

KUSUMA DIWYANTO dan I. INOUNU: *Dampak Crossbreeding dalam Program Inseminasi Buatan Terhadap Kinerja Reproduksi dan*

DAMPAK *CROSSBREEDING* DALAM PROGRAM INSEMINASI BUATAN TERHADAP KINERJA REPRODUKSI DAN BUDIDAYA SAPI POTONG

KUSUMA DIWYANTO dan I. INOUNU

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Pajajaran Kav. E 59, Bogor 16151

(Makalah diterima 9 April 2009 – Revisi 5 Juni 2009)

ABSTRAK

Inseminasi buatan (IB) pada sapi potong di Indonesia telah berkembang cukup luas. Saat ini tujuan dari program IB belum jelas, akan ke arah pembentukan ternak komposit, *terminal cross*, atau ternak komersial. Faktanya, peternak dibantu inseminator melakukan *up grading* ke arah Simmental atau Limousin. Makalah ini membahas dampak *crossbreeding* dalam program IB terhadap kinerja reproduksi dan budidaya sapi potong di Indonesia. Peternak menyukai sapi *crossbred* hasil IB, karena harga jual anak jantan sangat tinggi. Namun, 50% hasil IB adalah sapi betina yang dipergunakan sebagai *replacement*. Dengan kegiatan IB, sapi lokal berubah menjadi sapi tipe besar yang membutuhkan banyak pakan. Pada kondisi sulit pakan, sapi *crossbred* menjadi kurus, kondisi tubuh buruk, dan berakibat menurunnya kinerja reproduksi, seperti: nilai S/C (*service per conception*) tinggi, jarak beranak panjang, dan rendahnya *calf crop*. Kondisi ini disertai dengan rendahnya produksi susu dan tingginya kematian pedet. Pada kondisi pemeliharaan yang baik, kinerja reproduksi sapi *crossbred* tetap baik. Namun sering dijumpai terlambatnya penyapihan anak, berakibat *days open* menjadi lebih panjang, dan jarak beranak lebih lama walaupun nilai S/C rendah. Sedangkan pada sapi lokal, kondisi kurang pakan hanya mengakibatkan kurus, tetapi masih mampu berahi, berovulasi dan bunting. Saat kurang pakan, sapi lokal akan melahirkan anak berukuran sangat kecil, dan sering menimbulkan kematian karena kekurangan susu. Pakan, secara kuantitas maupun kualitas, merupakan salah satu kunci keberhasilan kegiatan IB, agar kondisi sapi *crossbred* tetap baik dan produktif.

Kata kunci: Inseminasi buatan, *crossbreeding*, reproduksi, sapi potong

ABSTRACT

THE IMPACT OF CROSSBREEDING IN THE ARTIFICIAL INSEMINATION PROGRAM ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF BEEF CATTLE

Artificial Insemination (AI) in beef cattle in Indonesia is widely practised. Nowadays, the goal of AI program is not clear; whether to produce: composite breed; terminal cross or as a commercial animal. In fact, farmer assisted by inseminator do the grading up toward Simmental or Limousine. In this paper, crossbreeding impact on reproductive performance of beef cattle in Indonesia is discussed. Farmers prefer the crossbred cattle resulted from AI because its male offspring has higher price than that of local breed. However, 50% of the offspring are female and are used as replacement stock. This AI practice resulted bigger cattle that need more feed. In the scarce feed condition, this bigger cattle become skinny and in bad shape. This leads to bad reproductive performance such as high 'service per conception' (S/C), 'long calving interval' and 'low calf crop'. Moreover, it produces less milk and results in high mortality rate of the offspring. In good management condition, crossbred cattle shows good performance, but often 'day open' is longer, since weaning time is postponed. That is why long calving interval still exists even though the S/C is low. Local cattle are very adaptive, resistant to tropical diseases and have high reproductive rate, high quality of leather and good quality of carcass. In scarce feed condition, local cattle are skinny but still can show estrous and get pregnant. In bad condition, they produce very small offsprings that die because of lack of milk from the cow. The availability of feed supply both in quantity and quality is the key factor in AI practices to maintain good body condition of crossbred and to produce good quality of offspring.

Key words: Artificial insemination, crossbreeding, reproduction, beef cattle

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dasawarsa terakhir ini permintaan pangan asal ternak terus meningkat, walaupun terdapat fluktuasi yang cukup besar antar waktu maupun wilayah. Namun, saat ini rata-rata konsumsi protein hewani penduduk Indonesia per-kapita per-tahun masih

sangat rendah, antara lain berasal dari daging, telur dan susu sekitar 4,13 kg; 5,66 kg; dan 10,47 kg (DITJENNAK, 2007). Dengan demikian diperkirakan rata-rata konsumsi daging sapi masih sangat kecil < 1 kg/kapita/tahun, karena kontribusi daging sapi hanya sekitar 18% saja (DEPTAN, 2008).

Sebagian besar konsumen daging sapi adalah penduduk yang tinggal di sekitar perkotaan, terutama penduduk dengan tingkat pendapatan yang cukup baik. Sebaliknya, masih banyak masyarakat golongan ekonomi lemah yang sangat jarang mengkonsumsi daging sapi kecuali pada saat perayaan hari-hari besar keagamaan atau kegiatan upacara adat. Hal tersebut yang menjadi salah satu penyebab bahwa elastisitas pendapatan terhadap permintaan produk peternakan, terutama daging sapi, relatif cukup tinggi (SOEDJANA *et al.*, 1994). Oleh karena itu, daging sapi belum merupakan kebutuhan pokok mayoritas penduduk Indonesia.

Harga daging sapi dalam beberapa dasawarsa terakhir ini cenderung terus meningkat. Hal ini diperkirakan telah mendorong dan menyebabkan pengurusan sapi secara berlebihan. Dalam dekade terakhir ini populasi sapi mengalami penurunan, dimana pada periode 2001 sampai 2006 turun sebesar 2,8 persen per tahun (DITJENNAK, 2006). Penurunan populasi ini lebih merisaukan karena terjadi pada wilayah sentra produksi yakni NTB, NTT, Sulawesi, Lampung dan Bali. Di Jawa, sebagai kawasan yang paling banyak memiliki sapi, juga mengalami kecenderungan serupa karena masih terjadi pemotongan sapi betina produktif dan ternak muda (DIWYANTO *et al.*, 2005).

SUMADI *et al.* (2008) mengindikasikan bahwa kemungkinan populasi riil sapi potong hanya sekitar 70 – 80% dari data resmi yang ada. Di Kecamatan Sentolo, Prambanan dan Kasihan DIY, senjang populasi riil sapi potong mencapai 40 – 57% atau rata-rata sekitar 47%, lebih rendah dibandingkan dengan data resmi di daerah tersebut. Hal serupa terjadi di beberapa kecamatan lain, dengan senjang yang cukup bervariasi, yaitu: beberapa kecamatan di Jawa Tengah (25%), Jawa Barat (17%), Jawa Timur (37%), Sumatera Barat (35%), dan Sumatera Selatan (17%). Informasi tersebut di atas harus diperhatikan, antara lain dalam menyusun program inseminasi buatan (IB) terkait dengan penyediaan semen dan aseptor.

Impor daging dan jerohan serta sapi bakalan yang terus meningkat, merupakan indikator bahwa peningkatan produksi daging sapi di dalam negeri tidak mampu mengimbangi laju peningkatan permintaan. Dalam kajiannya, KASRYNO *et al.* (2004) meramalkan bahwa permintaan daging sapi dalam dasawarsa mendatang akan meningkat 2 – 3 kali dari konsumsi saat ini sebagai akibat perkembangan ekonomi, perubahan gaya hidup dan pertambahan penduduk. Hal ini berpotensi memicu lonjakan impor daging dan sapi bakalan yang diperkirakan dapat mencapai 70% dari total kebutuhan domestik (QUIRKE *et al.*, 2003), bila tidak ada upaya terobosan yang dapat mendorong usaha budidaya sapi potong untuk menghasilkan sapi bakalan.

Makalah ini akan membahas dampak *crossbreeding* dalam program inseminasi buatan (IB) terhadap budidaya dan kinerja reproduksi sapi potong di Indonesia. Pembahasan dimulai dari pemahaman tentang berbagai kegiatan budidaya sapi potong, hal-hal yang mempengaruhi keberhasilan IB, serta kinerja reproduksi sapi *crossbred* dan hal-hal lain yang harus diperhatikan agar diperoleh produktivitas secara optimal.

BUDIDAYA SAPI POTONG

Dalam budidaya sapi potong terdapat beberapa kegiatan yang saling terkait, yaitu: (i) pelestarian, (ii) pembibitan, (iii) perkembangbiakan atau *cow-calf operation* (CCO), (iv) pembesaran dan (v) penggemukan. Kegiatan pelestarian biasanya dilakukan oleh masyarakat, misalnya pada sapi Bali, sehingga sering disebut sebagai *genetic conservation by community*. Sementara itu, konservasi murni biasanya dilakukan oleh Pemerintah untuk kerabat liarnya, misalnya konservasi Banteng di Pangandaran, Baluran dan Ujung Kulon.

Pembibitan adalah kegiatan untuk menghasilkan bibit unggul dengan cara pemurnian atau persilangan. Seleksi untuk ternak-ternak murni telah dilakukan pada Sapi Bali, Simmental, Limousin, dan lain sebagainya, walaupun hasilnya masih belum optimal. Beberapa pejantan hasil seleksi dari Balai Pembibitan Ternak Unggul (BPTU) telah dipergunakan oleh Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB) Singosari sebagai donor dalam memproduksi semen beku. Semen beku yang diproduksi BBIB tersebut telah dimanfaatkan untuk meningkatkan mutu genetik sapi secara murni, atau persilangan untuk menghasilkan bangsa ternak komposit dan komersial serta untuk *upgrading* sapi lokal.

Usaha CCO bertujuan untuk menghasilkan pedet atau sapi bakalan yang dibesarkan untuk penggemukan. Usaha ini dapat dilakukan dengan mengembangkan sapi bangsa murni, atau persilangan (*crossbreeding*) melalui kegiatan IB dengan pejantan eksotik. Keuntungan *crossbreeding* adalah untuk memperbaiki *fitness* dan *viability* (daya hidup) atau untuk menghasilkan sapi dengan kombinasi genetik sifat-sifat keunggulan dari dua tetuanya. Parameter keberhasilan usaha CCO ini adalah jumlah anak yang dapat dilahirkan induk sapi dalam kurun waktu tertentu (*calf crop*). Oleh karena itu, keberhasilan CCO sangat terkait dengan performans reproduksi dan tingkat mortalitas induk dan anak. Performans reproduksi yang sangat penting antara lain adalah: (i) umur beranak pertama, (ii) *service per conception* atau S/C, (iii) jarak beranak atau *calving interval* (CI), serta (iv) masa produktivitas induk atau *longevity*.

Saat ini, usaha peternakan untuk menghasilkan sapi bakalan 99% dilakukan oleh peternakan rakyat (DJAJANEGARA dan DIWYANTO, 2001), yang umumnya berskala kecil dengan tingkat kepemilikan 2 – 3 ekor/KK atau bahkan saat ini hanya sekitar 1 – 2 ekor/KK (SUMADI *et al.*, 2008) seperti tertera pada Tabel 1. Usaha ini biasanya terintegrasi dengan kegiatan lainnya, sehingga fungsi sapi sangat kompleks dalam menunjang kehidupan peternak (PEZO dan DEVENDRA, 2002). Dalam hal ini, petani hanya berperan sebagai *keeper* atau *user*, bukan sebagai *producer*.

Tujuan pemeliharaan sapi dalam usaha CCO dengan IB maupun kawin alam selain untuk menghasilkan pedet adalah untuk: (1) akumulasi aset, tabungan dan asuransi, (2) mengisi waktu luang dan memanfaatkan biomasa yang ada, (3) usahatani untuk menghasilkan kompos, energi dan jasa, serta (4) sebagai simbol status sosial atau hobi. Kondisi ini justru yang menyebabkan usaha CCO tetap bertahan pada peternakan rakyat, walaupun secara ekonomis (parsial) tidak memberi keuntungan (*profit*). Namun usaha ini dirasakan peternak tetap memberi manfaat (*benefit*), dengan cara membatasi penggunaan eksternal *input* (DIWYANTO *et al.*, 2005).

Seandainya biaya pakan seekor induk sekitar Rp. 10.000/ekor/hari, jarak beranak sekitar 400 hari, maka biaya pakan untuk menghasilkan pedet sedikitnya Rp. 4 juta/ekor. Bila diasumsikan biaya pakan adalah 70% dari biaya produksi, maka biaya untuk menghasilkan seekor pedet terlahir sekitar Rp. 5,7 juta/ekor. Sementara itu harga (nilai) pedet umur sehari paling tinggi sekitar Rp. 2 – 3 juta/ekor, dan baru dapat dijual setelah disapih (> 3 bulan). Taksiran harga-harga di atas dapat disesuaikan untuk masing-masing daerah. Fakta inilah yang menjadi alasan, mengapa hampir tidak ada *investor* yang tertarik dalam usaha CCO (DIWYANTO, 2008). Oleh karena itu, upaya untuk menekan biaya pakan harus dilakukan, dan dibarengi dengan meningkatkan efisiensi reproduksi, serta

menambah nilai manfaat atau *output* dari usaha ini misalnya mengolah dan memanfaatkan kotoran (*manure* dan *urine*) untuk biogas dan kompos. Kaitannya dengan hal tersebut, Pemerintah telah memfasilitasi *investor* atau peternak untuk memanfaatkan Kredit Usaha Pembibitan Sapi (KUPS) dengan subsidi bunga menjadi sekitar 5%.

Usaha pembesaran dan penggemukan mungkin lebih menarik bagi *investor*, dan saat ini peternak kecilpun sudah mulai mengembangkan usaha ini (DIWYANTO dan PRIYANTI, 2008). Pembesaran dapat dilakukan secara ekstensif, yaitu dengan cara menggembalakan sapi di padang pangan, atau tempat lain yang memungkinkan ternak merumput (*grazing*) dengan bebas. Pada periode ini, sapi lebih banyak bertumbuhkembang pertulangan atau ukurannya. Namun, dengan menyusutnya areal padang pangan menyebabkan usaha pembesaran secara ekstensif menghadapi tantangan yang besar.

Dalam usaha penggemukan, sapi harus mendapat makanan yang sesuai agar dapat mencapai pertambahan bobot badan yang tinggi. Pada penggemukan yang dilakukan dengan cara sangat intensif maka *input* eksternal dapat diberikan secara maksimal, dimana biaya pakan untuk setiap kg pertambahan bobot badan harus ekonomis menguntungkan.

Kelangkaan sapi bakalan (*feeder cattle*) di dalam negeri disertai permintaan daging yang terus meningkat, telah menjadi pendorong pengusaha untuk mengimpor sapi bakalan. Untuk mengurangi ketergantungan yang semakin besar pada impor sapi bakalan, sekaligus untuk meminimalkan impor daging dan menghentikan impor jerohan, usaha CCO harus terus dipacu dan dikembangkan. Langkah ini, sesuai dengan Undang-undang Nomor 18/2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan, yang mengamankan peningkatan ketersediaan sapi bakalan yang berkualitas dalam jumlah besar dan berkelanjutan.

Tabel 1. Rata-rata kepemilikan sapi potong per peternak di Indonesia (Jawa dan Sumatera) tahun 2008

Bangsa (<i>breed</i>)	Populasi (ekor)	% total populasi	<i>Animal unit</i> (AU)	Pemilik (orang)	Rata-rata kepemilikan	
					Ekor	AU
PO	26.482	34,3	18.699	13.287	1,99	1,41
SIMPO (Simental x PO)	33.684	43,6	23.709	16.014	2,10	1,48
LIMPO (Limousin x PO)	11.761	15,2	7.765	6.284	1,87	1,24
BALI	1.394	1,8	1.065	268	5,20	3,98
PESISIR	1.704	2,2	1.423	210	8,11	6,78
MADRAS (Madura x Angus)	1.629	2,1	1.244	823	1,98	1,33
BRANGUS (Brahman x Angus)	30	0,04	23	16	1,87	1,42
FREKSI (Friesien Holstein x Simental)	576	0,75	184	433	1,33	0,42
	77.260	100	54.115	37.335	2,07	1,45

Sumber: SUMADI *et al.* (2008)

MASALAH DAN KENDALA DALAM USAHA COW CALF OPERATION (CCO)

Terbatasnya ketersediaan pakan (rumpun atau biomasa) dan air pada musim kemarau, menjadi salah satu kendala terbesar dalam usaha CCO di sebagian besar kawasan padat ternak. Hal ini disebabkan karena semakin berkurangnya areal padang pangan, berubahnya fungsi lahan pertanian, serta terbatasnya faktor pendukung yang diperlukan (misalnya: embung). Kekurangan pakan dan masalah penyakit secara langsung akan menyebabkan tingkat kematian anak sapi sangat tinggi yang dapat mencapai 48% (TALIB *et al.*, 2003).

Selain itu, masalah lain yang muncul adalah meningkatnya kasus pencurian ternak, serta terbatasnya dana pinjaman lunak jangka panjang yang dapat diakses peternak. Peternak juga sangat sulit untuk meningkatkan skala usaha, karena faktor pakan dan/atau tenaga kerja untuk mencari pakan. Saat ini juga masih terjadi segmentasi dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya lahan, misalnya usaha pertanian/perkebunan yang bersifat monokultur.

Teknologi untuk meningkatkan kualitas, ketersediaan dan pengawetan pakan belum sepenuhnya dikuasai petani, seperti pengembangan gudang pakan (*feed bank*), pengkayaan pakan (*feed enrichment*), pola integrasi *crop livestock system* (CLS) atau *food feed system*, maupun strategi pemberian pakan yang lebih rasional (*feeding strategy*). Kelebihan pakan sumber serat, energi atau protein di suatu wilayah belum secara optimal dimanfaatkan untuk pengembangan usaha CCO, sebaliknya kawasan yang padat ternak pada musim kemarau mengalami kekurangan pakan. Daerah Pantura Jawa Barat yang merupakan lumbung padi misalnya, ternyata praktis masih kosong ternak (Tabel 2). Kawasan ini mempunyai potensi untuk dapat menampung sedikitnya dua juta ekor sapi sepanjang tahun melalui pemanfaatan jerami sebagai sumber pakan (serat) utamanya.

Tabel 2. Luas lahan sawah dan jumlah sapi potong di Jawa

Provinsi	Luas sawah (ha)	Populasi (000 ekor)	Rasio (pop : luas)
Jawa Timur	1.096.077	2.524,6	2,30
Jawa Tengah	967.808	1.391,4	1,44
DIY	141.017	264,5	1,87
Jawa Barat	917.725	267,4	0,29
Banten	365.836	54,9	0,15

Sumber: DITJENNAK (2007)

Teknologi pemuliaan dan reproduksi masih sangat jauh dari jangkauan peternak terutama di luar Pulau Jawa dan Bali, karena masalah fundamental tentang

pakan dan air pada saat musim kering masih menjadi kendala yang belum dapat diatasi. Terbatasnya adopsi teknologi ini juga tidak terlepas dari kurangnya insentif ekonomi yang diperoleh peternak, kecuali teknologi inseminasi buatan (IB) untuk *crossbreeding* di Jawa.

INSEMINASI BUATAN

Teknologi IB telah diaplikasikan secara meluas di dunia yang dimulai sejak 60 tahun yang lalu. Di Indonesia, teknologi ini baru mulai diimplementasikan secara luas sejak tahun 1970-an (SITORUS, 1973; PUTRO, 2009). Secara alami seekor pejantan hanya mampu melayani 20 – 30 ekor betina dalam satu periode kawin pada satu kelompok ternak, tetapi dengan teknologi IB kemampuannya meningkat ribuan kali per tahun. Teknologi IB dapat dipergunakan untuk membantu pelaksanaan program seleksi pada sapi potong, karena akan meningkatkan intensitas seleksi (i). Namun hal ini akan diimbangi dengan meningkatnya interval generasi (L), karena diperlukan uji zuriat atau *progeny testing* yang memerlukan waktu cukup lama. Oleh karena itu, diperlukan upaya lain agar rasio i/L maksimum, sehingga respon seleksi (R) setiap tahunnya dapat terus meningkat (FALCONER dan MACKAY, 1996). Dalam jangka panjang aplikasi IB juga dapat berpengaruh terhadap keragaman sehingga respon seleksi mengalami pelandaian (*plateau*). Sementara itu, bila tidak didukung dengan pencatatan yang baik, peluang akan terjadi silang dalam (*inbreeding*) sangat besar, sehingga untuk jangka waktu tertentu dibutuhkan pemasukan daerah baru melalui *outcrossing*.

Aplikasi IB di Indonesia saat ini sudah sangat meluas, terutama pada sapi perah, serta sapi potong dan mungkin termasuk yang terbesar di dunia. Hal ini antara lain dikarenakan langkanya pejantan di beberapa kawasan sentral produksi sapi. Arah dan tujuan kegiatan IB di Indonesia tidak jelas karena tidak berada dalam suatu program perbaikan mutu genetik yang tertata baik (HARDJOSUBROTO, 2002). Implikasi persilangan dalam program IB pada sapi potong di Indonesia sangat beragam (SUBANDRIYO, 2009), oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi untuk memperbaiki strateginya agar diperoleh manfaat yang lebih besar. Di beberapa negara maju, seperti Australia, Amerika dan Eropa, aplikasi IB pada sapi potong relatif sangat terbatas pada kelompok *elite* untuk tujuan menghasilkan bibit (pembibitan/pemuliaan), dan bukan untuk kegiatan CCO seperti di Indonesia.

Penyempurnaan kegiatan IB di Indonesia yang saat ini sedang dan akan terus dilakukan harus dikerjakan terutama dalam aspek pemilihan pejantan, menghindari terjadinya depresi akibat *inbreeding* serta hal-hal lain yang berkaitan dengan pelaksanaan IB itu sendiri, antara lain: (i) kualitas sperma, (ii) kualitas

resipien, (iii) ketepatan deteksi estrus, dan (iv) keterampilan inseminator.

Keberhasilan IB untuk menghasilkan seekor pedet saat ini cukup bervariasi, tetapi untuk beberapa kawasan telah berhasil dengan baik (SETIADI *et al.*, 1997; SIREGAR *et al.*, 1997). Salah satu kunci keberhasilan IB adalah, sapi dipelihara secara intensif dengan cara dikandangkan. Hal ini akan memudahkan dalam deteksi berahi serta memudahkan petugas untuk melaksanakan IB. Akan tetapi secara umum, keberhasilan IB masih lebih rendah dibandingkan dengan kawin alam, seperti yang disinyalir SUBARSONO (2009). Dalam laporannya dikatakan bahwa Pemeriksaan Kebuntingan (PKB) sapi yang di IB di DIY menunjukkan sebagian besar sapi tidak bunting (Tabel 3). Persentase sapi yang di IB dan tidak bunting pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2009 berkisar 45 – 65%, dan ada kecenderungan setiap tahun terus meningkat.

Tabel 3. Persentase kebuntingan hasil IB dalam kegiatan PKB Swadaya pada peternakan rakyat di D.I. Yogyakarta

Tahun	Sampel (ekor)	Bunting (%)	Kosong (%)
2005 (4 bulan)	62	40,32	59,67
2006	230	54,34	45,65
2007	191	43,45	56,54
2008	347	38,04	61,95
2009 (7 bulan)	241	34,85	65,14

Sumber: SUBARSONO (2009)

Dari data tersebut di atas memberi indikasi yang sangat jelas bahwa program IB di DIY perlu pengamatan yang lebih cermat, apakah menurunnya persentasi kebuntingan disebabkan karena faktor teknis, genetik atau faktor lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian apakah kualitas semen di tingkat

peternak masih tetap baik, apakah kondisi atau kesehatan sapi benar-benar baik, apakah deteksi berahi tepat, dan apakah kinerja inseminator sudah maksimal.

Secara komprehensif laporan perihal keberhasilan IB untuk meningkatkan mutu genetik sapi (produktivitas) sampai saat ini belum ada. Demikian pula halnya dengan kinerja performans reproduksi sapi *crossbred* hasil IB praktis belum banyak dilakukan evaluasinya, kecuali sinyalemen yang disampaikan PUTRO (2009). Oleh karena itu, pelaksanaan IB harus disesuaikan dengan tujuan dan sasaran akhir yang akan dituju, serta dengan memperhatikan kemungkinan adanya interaksi genetik dan lingkungan (*genotype environment interaction*, GEI). Apabila IB ditujukan untuk menghasilkan bakalan pada usaha CCO, maka penggunaan pejantan yang berukuran besar (misalnya: Simental maupun Limousin) hanya dapat dilakukan di daerah yang ketersediaan pakannya memadai (DIWYANTO *et al.*, 1999; PUTRO, 2009; SUMADI, 2009).

Dalam program IB, ternyata pelaksanaan di lapang diterjemahkan sebagai kegiatan *upgrading* sapi lokal dengan sapi impor dari *breed* (bangsa) kelompok *Bos taurus* (PUTRO, 2009; SUBANDRIYO, 2009; SUMADI, 2009). Dalam hal ini, IB dilakukan dengan cara mengawinkan keturunannya yang selalu disilangbalikkan (*back cross*) dengan bangsa pejuantannya dengan maksud mengubah bangsa induk (lokal) menjadi bangsa pejuantannya (impor). Saat ini masyarakat cenderung memilih *upgrading* dengan bangsa tertentu seperti Simental, Limousin atau Brangus. Anjuran untuk melakukan *back cross* dengan sapi lokal tidak mendapat respon, sehingga jumlah semen sapi lokal yang diproduksi BBIB sangat kecil (Tabel 4) yang disesuaikan dengan permintaan (BBIB-SINGOSARI, 2008). Bila hal ini dibiarkan berlanjut, maka dikhawatirkan akan terjadi penurunan daya reproduksi dan adaptasi terutama pada peternakan yang tidak mampu menyediakan pakan atau manajemen yang sesuai (PUTRO, 2009).

Tabel 4. Potensi pejantan BBIB Singosari dan preferensi peternak tahun 2008

<i>Breed</i>	Jumlah (ekor)	Umur (tahun)	Aktif (ekor)	Potensi (dosis)	Permintaan (dosis)
Brahman	7	0,3 – 12	3	27.500	46.403
Ongole	2	4 – 6	2	15.000	24.631
Madura	2	4 – 5	2	6.000	3.370
Bali	10	4 – 11	5	45.000	69.074
Angus	3	0,5 – 3	1	2.000	1.358
Simental	22	3 – 11	22	455.000	462.219
Limousin	25	3 – 11	25	684.500	913.396
FH	30	2 – 12	15	284.000	375.847
Brangus	2	3 – 5	1	5.000	18.388
Jumlah	103		76	1.524.000	1.914.486

Sumber: BBIB SINGOSARI (2008)

DAMPAK *CROSSBREEDING* TERHADAP KINERJA REPRODUKSI DALAM PROGRAM IB

Sapi potong yang banyak dipelihara peternak adalah sapi lokal (Bali, Madura, Pesisir, Ongole, dan lain sebagainya), atau persilangannya dengan sapi *Bos indicus* (Brahman) atau *Bos taurus* (Simmental, Limousin, dan sebagainya), atau campuran ketiganya (Brangus). Sapi lokal mempunyai keistimewaan yaitu: adaptif, daya reproduksi tinggi, tahan berbagai penyakit/parasit tropis, kualitas kulit sangat bagus, serta punya karkas yang lebih baik (sapi Bali). Dalam kondisi kurang pakan, sapi lokal akan terlihat sangat kurus, tetapi masih mampu untuk berahi, ovulasi, dan bunting (PUTRO, 2009). Sementara itu, hal-hal yang kurang baik pada sapi lokal adalah kurang responsif bila diberi pakan berkualitas, Pertambahan Bobot Hidup Harian (PBHH) rendah, dan mempunyai bobot potong kecil, serta produksi susu yang rendah. Pada saat musim kering dan kurang pakan, sapi lokal akan melahirkan anak dengan ukuran kecil, dan sebagian mati dalam usia dini karena kekurangan susu.

Sebagian besar peternak di Jawa dan beberapa wilayah lain sangat menyukai sapi hasil persilangan terutama keturunan sapi Simmental atau Limousin (SUMADI, 2009). Di beberapa wilayah lain seperti Jawa Tengah dan Lombok sebagian peternak menyukai keturunan Brangus. Peternak menyukai sapi *crossbred* karena ukuran (bobot) sapi yang lebih besar, sehingga harga jual pedet jantan untuk sapi bakalan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sapi lokal. Hal ini menyebabkan proporsi sapi lokal (PO) di beberapa wilayah Jawa menurun sangat drastis, kurang dari 30% (SUMADI, 2009). Pada saat pakan sulit di musim kering, peternak tidak mampu menyediakan pakan yang memadai. Hal ini menyebabkan daya reproduksi sapi *crossbred* hasil IB menurun, yang tercermin dari *calving rate* dan *calving interval* yang buruk (PUTRO, 2009).

Secara teoritis, sapi *crossbred* hasil IB, terutama yang proporsi *Bos taurus*-nya lebih dari 50% mempunyai ukuran tubuh yang lebih besar. Sebagai konsekuensinya, kebutuhan pakan untuk *maintenance* jauh lebih besar dibandingkan dengan sapi lokal yang ukurannya lebih kecil. Sering dijumpai peternak yang tidak mampu menyediakan pakan cukup, sampai dapat menyebabkan kematian pada ternaknya. Salah satu

penyebab kegagalan program IB di NTT adalah faktor kekurangan pakan, karena ada interaksi antara genotipe dengan lingkungan (GEI). Lima puluh persen hasil IB adalah anak betina yang harus diperlihara untuk *replacement*. Bila sapi betina silangan ini kurang pakan, badan akan menjadi sangat kurus, dan biasanya sulit berahi, atau berahi tapi tidak nyata (*silent heat*), atau ada berahi tetapi tidak terjadi kebuntingan (*rebreding*). Seandainya sapi silangan ini mampu bunting, tetapi kemudian kekurangan pakan, maka kemungkinan besar akan terjadi keguguran.

Dengan demikian, sapi silangan yang kurang mendapat perawatan dengan baik akan menjadi sapi yang tidak produktif (Tabel 5) yang dicirikan dengan: (i) angka konsepsi atau *conception rate* (CR) menurun, (ii) inseminasi per konsepsi (S/C) yang tinggi, dan (iii) hari-hari kosong (*days open*) yang semakin panjang (PUTRO, 2009). Hal ini selanjutnya akan berdampak pada *calving interval* yang panjang, serta masa produktif atau *longivity* yang pendek. Penyebab terjadinya hal-hal tersebut adalah gangguan reproduksi (Tabel 6), seperti: (i) persentase *anestrus* pascaberanak yang tinggi, (ii) persentase gangguan endometris yang meningkat, (iii) frekuensi perkawinan ulang atau *repeat breeding* yang membesar, serta (iv) meningkatnya kejadian korpus *luteum* persisten (PUTRO, 2009). Fenomena ini mungkin yang menjadi salah satu penyebab mengapa jumlah sapi bakalan hasil IB tidak mampu memenuhi kebutuhan usaha *feedlotter* yang saat ini berkembang pesat.

Kegagalan reproduksi atau tidak tercapainya efisiensi reproduksi secara optimal tersebut di atas merupakan akibat dari faktor lingkungan, hormonal, genetik, dan penyakit (TRIWULANNINGSIH *et al.*, 2009). Faktor-faktor tersebut dapat mengganggu proses reproduksi sapi *crossbred* (PUTRO, 2009) yang pada gilirannya akan menyebabkan *anestrus*, infertilitas akibat kegagalan fertilisasi dan kematian embrio dini, kematian fetus, atau kematian perinatal dan neonatal. Sapi *crossbred* juga sering dijumpai mengalami siklus estrus yang tidak normal, seperti siklus estrus pendek, siklus estrus panjang, *split estrus*, *nymphomania*, dan *silent estrus* (berahi tenang) atau *quite ovulation*. Siklus estrus pendek pada sapi *crossbred* biasanya terjadi tanpa adanya tanda-tanda berahi yang mudah diamati. Kejadian *nymphomania* pada sapi *crossbred* ditandai

Tabel 5. Kinerja reproduksi sapi PO dan *crossbred* Simental-PO asektor inseminasi buatan di D.I. Yogyakarta

Kinerja reproduksi	PO	F-1 atau <i>crossbred</i> (50% <i>Bos taurus</i>)	<i>Back-cross</i> 1 (75% <i>Bos taurus</i>)	<i>Back-cross</i> 2 (87,5% <i>Bos taurus</i>)	<i>Back-cross</i> 3 (> 87,5 % <i>Bos taurus</i>)
<i>Conception rate</i> (CR), %	80	68	60	39	34
<i>Service per conception</i> (S/C)	1,20	1,90	2,30	3,40	3,50
<i>Days open</i> , hari	158	189	205	236	219

Sumber: PUTRO (2009)

Tabel 6. Reproduksi klinis sapi PO dan *crossbred* Simental-PO asektor inseminasi buatan di D.I. Yogyakarta

Reproduksi klinis	PO	F-1 atau <i>crossbred</i> (50% <i>Bos taurus</i>)	<i>Back-cross</i> 1 (75% <i>Bos taurus</i>)	<i>Back-cross</i> 2 (87,5% <i>Bos taurus</i>)	<i>Back-cross</i> 3 (> 87,5% <i>Bos taurus</i>)
<i>Anestrus post partum</i> , %	38	44	58	68	76
Endometris, %	8	17	22	31	28
<i>Repeat breeding</i> , %	28	38	47	62	68
Korpus Luteum Persisten, %	6	13	15	19	16

Sumber: PUTRO (2009)

dengan estrus yang terlihat terus menerus atau estrus dengan interval yang tidak teratur, serta sering keluar banyak mukus dari vulva, dan lain sebagainya.

Angka fertilitas pada sapi potong yang digembalakan di padang pangan dengan sistem kawin alam biasanya sangat tinggi. Pada kondisi yang normal 90% sel telur yang diovulasikan berhasil dibuahi (TRIWULANNINGSIH *et al.*, 2009). Tetapi hal ini tidak terjadi pada kegiatan IB sapi *crossbred* dengan tingkat kegagalan yang bervariasi, sesuai komposisi genotipenya (PUTRO, 2009). Oleh sebab itu, penelitian yang lebih mendalam harus dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor apa yang menjadi penyebab utama kegagalan reproduksi atau fenomena tersebut di atas.

Dari hasil pengamatan di lapang serta kajian oleh beberapa peneliti, sapi silangan mempunyai keunggulan dari segi performans produksi (berat lahir, berat sapih, berat setahun (*yearling*)), dan PBHH, dibandingkan dengan sapi lokal. Akan tetapi di sisi lain sapi silangan juga mempunyai beberapa kekurangan (HARDJOSUBROTO, 2002) antara lain: (i) reproduktivitas sapi silangan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan sapi lokal; (ii) sebagian sapi silangan mudah terkena penyakit mata (kasus di lapangan/DIY) atau rentan terhadap serangan parasit; serta (iii) berdasarkan analisis finansial usaha pemeliharaan sapi silangan mempunyai nilai NPV yang kecil bahkan negatif. Hal ini dikarenakan sapi-sapi *crossbred* biasanya mempunyai ukuran tubuh besar sehingga juga memerlukan *input* eksternal yang lebih besar.

Dari beberapa laporan (PUTRO, 2009; SUMADI, 2009) mengisyaratkan bahwa S/C sapi silangan cenderung semakin meningkat, yang rata-rata di atas 2 (dua). Bahkan untuk beberapa kasus banyak kejadian nilai S/C dapat mencapai di atas 3 (tiga), sehingga jarak beranak lebih dari 18 bulan. Ada beberapa kemungkinan yang menjadi penyebab rendahnya angka konsepsi ini, yaitu: (i) kualitas semen di tingkat peternak menurun, (ii) kondisi resepien yang tidak baik karena faktor genetik, atau faktor fisiologis karena kurang pakan, (iii) deteksi berahi yang tidak tepat karena kelalaian peternak atau karena *silent heat*, serta

(iv) keterampilan *inseminator* yang masih perlu ditingkatkan.

Beberapa kerancuan yang sering dijumpai adalah pemilihan calon pejantan tipe besar (*large breed*) untuk tujuan IB dengan nilai pemuliaan untuk bobot lahir yang jauh di atas rata-rata. Sementara itu, ukuran *pelvis* induk kurang mendapat perhatian padahal sangat bermanfaat untuk mengurangi kejadian *dystocia*, terutama bila kita melakukan persilangan sapi lokal dengan bangsa (sapi) tipe besar (DIWYANTO, 1992). Sebenarnya kasus *dystocia* banyak terjadi di lapang, tetapi laporan konkrit tentang hal ini sangat terbatas. Untuk mengurangi kejadian ini maka disarankan agar persilangan dilakukan pada sapi induk lokal yang pernah melahirkan, mempunyai ukuran *pelvis* besar, menggunakan pejantan yang mempunyai bobot lahir rendah, serta dilakukan pengawasan pada saat melahirkan.

Teknologi IB hanya akan berhasil bila empat faktor tersebut di atas dapat dioptimumkan, disamping faktor-faktor lain seperti yang terjadi pada kawin alam. Keterbatasan jumlah pejantan dalam program IB kemungkinan dapat mengakibatkan peningkatan tingkat silang dalam (*inbreeding*), sehingga perlu dibuat pola dan sistem yang jelas. Perlu dicatat bahwa IB tidak dapat meningkatkan persentase kelahiran bila dibandingkan dengan kawin alam, akan tetapi IB dapat dipergunakan untuk mengatasi kelangkaan pejantan yang saat ini banyak dijumpai di lapang.

Sebaiknya, pelaksanaan IB hanya dilakukan pada peternakan yang sistem pemeliharaannya cukup intensif, antara lain peternakan pola CLS atau manajemen kandang kelompok seperti di DIY dan NTB. Untuk tujuan produksi tidak diperlukan pejantan (*Bos taurus*) yang berkualitas prima, tetapi cukup yang moderat (di atas rata-rata) dengan harapan akan diperoleh keuntungan heterosis. Program persilangan sapi lokal dengan *Bos taurus* melalui IB yang tidak tepat justru berpotensi mengurangi produktivitas, meningkatkan kematian dan kejadian *dystocia*, mempertinggi atau meningkatkan nilai S/C, memperpanjang jarak beranak, menghasilkan margin yang kecil serta daya saing yang rendah.

PENELITIAN TERBATAS DI JAWA TIMUR

TIM ANALISIS KEBIJAKAN PUSLITBANG PETERNAKAN (2009) (belum dipublikasi) mengadakan suatu survei terbatas di Jawa Timur pada bulan Nopember – Desember 2008. Sebanyak 395 ekor sapi betina dewasa di Kabupaten Jember dan Jombang dipergunakan sebagai sampel yang ditetapkan secara *purposive*. Sapi dikelompokkan dalam tiga kategori yaitu induk bunting, induk tidak bunting dan dara (*heifer*). Parameter yang diamati atau ditanyakan kepada peternak dan petugas inseminator adalah genotipe sapi, umur sapi, kondisi (*body condition score*, BCS), serta hal-hal yang terkait dengan keberhasilan IB yang meliputi S/C, *anoestrus post partum* (APP), *days open* (DO), serta *expected calving interval*. Beberapa parameter atau informasi lain terkait dengan kesehatan, manajemen, kondisi sosial ekonomi peternak juga dikumpulkan.

Dari 125 ekor induk bunting yang datanya benar-benar akurat diketahui bahwa sapi yang mempunyai S/C = 1 sebesar 51%; sementara yang lainnya dengan frekuensi lebih rendah (Tabel 7). Secara rata-rata S/C induk bunting dalam penelitian ini relatif cukup kecil, yaitu 1,84 ($\pm 1,06$). Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata S/C sapi potong hasil IB di kedua lokasi relatif cukup bagus. Dalam penelitian ini, nilai S/C dipengaruhi oleh skor kondisi tubuh induk ($P < 0,05$). Pada kondisi tubuh sedang ($BCS \leq 2,5$) S/C = 1,51; semakin gemuk induk, menyebabkan peningkatan nilai S/C. Fenomena serupa dengan laporan PUTRO (2009) bahwa nilai S/C sapi dalam program IB dipengaruhi oleh nilai BCS.

Tabel 7. Kinerja reproduksi sapi potong dalam program IB di Jawa Timur

	Nilai S/C	Frekuensi (%)	Calving interval (CI = bulan)	Frekuensi (%)
	1	51	< 12,2	17
	2	32	12,3 – 14,2	35
	3	10	14,3 – 16,2	22
	4	7	16,3 – 18,2	18
			> 18,3	8
Rata-rata	1,84 \pm 1,06		18,04 \pm 2,58	

Sumber: TIM ANJAK PUSLITBANG PETERNAKAN (2009) (belum dipublikasi)

Expected calving interval dihitung berdasarkan penjumlahan *days open* dan lama kebuntingan (9,2 bulan). Pada sapi bunting, rataan *calving interval* (CI) dalam penelitian ini adalah 18,04 \pm 2,58 bulan, dengan frekuensi tertinggi (35%) pada CI 12,3 – 14,2 (Tabel 7). Sapi yang terindikasi mempunyai CI panjang lebih

banyak disebabkan karena mempunyai APP dan DO yang cukup panjang dan bukan disebabkan oleh S/C yang tinggi.

Apabila dua parameter tersebut disandingkan, terlihat fenomena yang menarik yaitu: (i) terdapat 18% dan 13% sapi dengan *service per conception* sangat rendah (S/C = 1) namun mempunyai *expected CI* cukup panjang 14,3 – 16,2 bulan dan lebih dari 16,3 bulan; sebaliknya (ii) terdapat 9% sapi dengan *service per conception* cukup tinggi (S/C = 3) tetapi mempunyai *expected CI* < 12,2 bulan. Hal ini menegaskan bahwa panjangnya CI lebih banyak dipengaruhi oleh APP dan DO, walaupun secara umum terdapat kecenderungan S/C yang tinggi akan menyebabkan CI panjang. Sementara itu untuk beberapa kasus terjadi pemborosan penggunaan semen, karena 9% sapi ternyata mempunyai kinerja reproduksi bagus tapi mempunyai nilai S/C terlalu tinggi.

Apabila diamati lebih teliti bahwa genotipe sapi hasil IB di Jawa Timur kurang memberi pengaruh terhadap nilai S/C. Pola atau kinerja reproduksi yang dicerminkan dari nilai S/C sapi hasil IB dengan genotipe atau proporsi darah *Bos taurus* yang berbeda ternyata hampir sama. Hal ini mengindikasikan bahwa program IB di kedua lokasi dengan tingkat pengelolaan yang relatif baik, tidak atau belum mempengaruhi daya reproduksi sapi betina yang dipergunakan untuk usaha CCO. Hasil ini berbeda dengan laporan PUTRO (2009) seperti yang dijelaskan dalam Tabel 5 dan 6. Oleh karena itu, penelitian yang lebih mendalam dan dengan menggunakan sampel lebih banyak sangat diperlukan, agar perbedaan ini dapat dijelas dengan lebih gamblang. Sementara itu, BCS pada berbagai kelompok genotipe hampir tidak berkorelasi dengan nilai S/C. Hanya sapi-sapi yang terlalu kurus atau terlalu gemuk yang mempunyai kecenderungan sulit untuk bunting, dan hal ini sesuai dengan laporan PUTRO (2009).

Dari 156 ekor induk yang pernah melahirkan dan tidak bunting, terdapat 56 ekor yang sudah di IB. Ternyata 52, 30 dan 18% berturut-turut sudah di IB satu kali, dua kali, dan tiga kali atau lebih, tetapi belum bunting. Kejadian ini terjadi untuk semua kelompok genotipe dan kondisi sapi, dengan pola yang hampir sama. Apabila kedua kelompok sapi bunting dan tidak bunting dijadikan satu, diperoleh gambaran bahwa nilai S/C dari sampel yang ditetapkan dalam penelitian ini berkisar antara 2 – 3. Daya reproduksi yang tercermin dari nilai S/C sapi bunting maupun tidak bunting menunjukkan kecenderungan yang hampir sama pada semua kelompok genotipe.

Beberapa kasus dengan frekuensi tidak terlalu besar yang pernah dijumpai dalam penelitian tersebut adalah: (i) sapi di IB lebih dari 5 kali, bahkan sampai 10 kali tetapi tidak bunting, (ii) sapi yang pernah melahirkan anak sampai 8 kali masih tetap produktif, (iii) IB dilakukan beberapa kali dalam satu hari atau

kurun waktu yang pendek, (iv) sapi dengan *days open* yang sangat pendek atau sangat panjang, serta (v) beberapa kejadian keguguran, *dystocia*, dan lain sebagainya. Namun kejadian atau kasus-kasus tersebut tidak terjadi dalam jumlah banyak, sehingga tidak dapat digeneralisir.

KESIMPULAN

Kegiatan IB pada sapi potong di Indonesia telah berkembang cukup luas. Hal ini menyebabkan proporsi sapi PO murni dalam populasi tinggal 30 persen. Namun arah dan tujuan dari program IB tidak jelas, apakah ke arah pembentukan ternak komposit, *terminal cross*, atau ternak komersial. Fakta yang terjadi di lapang adalah, peternak dibantu *inseminator* dalam kegiatan budidaya melakukan *up grading* ke arah Simental atau Limousin. Peternak sangat menyukai sapi *crossbred*, karena harga jual anak jantan sangat tinggi. Namun, separuh dari pedet yang dihasilkan adalah sapi betina yang dipergunakan sebagai *replacement* untuk usaha CCO atau budidaya, dan oleh undang-undang tidak boleh dipotong kecuali bila majir.

Sapi *crossbred* hasil IB ini berubah menjadi sapi tipe besar, yang semula merupakan sapi tipe kecil. Sebagian peternak mengalami kesulitan dalam penyediaan pakan bagi sapi betina produktif, sehingga sapi *crossbred* ini kurus dengan kondisi tubuh yang tidak ideal sebagai sapi induk. Dampak dari kekurangan pakan ini secara nyata terindikasi akan menyebabkan penurunan kinerja reproduksi, seperti: nilai S/C yang tinggi, jarak beranak panjang, atau *calf crop* yang rendah. Kondisi ini biasanya dibarengi dengan produksi susu yang rendah dan kematian pedet yang tinggi.

Pada kondisi pemeliharaan yang baik, kinerja reproduksi sapi *crossbred* dengan proporsi darah Simental atau Limousin tinggi, tetap baik. Akan tetapi sering dijumpai penyapihan anak sangat terlambat, sehingga induk mengalami *days open* sangat lama, yang selanjutnya berdampak pada jarak beranak yang semakin panjang, walaupun nilai S/C cukup rendah. Hal ini tidak terjadi pada sapi PO, walaupun makanan terbatas dan anak terlambat disapih, sapi tetap dapat dikawinkan, bunting dan beranak, walaupun badan terlihat sangat kurus.

Untuk meningkatkan hasil IB, peternak bersama *inseminator* harus memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan IB, seperti: (i) kualitas semen sampai di tingkat peternak, (ii) kondisi induk (BCS) sapi yang akan di IB, (iii) ketepatan deteksi berahi dan kecepatan melaporkan kepada petugas, (iv) ketrampilan/kreativitas para *inseminator* di lapang, serta (v) faktor kesehatan hewan dan manajemen (pakan) untuk mengantisipasi kemungkinan adanya interaksi pengaruh genetik dengan kondisi lingkungan.

Adanya indikasi sapi *crossbred* tidak bunting yang semakin banyak (kasus di DIY) perlu diteliti lebih jauh, sehingga dapat dicari solusinya.

DAFTAR PUSTAKA

- BBIB SINGOSARI. 2008. Tantangan dan peluang dalam penyediaan bibit unggul sapi. Disampaikan pada: Integrated Workshop di Kementerian Negara Ristek, 11 Desember 2008.
- DEPARTEMEN PERTANIAN. 2007. Statistik Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- DEPARTEMEN PERTANIAN. 2008. Statistik Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- DITJENNAK. 2006. Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- DITJENNAK. 2007. Statistik Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- DIWYANTO, K. 1992. Kesulitan melahirkan pada ternak sapi ditinjau dari aspek pemuliaan dan manajemen. Pros. Seminar ISPI Cabang Bogor. Bogor, 26 – 27 Januari 1992.
- DIWYANTO, K. 2008. Pemanfaatan sumberdaya lokal dan inovasi teknologi dalam mendukung pengembangan sapi potong di Indonesia. Pengembangan Inovasi Pertanian 1(2): 173 – 188.
- DIWYANTO, K. dan A. PRIYANTI. 2008. Keberhasilan pemanfaatan sapi Bali berbasis pakan lokal dalam pengembangan usaha sapi potong di Indonesia. Wartazoa 18(1): 34 – 45.
- DIWYANTO, K., A. PRIYANTI dan I. INOUNU. 2005a. Prospek dan arah pengembangan komoditas peternakan: Unggas, sapi dan kambing-domba. Wartazoa 15(1): 11 – 25.
- DIWYANTO, K., S. BAHRI, B. HARYANTO, I.W. RUSASTRA dan H. HASINAH. 2005b. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Sapi. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta. 44 hlm.
- DIWYANTO, K., SUPAR, dan E. TRIWULANNINGSIH. 1999. Perkembangan bioteknologi peternakan dan prospek penerapannya di Indonesia. Disampaikan pada acara Ekspose Hasil Penelitian Bioteknologi Pertanian. Jakarta, 31 Agustus – 1 September 1999. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta.
- DJAJANEGARA, A. dan K. DIWYANTO. 2001. Development strategies for genetic evaluation of beef production in Indonesia. Proc. of an Int'l Workshop, Khon Kaen Province. Thailand, July 23 – 28, 2001. ACIAR. No. 108
- FALCONER, D.S. and T.F.C. MACKAY. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th Ed. Longman, Harlow, UK.
- HARDJOSUBROTO, W. 2002. Arah dan sasaran penelitian dan pengembangan sapi potong di Indonesia: Tinjauan dari segi pemuliaan ternak. Disampaikan dalam acara Workshop Sapi Potong. Malang, 11 – 12 April 2002. Puslitbang Peternakan, Bogor.

- KASRYNO, F. M.W. ROSEGRANT, C. RINGLER, S. ADIWIBOWO, R.P. BERESFORD, M. BOSWORTH, G.M. COLLADO, I. GONARSHAH, A. GULATI, B. ISDUOSO, A.M. NATASUKARYA, D. PRABOWO, T.G. SAID, S.M.P TJONDRONEGORO dan P TJITROPANUT. 2004. Strategi Pembangunan Pertanian dan Perdesaan Indonesia yang Memihak Masyarakat Miskin. ADB TA 3843-INO. Agric. and Rural Dev. Strategy Study (ADB, CASER-AARD-MoA, SEAMEO-SEARCA, CRESENT).
- PEZO, D. dan C. DEVENDRA. 2002. The relevance of crop-animal systems in South East Asia. *In: Research Approaches and Methods for Improving Crop-Animal Systems in South East Asia*. ILRI. pp. 1 – 27.
- PUTRO, P.P. 2009. Dampak *Crossbreeding* terhadap Reproduksi Induk Turunannya: Hasil Studi Klinis. Lokakarya Lustrum VIII Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, 8 Agustus 2009.
- QUIRKE, D., M. HARDING, D. VINCENT and D. GARRETT. 2003. Effects of Globalisation and Economic Development, on the Asian Livestock Sector. ACIAR Monograph Series 97e.
- SETIADI, B., SUBANDRIYO, D.PRIYANTO, T SAFRIATI, N.K.WARDHANI, SOEPENO, DAROJAT, dan NUGROHO. 1997. Pengkajian pemanfaatan teknologi inseminasi buatan (IB) dalam usaha peningkatan populasi dan produktivitas sapi potong nasional di Daerah Istimewa Jogjakarta. Laporan Pengkajian. Puslitbang Peternakan bekerjasama dengan Proyek Pembinaan Kelembagaan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- SIREGAR, A.R., P. SITUMORANG, M. BOER, G. MUKTI, J. BESTARI dan M. PURBA. 1997. Pengkajian pemanfaatan teknologi inseminasi buatan (IB) dalam usaha peningkatan populasi dan produktivitas sapi potong nasional di Propinsi Sumatera Barat. Laporan Pengkajian. Puslitbang Peternakan bekerjasama dengan Proyek Pembinaan Kelembagaan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- SITORUS, P. 1973. Penggunaan semen beku import pada sapi perah di Kotamadya Bogor dan sekitarnya. *Bull. LPP*. 13: 25 – 32.
- SOEDJANA, T.D., T. SUDARYANTO dan R. SAYUTI. 1994. Estimasi parameter permintaan beberapa komoditas peternakan di Jawa. *J. Penelitian Peternakan Indonesia* 1: 13 – 23.
- SUBANDRIYO. 2009. Dampak *crossbreeding* terhadap Keanekaragaman Sumberdaya Genetik Sapi Potong. Lokakarya Lustrum VIII Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Madar. Yogyakarta, 8 Agustus 2009
- SUBARSONO. 2009. Dampak Crossbreeding terhadap Reproduksi Induk Turunannya: Pengalaman Praktis di Lapangan. Lokakarya Lustrum VIII Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, 8 Agustus 2009
- SUMADI. 2009. Sebaran Populasi, Peningkatan Produktivitas dan Pelestarian Sapi Potong di Pulau Jawa. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang Produksi Ternak pada Fak. Peternakan UGM, 30 Juni 2009.
- SUMADI, T. HARTUTIK, N. NGADIYONO, I.G.S.B. SATRIA, H. MULYADI dan B. ARYADI. 2008. Sebaran Populasi Sapi Potong di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Kerjasama APFINDO dengan Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- TALIB, C., K. ENTWISTLE, A. SIREGAR, S. BUDIARTI and D. LINDSAY. 2003. Survey of population and production dynamics of Bali cattle and existing breeding program in Indonesia. *Strategies to improve Bali cattle in Eastern Indonesia*. ACIAR Proc. 110: 3 – 9.
- TRIWULANNINGSIH, E., T. SUSILAWATI dan KUSTONO. 2009. Reproduksi dan teknologi reproduksi. *Dalam: Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia*. SANTOSA, K.A., K. DIWYANTO dan T. TOHARMAT (Ed.). Puslitbang Peternakan, Bogor. LIPI Press. hlm. 117 – 164.