals: a review. *Theriogenology* 9:27-43.
- KRUIP, TH.A.M. 1991. *Verantwoord Onderzoek (Responsible Research)*. Universiteit En Hogeschool, 37/6. p. 242.
- LAND, R.B. and W.G. HILL. 1975. The possible use of superovulation and embryo transfer in cattle to increase response to selection. *Anim. Prod.* 21: 1-12.
- LUBIS, A.M., P. SITUMORANG, E. TRIWULANNINGSIH, dan T. SUGIARTI. 2000. Pengaruh stimulasi CIDR pada pertumbuhan folikel dan jumlah oocyte hasil aspirasi secara laparatomi pada sapi *juvenile*. (*unpublished*).
- NIBART, M. 1991. Le transfert embryonnaire et les Biotechnologies appliqués; bisection et sexage. *Rec. Med. Vet.* 167: 267-290.
- NICHOLAS, F.W. 1977. The potential effect of multiple ovulation and embryo transfer on response to selections in dairy cattle. Proc. 3rd. Int. Congr. Society for Advancement of Breeding Researchs in

- Asia and Oceania. Animal Breeding Papers, 9-1 to 9-4. SABRAO, Canberra.
- NICHOLAS, F.W. 1986. Genetic improvement through reproductive technology. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 205-214.
- PICARD, L., W.A. KING, and K.J. BETTERIDGE. 1985. Production of sexed calves from frozen-thawed embryos. *Vet. Rec.* 7: 603-608.
- PIETERSE, M.C., P.L.A.M. VOS TH., A.M. KRUIP, Y.A. WURTH, TH.H. VAN BENEDEN, A.H. WILLEMSE, and M.A.M. TAVERNE. 1991. Transvaginal ultrasound guided follicular aspiration of bovine oocytes. *Theriogenology* 35: 19-24.
- REGAN, T. 1983. *A Case for Animal Rights*. Univ. of California Press, Berkeley, CA, USA.
- ROELOFSENVENDRIGM, M.W.M.R., BONI, Y.A WURTH, M.C. PIETERSE, and T.A.M. KRUIP. 1994. Possibilities of ovum pick-up in cattle. *Tijdschr. Diergeneeskd* 119: 61-63.
- ROLLIN, B.E. 1981. *Animal Rights and Human Morality*. Prometheus Books, Buffalo, N.Y.
- SINGER, P. 1975. *Animal Liberation: A New Ethics for our Treatment of Animals*. New York Review, New York.
- SEIDEL, JR. and S.M. SEIDEL. 1991 *New Technology in Animal Breeding*. Academic Press, New York, pp. 221-242.
- TAYLOR, J., K.R. PHILIPS, and M.A. THOMASZEWSKI. 1988. Net present value and economic merit of sexed semen and splitting units of semen for Australian Holstein. *J. Dairy. Sci.* 71: 3100-3111.
- VAN VLECK, L.D. 1981. Potential impact of artificial insemination, sex selection, embryo transfer, cloning and seing in dairy cattle. In: B.G. Brackett, G.E.
- VILLANUEVA, B., J.A. WOOLIAMs, and G. SIMM. 1995. The effect of improved reproductive performance on genetic gain and inbreeding in MOET breeding schemes for beef cattle. *Gen. Sel. Evol.* 26: 347-363.
- WILMUT, I., C.S. HALEY, and J.A. WOOLIAMs. 1992. Impact of biotechnology in animal breeding. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 149-162.
- WOOLIAMs, J.A. 1989. Modifications to MOET nucleus breeding schemes to improve rates of genetic progress and decrease rates of inbreeding in dairy cattle. *Anim. Prod.* 49: 1-14.
- WOOLIAMs, J.A. and I. WILMUT. 1989. Embryo manipulation in cattle breeding and production. *Anim. Prod.* 48: 3-30.