

PENGARUH GENOTIP *Bos taurus* TERHADAP PERFORMANS FISILOGI DAN REPRODUKSI SAPI SILANGAN SIMPO DAN LIMPO INDUK DI DATARAN RENDAH

(Influence of *Bos taurus* Genotype on Physiology and Reproductive Performance of SIMPO and LIMPO Crossing Cows in Low Land Area)

Aryogi¹, Baliarti E², Sumadi², Kustono²

¹Loka Penelitian Sapi Potong, Jl. Pahlawan No. 2 Grati, Pasuruan, Jawa Timur
aryogia@gmail.com

²Fakultas Peternakan UGM, Jln. Fauna, Bulaksumur, Karangmalang Yogyakarta

ABSTRACT

This study was conducted to determine effect of *Bos taurus* genotype on physiology and reproductive performance of Ongole crossbred cow in low land area with warm air temperature. Ongole crossbred cow and crossing with Simmental (SIMPO) or Limousin (LIMPO) have 0, 50 and 75% genotype of *Bos taurus*, 10 heads respectively, in low land area of Sleman district, Yogyakarta province, were observed of physiology and reproductive performance, then three cows of each genotype were observed its reproductive hormones. Observed parameters: air temperature and humidity, physiology and reproductive performance of cows. Data were analyzed variance and if significant differences, continued by DMRT, qualitative data are presented by descriptive. The results showed, cattle crossing with bigger genotypes of *Bos taurus* and it are maintained in low lands area with warm air temperature (20.1-31.9°C) and high humidity (60.9-84.1%): significantly ($P<0.01$) convenient for cows at 22 to 10 time only; cause an increase in pulse rate (from 66.2-71.3; 65.8-75.1; 70.2-74.8 times /min) and respiratory frequency (17.7-19.7; 16.9-25.35; 19.9-26.2 times/min), cause a decrease/delay achievement of minimum and maximum levels of progesterone (4.0-5.9; 2.3-6.4; 1.7-6.0 ng/mL) and estrogen (11.6-35.3; 10.5-27.8; 8.2-17.9 ng/mL) hormone; cause significant decrease ($P<0.01$) on reproductive performance cows (APP = 112.7 with 118.7-120.2 days; estrous cycle = 19.7 with 31.6-33.0 days; S/C = 1.6 with 1.9-2.0 times). It was concluded that *Bos taurus* genotyping in SIMPO and LIMPO cows that maintained in low land area with warm air, causing significantly decreased of its physiology and reproductive.

Key Words: Physiology and Reproductive Performans, SIMPO, LIMPO, Low Land Area

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh persentase darah *Bos taurus* terhadap performans fisiologi dan reproduksi sapi induk silangan Peranakan Ongole di dataran rendah yang bertemperatur udara panas. Sapi SIMPO/LIMPO berdarah 0, 50 dan 75% Simmental/Limousin, masing-masing 10 ekor di dataran rendah di kab. Sleman DIY, diamati performans fisiologi dan reproduksinya, kemudian masing-masing tiga sapi diantaranya diamati hormon reproduksinya. Parameter yang diamati: temperatur dan kelembaban udara serta performans fisiologi dan reproduksi ternak. Data disajikan secara deskriptif atau di uji beda rata-ratanya. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa temperatur dan kelembaban udara harian di dataran rendah yang panas (20,1-31,9°C dan 60,9-84,1%) : nyata ($P<0,01$) hanya nyaman bagi sapi silangan pada jam 22 sampai jam 10; menyebabkan peningkatan frekuensi denyut nadi dan respirasi, serta penurunan/keterlambatan pencapaian kadar minimal dan maksimal hormon progesteron dan estrogen yang nyata ($P<0,01$) pada sapi silangan dengan persentase darah *Bos taurus* yang semakin tinggi (66,2-71,3; 65,8-75,1; 70,2-74,8 kali/menit dan 17,7-19,7; 16,9-25,35; 19,9-26,2 kali/menit serta 4,0-5,9; 2,3-6,4; 1,7-6,0 ng/mL dan 11,6-35,3; 10,5-27,8; 8,2-17,9 ng/mL); menyebabkan penurunan yang nyata ($P<0,01$) terhadap performans reproduksi sapi silangan induk (APP = 112,7 dengan 118,7-120,2 hari; siklus estrus = 19,7 dengan 31,6-33,0 hari; S/C = 1,6 dengan 1,9-2,0 kali). Disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase darah *Bos taurus*, secara nyata meningkatkan terjadinya stress panas lingkungan pada sapi silangan di dataran rendah, sehingga menurunkan performans fisiologi dan performans reproduksi sapi.

Kata Kunci: Persentase Darah *Bos taurus*, Performans Fisiologi dan Reproduksi

PENDAHULUAN

Berbagai usaha telah dilakukan pemerintah untuk meningkatkan penyediaan daging sapi dalam negeri, diantaranya melakukan *grading up* (melalui IB) terhadap induk-induk sapi potong lokal Indonesia dengan sapi pejantan bangsa *Bos taurus*. Namun demikian kenyataan di peternakan rakyat menunjukkan, produktivitas sapi hasil silangan tersebut, terutama yang dipelihara di dataran rendah yang bersuhu udara panas, tidak selalu lebih baik dibanding dengan sapi lokal yang ada.

Saat ini hampir di setiap peternak rakyat telah terbentuk dan tersebar berbagai tingkatan genotip *Bos taurus* sapi silangan Simmental dengan Peranakan Ongole (disebut sapi SIMPO) atau Limousin dengan Peranakan Ongole (disebut sapi LIMPO). Pertimbangan utama penggunaan straw sapi sub tropis *Bos taurus* pada program IB, masih didasarkan hanya pada kemampuan pertumbuhan tubuh yang lebih cepat dan ukuran tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan sapi lokal, belum mempertimbangkan keterbatasan kemampuan sapi sub tropis dalam beradaptasi secara fisiologis dan biologis terhadap kondisi pemeliharaan di lingkungan tropis yang bersuhu udara panas dan pola pemeliharaan ekstensif. Collier dan Rosemarie (2007) menyatakan, faktor lingkungan seperti suhu lingkungan dan kelembaban udara memiliki efek langsung terhadap produktivitas sapi potong sub tropis. Suhu udara mulai 25°C akan mulai menghilangkan kemampuan sapi sub tropis yang mempunyai produktivitas tinggi, untuk menjaga atau mempertahankan suhu tubuhnya (Hansen 2013), sehingga berdampak menurunkan performans produksi dan reproduksi sapi serta resistensi terhadap penyakit.

Sifat positif dan negatif dari seekor sapi adalah warisan dari kedua tetuanya (Collier et al. 2007), sehingga sapi silangan SIMPO dan LIMPO akan mewarisi separo sifat *Bos taurus* yang tidak tahan kondisi daerah tropis bersuhu udara panas. Oleh karena itu, model pengembangan sapi potong melalui perkawinan silang antara sapi lokal dengan *Bos taurus*, di daerah tropis dataran rendah yang bersuhu udara panas, sebaiknya tidak diaplikasikan secara sembarangan. Pengembangan sapi potong di daerah bersuhu

panas melalui perkawinan silang dengan sapi sub tropis, harus diarahkan ke pembentukan strain yang secara genetik resisten terhadap stress panas (Hansen 2013), sebagai contoh adalah pembentukan sapi Brahman atau Nelore yang dapat mempertahankan produktivitasnya di lingkungan panas, karena mengandung gen yang memungkinkan sapi dapat mengatur suhu tubuh selama stress panas.

Beberapa informasi dari lapangan melaporkan bahwa tingkat fertilitas sapi SIMPO dan LIMPO yang dipelihara pada kondisi peternak rakyat (belum mempertimbangkan iklim daerah, perhitungan tingkat kebutuhan pakannya dan pemeliharaan secara tradisional), ternyata tidak lebih baik/lebih jelek dibandingkan dengan sapi lokal (Aryogi 2005).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh genotip *Bos taurus* terhadap performans fisiologi dan reproduksi sapi silangan Peranakan Ongole (SIMPO dan LIMPO) induk yang dipelihara di dataran rendah bersuhu udara panas.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di dua tempat, yaitu di kandang untuk mengetahui performans fisiologi dan performans reproduksinya sapi, serta di laboratorium untuk mengetahui pola sekresi dan konsentrasi hormon reproduksi sapi.

Penelitian di kandang dilakukan selama 3 bulan musim kemarau di peternak rakyat desa Catur Hardjo, kecamatan Sleman, kabupaten Sleman, provinsi DIY yang merupakan daerah dataran rendah berlahan kering dan bersuhu udara panas; menggunakan sapi SIMPO atau LIMPO (silangan antara Peranakan Ongole dan *Bos taurus*) induk, masing-masing sebanyak 10 ekor untuk setiap tingkatan genotip *Bos taurus* (0% atau sapi PO, 50% dan 75%). Kegiatan yang dilakukan di kandang adalah:

1. Mengamati kondisi lingkungan lokasi penelitian yang meliputi suhu dan kelembaban udara di 5 lokasi di dalam kandang tempat sapi materi penelitian dipelihara dan 5 lokasi di sekitar kandang. Pengamatan dilakukan selama 4 x 24 jam setiap bulannya, yaitu pengamatan hari pertama dan ketiga adalah pada jam 00, 04,

- 08, 12, 16 dan 20, sedangkan hari kedua dan keempat pada jam 02, 06, 10, 14, 18 dan 22. Alat-alat yang digunakan adalah termometer dan hygrometer.
- Mengamati performans fisiologi ternak meliputi frekuensi denyut nadi dan respirasi serta suhu badan sapi, dilakukan pada waktu dan ternak yang sama dengan pengamatan kondisi lingkungan. Alat yang digunakan adalah termometer, stetoskop dan *stopwatch*
 - Mengamati performans reproduksi ternak yang meliputi *anoestrus post partus (APP)* dan *service per conception (S/C)*, dilakukan sejak awal sampai akhir penelitian, secara visual, melalui wawancara langsung ke peternak, berdasarkan recording petugas IB, palpasi rektal, pengecekan ovarium dengan alat *ultra sonography (USG)*. Alat yang digunakan adalah buku recording perkawinan, seperangkat alat pengambil sampel darah dan USG sapi.

Penelitian laboratorium dilakukan selama sebulan di Laboratorium Kebidanan Departemen Reproduksi, Fak. Kedokteran Hewan Univ. Airlangga, menggunakan sampel serum darah dari 3 sapi untuk setiap tingkatan genotip *Bos taurus*. Alat yang digunakan adalah seperangkat analisis hormon progesteron dan estrogen metode ELISA.

Palpasi rektal dan USG dilakukan untuk mengetahui perkiraan tanggal saat sapi akan mengalami estrus (huruf c di Gambar 1).

Pembuatan sampel serum adalah darah yang diambil di bagian *vena jugularis* sapi di sentrifugasi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 10 menit, kemudian serumnya dimasukkan ke tabung evendof dan disimpan di suhu -20°C sampai dilakukan analisis.

Parameter yang diamati adalah:

- Kondisi lingkungan: temperatur dan kelembaban udara di dalam dan di luar kandang

- Performans sapi induk:
 - Status fisiologi: frekuensi respirasi dan denyut nadi, serta suhu badan
 - Status reproduksi: *anoestrus post partus (APP)*: *service per conception (S/C)*: pola sekresi dan kadar hormon progesteron dan estrogen.

Data yang diperoleh dianalisis variansi, jika terdapat perbedaan nyata antar tingkatan genotip *Bos taurus*, dilanjutkan dengan uji DMRT. Data kualitatif disajikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi lingkungan

Kondisi lingkungan lokasi penelitian adalah dataran rendah (30-75 m dpl), topografi datar, lahan kering berudara panas dan lama MH 5 bulan/tahun (November-Maret).

Data hasil pengamatan temperatur dan kelembaban udara di lokasi penelitian, disajikan Gambar 2 dan Gambar 3.

Berdasar Gambar 2, tampak bahwa dibandingkan dengan di luar kandang, temperatur udara *diurnal* di dalam kandang mulai siang sampai menjelang pagi hari adalah lebih tinggi, kemudian menjelang pagi hari sampai menjelang siang hari adalah lebih dingin. *Comfort zone* sapi sub tropis adalah pada suhu udara 13-24°C (Collier et al. 2007), sedang sapi tropis adalah 22-30°C (Gantner et al. 2011). Apabila sapi silangan mewarisi kedua sifat tersebut, maka diperkirakan *comfort zone* sapi silangan turunan pertama (F₁) adalah pada suhu udara 18-28°C (Aryogi 2005). Data Gambar 2 menunjukkan, sapi silangan di dataran rendah hanya mengalami *comfort zone* pada jam 22 sampai jam 10.



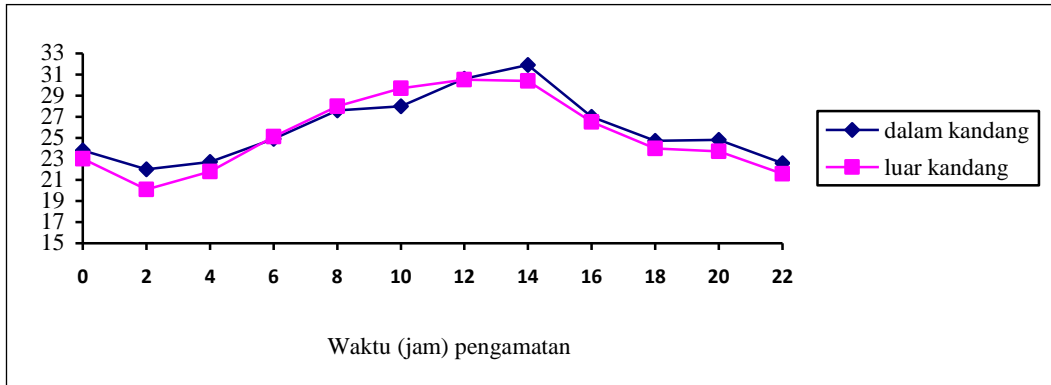
a = Hari saat USG yang menghasilkan perkiraan tanggal di titik "c"

b = Sehari menjelang sapi diperkirakan estrus. Dilakukan pengambilan darah 1 x

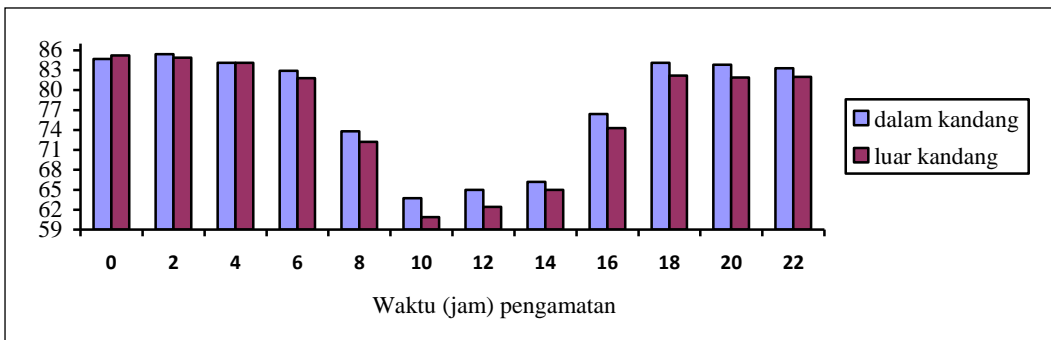
c = Waktu (hari) selama sapi mengalami estrus. Dilakukan pengambilan darah 4 x/hari

d = 6-12 jam setelah hari estrus berakhir. Pengambilan darah 1 x

Gambar 1. Skema waktu pengambilan sampel darah



Gambar 2. Temperatur udara di lokasi penelitian (°C)



Gambar 3. Kelembaban udara di lokasi penelitian (%)

Kondisi ini diperkirakan akan menyebabkan sapi silangan, terutama yang genotip *Bos taurus* nya sampai 75%, mengalami stress panas lingkungan sepanjang siang sampai sore hari.

Gambar 3 menunjukkan, kelembaban udara di lokasi penelitian tampak selalu tinggi (82-85%), kecuali antara jam 8-16 yang tampak rendah (62-75%). Sementara itu, kelembaban udara di dalam kandang hampir selalu lebih tinggi dibandingkan dengan di luar kandang. Kelembaban udara, terutama di dalam kandang, yang tinggi (di atas 82%) berpotensi untuk meningkatkan kesulitan sapi silangan, terutama yang genotip *Bos taurus* nya sampai 75%, dalam membuang produksi panas tubuhnya sehingga akan mempercepat terjadinya stress lingkungan pada temperatur udara yang lebih rendah seperti yang dinyatakan oleh Gantner et al. (2011) di atas.

Bos taurus dikenal sebagai sapi dengan produktivitas yang tinggi, sehingga mempunyai tingkat metabolisme tubuh yang tinggi. Gantner et al. (2011) menyatakan bahwa *Bos taurus* yang dipelihara di daerah bersuhu udara panas dan kelembaban udara tinggi akan cepat mengalami stress panas dan meningkat suhu tubuhnya, karena produksi panas hasil metabolisme sapi yang tinggi akan semakin sulit dilepas ke udara yang suhunya panas, sehingga untuk menyeimbangkan antara besarnya produksi panas tubuh dengan kemampuan pelepasan panas tubuh, sapi akan meningkatkan aktivitas fisiologisnya atau menurunkan produksi panas tubuhnya. Di contohkan, sapi perah mulai mengalami stress panas pada temperatur udara 22°C dengan kelembaban 100%, atau temperatur udara 25°C dengan kelembaban 50%, atau temperatur udara 28°C dengan kelembaban 20%.

Performans sapi induk

Performans sapi induk yang diamati meliputi status fisiologis (frekuensi denyut nadi dan respirasi, serta suhu badan) dan status reproduksi (performans dan hormon reproduksi) ternak.

Hasil pengamatan status fisiologi, datanya disajikan di Gambar 4-6.

Data di Gambar 4 menunjukkan, frekuensi denyut nadi:

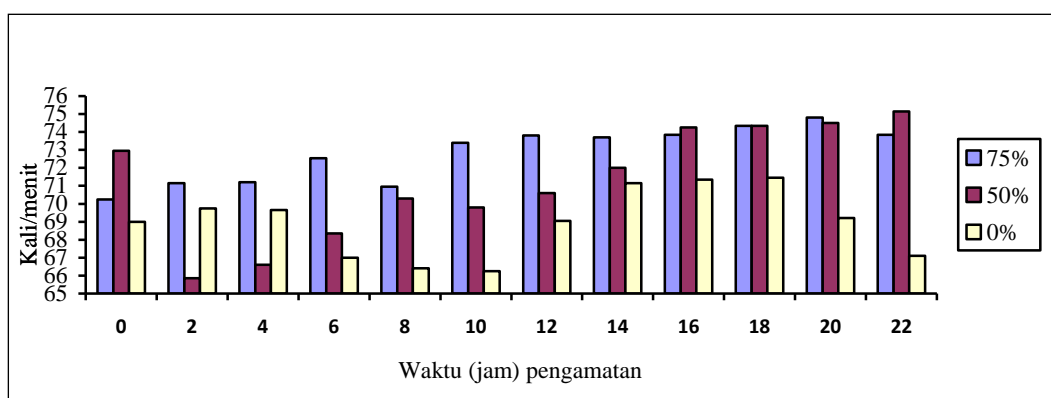
1. Sapi bergenotip *Bos taurus* nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tidak bergenotip *Bos taurus*
2. Sapi bergenotip *Bos taurus* 75% hampir selalu nyata lebih tinggi dibandingkan dengan sapi bergenotip *Bos taurus* 50%

Gambar 5 menunjukkan bahwa frekuensi respirasi:

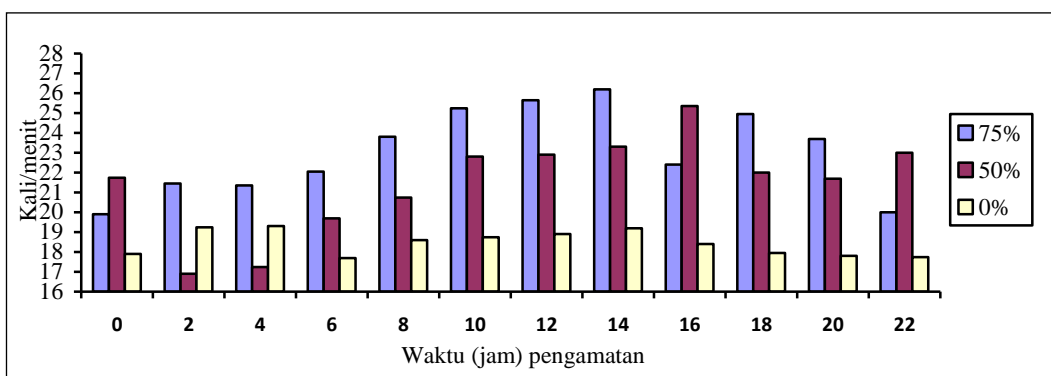
1. Sapi tidak bergenotip *Bos taurus* hampir selalu nyata lebih rendah dibandingkan dengan sapi bergenotip *Bos taurus*
2. Sapi bergenotip *Bos taurus* 75% hampir selalu nyata lebih tinggi dibandingkan dengan yang bergenotip 50%.

Data di Gambar 6 menunjukkan bahwa suhu badan:

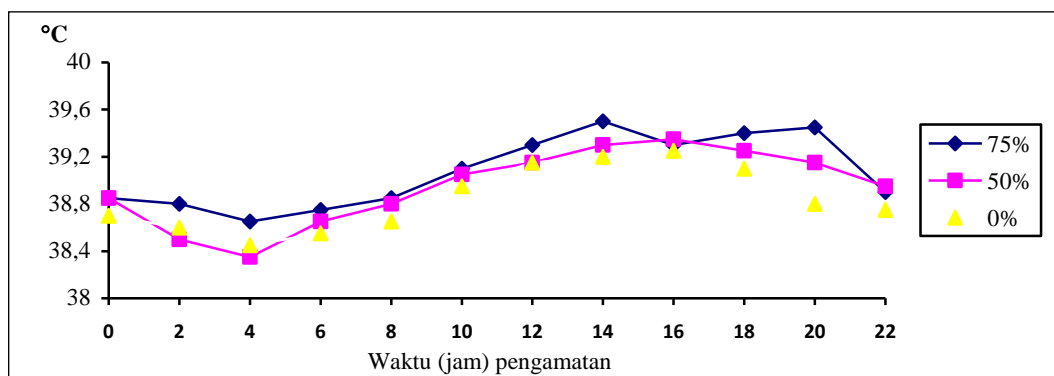
1. Sapi tidak bergenotip *Bos taurus* tidak berbeda dengan sapi bergenotip *Bos taurus*
2. Sapi bergenotip *Bos taurus* 50% tidak nyata berbeda dengan bergenotip 75%.



Gambar 4. Frekuensi denyut nadi sapi (kali/menit)



Gambar 5. Frekuensi respirasi sapi (kali/menit)



Gambar 6. Suhu badan sapi (°C)

Sapi yang berada di lingkungan udara panas, akan mengalami kesulitan dalam membuang panas hasil metabolisme dari tubuhnya ke udara di sekitarnya; apabila kondisi ini berlangsung dalam waktu yang cukup lama atau pada tingkatan cekaman panas yang tinggi, maka temperatur tubuh sapi akan meningkat dan sapi akan mengalami stress panas (Hansen, 2004). Guna menjaga temperatur tubuhnya sehingga dapat mengatasi atau mengurangi stress panas tersebut, sapi akan meningkatkan pembuangan panas tubuhnya melalui pernafasan dan pengeluaran keringat, yaitu dengan meningkatkan frekuensi respirasi dan frekuensi denyut nadi (Farooq et al. 2010). Collier et al. (2007) menyatakan, stress panas pada sapi akan selalu ditandai dengan peningkatan laju respirasi dan laju denyut nadi, serta pada tingkatan yang berat adalah peningkatan suhu tubuh. Suhu lingkungan di bawah 23,9°C disebut sebagai zona *thermoneutral* untuk sapi sub tropis.

Sapi PO yang bergenotip *Bos indicus* tampak nyata lebih tidak mudah mengalami stress panas dibandingkan dengan sapi yang bergenotip *Bos taurus*. Hansen (2004) menjelaskan, kondisi ini terjadi karena secara genetik *Bos indicus* mempunyai tingkat metabolisme tubuh yang lebih rendah dan kapasitas berkeringat yang lebih besar, sehingga produksi panas tubuh metabolisnya lebih rendah dan pembuangannya melalui kelenjar keringat menjadi lebih besar.

Berdasarkan data fisiologi di atas, tampak bahwa genotip *Bos taurus* yang semakin tinggi pada sapi SIMPO dan LIMPO, secara nyata meningkatkan terjadinya stress sapi pada temperatur lingkungan antara 20,1-31,9°C, tetapi belum nyata sampai menyebabkan terjadinya peningkatan suhu tubuh sapi.

Data hasil pengamatan status reproduksi sapi induk, tercantum di Tabel 3, Gambar 7 dan 8.

Tabel 3. Performans reproduksi sapi induk

Pengamatan	Genotip <i>Bos taurus</i>		
	0%	50%	75%
APP (hari)	112,73 ± 13,67 ^a	120,21 ± 14,37 ^b	118,73 ± 19,66 ^b
SE (hari)	19,75 ± 1,68 ^a	31,63 ± 2,60 ^b	33,05 ± 4,76 ^b
S/C (kali)	1,56 ± 0,75 ^a	1,97 ± 0,72 ^b	2,02 ± 0,69 ^b
LB (hari)	284,40 ± 3,82	287,61 ± 4,25	287,23 ± 3,50
CI (hari)	413,87 ± 26,49 ^a	446,55 ± 19,18 ^b	461,23 ± 17,67 ^b

^{a,b} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama, menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,01$)

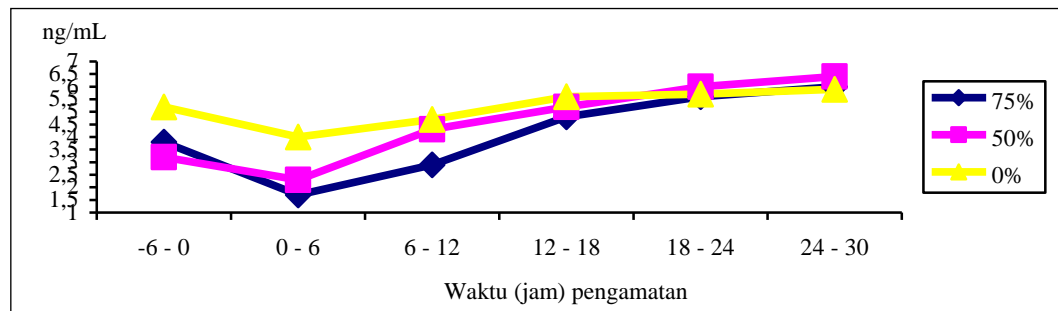
APP = *Anoestrus post partus*; S/C = *Service per conception*; SE = Siklus estrus; LB = Lama bunting; CI = *Calving interval*

Tampak bahwa sapi bergenotip *Bos taurus* di dataran rendah, secara nyata ($P < 0,01$) menunjukkan performans reproduksi yang lebih rendah dibandingkan dengan sapi bergenotip *Bos indicus*, tetapi peningkatan genotip *Bos taurus* tidak nyata menyebabkan penurunan performans reproduksi ternaknya. Kondisi ini diduga sebagai pengaruh dari terjadinya interaksi antara kondisi lingkungan yang berupa temperatur udara panas dengan genotip *Bos taurus* yang kurang tahan udara panas. Sapi yang tidak bergenotip *Bos taurus*, tampak suhu udara panas di dataran rendah tidak terlalu mempengaruhi performans reproduksinya.

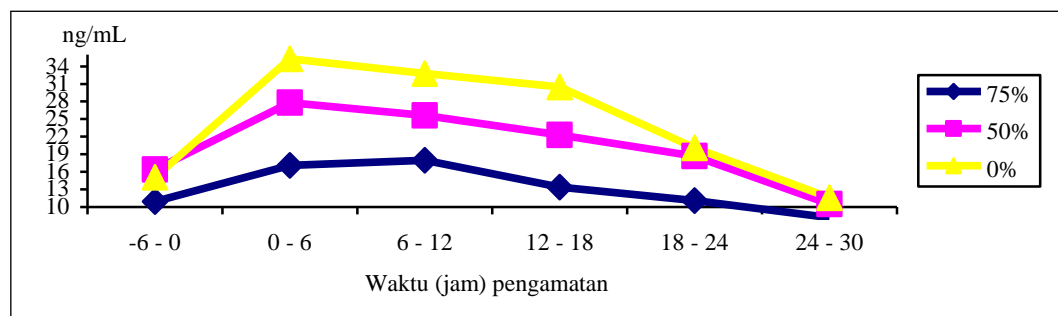
Performans reproduksi sapi induk bergenotip *Bos taurus* yang semakin tinggi, tampak nyata makin rendah dibandingkan dengan sapi tanpa bergenotip *Bos taurus*. Keadaan ini diduga antara lain berkaitan dengan terjadinya abnormalitas sekresi hormon reproduksi seperti progesteron dan estrogen (Amundson et al. 2006). Hasil analisis progesteron dan estrogen menjelang sampai setelah mengalami estrus, disajikan di Gambar 7 dan 8.

Data di Gambar 7 dan 8 menunjukkan bahwa, kadar hormon progesteron dan estrogen dari sapi bergenotip *Bos taurus* yang dipelihara di dataran rendah, terutama persentase genotip *Bos taurus* yang semakin tinggi, adalah nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dibandingkan dengan sapi *Bos indicus*.

Dugaan bahwa penurunan sekresi hormon reproduksi sapi induk bergenotip *Bos taurus* adalah menyebabkan terjadinya menurunnya performans reproduksinya, diperkuat oleh data hasil pemeriksaan perkembangan folikel menggunakan alat ultra sonography (USG), yaitu bahwa sapi bergenotip *Bos taurus* tidak segera (lebih lama) mengalami estrus walaupun perkembangan folikelnya telah mencapai ukuran siap ovulasi. Diameter folikel *Bos indicus* mulai 8 mm dapat digunakan sebagai patokan pendugaan bahwa sapi akan mengalami estrus 2-4 hari kemudian (Atkins et al. 2010), namun pada sapi induk bergenotip *Bos taurus* terbukti baru akan mengalami estrus antara 7-11 hari kemudian.



Gambar 7. Profil hormon progesteron sapi induk di dataran rendah (ng/mL)



Gambar 8. Profil hormon estrogen sapi induk di dataran rendah (ng/mL)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa genotip *Bos taurus* pada sapi silangan SIMPO dan LIMPO induk yang dipelihara di dataran rendah bersuhu udara panas, secara nyata menyebabkan terjadinya penurunan performans fisiologi dan reproduksi ternaknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amundson JL, Mader TL, Rasby RJ, Hu QS. 2006. Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. *J Anim Sci.* 84:3415-3420.
- Aryogi. 2005. Kemungkinan timbulnya interaksi antara genetik dan ketinggian lokasi terhadap performans sapi potong silangan peranakan ongole di jawa timur. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, Fakultas Peternakan.
- Atkins JA, Smith MF, Wells KJ, Geary TW. 2010. Factors affecting pre ovulatory follicle diameter and ovulation rate after gonadotropin-releasing hormone in postpartum beef cows. Part II: Anestrous cows. *J Anim Sci.* 88:2311-2320.
- Collier RJ, Laun WH, Sunthorn R, Rosemarie BZ. 2007. Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance. 22th Southwest Nutrition and Management Conference. February 22-23. Department of Animal Sciences. The University of Arizona.
- Collier RJ, Rosemarie BZ. 2007. Heat stress effects on cattle: what we know and what we don't know. 22th Southwest Nutrition and Management Conference. February 22-23. Department of Animal Sciences. The University of Arizona.
- Farooq U, Samad HA, Shehzad F, Qayyum A. 2010. Physiological Responses of Cattle to Heat Stress. *World Applied Sciences J 8 (Special Issue of Biotechnology and Genetic Engineering):* 38-43. ISSN 1818-4952.
- Gantner V, Mijić P, Krešimir K, Drago K, Ranko G. 2011. Suhue-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. Original scientific paper-Izvorni znanstveni rad. *Daily production of dairy cattle, Mljekarstvo* 61(1), 56-63. UDK: 637.112.
- Hansen PJ. 2013. Genetic Control of Heat Stress in Dairy Cattle. *Proceedings 49th Florida Dairy Production Conference, Department of Animal Sciences University of Florida.*
- Hansen. 2004. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim Reprod Sci.* 82-83:349-360.