

PERANAN BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI DALAM PENINGKATAN KUALITAS TERNAK



EDY SOPHIAN DAN FIFI AFIATI

Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI

Jl. Raya Bogor KM. 46. Cibinong

Telp. 021-8754587/ Fax: 021-8754588

email: edys007@lipi.go.id/edy_sophian@yahoo.com



Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dari tahun ke tahun bertambah maju dan berkembang pesat, sehingga berpengaruh terhadap kemajuan teknologi di subsektor peternakan. Teknologi reproduksi mencakup inseminasi buatan (IB), transfer embrio (TE), pemisahan spermatozoa, fertilisasi *in vitro* (IVF), preservasi dan kriopreservasi serta teknologi rekayasa genetik untuk menghasilkan klon-klon ternak unggul, seperti transfer gen, pemetaan genetik, *cloning*, *chimera*, dll. Penemuan teknologi dibidang reproduksi ternak tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah-masalah dan tantangan yang dihadapi subsektor peternakan terutama dalam meningkatkan populasi, produksi dan produktifitas ternak baik secara kualitas maupun kuantitas.

APLIKASI BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI

Bioteknologi reproduksi merupakan salah satu aplikasi ruang lingkup bioteknologi peternakan, antara lain meliputi pemuliaan ternak, inseminasi buatan (IB), transfer embrio (TE) dan mikromanipulasi.

Inseminasi Buatan

Inseminasi buatan (IB) atau kawin suntik merupakan teknologi



Gambar 1. Inseminasi Buatan (Dok. Lab. RPKSH. P2 Bioteknologi LIPI)

reproduksi generasi pertama yang bertujuan memanfaatkan seekor hewan jantan unggul secara maksimal dengan cara memasukkan mani ke dalam saluran alat kelamin betina dengan metode atau alat khusus yang disebut *insemination gun*. Teknologi IB sampai saat ini telah tersebar keseluruh pelosok tanah air, bahkan di beberapa daerah tidak bergantung lagi pada suplai semen beku dari Balai Inseminasi Buatan Singosari (Jawa Timur) atau dari Balai Inseminasi Buatan Lembang (Jawa Barat), namun penggunaan pada wilayah tertentu harus berdasarkan pewilayahan sumber bibit. Lokasi yang telah ditetapkan sebagai wilayah sumber bibit sapi asli, yaitu sapi bali di Provinsi Bali dan sapi Madura di Pulau Sapudi yang tidak memperkenankan masuknya semen beku bangsa lain dengan menerapkan prinsip-prinsip

pembibitan, melalui pengaturan perkawinan, pencatatan (*recording*), seleksi dan *culling* serta sertifikasi. Aplikasi IB dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan hasil pemeriksaan kebuntingan hasil IB menggunakan USG dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Transfer Embrio

. Teknik TE umumnya merupakan suatu manipulasi fungsi alat reproduksi dengan perlakuan hormon superovulasi pada betina donor yang menyebabkan pematangan dan ovulasi sel telur dalam jumlah yang besar. Sel telur hasil superovulasi setelah dibuahi sperma pejantan unggul dikoleksi dari donor dan dievaluasi sebelum dibekukan atau ditransfer ke induk resipien sampai terjadi kebuntingan dan kelahiran.

Pelaksanaan TE merupakan suatu rangkaian kegiatan yang terdiri dari seleksi donor dan resipien, penyerentakan berahi donor dan resipien, *superovulasi* donor, inseminasi buatan, panen embrio, penilaian dan penyimpanan embrio serta transfer embrio ke resipien.

Transfer embrio (TE) merupakan generasi kedua bioteknologi reproduksi setelah IB. Transfer embrio bertujuan meningkatkan kemampuan reproduksi sapi betina unggul, memperpendek interval generasi dan menyeleksi anak sapi dalam jumlah besar yang diperoleh dari donor unggul, sehingga mempercepat perbaikan ternak sapi

Seleksi Donor dan Resipien.

Kriteria seleksi donor pada program TE, yaitu melihat nilai genetik baik dan mampu memproduksi embrio layak transfer, nilai jual anak yang tinggi dan kondisi kesehatan yang baik. Kondisi kesehatan donor harus



Gambar 2. Pemeriksaan menggunakan USG pada sapi perah ((Dok. Lab. RPKSH. P2 Bioteknologi LIPI)

dipelihara dengan tepat melalui karantina, tes darah dan vaksinasi. Resipien yang ideal adalah sapi betina muda dan bebas penyakit, memperlihatkan fertilitas yang tinggi serta mampu melahirkan dan memelihara anak. Sapi resipien harus diuji kesehatan dan keadaan reproduksinya meliputi keabnormalan pada sistem reproduksi, kebuntingan awal dan adanya penyakit. Selain itu harus dikarantina sehingga mudah mengamati kesehatannya, temperatur tubuh, dan beberapa infeksi yang berpengaruh besar terhadap infertilitas dan abortus.

Penyerentakan Berahi Donor dan Resipien. Keberhasilan TE sangat tergantung pada sinkronisasi berahi sapi donor dan resipien. Penyerentakan berahi umumnya menggunakan *Prostaglandin F2 α* (*PGF2 α*).

Superovulasi Donor. Sapi adalah ternak *uniparous* (ternak yang hanya menghasilkan satu keturunan dalam satu masa kebuntingan), sehingga hanya

satu sel telur terovulasi setiap siklus berahi. Superovulasi (menghasilkan banyak sel telur yang diovulasikan), pada donor dapat dilakukan dengan pemberian hormon *gonadotropin* berupa *PMSG (Pregnant Mare's Serum Gonadotropin)* atau *FSH (Follicle Stimulating Hormone)*. **Inseminasi Buatan.** Donor yang telah disuperovulasi, dikawinkan melalui IB dari semen pejantan unggul. Dosis semen ditingkatkan agar jumlah sel telur yang dibuahi lebih banyak. Umumnya IB dilakukan dua kali dengan tenggang waktu 12 jam. Aplikasi IB pada dapat dilihat pada Gambar 1.

Panen/Koleksi Embrio. Panen embrio dapat dilakukan dengan pembedahan atau tanpa pembedahan. Panen embrio melalui pembedahan dilakukan pada ternak kecil seperti kambing dan domba, sedangkan untuk ternak besar seperti sapi, kerbau dan kuda kedua cara tersebut dapat dipakai. Cara tanpa pembedahan pada ternak besar sekarang ini lebih populer, karena sarana dan pelaksanaannya lebih sederhana dan resikonya lebih

kecil dibandingkan dengan cara pembedahan. Cara memanen embrio tanpa pembedahan dilakukan dengan membilas uterus menggunakan cairan penyangga steril yang dimasukkan melalui *Foley catheter* yang dilengkapi balon penyumbat melewati *cervix*. Pada ternak sapi, embrio berpindah dari *oviduct* ke uterus antara hari ke 3 sampai 5 sesudah ovulasi. Waktu untuk memanen embrio yang terbaik pada saat berumur 6 – 7 hari. Pada umur ini embrio berada pada fase *blastosis* belum diimplantasikan pada dinding uterus (*endometrium*). Koleksi embrio dapat dilihat pada Gambar 4.

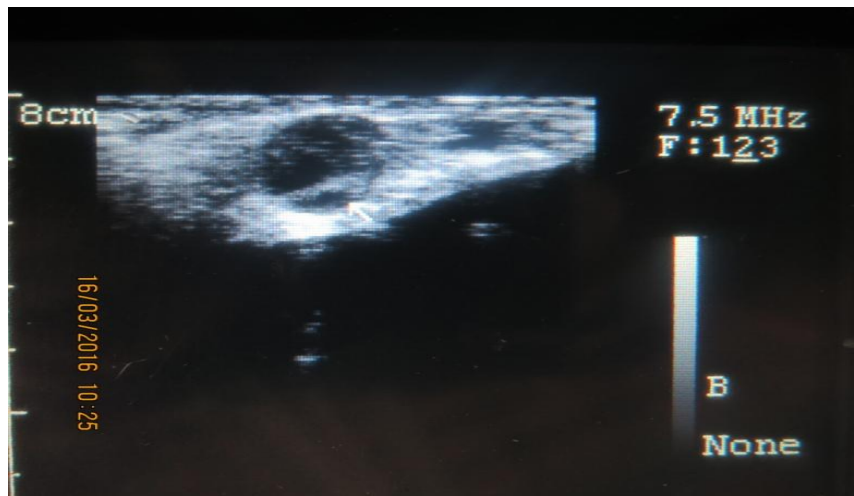
Penilaian dan Penyimpanan

Embrio. Seluruh embrio yang terkoleksi harus dievaluasi di bawah mikroskop pembesaran 100–200 kali terkait perkembangan sel, bentuk dan kualitas embrio. Embrio yang telah diklasifikasikan disimpan dalam medium penyimpanan sebelum ditransfer ke resipien atau dibekukan. Pembekuan dalam nitrogen cair pada temperatur -196°C dapat dijadikan pilihan untuk menyimpan selama waktu yang dikehendaki. Keberhasilan pembekuan embrio tanpa menurunkan daya hidupnya merupakan salah satu faktor tersebar luasnya penggunaan teknologi TE.

Transfer Embrio Ke Resipien.

Transfer embrio dapat dilakukan dengan pembedahan atau tanpa pembedahan. Metode pembedahan cenderung lebih tinggi dan lebih konsisten tingkat kebuntingannya, tetapi lebih membutuhkan tenaga yang terampil, sehingga cara tanpa pembedahan lebih banyak

menjadi pilihan, karena lebih cepat dan sederhana, dengan angka kebuntingan sama dengan tanpa pembedahan.



Gambar 3. Hasil USG pada ovarium sapi perah (Dok. Lab. RPKSH. P2 Bioteknologi LIPI)

TEKNOLOGI PEMISAHAN SPERMATOZOA X DAN SPERMATOZOA Y

Keberadaan spermatozoa dalam proses pembentukan jenis kelamin mempunyai arti penting, karena sebagai penentu jenis kelamin seekor ternak. Berdasarkan kromosom seks yang dibawanya, spermatozoa mamalia dapat dibedakan atas spermatozoa pembawa kromosom X dan spermatozoa pembawa kromosom Y. Jika spermatozoa Y berhasil membuahi telur, anak yang akan dilahirkan adalah jantan, dengan komposisi kromosom secara normal yaitu XY. Sebaliknya jika spermatozoa X yang berhasil membuahi sel telur, maka akan dilahirkan anak betina dengan komposisi kromosom yang normal, yaitu XX.

Beberapa metode pemisahan spermatozoa yang sudah dilakukan adalah menggunakan kolom albumin, kecepatan sedimentasi, sentrifugasi dengan

gradient densitas percoll, motilitas dan pemisahan *elektroforesis*, *isoelectric focusing*, teknik manipulasi hormonal, H-Y *antigen*, *flow sorting* serta penyaringan

menggunakan kolom *Sephadex*. Metode yang dianggap paling valid diantara beberapa metode tersebut adalah metode kolom albumin dan metode penyaringan menggunakan kolom *Shepadex* (Saili *dkk.*, 1998). Pemisahan Spermatozoa dengan metode kolom *Bovine Serum Albumin* (BSA) didasarkan pada perbedaan *motilitas* (kecepatan pergerakan) antara spermatozoa X dan Y dalam menembus larutan yang mengandung BSA.

FERTILISASI IN VITRO

Sel telur (oosit) diambil dari ternak hidup atau ovarium ternak yang baru dipotong. Oosit dimatangkan dan dibuahi di laboratorium serta dikultur sampai tahap tertentu untuk selanjutnya ditransfer ke ternak resipien atau dibekukan untuk ditransfer kemudian. Proses ini dikenal sebagai pematangan *in vitro* atau fertilisasi buatan atau dikenal sebagai *In Vitro Maturation / In Vitro Fertilization*.

TEKNOLOGI KRIOPRESERVASI GAMET

Kriopreservasi adalah suatu penyimpanan beku dalam waktu lama pada suhu minus 196°C dalam media yang mengandung krioprotektan. Prinsip terpenting dari kriopreservasi adalah pengeluaran sebagian besar air *intraseluler* dari sel-sel sebelum membeku. Krioprotektan digunakan untuk menghindari terbentuknya kristal-kristal es besar yang dapat merusak sel dan mencegah keluarnya air terlalu. Krioprotektan intraseluler (gliserol, dimethylsulfoxide (DMSO), etilen glikol, dan 1,2 propanadiol) dan krioprotektan ekstraseluler yaitu (polivinil



Gambar 4. Kegiatan *flushing* embrio menggunakan media penyangga (Dok. Lab. RPKSH. P2 Bioteknologi LIPI)

pirolidon (PVP)). Sampai saat ini krioprotektan yang paling banyak digunakan adalah yang memiliki daya penetrasi terhadap membran sel yaitu gliserol dan DMSO.

Kriopreservasi Spermatozoa.

Pembekuan spermatozoa diawali dengan pengenceran semen untuk mencegah terjadinya *cold shock*. Penambahan gliserol ke dalam semen setelah pendinginan berfungsi sebagai krioprotektan intraseluler, digunakan untuk melindungi semen selama pembekuan dan *thawing*, sehingga perubahan permeabilitas membran sel dan perubahan pH dapat dicegah. Pengencer harus isotonis dengan spermatozoa, karena pengencer hipotonis dan hipertonis akan mengubah transfer air melalui membran sel dan dapat merusak integritas membran sel spermatozoa. Pengencer Tris Aminomethan Kuning Telur (TKT) dapat digunakan untuk memperbanyak volume dan mencegah perubahan pH (buffer).

PEMBENTUKAN TERNAK TRANSGENIK

Transfer gen (*transgenik*) artinya penyatuan suatu gen dari spesies lain atau bangsa ternak lain dalam satu spesies, sehingga gen itu berfungsi pada ternak penerima dan diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Transfer materi genetik dengan teknologi rekombinan DNA merupakan suatu metode penemuan baru untuk menghasilkan ternak *transgenik*. Ternak *transgenik* memperlihatkan bermacam-macam fenotipe baru melalui ekspresi molekul DNA eksogen. Ternak *transgenik* dihasilkan dengan injeksimikro gen ke dalam pronukleus sesaat setelah fertilisasi dan sebelum terjadi pembelahan pertama zigot, selanjutnya ditanam di dalam rahim induk pengganti.

CLONING

Manipulasi mikro embrio merupakan *cloning* dalam pembentukan kembar identik. Kembar buatan identik telah berhasil dilakukan dengan pembelahan embrio (*splitting embrio*). Pembelahan embrio ini dilakukan dengan menggunakan suatu pisau pembelah mikroskopis untuk menembus zona pelucida. Embrio yang berumur 7 hari dibelah menjadi dua bagian yang terdiri atas kira-kira 64 sel. Separuh dari hasil belahan itu kemudian dibungkus kembali dengan pembungkus alam yang terpisah (suatu *zona pelucida* dari embrio yang kurang baik atau yang tidak dibuahi). Pembungkus yang kuat namun lentur (*zona pelucida*) yang menyelimuti bola sel, memungkinkan penempatan embrio di dalam uterus induk lain untuk dititipkan selama jangka waktu bunting. Embrio yang telah dibelah dapat dibekukan dan bila dialihkan/ditransfer pada waktu yang berbeda akan menghasilkan kembar identik yang berbeda umurnya.

Cloning pada Sel Tubuh

(*Somatic*). *Cloning* sebelumnya dihasilkan dari sel-sel yang diambil dari jaringan embrio dan janin, namun saat ini dapat diambil dari sel dewasa yang telah berkembang menjadi sel yang mempunyai fungsi khusus seperti sel jaringan ambing (*mammæ*) yang dapat dikembalikan ke bentuk semula. Bila *cloning* ini dapat diulang-ulang, maka dapat diperoleh sejumlah besar keturunan yang secara genetik sama dengan sel-sel hewan dewasa yang mempunyai sifat unggul. Pada saat sel masih dikultur, sangat memungkinkan untuk merubah genetik yang

dikehendaki (misalnya, tahan terhadap penyakit) sebelum sel digunakan untuk produksi *clon*. Bila *clon* itu sempurna akan bereproduksi dalam jumlah besar secara cepat dan murah dengan jaminan kualitas yang tidak berubah (Tappa, 1998). Kekurangan bila teknologi *cloning* berkembang dan diadopsi pada skala besar, adalah beresiko bila sekelompok *cloning* tersebut mudah terkena infeksi penyakit yang sama atau masalah yang lain. Keragaman merupakan suatu elemen yang diperlukan oleh alam, karena itu *cloning* tampaknya hanya digunakan untuk tujuan terbatas dalam hal pemuliaan dalam meningkatkan mutu genetik ternak.

PEMBENTUKAN TERNAK CHIMERA

Ternak *chimera* dibentuk dengan menggabungkan *blastomer* berbagai jenis ternak. Sel-sel dari beberapa embrio dapat digabungkan dalam suatu *zona pelucida* untuk menghasilkan seekor hewan yang merupakan kombinasi dari beberapa hewan yang telah digabung. Misalnya anak sapi *chimera* dihasilkan dengan menggabungkan *blastomer* dari *Bos taurus* (sapi Eropa) dan *Bos indicus* (sapi India), kemudian dititipkan ke resipien untuk dikandung sampai lahir. Demikian pula antara domba dan kambing. Komposisi tubuh maupun fenotipe ternak *chimera* ditentukan oleh jumlah *blastomer* dari masing-masing jenis yang telah diramu. Prosedur ini jauh lebih sulit dari pembelahan embrio, karena melibatkan teknik bedah mikroskopis.

KESIMPULAN

Perkembangan IPTEK dibidang reproduksi ternak yang diaplikasikan pada subsektor peternakan diarahkan pada peningkatan populasi, produksi dan produktifitas ternak baik secara kualitas maupun kuantitas, melalui teknologi IB, TE, pemisahan permatozoa X dan Y, fertilisasi *in vitro*, teknologi kriopreservasi gamet, pembentukan ternak transgenik, *cloning* dan *chimera*. Pemanfaatan teknologi reproduksi ternak tersebut memerlukan dukungan peralatan yang memadai dan dana yang cukup serta tenaga ahli yang terampil, sehingga menjadi kendala negara-negara berkembang seperti Indonesia. Aplikasi kemajuan mutakhir di bidang biologi reproduksi yang banyak dilaksanakan oleh petani peternak di Indonesia baru sampai pada tahap IB dan TE.

DAFTAR PUSTAKA

Afiati, F, Herdis dan S. Said. 2013. Pembibitan ternak dengan inseminasi buatan. Penebar Swadaya. Jakarta

Ardiansyah. 1998. Kloning Dalam Produksi Hewan Ternak. *Warta Biotek* Tahun XII

Batosamma, T. 2002a. *Teknologi Reproduksi Inseminasi Buatan*. Makalah Kursus Singkat Teknik Biologi Reproduksi dalam Meningkatkan Produktivitas Ternak Kerjasama Fakultas Peternakan Unhas dengan Dirjen Dikti Depdiknas. Fakultas Peternakan Unhas, Makassar.

Batosamma, T. 2002b. *Teknologi Reproduksi Transfer Embrio*. Makalah Kursus Singkat Biologi Reproduksi dalam Meningkatkan Produktivitas Ternak Kerjasama Fakultas Peternakan Unhas dengan Dirjen Dikti Depdiknas. Fakultas Peternakan Unhas, Makassar

Djarajah, AS. 1996. Usaha ternak sapi. Yogyakarta. Kanisius. 43 hal.

Frandsen, R. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Edisi Keempat. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Hermanto. 1988. Bagaimana cara penanganan sapi perah pada masa kering? *Swadaya Peternakan Indonesia*, (42) 1988: 24-25.

<http://www.ilmuternak.com/2014/12/organ-reproduksi-pada-sapi-jantan.html>. 27 April 2015

Nienaber, JA. 1974. Livestock environment affects production and health. *Proceedings of the International Livestock Environment Conference*. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers. No. 1 – 2 (Maret – Juni) : 20 – 23.

Pane, I. 1986. Pemuliabiakan ternak sapi. Jakarta, PT. Media: 1-38; 133.

Saili, T., M.R. Toelihere, A. Budiono, B. Tappa. 1998. *Pengendalian Jenis Kelamin*

Saputro. 2008. *Histologi Organ Reproduksi Jantan*. Universitas Brawijaya. Malang.

- Soeroso, Y. Duma. 2012. Hubungan antar Lingkar Skrotum dengan Karakteristik Cairan dan Spermatozoa dalam Cauda Epididymis pada Sapi Bali. Fakultas Pertanian Universitas Tadulako. Palu
- Tappa, B. 1998. *Penuntun Pelatihan Transfer Embrio Pada Sapi*. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Bogor.
- Tappa, B. 2012. Peran teknologi reproduksi (inseminasi buatan, transfer embrio, *sexing*l sperma) dalam peningkatan mutu genetik dan populasi ternak sapi di Indonesia. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Bioteknologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta