

POTENSI DAN KERAGAMAN SUMBERDAYA GENETIK SAPI BALI

EKO HANDIWIRAWAN¹ dan SUBANDRIYO²

¹*Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16151*

²*Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002*

ABSTRAK

Sapi Bali merupakan sapi asli Indonesia yang cukup penting karena terdapat dalam jumlah cukup besar dengan wilayah penyebarannya yang luas di Indonesia. Semakin tingginya impor daging dan ternak sapi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri mestinya dapat menjadi pendorong bagi pihak-pihak yang terkait untuk memperbaiki produktivitas usahaternak sapi di dalam negeri dengan mengelola sapi asli Indonesia sebaik-baiknya, termasuk sapi Bali. Beberapa kelebihan dimiliki sapi Bali terutama kemampuan adaptasinya dalam lingkungan dengan ketersediaan pakan berkualitas rendah dan fertilitasnya yang sangat baik. Kebijakan pemerintah untuk menetapkan Propinsi Bali sebagai daerah yang diproteksi bagi masuknya sapi bangsa lain untuk pelestarian sapi Bali sangat beralasan mengingat Indonesia merupakan pusat gen sapi Bali dan tempat pertama kali domestikasi sapi tersebut. Upaya perbaikan mutu genetik sapi Bali yang saat ini tengah dilakukan di wilayah peternakan murni (Propinsi Bali) oleh Proyek Pengembangan dan Pembibitan Sapi Bali (P3Bali) melalui seleksi dan uji keturunan, berhasil mendapatkan sapi dengan nilai pemuliaan dugaan yang lebih baik. Pejantan elit yang dihasilkan melalui program tersebut diharapkan dapat memperbaiki sapi Bali secara keseluruhan melalui program IB. Perbaikan mutu genetik melalui persilangan dengan bangsa sapi *Bos taurus* dan *Bos indicus* yang terjadi di kantong-kantong sumber bibit mampu menghasilkan sapi hasil persilangan yang memiliki produktivitas cukup baik untuk *final stock*. Terdapat kecenderungan untuk terus meningkatkan komposisi genetik sapi *Bos taurus* melalui program IB di peternakan rakyat. Evaluasi perlu dilakukan untuk menentukan komposisi genetik sapi persilangan yang ideal agar dapat berproduksi optimal sesuai dengan kondisi lingkungan setempat.

Kata kunci: Sapi Bali, pelestarian, perbaikan mutu genetik

ABSTRACT

POTENCY AND GENETIC DIVERSITY OF BALI CATTLE

Bali cattle are important indigenous cattle due to high population and wide spread in Indonesia. Increasing meat and cattle imports to fulfill the local demand should be able to motivate related parties to improve productivity of Indonesian cattle through good management, including Bali cattle. Several good characteristics are possessed by Bali cattle, particularly the adaptation capability in environment with poor feed quality and they possess good fertility. The government decision to determine Province of Bali as a protected zone for other cattle breed in order to conserve Bali cattle is very reasonable considering that Indonesia is the gene center of Bali cattle and the first domestication place of Bali cattle. Genetic improvements of Bali cattle have been done at pure breed zone (Province of Bali) through selection and progeny testing at P3Bali and succeeds in obtaining cattle with good Estimated Breeding Value. Elite bulls obtained through the program are expected to be able to entirely improve Bali cattle in Indonesia through Artificial Insemination program. The improvement of genetic quality by crossing with *Bos taurus* and *Bos indicus* have been done at livestock sources regions and have been able to produce crossbred having good productivity as final stock. There is tendency to continuously improve the genetic composition of *Bos taurus* through artificial insemination at farmers level. The ideal genetic composition of crossbred needs to be evaluated to reach optimal genotype composition.

Key words: Bali cattle, conservation, genetic improvement

PENDAHULUAN

Di antara berbagai bangsa sapi yang ada di Indonesia, sapi Bali merupakan salah satu sapi asli Indonesia yang cukup penting dan populasinya cukup besar. Populasi sapi Bali di Indonesia pernah dicatat dua kali yaitu pada tahun 1984 dan 1988, pencatatan jumlah sapi Bali setelah itu tidak pernah dilakukan lagi, sehingga jumlahnya saat ini tidak diketahui dengan pasti. Pada tahun 1988 jumlah sapi Bali tercatat 2.632.125 ekor atau sekitar 26,9% dari total sapi potong

di Indonesia. Dibandingkan sapi asli atau sapi lokal lainnya di Indonesia (sapi Ongole, Peranakan Ongole dan Madura), persentase sapi Bali adalah yang tertinggi (DITJEN BINA PRODUKSI PETERNAKAN, 2002).

Penyebaran sapi Bali saat ini hampir meliputi seluruh wilayah Indonesia, kecuali Propinsi DKI Jakarta. Empat propinsi yang memiliki jumlah sapi Bali terbesar di Indonesia adalah Propinsi Sulawesi Selatan, NTB, Bali dan NTT. Mengingat jumlahnya yang cukup besar dan penyebarannya yang cukup luas maka sapi Bali merupakan bangsa ternak sapi yang cukup penting

dalam penyediaan daging nasional. Pada tahun 2002, produksi daging nasional dari ternak sapi mencapai lebih dari 320 ribu ton, atau sekitar 20,5% dari total produksi daging nasional dan menempati peringkat kedua setelah produksi daging ayam potong (DITJEN BINA PRODUKSI PETERNAKAN, 2002).

Pada berbagai lingkungan pemeliharaan di Indonesia, sapi Bali memperlihatkan kemampuannya untuk berkembang biak dengan baik. Keunggulan sapi Bali dibandingkan sapi lain diantaranya yaitu memiliki daya adaptasi sangat tinggi terhadap lingkungan yang kurang baik (MASUDANA, 1990), seperti dapat memanfaatkan pakan dengan kualitas rendah (SASTRADIPRADJA, 1990), mempunyai fertilitas dan *conception rate* yang sangat baik (OKA dan DARMAJIA, 1996), persentase karkas yang tinggi yaitu 52–57,7% (PAYNE dan ROLLINSON, 1973), memiliki daging berkualitas baik dengan kadar lemak rendah (kurang lebih 4%) (PAYNE dan HODGES, 1997), dan tahan terhadap parasit internal dan eksternal (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983).

Dengan berbagai keunggulan yang dimiliki tersebut dan mengingat Indonesia merupakan pusat sapi Bali di dunia, maka sapi Bali merupakan aset nasional yang perlu dilestarikan. Pemerintah telah sejak lama memberikan perhatian yang cukup besar bagi pelestarian plasma nutfah ini dengan menetapkan program nasional pemuliaan untuk sapi Bali. Program nasional tersebut meliputi program pemurnian dan peningkatan mutu genetik sapi Bali. Program pemurnian sapi Bali dilaksanakan dengan penetapan wilayah peternakan murni sapi Bali yang meliputi Pulau Bali, Pulau Sumbawa di Propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), Pulau Flores di Propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dan Kabupaten Bone di Propinsi Sulawesi Selatan (PANE, 1991) yang sekaligus wilayah tersebut ditetapkan sebagai sumber bibit sapi Bali secara nasional (SOEHADJI, 1990). Di luar wilayah tersebut, terbuka untuk persilangan dan perbaikan mutu genetik. Namun dalam perkembangannya untuk meningkatkan mutu genetik sapi Bali di beberapa wilayah tersebut, peternak menghendaki adanya persilangan dengan bangsa sapi lain (*Bos taurus* atau *Bos indicus*) sehingga PANE (1991) mengemukakan bahwa hanya sapi Bali yang terdapat di Bali yang masih murni.

ASAL-USUL DAN PENYEBARAN SAPI BALI

Sapi Bali (*Bibos sondaicus*) yang ada saat ini diduga berasal dari hasil domestikasi banteng liar (*Bibos banteng*). Menurut ROLLINSON (1984) proses domestikasi sapi Bali itu terjadi sebelum 3.500 SM di Indonesia atau Indochina. Banteng liar saat ini bisa ditemukan di Jawa bagian Barat dan bagian Timur, di Pulau Kalimantan, serta ditemukan juga di Malaysia (PAYNE dan ROLLINSON, 1973). HARDJOSUBROTO dan

ASTUTI (1993) mengemukakan bahwa di Indonesia saat ini, banteng liar hanya terdapat di hutan lindung Baluran, Jawa Timur dan Ujung Kulon, Jawa Barat, serta di beberapa kebun binatang. Adanya banteng liar ini memberikan peluang untuk perbaikan mutu sapi Bali atau untuk persilangan dengan jenis sapi lain (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983).

Tempat dimulainya domestikasi sapi Bali masih terdapat perbedaan pendapat, MEIJER (1962) berpendapat proses domestikasi terjadi di Jawa, namun PAYNE dan ROLLINSON (1973) menduga agaknya asal mula sapi Bali adalah dari Pulau Bali mengingat tempat ini merupakan pusat distribusi sapi Bali di Indonesia. NOZAWA (1979) menduga gen asli sapi Bali berasal dari Pulau Bali yang kemudian menyebar luas ke daerah Asia Tenggara. Dengan kata lain bahwa pusat gen sapi Bali adalah di Pulau Bali, di samping pusat gen sapi zebu di India dan pusat gen primigenius di Eropa.

Penyebaran sapi Bali di Indonesia dimulai pada tahun 1890 dengan adanya pengiriman ke Sulawesi, pengiriman selanjutnya dilakukan pada tahun 1920 dan 1927 (HERWEIJER, 1950). Kemudian pada sekitar tahun 1947 dilakukan pengiriman besar-besaran sapi Bali oleh pemerintah Belanda ke Sulawesi Selatan yang langsung didistribusikan kepada petani (PANE, 1991). Sejak saat itu, populasi sapi Bali berkembang dengan cepat sehingga sampai saat ini Propinsi Sulawesi Selatan menjadi propinsi yang memiliki sapi Bali dengan jumlah terbesar di Indonesia. Untuk penyebaran sapi Bali ke Lombok mulai dilakukan pada abad ke-19 yang dibawa oleh raja-raja pada zaman itu (HARDJOSUBROTO dan ASTUTI, 1993), dan sampai ke Pulau Timor antara tahun 1912 dan 1920 (HERWEIJER, 1950). Penyebaran sapi Bali ke banyak wilayah di Indonesia kemudian dilakukan sejak tahun 1962 (HARDJOSUBROTO dan ASTUTI, 1993) dan saat ini telah menyebar hampir di seluruh wilayah Indonesia.

Tidak hanya di wilayah Indonesia, sapi Bali juga telah disebarkan ke berbagai negara. Tercatat sapi Bali telah diintroduksi ke Semenanjung Cobourg di Australia Utara di antara tahun 1827 dan 1849. Pernah juga dilakukan ekspor secara reguler sapi Bali kastrasi ke Hongkong untuk dipotong. Selain itu, pada masa lalu, sapi Bali juga pernah dikirim ke Philipina, Malaysia dan Hawaii (PAYNE dan ROLLINSON, 1973), telah juga dikirimkan ke Texas, USA dan New South Wales, Australia sebagai ternak percobaan (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983).

Sejak berjangkitnya penyakit Jembrana tahun 1964 hingga kini, Propinsi Bali tidak mengeluarkan sapi bibit (terkecuali pejantan IB) dan perannya diambil alih oleh Propinsi NTT, NTB dan Sulawesi Selatan (PANE, 1991).

Ditinjau dari sistematika ternak (HARDJOSUBROTO, 1994), bahwa sapi Bali satu famili dengan sapi lain, yaitu famili bovidae, genus *bos* dan subgenus *bibovine*.

Sapi-sapi yang termasuk ke dalam subgenus *bibovine* adalah *Bibos gaurus*, *Bibos frontalis* dan *Bibos sondaicus*. Diketahui bahwa perkawinan antara sapi Bali dengan sapi lain yang berbeda subgenus tersebut (*Bos taurus* dan *Bos indicus*) menghasilkan anak jantan yang steril. Beberapa kemungkinan penyebabnya adalah keturunan F1 jantan mengalami gangguan *synapsis* kromosom selama proses meiosis yang mengurangi daya hidup sel germinal dan banyak hambatan fisiologis yang mempengaruhi perkembangan sel germinal (ELDRIDGE, 1985) serta tidak sempurnanya pembelahan reduksi dalam proses spermatogenesis (HARDJOSUBROTO, 1994).

POTENSI GENETIK SAPI BALI

Produktivitas

Banyak laporan yang telah mengemukakan hasil penelitian mengenai kemampuan produksi sapi Bali. Kemampuan produksi sapi Bali dapat dilihat dari beberapa indikator sifat-sifat produksi seperti bobot lahir, bobot sapih, bobot dewasa, laju pertambahan bobot badan, sifat-sifat karkas (persentase karkas dan kualitas karkas), maupun sifat reproduksi seperti dewasa kelamin, umur pubertas, jarak beranak (*calving*

interval), dan persentase beranak. Beberapa sifat produksi dan reproduksi tersebut merupakan sifat penting/ekonomis yang dapat dipergunakan sebagai indikator seleksi.

Tabel 1 memperlihatkan bobot badan sapi Bali dari saat lahir sampai dewasa (induk). Terlihat adanya variasi bobot badan maupun laju pertambahan bobot badan sapi Bali di antara lokasi (propinsi) yang kemungkinan disebabkan pengaruh lingkungan, terutama nutrisi. Dari tabel tersebut terlihat bahwa bobot badan dewasa sapi Bali induk di Propinsi Bali dan NTB lebih tinggi dibanding di Propinsi NTT dan Sulawesi Selatan. Bobot badan tersebut tidak jauh berbeda dari yang dilaporkan PANE (1991) bahwa sapi Bali betina dewasa mempunyai bobot badan antara 224-300 kg dengan tinggi pundak sekitar 1,05-1,14 m. Bobot badan sapi Bali betina terbaik pada pameran ternak tahun 1991 mencapai 300-489 kg dengan tinggi pundak sekitar 1,21-1,27 m (HARDJOSUBROTO, 1994). Sementara itu, sapi Bali jantan dewasa mempunyai bobot antara 337-494 kg dengan tinggi sekitar 1,22-1,30 m (PANE, 1991). Sedangkan bobot badan sapi Bali terbaik pada pameran ternak tahun 1991 mencapai 450-647 kg dengan tinggi sekitar 1,25-1,44 m (HARDJOSUBROTO, 1994).

Tabel 1. Penampilan produksi sapi Bali di beberapa propinsi

Propinsi	Sifat produksi (kg)				
	Bobot lahir	Bobot sapih	Bobot umur 1 tahun	Bobot saat pubertas	Bobot dewasa (induk)
NTT	11,9 ± 1,8	79,2 ± 18,2	100,3 ± 12,4	179,8 ± 14,8	221,5 ± 45,6
NTB	12,7 ± 0,7	83,9 ± 25,9	129,7 ± 15,1	182,6 ± 48,0	241,9 ± 28,5
Bali	16,8 ± 1,6	82,9 ± 8,2	127,5 ± 5,7	170,4 ± 17,4	303,3 ± 4,9
Sulawesi Selatan	12,3 ± 0,9	64,4 ± 12,5	99,2 ± 10,4	225,2 ± 23,9	211,0 ± 18,4

Sumber: TALIB *et al.* (2003)

Tabel 2. Penampilan reproduksi sapi Bali di beberapa propinsi

Propinsi	Umur pubertas betina (bulan)	Umur pubertas jantan (bulan)	Persentase beranak (%)	Jarak beranak (hari)	Conception rate (%)
NTT	23	26	70	521	-
NTB	22	26	72	507	-
Bali	20,7	25	69	530	85,9
Sulawesi Selatan	24	28	76	480	-
P3Bali	20	24	81	450	8%

Sumber: PANE (1991)

Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa sapi Bali memberikan respon positif terhadap perbaikan pakan yang ditandai meningkatnya laju pertumbuhan bobot badan. Rataan laju pertumbuhan bobot badan (PBB) sapi Bali yang diberi rumput lapangan tanpa diberi pakan tambahan adalah 175,75 g/ekor/hari, namun PBB harian meningkat jika diberi pakan tambahan konsentrat 1,8% dari bobot badan yakni mencapai 313,88 g/ekor/hari (AMRIL, 1990). SOEMARMI *et al.* (1985) melaporkan laju PBB sapi Bali mencapai 690 dan 820 g/ekor/hari berturut-turut yang diberi pakan rumput dan pucuk tebu ditambah konsentrat 1% dari bobot badan. Pubertas sapi Bali dicapai pada kisaran umur 20–24 bulan untuk sapi betina sedangkan pada yang jantan dicapai pada umur 24–28 bulan (Tabel 2). Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa sapi Bali mempunyai tingkat kesuburan yang sangat baik, walaupun dalam kondisi lingkungan yang kurang baik. Tabel 2 memperlihatkan angka konsepsi (*conception rate*) sapi Bali mencapai 85,9%, persentase beranak berkisar antara 70–81%. Meskipun tidak jelas pola reproduksi namun terdapat indikasi bulan-bulan dimana banyak terjadi perkawinan. PANE (1991) melaporkan bahwa terlihat terdapat kenaikan perkawinan pada bulan Agustus sampai Januari dan tertinggi pada bulan Oktober dan Nopember, sementara itu bulan Pebruari sampai dengan Juni merupakan bulan-bulan dengan perkawinan lebih rendah dan bulan perkawinan paling rendah pada bulan Mei.

Persentase karkas sapi Bali cukup tinggi, berkisar 52–57,7% (Tabel 3), lebih baik dibandingkan sapi Ongole dan sapi Madura (MORAN, 1979) berturut-turut sebesar 51,9 dan 52,5%. Hasil penelitian ARKA (1984) menunjukkan bahwa kandungan lemak daging sapi Bali cukup rendah, yang merupakan salah satu kelebihan yang dimiliki daging sapi Bali.

Tabel 3. Kualitas karkas dan daging sapi Bali

Sifat karkas	Nilai sifat
Persentase karkas ^a	52–57,7
Komposisi karkas (kg/100 kg) ^b	
Tulang	14,72–16,95
Daging	69,24–71,03
Lemak	13,81–14,25
Komposisi kimia daging (%) ^c	
Kadar air	72,07–74,93
Kadar protein	19,65–21,28
Kadar lemak	2,01–6,86
Kadar abu	1,17–1,78
Marbling ^c	0
Warna daging ^c	Merah coklat tua

Sumber: ^aPAYNE dan ROLLINSON (1973); ^bSUKANTEN (1991); ^cARKA (1984)

Beberapa kelemahan sapi Bali

Sebagai sapi asli Indonesia, sapi Bali memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang kurang baik, namun demikian sapi Bali ternyata memiliki kerentanan yang sangat tinggi terhadap beberapa jenis penyakit. Sapi Bali sangat peka terhadap penyakit Jembrana/Ramadewa dan *Malignant Catarrhal Fever* (MCF). Penyakit Jembrana hanya menyerang sapi Bali yang pernah mewabah di Propinsi Bali, Lampung, Sumatera Selatan (disebut penyakit Ramadewa) dan Jawa Timur (disebut Penyakit Banyuwangi). Intensitas penyakit Jembrana per tahun dilaporkan PERANGINANGIN (1990) sebesar 0,55% dengan persentase kematian mencapai 11,18%.

Sapi Bali juga sangat rentan dengan penyakit MCF dengan tingkat kematian dapat mencapai 100%. Sapi Madura dan kerbau adalah jenis ternak berikutnya yang rentan, sementara sapi keturunan *Bos indicus* dan *Bos taurus* relatif tahan terhadap penyakit tersebut. Domba diketahui merupakan ternak yang sering menyimpan (*reservoir*) virus MCF dalam jangka waktu lama tanpa menjadi sakit setelah terinfeksi. Sering didapati, di daerah-daerah dengan populasi domba yang tinggi, kejadian serangan MCF pada sapi Bali menjadi tinggi. Oleh karena itu, daerah pengembangan sapi Bali menjadi agak terbatas dan harus dipilih daerah-daerah yang mempunyai populasi domba yang rendah.

Berbeda dengan daging sapi asal Eropa, daging sapi Bali mempunyai kandungan lemak yang rendah dan tanpa *marbling*. Aspek ini ditambah dengan tekstur yang alot dan warna yang gelap menjadi kelemahan jika daging sapi Bali dipergunakan sebagai bahan untuk *steak*, *slice-beef*, sate dan daging asap, karena kurang disukai oleh konsumen. Namun demikian di sisi lain, perlemakan yang rendah menjadi kelebihan tersendiri bagi konsumen yang melakukan diet ketat untuk lemak hewani. Bagi industri pengolahan daging, warna daging yang gelap dan citarasa yang kuat yang dimiliki sapi Bali sangat diperlukan untuk pembuatan sosis, burger, daging kalengan, dan lain-lain.

PELESTARIAN DAN PEMANFAATAN BERKELANJUTAN PLASMA NUTFAH

Karakteristik fisik dan keragaman genetik sapi Bali

Keragaman genetik terjadi tidak hanya antar bangsa tetapi juga di dalam satu bangsa yang sama, antar populasi maupun di dalam populasi, atau di antara individu tersebut. Keragaman pada sapi Bali dapat dilihat dari ciri-ciri fenotipe seperti tinggi, berat, tekstur dan panjang rambut, warna dan pola warna tubuh, perkembangan tanduk. Polimorfisme biokimia pada sapi juga merupakan keragaman yang dapat

dilihat dengan adanya variasi di dalam protein plasma atau serum darah (misalnya *Albumin*, *Alkaline Phosphatase*, *Transferrin*, dan lain-lain), sel darah merah (*Acid Phosphatase*, *Haemoglobin beta*, *Peptidase B*, dan sebagainya), sel darah putih (*Alkaline ribonuclease*, *Leucocytic protein 2*, *Phosphoglucomutase*) dan susu (*Casein beta*, *Casein kappa*, *Lactoglobulin beta*). Sekuen DNA juga mempunyai keragaman yang dapat diamati dengan menggunakan beberapa macam cara, seperti RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), SSCP (*Single-Strand Conformational Polymorphism*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*).

Sapi Bali mempunyai ciri-ciri fisik yang seragam, dan hanya mengalami perubahan kecil dibandingkan dengan leluhur liarnya (banteng). Warna sapi Bali betina, anak atau muda, biasanya coklat muda dengan garis hitam tipis terdapat di sepanjang tengah punggung. Warna sapi jantan adalah coklat ketika muda tetapi kemudian warna ini berubah agak gelap pada umur 12–18 bulan sampai mendekati hitam pada saat dewasa; kecuali sapi jantan yang dikastrasi akan tetap berwarna coklat. Pada kedua jenis kelamin terdapat warna putih pada bagian belakang paha (pantat), bagian bawah (perut), keempat kaki bawah (*white stocking*) sampai di atas kuku, bagian dalam telinga, dan pada pinggiran bibir atas (PAYNE dan ROLLINSON, 1973; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983; HARDJOSUBROTO dan ASTUTI, 1993).

Disamping pola warna yang umum dan standar, pada sapi Bali juga ditemukan beberapa pola warna yang menyimpang seperti dikemukakan HARDJOSUBROTO dan ASTUTI (1993), yaitu:

- Sapi *injin* adalah sapi Bali yang warna bulu tubuhnya hitam sejak kecil, warna bulu telinga bagian dalam juga hitam, pada yang jantan sekalipun dikebiri tidak terjadi perubahan warna;
- Sapi *mores* adalah sapi Bali yang semestinya pada bagian bawah tubuh berwarna putih tetapi ada warna hitam atau merah pada bagian bawah tersebut;
- Sapi *tutul* adalah sapi Bali yang bertutul-tutul putih pada bagian tubuhnya;
- Sapi *bang* adalah sapi Bali yang kaos putih pada kakinya berwarna merah;
- Sapi *panjut* adalah sapi Bali yang ujung ekornya berwarna putih;
- Sapi *cundang* adalah sapi Bali yang dahinya berwarna putih.

Selain itu, menurut MASUDANA (1990) ada sapi *lembu*, yaitu sapi yang berwarna putih albino.

Dari 300 sampel pengamatan sapi Bali di Propinsi Bali, HANDIWIRAWAN (2003) mendapatkan sapi Bali yang memiliki warna yang menyimpang dari normal (mencapai 17%) dan yang terbanyak adalah warna kaos kaki putih tercampur warna merah bata/coklat/hitam atau bagian kaki ini berwarna merah bata/coklat/hitam. Ditemukan juga sapi Bali yang berwarna tutul dan injin masing-masing sebanyak 0,6 dan 0,3%.

Sapi Bali jantan maupun betina mempunyai tanduk, yang berbeda dalam ukuran dan bentuknya dan ada beberapa variasi tipe tanduk pada kedua jenis kelamin tersebut (PAYNE dan ROLLINSON, 1973). Panjang tanduk sapi jantan biasanya 20 sampai 25 cm, bentuk tanduk yang ideal pada sapi jantan disebut bentuk tanduk *silak conglok* yaitu jalannya pertumbuhan tanduk mula-mula dari dasar sedikit keluar (tumbuh ke arah samping), lalu membengkok ke atas dan kemudian pada ujungnya membengkok sedikit ke arah luar. Pada yang betina, bentuk tanduk yang ideal disebut *manggul gangsa* yaitu jalannya pertumbuhan tanduk satu garis dengan dahi arah ke atas dan pada ujungnya sedikit mengarah ke belakang dan kemudian melengkung ke bawah lagi mengarah ke kepala (ke dalam). Sapi Bali yang tidak bertanduk tidak pernah ditemukan (PAYNE dan ROLLINSON, 1973; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983; HARDJOSUBROTO, 1994). Kepala sapi Bali termasuk panjang tetapi tidak lebar, kedua telinganya tegak dan berukuran sedang (PAYNE dan ROLLINSON, 1973).

Terdapat variasi bentuk tanduk pada sapi Bali di Propinsi Bali. Hasil penelitian HANDIWIRAWAN (2003) mendapatkan bahwa pada sapi Bali jantan terdapat 7 macam bentuk tanduk sedangkan pada yang betina diperoleh 12 macam bentuk tanduk. Bentuk tanduk yang umum untuk sapi Bali jantan (seperti didefinisikan PAYNE dan ROLLINSON, 1973; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983; HARDJOSUBROTO, 1994) ternyata bukan merupakan bentuk yang umum dimiliki sapi Bali jantan yang teramati. Bentuk tanduk ini hanya dimiliki oleh 6,5% dari sapi Bali jantan yang diamati. Sapi Bali jantan pada umumnya memiliki bentuk tanduk ke samping kemudian ke atas atau ke samping-ke atas kemudian ke belakang, dan proporsi sapi yang bertanduk demikian adalah sebesar 74,5% dari keseluruhan sapi jantan yang diamati. Bentuk umum tanduk sapi Bali betina sesuai dengan bentuk normal yang didefinisikan oleh PAYNE dan ROLLINSON (1973), NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1983) dan HARDJOSUBROTO (1994), yaitu mencapai 31,9%. Ditemukan juga bentuk tanduk yang sedikit berbeda dengan bentuk tanduk yang normal dalam jumlah cukup besar (29,3%), yaitu mengarah ke atas dan kemudian ke belakang.

Jenis-jenis protein di dalam darah maupun susu dapat menunjukkan polimorfisme (dengan menggunakan prosedur elektroforesis), yang merupakan cerminan

adanya perbedaan genetik. NAMIKAWA *et al.* (1982) melaporkan adanya keragaman pada sapi Bali dari hasil pengujian 15 lokus enzim dan protein darah. Pada protein susu juga ditemukan keragaman yaitu untuk protein susu α_{s1} , β dan κ -casein demikian pula untuk β -Lactoglobulin, sementara itu α -Lactalbumin hanya mempunyai satu macam alel (BELL *et al.*, 1981a; BELL *et al.*, 1981b).

DNA mikrosatelit merupakan salah satu penciri genetik DNA yang mempunyai polimorfisme tinggi. WINAYA (2000) yang melakukan penelitian pada 16 lokus DNA mikrosatelit pada sapi Bali dan menemukan keragaman pada sebagian besar lokus DNA mikrosatelit tersebut. Sementara itu, lokus DNA mikrosatelit HEL9 pada sapi Bali adalah monomorfik, sedangkan pada bangsa sapi lain (Madura, PO dan Brangus) adalah polimorfik.

Upaya pelestarian sapi Bali

Perhatian terhadap upaya perbaikan mutu genetik sapi Bali telah dimulai sejak lama. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1983) mencatat bahwa sejak tahun 1913 pemerintah telah menjalankan ketentuan (hukum) yang melarang persilangan pada sapi Bali untuk mempertahankan kemurnian bangsa sapi ini di Pulau Bali dan Pulau Sumbawa. Sementara itu, sejak tahun 1942 telah mulai dilaksanakan program seleksi sapi Bali yang baik. Program ini kemudian diubah dan diperbaiki pada tahun 1949, bahwa pemilik sapi jantan yang terpilih baik, mendapat sejumlah subsidi uang setiap tahun sebagai insentif agar dapat mempertahankan dan terus memperbaiki kualitas sapi miliknya (PAYNE dan ROLLINSON, 1973).

Perhatian pemerintah yang lebih besar terhadap upaya pengembangbiakan ternak di Indonesia, selanjutnya diwujudkan dengan dikeluarkannya Undang-Undang No. 6 tahun 1967 yang merupakan landasan bagi upaya pengembangbiakan ternak untuk mempertahankan dan meningkatkan mutu bangsa ternak di Indonesia melalui upaya pemurnian atau melalui persilangan antar bangsa ternak (DJARSANTO, 1997).

Khusus untuk sapi Bali, telah ditetapkan program nasional yang meliputi program pemurnian dan peningkatan mutu genetik. Sebagai wilayah peternakan murni sapi Bali ditetapkan Pulau Bali, NTB, NTT dan Sulawesi Selatan. Dimulai pada tahun 1976, di Pulau Bali telah dilaksanakan program pemuliaan sapi Bali dengan melakukan seleksi dalam bangsa (*within breed*), untuk memperoleh bibit sapi Bali yang baik mutunya melalui Proyek Pengembangan dan Pembibitan Sapi Bali (P3Bali) (SOEHADJI, 1990). Sementara itu, persilangan hanya dapat dilakukan di luar wilayah peternakan murni.

Dalam perkembangannya, di wilayah peternakan murni (sumber bibit) telah terjadi pencemaran genetik sapi Bali dengan bangsa sapi lain (*Bos taurus* dan zebu), kecuali sapi Bali yang ada di Pulau Bali. Sehubungan dengan itu, daerah di luar Bali yang ditetapkan sebagai daerah pemurnian sapi Bali lebih dipersempit lagi, yaitu: Pulau Sumbawa di NTB, Pulau Flores di NTT, Kabupaten Bone di Sulawesi Selatan dan Kabupaten Lampung Selatan di Propinsi Lampung. Walaupun demikian, PANE (1991) mengemukakan bahwa hingga kini hanya sapi Bali yang terdapat di Pulau Bali yang masih dapat dipertanggungjawabkan kemurniannya. Upaya penetapan daerah peternakan murni sekaligus dengan meningkatkan produktivitas sapi Bali melalui kegiatan seleksi secara terencana tentunya akan sangat mendukung program pelestarian plasma nutfah ternak asli tersebut.

Pelestarian sapi Bali perlu terus dilakukan dan harus dipandang sebagai upaya antisipatif penyediaan "bahan baku" bagi perakitan bangsa sapi baru untuk dapat mengantisipasi perubahan selera pasar di masa depan yang tidak mudah untuk diprediksi. Sebagai contoh akhir-akhir ini seiring dengan meningkatnya kesadaran untuk mengkonsumsi pangan sehat dan timbulnya perhatian/pandangan yang negatif terhadap pangan berkolesterol maka terdapat perubahan permintaan pada industri peternakan untuk menghasilkan daging dengan kandungan lemak rendah (*lean*) dan tentunya dihasilkan dari suatu bangsa ternak tertentu. Melalui program persilangan, permintaan pasar tersebut dapat direspon dengan membentuk suatu bangsa baru yang lebih sesuai dengan kondisi lingkungan dan pasar di masa mendatang. Beberapa bangsa sapi terkenal seperti Brangus, Santa Gertrudis, Droughmaster, merupakan bangsa sapi unggul sebagai hasil persilangan dari beberapa macam bangsa sapi yang masih dipertahankan ada/dilestarikan.

Program pelestarian sapi Bali perlu didukung dengan metode identifikasi kemurnian sapi Bali yang cepat, mudah dan akurat, agar pelestarian sapi Bali pada suatu wilayah tertentu dapat berhasil dilakukan tanpa ada keraguan terhadap kemurniannya. Metode identifikasi kemurnian sapi Bali yang handal juga sangat membantu penentuan pemilihan pejantan sapi Bali sebagai pejantan yang dipergunakan di Balai Inseminasi Buatan. Sehingga, pencemaran genetik pada wilayah yang ditentukan sebagai tempat pelestarian sapi Bali murni dapat dihindari.

Serangkaian penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi penciri genetik sapi Bali yang diharapkan dapat dipergunakan sebagai metode untuk menentukan kemurnian sapi Bali. TIM PENELITI FAKULTAS PETERNAKAN IPB dan BIB SINGOSARI (2000) telah merintis mencari sifat fisik/fenotip (struktur bulu) maupun dari aspek molekuler (protein darah dan DNA mikrosatelit) yang dapat dipergunakan sebagai penciri

bangsa sapi Bali. Walaupun sulit dijustifikasi, terdapat perbedaan struktur bulu rambut sapi Bali dengan struktur bulu bangsa sapi lainnya (Simental, Limousin dan Brangus). Namun hasil penelitian ini perlu diuji lagi di lapangan khususnya dalam penurunan alel dari tetua ke keturunannya. Hasil pengamatan pada lokus Haemoglobin β menunjukkan bahwa alel haemoglobin β^x (Hb β^x) adalah khas dan mirip seperti yang dilaporkan NAMIKAWA *et al.* (1982b) bahwa alel haemoglobin β^x (Hb β^x) adalah alel yang paling umum ditemukan pada sapi Bali dan pada banteng sebagai leluhur dari sapi Bali. Dari hasil penelitian pada empat bangsa sapi dengan sampel yang terbatas, WINAYA (2000) mengemukakan bahwa lokus DNA mikrosatelit HEL9 pada sapi Bali adalah monomorfik, sedangkan pada bangsa sapi lain (Madura, PO dan Brangus) adalah polimorfik. Hasil PENELITIAN TIM PENELITI FAKULTAS PETERNAKAN IPB dan BIB SINGOSARI (2000) dengan sampel terbatas pada tiga bangsa sapi lainnya (Simmental, Brangus, dan Limousin) memperkuat hasil penelitian tersebut. Selain itu diperoleh juga hasil bahwa lokus DNA mikrosatelit INRA035 pada seluruh sampel sapi Bali yang diteliti konsisten mempunyai dua alel sehingga kemungkinan dapat dipergunakan sebagai penciri genetik untuk sapi Bali. HANDIWIRAWAN (2003) melakukan pengujian lokus DNA mikrosatelit HEL9 dan INRA035 dalam sampel yang lebih besar pada sapi Bali di Propinsi Bali. Hasil identifikasi genotipe sapi Bali dan genotipe banteng sebagai pembandingan menunjukkan bahwa alel A dan alel B merupakan alel yang monomorfik pada lokus mikrosatelit INRA035 pada sapi Bali sehingga dapat digunakan sebagai penciri genetik sapi Bali. Alel A pada lokus mikrosatelit HEL9 merupakan alel dengan frekuensi yang sangat tinggi pada sapi Bali (92,9%) yang dapat dipergunakan sebagai penciri genetik pendukung pada sapi Bali karena semua banteng yang diuji juga memiliki alel tersebut. Dari beberapa hasil penelitian tersebut penggunaan lokus mikrosatelit INRA035 sebagai penciri genetik sapi Bali dapat digunakan, namun sebaiknya dikombinasikan dengan pengujian lokus HEL9 dan identifikasi fenotipe (pola warna tubuh, bentuk tanduk dan struktur bulu) agar diperoleh hasil yang lebih akurat.

Perbaikan mutu genetik sapi Bali

Program pemuliaan khusus untuk sapi Bali telah ditetapkan dan dijalankan pemerintah. Pokok-pokok pemuliaan sapi Bali seperti dikemukakan SOEHADJI (1990) adalah meliputi:

1. Menjalankan peternakan murni sapi Bali di Pulau Bali, NTB, Pulau Timor dan beberapa daerah di Sulawesi Selatan sebagai sumber bibit sapi Bali secara nasional,

2. Melakukan uji performans dan uji zuriat di *breeding centre* P3Bali Pulukan Bali untuk memperoleh pejantan sapi Bali unggul yang digunakan untuk kawin alam atau produksi semen beku,
3. Membentuk populasi dasar sebagai sumber gen yang unggul dan membentuk kelompok sapi Bali betina unggul dan dipelihara di Pusat Pembibitan Sapi Bali di Pulukan, Bali dan Anamina, Dompus-Sumbawa,
4. Melakukan inseminasi buatan berskala nasional untuk mempercepat aliran gen yang unggul dari pejantan sapi Bali unggul.

P3Bali dalam kegiatannya telah menghasilkan pejantan elit dan dipergunakan BIB untuk diambil semennya guna memperbaiki mutu genetik sapi Bali di seluruh Indonesia. Dari kegiatan tersebut dilaporkan bahwa performans produksi dan reproduksi sapi Bali di P3Bali lebih baik dibandingkan sapi Bali yang terdapat di Propinsi Bali, NTB, NTT dan Sulsel (PANE, 1990). SUKMASARI (2001) dengan menggunakan metode BLUP (*best linear unbiased prediction*) mendapatkan hasil bahwa sapi Bali yang dipelihara di pusat pembibitan Pulukan mempunyai rata-rata nilai pemuliaan dugaan lebih tinggi dibandingkan di instalasi populasi dasar. Namun demikian kecenderungan genetik yang merupakan perubahan rata-rata nilai pemuliaan dari suatu populasi dalam waktu tertentu untuk bobot sapih dan bobot setahun didapati menurun dengan kemiringan berturut-turut $-0,60$ dan $-0,30$, sedangkan kecenderungan genetik pertambahan bobot badan harian pascasapih meningkat dengan kemiringan $1,74$ (analisa data dari 1991–2000). Secara keseluruhan, mulai tahun 1983 sampai 1999 kecenderungan genetik sapi Bali di P3Bali mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Dari hasil penelitian SUKMASARI (2003) disarankan bahwa seleksi agar didasarkan pada nilai pemuliaan, agar seleksi dapat dilakukan lebih akurat sehingga kecenderungan genetik sapi Bali di P3Bali terus meningkat.

Di luar wilayah pemurnian (Propinsi Bali) kebijakan pemerintah untuk melakukan persilangan melalui IB dapat dilakukan dengan bangsa sapi lain. Sejak diperkenalkannya teknologi IB, persilangan dengan semen-semen *Bos taurus* dan *Bos indicus* banyak dilakukan, termasuk pada sapi Bali di daerah-daerah kantong bibit (NTT, NTB dan Sulsel). Jika dikaitkan dengan kerentanan sapi Bali terhadap penyakit Jembrana dan MCF, program persilangan berdampak positif terhadap kasus serangan penyakit tersebut. Sapi hasil persilangan memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap penyakit tersebut karena pewarisan gen sapi *Bos taurus*, dan dengan demikian wilayah pengembangan sapi persilangan ini dapat lebih luas.

Di wilayah kantong bibit, berdasarkan pengalamannya peternak memiliki kesukaan pada bangsa-bangsa tertentu dan memilih semen-semen dari bangsa tersebut untuk dipergunakan dalam IB, seperti Simmental, Limousin, Hereford dan Brangus. Tidak jarang anak betina hasil persilangan di-IB dengan bangsa sapi yang sama kembali dan demikian seterusnya sehingga komposisi genetik sapi *Bos taurus* menjadi terus meningkat. Tindakan yang demikian dipastikan akan menurunkan kemampuan adaptasi sapi hasil persilangan tersebut pada lingkungan yang keras sehingga produktivitasnya menjadi menurun. Sampai saat ini pada wilayah-wilayah tersebut banyak terbentuk keturunan sapi Bali dengan komposisi genetik yang tidak jelas. Evaluasi terhadap persilangan pada sapi Bali nampaknya perlu dilakukan untuk menentukan komposisi genetik sapi persilangan yang sesuai dengan kondisi lingkungan dimana sapi tersebut dikembangkan. Seiring dengan berjalannya Otonomi Daerah maka masing-masing wilayah dengan kondisi lingkungan yang berbeda akan mempunyai program persilangan untuk menghasilkan sapi yang cocok dengan sistem usaha dan kemampuan sumberdaya alamnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kelebihan yang dimiliki sapi Bali, seperti mempunyai fertilitas dan persentase karkas yang tinggi, kadar lemak daging yang rendah, dan mampu memanfaatkan pakan berkualitas rendah, serta memberikan respon cukup baik dalam perbaikan pakan, menunjukkan bahwa sapi Bali berpotensi dan cocok untuk dikembangkan pada kondisi lapang di Indonesia pada umumnya.

Pelestarian sapi Bali sangat penting dilakukan mengingat potensi besar yang dimilikinya untuk dipergunakan sebagai "bahan baku" pembentukan bangsa sapi baru untuk saat ini dan di masa depan dalam mengantisipasi permintaan pasar yang terkadang sukar untuk diprediksi.

Perbaikan mutu genetik melalui seleksi di wilayah peternakan murni dan persilangan dengan *Bos taurus* di kantong-kantong sumber bibit mampu memperlihatkan perbaikan produktivitas. Program persilangan untuk sapi Bali yang saat ini dilakukan perlu dibuat lebih jelas arahnya agar produksinya dapat lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

AMRIL, M. A., S. RASJID dan S. HASAN. 1990. Rumput lapangan dan jerami padi amoniasi urea sebagai sumber hijauan dalam penggemukan sapi Bali jantan dengan makanan penguat. Pros. Seminar Nasional Sapi Bali. 20-22 September 1990. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar.

- ARKA, I.B. 1984. Pengaruh Penggemukan Terhadap Kualitas Daging dan Karkas pada Sapi Bali. *Disertasi*. Universitas Pajajaran. Bandung.
- BELL, K., H. A. MCKENZIE and D.C. SHAW. 1981a. Bovine β -Lactoglobulin E, F and G of Bali (Banteng) cattle, *Bos (Bibos) javanicus*. *Aust. J. Biol. Sci.* 34: 133-147.
- BELL, K., K.E. HOPPER and H.A. MCKENZIE. 1981b. Bovine α -Lactalbumin C and α s1-, β - and κ -Caseins of Bali (Banteng) cattle, *Bos (Bibos) javanicus*. *Aust. J. Biol. Sci.* 34: 149-159.
- DITJEN BINA PRODUKSI PETERNAKAN. 2002. *Buku Statistik Peternakan Tahun 2002*. Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- DJARSANTO. 1997. Kebijakan pelestarian ternak asli Indonesia dalam rangka mendukung pengembangan perbibitan ternak nasional. Pros. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor, 7-8 Januari 1997. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Hlm. 182-185.
- ELDRIDGE, F.E. 1985. *The Cytogenetics of Livestock*. AVI Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut.
- HANDIWIRAWAN, E. 2003. Penggunaan Mikrosatelit HEL9 dan INRA035 sebagai Penciri Khas Sapi Bali. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- HARDJOSUBROTO, W. 1994. *Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- HARDJOSUBROTO, W. dan J.M. ASTUTI. 1993. *Buku Pintar Peternakan*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- HERWEIJER, C.H. 1950. Enkele aantekenigen betreffende de geschiedenis van de runderveeteelt op het Eiland Timor. *Hemera Zoa* 56: 689.
- MASUDANA, I W. 1990. Perkembangan sapi Bali di Bali dalam sepuluh tahun terakhir (1980-1990). Proceeding Seminar Nasional Sapi Bali. Denpasar, 20-22 September 1990. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar. hlm. A-11-A-30.
- MEIJER, W.C.P. 1962. *Das Balirind*. A. Ziemsen Verslag, Wittenberg Lutherstandt.
- MORAN, J.B. 1979. Growth and carcass development of Indonesian beef breeds. Pros. Seminar Penelitian dan Penunjang Pengembangan Peternakan. Lembaga Penelitian Peternakan. Bogor.
- NAMIKAWA, T., T. AMANO, B. PANGESTU and S. NATASASMITA. 1982. Electrophoretic variations of blood proteins and enzymes in Indonesian cattle and bantengs. The Origin and Phylogeny of Indonesian Native Livestock (Part III): Morphological and Genetical Investigations on the Interrelationship between Domestic Animals and their Wild Forms in Indonesia. The Research Group of Overseas Scientific Survey. hlm. 35-42.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1983. *Little-Known Asian Animals with a Promising Economic Future*. Washington, D.C. National Academic Press.
- NOZAWA, K. 1979. Phylogenetic studies on the native domestic animals in East and Southeast Asia. Proc. Workshop Animal Genetic Resources in Asia and Oceania. Tsukuba, 3-7 September 1979. Tsukuba: Society for the Advancement of Breeding Researches in Asia and Oceania (SABRAO). Hlm. 23-43.
- OKA, I.G.L. and DARMADJA, D. 1996. History and development of Bali Cattle. Proc. seminar on Bali cattle, a special species for the dry tropics, held by Indonesia Australia Eastern University Project (IAEUP), 21 September 1996. Udayana University Lodge, Bukit Jimbaran, Bali.
- PANE, I. 1991. Produktivitas dan breeding sapi Bali. Pros. Seminar Nasional Sapi Bali. 2-3 September 1991. Fakultas Peternakan Universitas Hasanudin. Ujung Pandang.
- PAYNE, W.J.A. and D.H.L. ROLLINSON. 1973. Bali cattle. *World Anim. Rev.* 7: 13-21.
- PAYNE, W.J.A. and J. HODGES. 1997. *Tropical Cattle: Origin, Breeds and Breeding Policies*. Blackwell Science.
- PERANGINANGIN, T.A. 1990. Perkembangan dan penendalian penyakit sapi Bali di wilayah pelayanan BPPH VI Denpasar. Pros. Seminar Nasional Sapi Bali. 20-22 September 1990. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar.
- ROLLINSON, D.H.L. 1984. *Bali Cattle*. In: *Evolution of Domesticated Animals*. MASON, I.L. (Ed.). New York: Longman.
- SASTRADIPRADJA, D. 1990. Potensi internal sapi Bali sebagai salah satu sumber plasma nutfah untuk menunjang pembangunan peternakan sapi potong dan ternak kerja secara nasional. Pros. Seminar Nasional Sapi Bali. Denpasar, 20-22 September. Denpasar: Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Hlm. A-47-A-54.
- SOEHADJI. 1990. Kebijakan pemuliaan ternak (*breeding policy*) khususnya sapi Bali, dalam pembangunan peternakan. Pros. Seminar Nasional Sapi Bali. Denpasar, 20-22 September 1990. Fakultas Peternakan Universitas Udayana. Denpasar. hlm. A-1-A-9.
- SOEMARM, A. MUSOFIE dan N. K. WARDHANI. 1985. Pengaruh pemberian wafer pucuk tebu terhadap penambahan berat badan sapi Bali jantan. Pros. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak. Grati, 5 Maret 1985. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- SUKMASARI, A. H. 2003. Pendugaan Nilai Pemuliaan dan Kecenderungan Genetik (*Genetic Trends*) Bobot Badan Sapi Bali di Proyek Pembibitan dan Pengembangan Sapi Bali (P3Bali) di Bali. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- TALIB, C. K. ENTWISTLE, A. SIREGAR, S. BUDIARTI-TURNER and D. LINDSAY. 2003. Survey of population and production dynamics of Bali cattle and existing breeding programs in Indonesia. In: *Strategies to Improve Bali Cattle in Eastren Indonesia*. K. ENTWISTLE and D.R. LINDSAY (Eds). ACIAR Proc. No. 110. Canberra.
- TIM PENELITI FAKULTAS PETERNAKAN IPB dan BIB SINGOSARI. 2000. Uji kemurnian sapi Bali melalui protein, DNA mikrosatelit, struktur bulu dan kromosom. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor dan Balai Inseminasi Buatan Singosari. Bogor.
- WINAYA, A. 2000. Penggunaan Penanda Molekuler Mikrosatelit untuk Deteksi Polimorfisme dan Analisis Filogenetik Genom Sapi. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Program Pascasarjana. Program Studi Bioteknologi. Bogor.