Perspektif Bioetika dalam Bioteknologi Reproduksi

Endang Triwulanningsih
Balai Penelitian Ternak

ABSTRACT

Bioethics Perspective in Reproductive Biotechnology. Today, biotechnology of cattle has developed rapidly. Some people unhappy with this progress, particularly researchers that change the cattle genetic. They are afraid if the adoption of biotechnology in cattle will become a new human problem in the future. Biotechnology is all techniques that use or cause an organism to change its biological material. Based on ethics, genetic modification in animal or cattle is amenable as long as it is for human welfare and guaranteed that it will not affect animal health and animal welfare. Reproductive cloning techniques have been adopted in plants, but they are still few in cattle. This technique is worthy to be applied on cattles that have high economic value, such as farm cow that produce high milk. Although the reproductive cloning technique can be applied on human, but professionally, medically, and ethically is not acceptable, because it is risky to human health and also psychologically and rationally dangerous. Some scientists believed that animal cloning is also a crime and cannot be guaranteed for its security, because it can cause ageing and unimaginable genetic destruction. Some speculative ideas have been raised to clone organs from a dead human, such as a dead baby. Organ from the cloning shall then be transplanted to other person who need it, because due to one or another his or her organ is malfunction. Recently, clones of human cells have been produced for medical purposes, such as the embryonic stem cells. Status of the use of human embryo, is this the same as killing a person to remedy other person? Should early embryo be used to produce stem cells? This matter is still debatable among religious experts, those interested in medic, and scientists. One side believe that early embryo is "a cell and not more than a cell", not a human, because if it is not survive and develops in the womb, it will not grow into a human being. Hence, cloning of human embryo is permissible? At the other side, religious experts and scientists believe that human embryo is an initial of human, (bakal manusia), therefore the use of human stem cells in research for either medical or other purposes is prohibited, including the use of

Key words: Bioethics, reproductive biotechnology, cloning of stem cells.

ABSTRAK

Perspektif Bioetika dalam Bioteknologi Reproduksi. Saat ini, bioteknologi pada ternak telah berkembang pesat. Beberapa orang merasa tidak senang dengan perkembangan ilmu ini, terutama peneliti yang mengubah genetik ternak. Mereka takut bahwa penerapan bioteknologi pada ternak dapat menjadi ancaman baru bagi manusia di masa yang akan datang. Biotek-nologi adalah semua teknik yang menggunakan atau menyebabkan suatu organisme berubah material biologisnya. Berdasarkan etika, maka modifikasi genetik pada hewan atau ternak dapat dilakukan sepanjang untuk kesejahteraan manusia serta dapat dipertanggungjawabkan tidak mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan hewan (*animal welfare*). Teknik reproduksi kloning sudah banyak diterapkan pada tanaman, namun masih sedikit pada hewan ternak. Teknik ini lebih baik dilakukan pada ternak yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, seperti sapi perah yang mempunyai produksi

susu tinggi. Walaupun teknik reproduksi kloning ini dapat dilakukan pada manusia, tetapi secara profesional, medis, dan etis tidak dapat diterima, karena dapat berisiko kesehatan dan secara psikologis serta rasional berbahaya. Beberapa ahli berpendapat bahwa kloning pada hewanpun merupakan tindakan kriminal dan tidak dapat dipertanggungjawabkan, karena dapat mengakibatkan penyaan (*ageing*) dan kerusakan genetik yang tidak dapat dibayangkan. Beberapa ide spekulatif dilontarkan untuk membuat klon beberapa organ dari seseorang yang telah meninggal, seperti organ bayi yang sudah meninggal. Organ hasil kloning kemudian ditransplantasikan pada seseorang yang membutuhkan yang karena satu dan lain hal organnya tidak dapat berfungsi normal. Kini telah berkembang suatu klon dari sel manusia yang dibuat untuk keperluan medis, seperti sel punca embrionik (*embryonic stem cells*) untuk keperluan medis. Status penggunaan embrio manusia, apakah ini sama dengan membunuh manusia untuk tujuan pengobatan manusia yang lain? Haruskah menggunakan embrio awal (*early embryo*) untuk membuat sel punca? Hal ini masih menjadi perdebatan di antara para ahli agama, orang yang berkepentingan medis, dan para peneliti. Di satu sisi ada yang menganggap bahwa embrio awal adalah "suatu sel dan tidak lebih", bukan manusia, sebab jika tidak berkembang dan tidak hidup di dalam rahim, maka tidak akan menjadi manusia. Jadi penelitian embrio manusia dapat diizinkan? Di sisi lain, para ahli berpendapat bahwa embrio manusia adalah bakal manusia, jadi tidak diizinkan menggunakan sel punca manusia sebagai bahan penelitian baik untuk kepentingan medis maupun penelitian lain, termasuk *replecement cells*.

Kata kunci: Bioetika, bioteknologi reproduksi, kloning sel punca.

PENDAHULUAN

Bioetika versi UNESCO *Declaration on Universal Norms* mengacu pada studi yang bersifat interdisipliner, pluralistik, dan sistematis untuk pemecahan isu-isu etika terkait dengan ilmu kesehatan, hayati, dan sosial yang diterapkan untuk manusia dan hubungannya dengan lingkungan hidup, termasuk isu-isu yang terkait dengan perkembangan IPTEK dan aplikasinya.

Kaitan ilmu terhadap nilai-nilai membuatnya tak terpisahkan dari etika. Kata "bermoral" mengacu pada bagaimana suatu masyarakat yang berbudaya berperilaku. Sedangkan "beretika" mengacu pada bagaimana seharusnya berperilaku. Etika memberikan nasihat-nasihat mengenai perilaku, biasanya dalam bentuk ungkapan, mutiara kata, peribahasa yang menyiratkan, tetapi tidak menyatakan dengan tegas, tujuan yang baik dan didambakan; yang semoga akan dicapai dengan menuruti nasihat itu, dan berakibat jelek yang akan menimpa jika petuah itu dilanggar.

Bioteknologi pada ternak telah berkembang pesat saat ini dan ada beberapa orang yang merasa tidak senang dengan perkembangan ilmu ini, terutama peneliti yang mengubah "genetik" ternak. Mereka takut bahwa dengan bioteknologi pada ternak dapat merupakan ancaman baru pada manusia di masa yang akan datang. Mereka berharap agar pemerintah setempat memperhatikan masalah ini. Bioteknologi adalah semua teknik yang menggunakan atau menyebabkan organisme berubah material biologisnya (misalnya sel hewan dan tanaman, enzim, plasmid, dan virus) atau menyebabkan perubahan material organik. Termasuk di sini transgenik, manipulasi embrio, dan pemasukan substrat, seperti hormon pertumbuhan pada embrio (Brom dan Schroten 1993).

Apakah moral point dari *animal biotechnology*? Beberapa beragumen dari sebagian masyarakat yang tidak setuju dengan bioteknologi ternak terkait dengan aspek moral antara lain:

1. “*natural values*” seperti homeostatis (*self-regulation*), variasi genetik dan integritas individu hewan dan spesies.
2. “*intrinsic values*” dari hewan untuk hidup sehat dan sejahtera.
3. “*view of life*”.

Diasumsikan bahwa modifikasi genetik dapat merupakan ancaman pada kehidupan normal dan melawan kehendak Tuhan Sang Maha Pencipta. Di dunia modern saat ini, ilmu dan teknologi tak dapat disangkal lagi telah mendominasi kehidupan dan perilaku manusia. Hanya dengan bersikap penuh tanggung jawab pada etika masyarakat, ilmu pengetahuan, dan teknologi modern dapat menghindarkan dirinya dari kehilangan hak istimewanya untuk mengabdikan kepada kemanusiaan. Kalau tidak demikian, maka membayangkan risiko bahwa ilmu akan terkutuk menjadi alat yang membahayakan.

Mauron (2002), seorang Profesor *bioethics* di Universitas *Geneva's Medical School*, menyatakan bahwa sebagai *bioethicist* ada dua motivasi: Pertama, debat mengenai *bioethics* pada genetik dan *genomics*, ide/gagasan daripada “*genetics reductionism*” atau “*genetic determinism*”. Motivasi kedua, berhubungan dengan suatu yang perlu dan kompleks, dan hubungan yang kontroversial antara *genome and the Self*.

Sebagai contoh bahwa dengan teknologi *in vitro* fertilisasi, kita dapat memanfaatkan materi genetik unggul yang sudah terbuang di rumah potong hewan (ovari dengan sel telur didalamnya) menjadi sapi-sapi yang masih mempunyai nilai ekonomis tinggi untuk kesejahteraan umat manusia. Pada penelitian *in vitro fertilization* (IVF) sapi yang telah dilakukan Triwulanningsih *et al.* (2002a), diperoleh persentase blastosis lanjut (*expanded blastocyst*) mencapai 32,9% dibandingkan dengan 15,6% bila kapasitas spermatozoa menggunakan Percoll 90% dan 45% masing-masing sebanyak 500 µl vs 2 ml. Pada penelitian *sexing* spermatozoa sapi diperoleh hasil di laboratorium 80% vs 20% untuk spermatozoa X dan Y, tetapi pada uji di lapangimbangan ini masih sekitar 65% : 35%, untuk itu perlu penelitian lebih lanjut.

IVM/IVF/IVC walaupun terpaksa dilakukan pada manusia, adalah untuk menolong karena kelainan pada saluran tuba falopii dan fimbriae tidak normal sehingga tidak dapat terjadi fertilisasi secara normal, atau karena sesuatu penyakit, spermanya lemah sehingga tidak dapat melakukan pembuahan secara normal. Untuk hal-hal semacam ini masih layak dilakukan pada manusia, sepanjang tidak melanggar norma-norma kemanusiaan dan agama. Sebagai contoh, seseorang yang mempunyai kelemahan pada ginjalnya, maka akan berpengaruh terhadap infertilitasnya.

Etika modifikasi genetik pada hewan/ternak dapat dilakukan sepanjang untuk kesejahteraan manusia dan dapat dipertanggungjawabkan serta tidak mempengaruhi kesehatan dan “*welfare of animals*”. Ada tiga argumen yang diberikan mengapa implikasi konsep etika penelitian dan alasan moral pada bioteknologi ternak (Vorstenbosch 1993). Argumen pertama integritas, adalah tidak logis sehubungan dengan “*subjective*” (negatif atau positif) pengalaman pada ternak sendiri. Contohnya kejadian pada modifikasi genetik. Pada beberapa spesies menjadikan ternak tersebut infertil, misalnya persilangan antara entog dan bebek;

persilangan antara *Bos taurus* dan *Bos sondaicus* (Banteng), maka pada anak jantan terjadi infertil, tetapi tidak demikian untuk keturunan yang betina. Sedangkan pada persilangan antara kerbau sungai (*riverine buffalo*) yang berkromosom 50 dengan kerbau rawa (*swamp buffalo*) yang berkromosom 48, keturunannya tetap fertil walaupun berkromosom 49, 48, atau 50 (bila dilakukan *interse mating*). Argumen kedua penekanannya pada pentingnya integritas dan implikasinya untuk penelitian, hal ini tergantung pada "*moral position*", tujuan dan perspektif terhadap hewan/ternak. Argumen ketiga adalah norma dan kriteria yang berasal dari ternak. Sebagai contoh adalah penggunaan FSH yang berasal dari hypofise babi untuk superovulasi sapi perah betina FH unggul dengan tujuan agar diperoleh embrio sapi unggul untuk kemudian dikembangkan/ditransfer pada resipien sapi FH dan pada akhirnya diperoleh anak-anak sapi FH unggul dengan produksi susu tinggi seperti ternak donor.

Teknik reproduksi kloning sudah banyak diterapkan pada tanaman, namun hanya sedikit pada hewan ternak. Teknik ini lebih baik dilakukan pada ternak yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, seperti halnya sapi perah yang mempunyai produksi susu tinggi. Dengan teknik superovulasi dan inseminasi buatan dengan spermatozoa yang sudah di *sexing* disertai teknik kloning dari morula (*in vivo embryo*) dapat diciptakan lebih banyak embrio yang berpotensi yang pada akhirnya dihasilkan sapi yang mempunyai produksi susu tinggi.

Pada tahun 1996 telah terbentuk domba Dolly dari hasil kloning, ternyata karena diambil dari sel yang sudah dewasa, maka domba tersebut walaupun baru lahir, telah mempunyai sel-sel domba dewasa dan menjadi abnormal dan cepat mati. Dapat dibayangkan apabila dibuat kloning manusia dan tentara dari materi genetik yang kuat ... betapa amat berbahaya.

Teknik kloning lebih jauh ditujukan untuk keperluan medis terutama untuk memproduksi "*therapeutic*" protein dalam susu dan telur atau untuk membuat organ yang *compatible* untuk transplantasi pada manusia. Nuklir transfer adalah usaha untuk membuat organisme yang secara genetik sama persis, pada perkembangan selanjutnya dapat dimasukkan (*insert*) suatu materi genetik baru, sehingga terbentuk suatu individu yang sesuai keinginan peneliti. Walaupun teknik reproduksi kloning dapat dilakukan pada manusia, namun secara profesional, *medically* dan etis tidak dapat diterima bila hal ini dilakukan pada manusia, karena risiko kesehatan dan juga secara psikologis dan relational berbahaya.

Teknik kloning sering dikatakan bahwa ini mempermainkan Tuhan. Tuhan membuat segala sesuatu indah pada waktunya (Pengkhobah 3:11). Tuhan membuat segalanya tanpa intervensi manusia. Allah berbuat demikian, supaya manusia takut akan Dia. Takutlah akan Allah dan berpeganglah pada perintahNya, karena ini adalah kewajiban setiap orang. Karena Allah akan membawa setiap perbuatan ke pengadilan yang berlaku atas segala sesuatu yang tersembunyi, entah itu baik, entah itu jahat (Pengkhobah 12:13-14).

Pada dasarnya teknik kloning tidak natural. Tanaman dan hewan tingkat rendah dapat bereproduksi dengan teknik kloning tetapi tidak dengan mamalia terlebih pada manusia, teknik kloning pada prinsipnya dilarang walaupun secara teknis memungkinkan untuk dilakukan. Kloning berbeda dengan kembar identik, di mana pada kembar identik adalah individu yang unik yang secara genetik sama tetapi mempunyai kombinasi genetik yang unik yang tidak diketahui. Kembar adalah random, kejadian yang tidak diprediksi, terjadi karena campur tangan Tuhan. Sedangkan kloning, komposisi genetik sudah dipilih dan ditentukan dan ada intervensi manusia, sehingga terbentuk individu yang mempunyai kesamaan genetik.

Manusia adalah suatu produk tetapi tidak hanya produk yang membawa gen dan lingkungan tertentu berpengaruh, tetapi juga secara spiritual dibuat oleh adanya campur tangan Tuhan.

Reproduksi kloning pada ternak telah diketahui menghasilkan foetus yang besar, kematian prematur pada domba dan sapi. Hal ini terjadi mungkin saat pembuatan/kultur embrio terlalu banyak nutrisi untuk embrio tersebut, sehingga menghasilkan foetus yang besar dan dapat menyebabkan distokia. Triwulanningsih *et al.* (2002b) melaporkan bahwa bobot lahir sapi persilangan antara spermatozoa sapi Brahman dengan oosit FH secara IVF menghasilkan bobot lahir 45 kg. Pada proses IVM/IVF/IVC pada sapi yang menggunakan medium SOF (*synthetic oviduct fluids*) ternyata menghasilkan anak yang besar sehingga sering terjadi distokia, hal ini terjadi karena dalam medium SOF mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan embrio, untuk mengatasi hal itu, embrio ditransfer pada ternak sapi yang sudah pernah melahirkan, bukan pada sapi dara.

Beberapa ahli berpendapat bahwa kloning pada hewan merupakan tindakan kriminal dan tidak dapat dipertanggung jawabkan, karena akan terjadi *ageing* dan kerusakan secara genetik yang tidak dapat dibayangkan. Bagaimana bila dilakukan pada manusia?

Beberapa ide spekulatif untuk membuat klon beberapa organ dari seseorang yang telah meninggal (misalnya dari bayi yang sudah meninggal), organ hasil kloning kemudian ditransplantasikan pada individu yang membutuhkan yang karena satu dan lain hal organnya tidak dapat berfungsi normal. Misalnya karena kecelakaan atau penyakit tertentu sehingga limpa, ginjal atau hatinya menjadi rusak dan harus diganti. Apakah hal seperti ini tidak melanggar hukum demi kesehatan?

Tetapi bagaimana halnya bila dilakukan pada pasangan yang karena kelainan pada organ reproduksinya, maka dibantu dengan ICSI (*Intra cellulaire sperm injection*). Tetapi bagaimana bila ICSI dengan sperma yang telah disexing. Sepanjang terjadi pada manusia dan tidak melanggar norma-norma agama hal ini masih dimungkinkan campur tangan manusia untuk meng"*create*" individu yang secara normal tidak mungkin mempunyai anak; tapi sampai sejauh mana? Ada sebagian pasangan yang tidak mempunyai keturunan dan hal ini membuat mereka menderita; program IVF sangat membantu. Padahal mempunyai anak itu adalah suatu anugerah dari Tuhan, berarti pasangan suami istri tersebut telah dipercaya oleh Tuhan untuk mempunyai anak, jadi anak bukan hasil kreativitas manusia (ahli reproduksi)? Bagaimana halnya bila pasangan membuat embrio IVF dan kemudian dibekukan dan akan direncanakan untuk dilahirkan pada suatu waktu kemudian dengan menyewa rahim seorang wanita? Hal ini merupakan suatu tindakan yang amoral dan berbahaya; walaupun secara teknis memungkinkan untuk dilakukan. Sementara itu seorang anak tumbuh dan menjadi dewasa, banyak faktor psikologis yang mempengaruhinya; bagaimana mungkin seseorang lahir sementara orang tua asli sudah meninggal, ini akibat dari teknologi dan terlalu banyak campur tangan manusia.

Gereja di Scotlandia dan beberapa gereja yang lain menyatakan bahwa kloning pada manusia adalah melanggar hukum. Tetapi ada beberapa klinik yang secara tersembunyi (*back street*) tetap melakukannya (Bruce 2002), dengan maksud untuk penelitian?

Kini telah berkembang suatu klon dari sel manusia untuk keperluan medis. Dan kemungkinan terbuka untuk membuat *embryonic stem cells* untuk keperluan medis, seperti halnya penyakit Parkinson's, jantung, dan diabetes. Juga *stem cells* diambil dari plasenta manusia, untuk membuat kulit menjadi lebih muda? Bruce (2002) menyatakan bahwa apa-

kah hal ini untuk keperluan penelitian atau medis, harus ada “*the main ethical issues*” yang dipertimbangkan, antara lain:

1. Apakah *ethical* status embrio manusia dan hubungannya dengan penelitian dan pengobatan?
2. Apakah program untuk membuat embrio manusia, baik untuk membantu membuat seorang bayi atau untuk mengembangkan *human stem cells* sudah diterima?
3. Apakah penggunaan embrio manusia, yang pada awalnya dengan IFV, kemudian untuk memproduksi *stem cells* sudah diterima? Dan bagaimana dengan yang sudah berkembang saat ini, apakah harus dan sudah dimusnahkan?
4. Ada sedikit cahaya untuk perkembangan ilmu saat ini, ada penelitian membuat *stem cells* dari manusia dewasa, tanpa menggunakan embrio manusia, apakah penelitian ini cukup baik, jika keterbatasan usia sel sangat berpengaruh terhadap penyakit yang diberi perlakuan/akan diobati?
5. Adakah suatu lembaga yang dapat mengizinkan untuk menggunakan *nuclear transfer procedure* untuk membuat embrio manusia guna tujuan membuat *stem cells* manusia?
6. Jika pada akhirnya terapi berdasarkan non embrio, tetapi melibatkan beberapa embrio secara terbatas untuk penelitian, apakah penelitian semacam ini diizinkan?
7. Apakah *stem cells*, *replacement cells*, dan metodenya untuk memproduksinya dapat dipatenkan?

Status embrio manusia, apakah ini sama dengan membunuh manusia untuk tujuan pengobatan individu yang lain? Haruskah menggunakan embrio awal (*early embryo*) untuk membuat *stem cells*? Hal ini masih merupakan perdebatan di antara para ahli agama dan untuk kepentingan medis dan penelitian. Di satu sisi ada yang menganggap bahwa embrio awal adalah suatu sel dan tidak lebih, bukan manusia, sebab jika tidak berkembang dan tidak *survive* di dalam rahim, dia bukan manusia. jadi penelitian embrio manusia dapat diizinkan. Dan juga penggunaannya secara rutin sebagai *stem cells* dapat dimungkinkan. Konsekuensi secara medis, seluruh penelitian *stem cells* manusia dapat dilakukan untuk kepentingan manusia.

Pada sisi yang lain, para ahli berpendapat bahwa embrio manusia adalah bakal manusia, jadi tidak mengizinkan penelitian penggunaan *stem cells* manusia untuk kepentingan medis atau penelitian apapun, termasuk *replecement cells*. Embrio manusia sebagai subjek penelitian harus dimusnahkan. Agama Katholik dan Ortodox masih menganut doktrin ini. Tuhan adalah yang membuat segala yang hidup, termasuk embrio adalah suatu sel yang hidup. Kelompok ini yang menganjurkan pembuatan *stem cells* dari manusia (bukan dari embrio), jadi dari sel dewasa atau pembuluh darah, segala yang menggunakan embrio sebagai sumber *stem cells* harus dilarang.

Agama Protestan bertendensi lebih plural, ada yang menolak penelitian embrio manusia, tetapi sebagian menerima sepanjang untuk kepentingan kesejahteraan manusia terutama untuk menolong mereka yang infertil dan secara genetik membawa penyakit.

Dari kedua kubu tersebut timbul *issue ethical respon*, haruskah dibuat embrio manusia untuk kepentingan pembuatan *stem cells* untuk kepentingan penelitian atau medis? Apakah *embryonic stem cells* menggambarkan *an ethical step* mengganti penggunaan embrio atau bagaimana? Perkembangan penelitian embrio manusia untuk tujuan terbatas, bagaimana

mengukurnya? Apakah standar pengukuran yang digunakan sudah diterima semua pihak? Pada prinsipnya penggunaan ternak untuk keuntungan manusia dapat diterima, tetapi harus selalu diingat bahwa aplikasi lebih jauh terutama tentang penggunaan embrio manusia perlu dikaji lebih jauh lagi.

Sebagai aplikasi, kini di Inggris sedang diperdebatkan bahwa banyak embrio manusia diberi perlakuan yang komplis untuk reproduksi. Penelitian *stem cells* secara tidak langsung berpotensi untuk mengembangkan embrio awal (*early embryo*) untuk memproduksi *cells* yang lain. Dalam terminologi *ethical*, dapat dikatakan bahwa mengurangi embrio awal dari tujuan yang sungguh-sungguh menjadi suatu bagian sumber yang memproduksi *cells* yang lain, sebagai *replecement cells*.

Pada tahun 2000 penelitian *stem cells* embrio lebih ditujukan untuk kesehatan manusia. Potensi keuntungan tidak hanya untuk menolong infertilitas, tetapi lebih untuk pengobatan yang sakit. Pada prinsipnya embrio manusia hanya sebagai alat atau instrumen untuk membuat *stem cells*.

Kini, ilmu tentang *stem cells* adalah suatu bidang yang baru untuk membuat prediksi yang tepat. Banyak masalah dalam pendekatannya. Kejadian akhir-akhir ini banyak peneliti mempertimbangkan kembali, bahwa penyakit berbeda, diperlukan *replecement cells* yang berbeda pula. Dianjurkan penelitian pada semua bidang yang paralel sampai situasinya dapat diklarifikasi. Dikatakan bahwa *adult stem cells* tidak dapat melakukan regenerasi seperti *embrionic stem cells* yang prosedur pembuatannya masih merupakan dilema. Dapat dikatakan bahwa terapi *replacement cells* hanya dapat dilakukan untuk kondisi tertentu saja, seperti diketahui bahwa penggunaan *embrionic stem cells* lebih baik dibandingkan *adult stem cells*. Di samping itu, kerugian *cells* dari *adult stem cells* mempunyai risiko reaksi penolakan karena mungkin tipe genetik yang berbeda dari pasien.

Secara umum kasus reproduksi manusia untuk kloning secara *etichal* tidak dapat diterima, namun situasi *stem cells* sangat kompleks dan tergantung pada konteksnya artinya hanya untuk pengobatan (terapi) atau untuk tujuan penelitian yang lain?

DAFTAR PUSTAKA

- Brom, F.W.A. and E. Schroten. 1993.** Ethical questions arround animal biotechnology. The Dutch approach. *Livestock Production Science* 36:99-107.
- Bruce, D.M. 2002.** Stem cells, embryos and cloning-unravelling the ethics of a knotty debate. *J. Mol. Biol.* 319:917-925.
- Mauron, A. 2002.** Genomic metaphysics. *J. Mol. Biol.* 319:957-962.
- Triwulanningsih, E., M.R. Toelihere, J.J. Rutledge, T.L. Yusuf, B. Purwantara, dan K. Diwyanto. 2002a.** Seleksi dan kapasitas spermatozoa dengan metode percoll gradient untuk fertilisasi oosit dan produksi embrio *in vitro* pada sapi. *Berita Biologi* 6:3.
- Triwulanningsih, E., M.R. Toelihere, J.J. Rutledge, T.L. Yusuf, B. Purwantara, dan K. Diwyanto. 2002b.** Perbandingan penggunaan medium CR1aa dan KSOM sebagai medium kultur dalam produksi embrio *in vitro* sapi. *JITV* 7:1.
- Vorstenbosch, J. 1993.** The concept of integrity. Its Significance for the Ethical Discussion on Biotechnology and Animals. *Livestock Production Science* 36:109-112.