

Physiological Respons of Bali and Simbal Cattles on the Thermal Environment of Lowland and Highland Areas in Lombok Island

Lalu Wira Pribadi^{1*}, Rr. Agustien Suhardiani¹, Tahyah Hidjaz¹, M. Ashari¹, Happy Poerwoto¹, Rina Andriati¹

¹Laboratorium Ternak Potong dan Kerja, Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Article History

Received : July 02th, 2021

Revised : August 20th, 2021

Accepted : September 04th, 2021

Published : September 13th, 2021

*Corresponding Author:

Lalu Wira Pribadi, Laboratorium Ternak Potong dan Kerja, Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Mataram, Indonesia; Email: wirapribadi19@gmail.com

Abstract: The effort to increase productivity of Bali cattle in Lombok Island made use of crossbreeding with exotic breeds, such as Simmental, Limousine, Charolais, Hereford, and Brahman breed, in which Simmental was suggested the best one. However, replacing indigenous with exotic breed might in fact create significant problem, especially low tolerance on harsh environment condition and increased work to feed each animal because of higher growth and greater size at maturity. This study that mean objective to investigate the physiological respons of Bali and Simbal cattle on the thermal environment of lowland and highland areas in Lombok island, was carried out by measure the rectal temperature (BT, °C), respiration rate (RR, resp/min), and heat tolerance coefficient (HTC) of 320 cattles in lowland and 280 cattle in highland, each consisted of pure Bali breed (B), crossbred of B x Simmental (SB), backcross of SB x Simmental (SBS), and backcross of SB x Bali (SBB). Each genotype consist of male and female, and 24-36 months of age. All cattle observed are ordered to be similar condition with BCS 3-5. The thermal condition of lowland and highland are measured from air temperature (°C), relative humidity (%), and temperature humidity index (THI). Data were analysed by using Anova and further test using HSD-test. Results of the study shows, the daily temperature and THI data obtained for the lowland environment are in considered to thermal stress zone for beef cattle, whereas those of found for the highland are within range of safety zone for cattle production. Physiological response such as BT, RR, and HTC, were significantly higher for cattle in the lowland than those in highland. The crossbreeds cattle with higher proportion of Simmental genetic showed higher BT, RR, and HTC in the lowland, but became decrease in highland environment by higher decreasing index. It could be concluded that environmental condition in lowland with average THI of 80.02 lead to caused thermal stress to genotypes of Simbal cattle based on HTC wich in average of 2.91; however in highland wich average THI of 69.39 each genotype of cattle shows physiological responses in the normal range.

Keywords: physiological respons, thermal environment, lowland, highland, Bali cattle, Simbal cattle

Pendahuluan

Penotif hewan ternak adalah hasil proses interaksi factor genetic dan lingkungan. Faktor genetik menentukan kemampuan yang dimiliki seekor ternak, sedang faktor lingkungan memberi kesempatan ternak untuk menampilkan kemampuannya tersebut (Alencar et al., 2005).

Adapun interaksi genotipe dan lingkungan, adalah suatu perubahan relatif dalam ekspresi fenotip dari genotip-genotip apabila diamati pada lingkungan berbeda untuk suatu atau beberapa sifat tertentu (Espasandin et al., 2011).

Faktor genetik diekspresikan pada perbedaan bangsa (*breed*) atau strain, dalam hal ini, suatu bangsa atau strain memiliki genetik

berbeda dengan bangsa atau strain lainnya, yang menyebabkan berubahnya lingkungan internal (lingkungan di dalam tubuh ternak itu sendiri) antara satu bangsa atau strain dengan lainnya (Od'Ompanich *et al.*, 2010).

Lingkungan eksternal (faktor lingkungan) dalam kehidupan ternak meliputi aspek-aspek klimatologis, nutritional, dan manajerial (Pribadi *et al.*, 2014). Aspek klimatologis yang meliputi: suhu udara, kelembaban, radiasi sinar matahari, presipitasi, dan gerakan udara merupakan lingkungan eksternal terpenting bagi ternak karena secara terus menerus berhubungan dengan lingkungan internal tubuh ternak, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Unsur iklim, khususnya di daerah tropik, diketahui bersifat tidak tetap dan bervariasi antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Variasi iklim, menurut Lakitan (2002) disebabkan antara lain oleh variasi ketinggian tempat dari permukaan laut (*altitude*). Dalam hal ini, ketinggian tempat memiliki hubungan erat dengan suhu udara lingkungan (lingkungan termal), dimana semakin tinggi tempat dari permukaan laut suhu udaranya semakin rendah (Williamson dan Payne, 1978). Suhu udara harian rata-rata akan menurun 0,6 °C untuk setiap bertambahnya ketinggian tempat 100 m dari permukaan laut (Lakitan, 2002; Makkin, 2002).

Wilayah Indonesia, khususnya di Nusa Tenggara Barat memiliki wilayah dataran rendah (0-100 m) dengan suhu panas 25-29 °C, dataran sedang (400-600 m) dengan suhu hangat 19-24 °C, dataran tinggi (700-1400 m) dengan suhu sejuk 13-18 °C, dan daerah pegunungan tinggi tropik (>1400 m) dengan suhu dingin 0-12 °C (Pribadi, 2001). Setiap ketinggian tempat tersebut, masing-masing memiliki kapasitas bioklimatik tertentu bagi kehidupan ternak (Rao, 1997).

Variasi suhu udara pada ketinggian tempat yang berbeda perlu diperhatikan dalam pengembangan peternakan di suatu wilayah. Pengaruh awalnya adalah terhadap fungsi beberapa organ internal (fisiologis) tubuh seperti jantung, sistem pernafasan, sistem ekskresi, dan lain-lain, yang manifestasinya pada pengaturan suhu tubuh (termoregulasi); aktifitas termoregulasi akan mempengaruhi penggunaan energi di dalam tubuh, yang, pada gilirannya akan mempengaruhi efisiensi energetika proses produksi.

Sapi adalah kelompok hewan homoiterm dan dapat mempertahankan suhu tubuhnya relatif

konstan antara 38,0-39,5). Sapi berusaha memelihara keseimbangan antara panas yang diproduksi tubuh (*heat production*) dan panas yang diterima tubuh dari lingkungan (*heat gain*) dengan panas yang dilepaskan tubuh ke lingkungan (*heat loss*); Namaun demikian, ukuran tubuh sapi memiliki kapasistas yang berbeda dalam regulasi pertukaran panas, bangsa sapi dengan ukuran tubuh lebih kecil memiliki kapasitas pertukaran panas yang lebih baik.

Setiap bangsa sapi membutuhkan lingkungan termal yang paling sesuai untuk berlangsungnya proses-proses fisiologis secara ideal yaitu pada kisaran lingkungan termal *Comfort Zone*. Dalam suhu *comfort* tidak terjadi tekanan fisiologis dalam tubuh dan ternak dapat hidup secara nyaman pada tingkat metabolisme minimum. Ternak akan mengalami tekanan fisiologis jika lingkungan termal berada di atas atau di bawah *comfort zone*. Adapun *comfort zone* sapi tropis berkisar 10-27 °C dan 4-20 °C untuk sapi-sapi sub tropis (Santosa, 1997).

Sapi potong merupakan hewan ternak dengan karagaman jenis yang tinggi dan ditemukan hampir di semua negara, termasuk Indonesia (Lelana *et al.*, 2003). Daerah NTB sebagai salah satu daerah sumber bibit sapi Bali dan sapi potong nasional, memiliki beragam genotip sapi potong sebagai akibat program perkawinan (IB) silang anatara sapi lokal asli (sapi Bali) dengan bangsa-bangsa sapi potong sub tropis seperti sapi Simmental, Limousin, dan Brangus., yang masing-masing menghasilkan sapi Simbal (Simmental x Bali), Limbal (Limousin x Bali), dan Brabal (Brangus x Bali), serta turunan-turunan hasil silang balik (*backcrossing*) masing-masing sapi F1 (betina) tersebut dengan bangsa pejantan tetuanya, sehingga berkembang jenis-jenis sapi hasil silang dengan genotip beragam. Sapi Simmental, dalam hal ini, adalah sumber semen yang paling dominan penggunaannya dalam persilangan tersebut, berdasarkan laporan dari berbagai sumber (Pribadi *et al.*, 2015). Oleh karena itu, turunan sapi Simmental dapat dijumpai dengan porsi darah Simmental yang beragam sebagai ekspresi keberagaman genotipnya.

Berdasarkan uraian di atas, *comfort zone* untuk sapi Simbal dengan genotip beragam perlu dicermati diantara variasi ketinggian tempat yang ada, dengan mengacu kepada interaksi genotipe dan lingkungan terhadap berbagai ukuran kinerja, khususnya terhadap kinerja respon fisiologis. Hal

ini terutama, dalam rangka pengembangan ke arah produktivitas yang lebih baik dan menguntungkan pada masa mendatang.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian ini di pulau Lombok, meliputi wilayah dataran rendah (0-100 m dpl.) dan dataran tinggi (700-1.000 m dpl.). Penentuan lokasi penelitian pada masing-masing wilayah ketinggian tempat, didasarkan pada keadaan populasi sapi sesuai genotip yang berkaitan dengan materi penelitian. Sehubungan dengan luas wilayah yang sangat berbeda antara wilayah dataran rendah dan dataran tinggi, yaitu sekitar 10 : 1, maka lokasi penelitian ini pada wilayah dataran rendah dan dataran tinggi ditentukan dengan mengambil 10% wilayah dataran rendah dan 75% wilayah dataran tinggi, sesuai arahan Ghony dan Almansur (2011). Dengan demikian, penelitian ini dilaksanakan pada 26 desa di wilayah dataran rendah dan 10 desa di wilayah dataran tinggi se Pulau Lombok.

Materi penelitian adalah sapi-sapi hasil Inseminasi Buatan (IB) yang berkembang di kalangan peternakan rakyat dengan manajemen kandang kolektif pada wilayah-wilayah dataran tinggi dan dataran rendah di Pulau Lombok, terdiri atas:

- 1) Sapi Bali (hasil IB murni sapi Bali betina dengan pejantan Bali)..... B,
- 2) Sapi hasil persilangan sapi Bali (betina) dengan sapi Simmental (50% Simmental dan 50% Bali).... $\frac{1}{2}S\frac{1}{2}B$ atau SB,
- 3) Sapi hasil silang balik (*back crossing*) sapi Simbal betina dengan pejantan Simmental (75% Simmental dan 25% Bali).... $\frac{3}{4}S\frac{1}{4}B$ atau SSB,
- 4) Sapi hasil silang balik (*back crossing*) sapi Simbal betina dengan pejantan Bali (25% Simmental dan 75% Bali) $\frac{1}{4}S\frac{3}{4}B$ atau SBB.

Setiap jenis sapi tersebut meliputi jenis kelamin jantan dan betina, umur 24-36 bulan, kondisi fisik diarahkan seragam (BCS 3-5), termasuk tidak dalam keadaan bunting untuk sapi betina. Selain berupa ternak (sapi), materi penelitian ini juga meliputi pakan dan sampel pakan harian sapi. Semua materi penelitian, baik untuk dataran tinggi maupun dataran rendah, diambil dari kelompok-kelompok peternakan sapi intensif pada kandang-kandang

kolektif, hal ini sebagai pendekatan ke arah keseragaman tatalaksana pemeliharaan.

Penelitian dilaksanakan dengan metode survey dengan pengukuran langsung terhadap variable-variabel respon yang meliputi: suhu tubuh ($^{\circ}C$), frekuensi respirasi (kali.menit⁻¹), frekuensi pulsus (kali.menit⁻¹), dan koefisien daya tahan panas (HTC). Pengukuran dilakukan satu hari dalam seminggu selama 10 minggu. pada pukul 05.00, 09.00, 13.00, 17.00 dan 24.00. Prosedur pengukuran masing-masing parameter respon fisiologis tersebut, dikemukakan sebagai berikut:

- 1) Suhu tubuh sapi, adalah suhu rectal ($^{\circ}C$) sapi ketika dalam keadaan tenang dan normal, yang diukur menggunakan termometer klinis dengan memasukkan ujung termometer ke dalam rektum selama 5 menit
- 2) Frekuensi respirasi sapi (kali.menit⁻¹), adalah kekerapan keluar masuknya udara pernafasan dalam waktu satu menit, diukur dengan cara menghitung dengusan nafas melalui permukaan nostril (lubang hidung) dalam satu menit, atau dengan menggunakan alat bantu stetoskop yang ditempelkan pada dinding dada untuk mendeteksi tarikan dan hembusan nafas yang dihitung frekuensinya dalam satu menit.
- 3) Frekuensi pulsus (kali.menit⁻¹), diukur dengan menghitung jumlah denyutan pembuluh darah arteri femoralis dalam waktu satu menit melalui palpasi pada pangkal paha bagian median.
- 4) Koefisien daya tahan panas (HTC), dihitung berdasarkan data rata-rata suhu tubuh harian dan rata-rata frekuensi respirasi harian masing-masing sapi penelitian, kemudian dimasukkan ke dalam persamaan HTC menurut Metode Benezra (Soeharsono, 1998):

$$HTC = \frac{Tb}{38,3} + \frac{Fr}{23}$$

Keterangan:

HTC = Heat Tolerance Coefficient

Tb = Rataan suhu tubuh ($^{\circ}C$) harian sapi

Fr = Rataan frekuensi respirasi (kali.menit⁻¹) harian

38,3 = Angka standar suhu tubuh sapi ($^{\circ}C$)

23 = Standar frekuensi respirasi sapi (kali.menit⁻¹)

Variabel penunjang yang berupa keadaan unsur-unsur iklim pada masing masing ketinggian

tempat, diukur secara langsung dengan terlebih dahulu menentukan secara acak masing-masing 3 (tiga) wilayah desa di dataran rendah dan dataran tinggi sebagai lokasi pengukuran. Adapun definisi operasional tiap-tiap parameter yang diukur, dikemukakan sebagai berikut:

- 1) Suhu udara lingkungan, adalah ukuran relatif dari kondisi termal udara dalam suatu lingkungan, yang dalam penelitian ini, merupakan rata-rata suhu udara harian ($^{\circ}\text{C}$) yang diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran pada pagi hari (pukul 05.00 dan 09.00), siang hari (pukul 13.00), sore hari (pukul 17.00), dan malam hari (pukul 21.00 dan 01.00). Diamati setiap 3 hari dalam waktu 1 bulan pada musim hujan (Januari-Februari) dan 1 bulan pada musim panas (Juli-Agustus), menggunakan termometer ruang yang ditempatkan pada tiang kandang sejajar dengan tubuh sapi.
- 2) Kelembaban udara, secara klimatologis merupakan kelembaban relatif (*relative humidity* = RH), adalah perbandingan antara tekanan uap air aktual (yang terukur) dengan uap air jenuh, dinyatakan dalam persen (%). Dalam penelitian ini merupakan rata-rata kelembaban udara harian (%) yang diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran pada pagi hari (pukul 05.00 dan 09.00), siang hari (pukul 13.00), sore hari (pukul 17.00), dan malam hari (pukul 21.00 dan 01.00). Diamati setiap 3 hari dalam waktu 1 bulan pada musim hujan (Januari-Februari) dan 1 bulan pada musim panas (Juli-Agustus), menggunakan Air Guide yang ditempatkan pada tiang kandang sejajar dengan tubuh sapi.
- 3) *Temperature Humidity Index* (THI), adalah nilai yang menyatakan efek gabungan suhu udara dan kelembaban, dinyatakan dengan persamaan sebagaimana dikemukakan Turnpenny (2004):

$$\text{THI} = \text{Tbk} + (0,36 \times \text{Tbb}) + 41,2\dots$$

Keterangan:

Tbk : Termometer bola kering

Tbb : Termometer bola basah

Pengukuran Tbk dan Tbb dilakukan dalam waktu dan tempat bersamaan dengan pengukuran suhu dan kelembaban udara pada tiap lokasi penelitian. Alat ukur yang digunakan adalah Dry-Wet Ball Thermometer merk “Dhattax”.

Data yang diperoleh untuk masing-masing variabel respon terlebih dahulu dikelompokkan menurut ketinggian tempat, genotip, dan jenis

kelamin sapi, kemudian dianalisis menggunakan Analisis Varian untuk Uji-F (Ghony dan Almans, 2011), dan uji lanjut menggunakan Uji Tukey (HSD). Adapun operasi analisis data, dilakukan menggunakan software Genstat. Model statistik penelitian, secara umum adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta_{ij}) + \sigma_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Variabel respon yang dianalisis

μ = Rata-rata umum

α_i = Pengaruh ketinggian tempat pada taraf ke-i

β_j = Pengaruh genetik sapi pada taraf ke j

$(\alpha\beta_{ij})$ = Pengaruh interaksi genetik dan ketinggian tempat

σ_{jk} = Galat yang berhubungan dengan faktor ketinggian tempat

ϵ_{ijk} = Galat yang berhubungan dengan faktor genetik sapi.

Hasil dan Pembahasan

Geografis dan Lingkungan Termal Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Pulau Lombok

Pulau Lombok, wilayah yang dijadikan lokasi penelitian ini, memiliki luas wilayah 4.738,7 km² atau 23,5% dari total luas wilayah provinsi NTB, terdiri atas 5 daerah kabupaten/kota yakni: Kabupaten Lombok Barat (872,9 km²), Kabupaten Lombok Tengah (1.472,65 km²), Kabupaten Lombok Timur (1.605,55 km²), Kabupaten Lombok Utara (776,25 km²), dan Kota Mataram (56,35 km²). Menurut data Pusat Studi Pembangunan Nusa Tenggara Barat (Hazdi *et al.* 2018), Sumber daya alam (SDA) Pulau Lombok diperkirakan dapat menampung ternak sekitar 0,75 juta satuan ternak (ST). Daya tampung ternak tersebut diperhitungkan dari potensi pakan ternak yang dapat dihasilkan dari berbagai lahan sumber pakan ternak yang meliputi lahan sawah, tegal, kebun, ladang, hutan negara, hutan rakyat, perkebunan, lahan yang sementara tidak digunakan, dan padang penggembalaan.

Topografi pulau Lombok didominasi oleh gunung berapi Rinjani yang ketinggiannya mencapai 3.726 m di atas permukaan laut dan menjadikannya gunung tertinggi ketiga di Indonesia. Di sekitar Gunung Rinjani terdapat beberapa pegunungan lainnya seperti: Gunung Mareje (1.716 m), Gunung Timanuk (2.362 m), Gunung Nangi (2.330 m), Gunung Parigi (1.532 m), Gunung Pelawangan (2.638 m), dan Gunung Baru (2.376 m). Daerah di

sekitar pegunungan-pegunungan tersebut dari ketinggian 700 m hingga 1.200 m dpl., merupakan dataran tinggi yang sebagian besar dimanfaatkan untuk pertanian dan pemukiman di samping sebagian merupakan hutan lindung dan taman nasional yang dilindungi pemerintah. Adapun daerah pada ketinggian di bawah 400 m dpl., adalah wilayah dataran rendah yang merupakan bagian terluas sebagaimana terlihat pada Peta Pulau

Lombok.

Perbedaan topografi dalam suatu daerah, yaitu adanya wilayah dataran tinggi dan dataran rendah, menyebabkan berbedanya keadaan unsur-unsur iklim antara satu wilayah dengan wilayah lainnya di dalam daerah tersebut. Hasil pengamatan terhadap beberapa unsur iklim di lokasi penelitian ini, baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, dikemukakan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Keadaan Suhu dan Kelembaban Udara Harian Rata-Rata, serta Curah Hujan Tahunan pada Ketinggian Tempat Berbeda di Pulau Lombok

No.	Unsur Iklim	Dataran Rendah (0-100 m dpl)	Dataran Tinggi (700-1000 m dpl)
1.	Suhu Udara (°C)	31,66±0,53 ^a	24,78±0,67 ^b
2.	Kelembaban Udara (%)	65,89±2,12 ^a	88,17±2,56 ^b
3.	Indeks Suhu dan Kelembaban (THI)	80,02±3,25 ^a	69,39±2,44 ^b
4.	Curah Hujan Tahunan (mm) ^{*)}	1.556,05±129,70 ^a	3.543,13±221,63 ^b

Keterangan: ^{a,b}, pada baris yang sama menunjukkan P<0,01
^{*)} data sekunder, diolah

Tabel 1 menunjukkan bahwa unsur-unsur iklim terutama suhu udara dan kelembaban relatif harian serta curah hujan tahunan rata-rata pada lokasi penelitian ini, masing-masing berbeda antara wilayah dataran rendah dan dataran tinggi. Berdasarkan hasil analisis statistik, suhu udara harian rata-rata pada dataran rendah, sangat nyata (P<0,01) lebih tinggi dibanding suhu udara harian rata-rata pada dataran tinggi. Tetapi, kelembaban udara harian dan curah hujan tahunan rata-rata pada dataran rendah, masing-masing sangat nyata (P<0,01) lebih rendah daripada dataran tinggi.

Suhu udara antara wilayah dataran rendah dan dataran tinggi tersebut, merupakan hal yang umum untuk daerah tropis seperti Indonesia yang memiliki iklim isothermal, sebagaimana dinyatakan Lakitan (2002) dan Tjasyo (2004), bahwa variasi suhu lingkungan di Indonesia lebih dipengaruhi oleh ketinggian tempat dari permukaan laut (altitude). Disebutkan pula bahwa di Indonesia, suhu maksimum menurun 0,6 °C dan suhu minimum menurun 0,5 °C untuk setiap kenaikan tinggi tempat 100 m dari permukaan laut.

Kelembaban udara harian rata-rata yang dijumpai lebih tinggi pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah sebagaimana terlihat pada Tabel 1, berkaitan dengan angka curah hujan tahunan yang juga dijumpai lebih tinggi (P<0,01) pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah. Kelembaban udara berkaitan dengan kejenuhan uap air di udara, yaitu semakin tinggi tingkat kejenuhan uap air di

udara menyebabkan udara menjadi semakin lembab. Angka curah hujan yang tinggi pada dataran tinggi telah menyebabkan tingginya persentase uap air di udara, sehingga kelembaban udara meningkat pada dataran tinggi.

Kombinasi suhu udara dan kelembaban relatif yang dinyatakan sebagai *Temperature Humidity Index* (THI), sebagaimana terlihat dalam Tabel 9. angkanya juga berbeda sangat nyata (P<0,01) antara dataran rendah dan dataran tinggi. Dalam hal ini, THI untuk dataran rendah (80,02) sangat nyata lebih tinggi dibanding THI untuk dataran tinggi (69,39). Tingginya angka THI pada dataran rendah tampak berkaitan terutama dengan tingginya suhu udara harian, disamping karena kelembaban udara yang juga tergolong tinggi, sebagaimana dinyatakan As-Syakur (2011) bahwa Pulau Lombok termasuk kepulauan di daerah tropis dengan kelembaban udara yang relatif tinggi.

Data unsur-unsur iklim pada Tabel 1 di atas, jika dikonfirmasi dengan kebutuhan *comfort zone* untuk ternak sapi tropis, maka dapat dikemukakan bahwa: (1) suhu udara harian rata-rata pada dataran rendah (31,66 °C), tampak melampaui kisaran suhu *comfort zone* untuk ternak sapi tropis (10-27 °C) menurut Santos (1997), tetapi suhu udara harian rata-rata pada dataran tinggi (24,78 °C) tampak berada pada kisaran suhu *comfort* sapi tropis tersebut, (2) kelembaban udara harian rata-rata pada dataran rendah (65,89 %) tampak berada pada kisaran kelembaban udara ideal untuk produksi sapi potong (60-80%) menurut Santos (1997), tetapi

kelembaban udara harian rata-rata pada dataran tinggi (88,17%) tampak melampaui kisaran tersebut (3) nilai THI rata-rata pada dataran rendah (80,02) berada pada zona “bahaya” dalam Diagram THI untuk Sapi Potong menurut Dahlen dan Stoltenow (2012), dan merupakan nilai THI yang dapat memulai terjadinya stress thermal pada sapi potong menurut Howden dan Turnpenney (2004); sedangkan nilai THI untuk dataran tinggi (69,39) termasuk dalam zona aman yang tidak menimbulkan stress thermal pada sapi potong.

Suhu Tubuh

Suhu tubuh ternak berkaitan dengan tingkat metabolisme sebagai respon fisiologis terhadap kondisi lingkungan eksternal, oleh karena itu, suhu tubuh merupakan indikator termudah yang menggambarkan kondisi internal tubuh ternak itu sendiri. Suhu tubuh sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental yang diperoleh melalui pengukuran suhu rectal (°C), dikemukakan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Suhu Tubuh Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Suhu tubuh (°C) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1..	Sapi Bali (B)	Jantan	38,40±0,39 ^a	38,80±0,31 ^e
		Betina	38,48±0,42 ^a	38,58±0,26 ^a
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	38,80±0,18 ^{bc}	38,49±0,09 ^f
		Betina	38,88±0,18 ^b	38,45±0,22 ^{fg}
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	38,93±0,14 ^b	38,27±0,16 ^g
		Betina	38,95±0,12 ^b	38,21±0,21 ^g
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	38,62±0,13 ^c	38,60±0,08 ^c
		Betina	38,69±0,17 ^c	38,68±0,16 ^c

Keterangan: ^{a,b,c,d,e,f,g} pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan P<0,05

Tabel 4 menunjukkan bahwa suhu tubuh rata-rata sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental, baik pada dataran rendah maupun pada dataran tinggi, masing-masing masih berada pada kisaran normal (37,5-39,0 °C) menurut Yeates *et al.* (1995); Sudono *et al.* (2003). Hal ini karena sapi merupakan hewan homoiterm, yaitu hewan yang memiliki sistem pengaturan suhu tubuh (system termoregulasi) yang berfungsi sebagai thermostat (Mount, 1995; Farooq *et al.*, 2010), sehingga sapi dapat menjaga suhu tubuhnya tetap dalam kisaran termonetral.

Hasil analisis statistik menunjukkan, perbedaan genotip dan perbedaan ketinggian tempat masing-masing berpengaruh (P<0,05) terhadap suhu tubuh sapi, sedangkan perbedaan jenis kelamin sapi tidak memberikan pengaruh (P>0,05). Sapi B, rata-rata jantan dan betina, menunjukkan suhu tubuh lebih tinggi (P<0,05) pada dataran tinggi dibanding pada dataran rendah, sedangkan sapi SB dan SBS masing-masing menunjukkan suhu tubuh lebih tinggi (P<0,05) pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi. Adapun suhu tubuh sapi SBB, tidak

berbeda (P>0,05) antara dataran rendah dan dataran tinggi.

Sapi adalah hewan homoiterm, dalam homeostasis, sapi berusaha memelihara keseimbangan antara panas yang diproduksi dan panas yang diterima tubuh dari lingkungan dengan panas yang dilepaskan oleh tubuh ke lingkungan. Kapasitas pertukaran panas tersebut sangat dipengaruhi oleh bangsa dan ukuran tubuh (Mount, 1995). Oleh karena itu, sapi B yang merupakan bangsa sapi tropis indigenous dengan ukuran tubuh relatif kecil lebih dapat mempertahankan keseimbangan panas tubuhnya pada wilayah dataran rendah yang relatif panas, dibanding sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental (sapi SBB, SB, dan SBS) yang memiliki proporsi darah sapi Simmental berturut-turut 25, 50, dan 75%.

Suhu udara harian rata-rata pada dataran rendah mencapai 31,66 °C (Tabel 1) dan melampaui kisaran suhu *comfort zone* untuk ternak sapi tropis 10-27 °C (Santos, 1997; Ramdani, 2008), tetapi bagi sapi B suhu lingkungan tersebut tidak menyebabkan peningkatan suhu tubuhnya melampaui kisaran

termonetral. Adapun sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental, tampak masing-masing mengalami peningkatan suhu tubuh sesuai porsi darah Simmental yang dimiliki, hal ini merupakan indikasi ketidaknyamanan sapi-sapi silangan tersebut terhadap lingkungan dataran rendah.

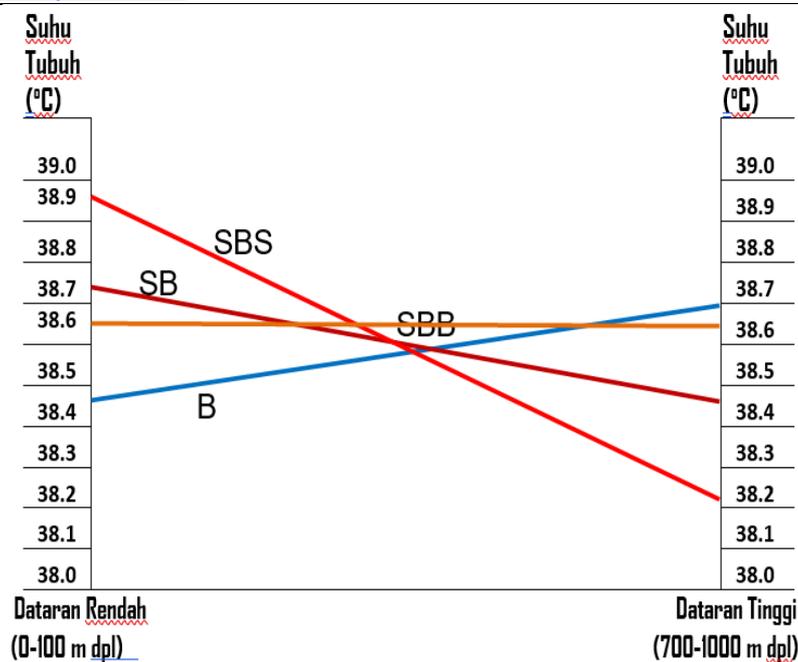
Sapi-sapi silangan ini tampak lebih nyaman berada pada dataran tinggi yang relatif dingin dibanding pada dataran rendah yang relatif panas. Hal ini karena, menurut Tabel 14, sapi SB dan SBS pada dataran tinggi masing-masing menunjukkan suhu tubuh rata-rata mendekati batas bawah kisaran normal, sedangkan pada dataran rendah, kedua sapi silangan tersebut menunjukkan suhu tubuh rata-rata mendekati batas atas kisaran normal. Menurut Pathak *et al.* (2005) dan Ramdani (2008), sapi potong akan mulai menampakkan tingkah laku tidak nyaman (stress) apabila suhu tubuhnya mendekati batas atas termonetral.

Hasil uji HSD menunjukkan bahwa pada dataran rendah, suhu tubuh sapi B nyata ($P < 0,05$) paling rendah, tetapi pada dataran tinggi suhu tubuh sapi B nyata paling tinggi ($P < 0,05$), masing-masing dibanding sapi SB, SBS, maupun SBB. Antara Sapi SB dan SBS pada dataran rendah menunjukkan suhu tubuh rata-rata tidak berbeda ($P > 0,05$), demikian juga antara sapi SB dan SBB ($P > 0,05$), tetapi antara sapi B dan ketiga sapi silangan (SB, SBS, dan SBB) berbeda nyata ($P < 0,05$). Pada dataran tinggi, antara sapi B, SB, SBS, dan SBB, masing-masing menunjukkan suhu tubuh berbeda nyata ($P < 0,05$).

Selanjutnya, Perbedaan suhu tubuh antara bangsa-bangsa sapi pada masing-masing ketinggian tempat, terlihat lebih jelas pada Gambar 1. Sehubungan dengan tidak terdapatnya pengaruh jenis kelamin dalam hal ini, maka data yang diplot

ke dalam diagram adalah data suhu tubuh rata-rata total untuk masing-masing genotip tanpa membedakan jenis kelamin. Terlihat bahwa pada dataran rendah, suhu tubuh sapi semakin meningkat dengan semakin tingginya porsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan suhu tubuh rata-rata paling tinggi ($P < 0,05$). Adapun pada dataran tinggi, terlihat suhu tubuh semakin menurun dengan semakin tingginya porsi darah Simmental dalam persilangan, sehingga di dalam lingkungan ini sapi SBS justru menunjukkan suhu tubuh rata-rata paling rendah ($P < 0,05$).

Hasil Analisis Interaksi antara faktor-faktor dalam penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi ($P < 0,05$) genetik dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap suhu tubuh. Interaksi kedua faktor seperti pada Gambar 1. dalam hal ini, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan suhu tubuh sapi B meningkat, tetapi suhu tubuh sapi-sapi silangannya dengan sapi Simmental (sapi SB, SBS, dan SBB) justru menunjukkan penurunan. Meningkatnya suhu tubuh sapi B pada dataran tinggi, terjadi karena suhu lingkungan yang lebih rendah pada dataran tinggi menyebabkan menjadi aktifnya fungsi termoregulasi dengan melakukan vasokonstriksi jaringan perifer untuk menghambat pengeluaran panas tubuh, disamping meningkatnya termogenesis untuk menaikkan jumlah panas di dalam tubuh, sehingga suhu tubuh meningkat. Hal ini sesuai penjelasan Bligh (1995); Sudono *et al.* (2003).



Gambar 1. Diagram Interaksi Genetik dan Lingkungan terhadap Suhu Tubuh (°C) Rata-rata Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB).

Menurunnya suhu tubuh sapi silangan SB dan SBS pada dataran tinggi yang lebih dingin dibanding dataran rendah, merupakan respon termoregulasi terhadap lingkungan termal di dataran tinggi yang lebih nyaman bagi kedua sapi silangan tersebut. Tingkat penurunan suhu tubuh sehubungan dengan perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menunjukkan indeks yang berbeda antara sapi SB dan SBS. Dalam hal ini, suhu tubuh sapi SB menurun dengan indeks penurunan 0,01 sedangkan suhu tubuh sapi SBS menunjukkan indeks penurunan 0,02.

Perbedaan tingkat penurunan suhu tubuh antara sapi SB dan SBS dari lingkungan dataran rendah ke dataran tinggi tampak berkaitan dengan perbedaan komposisi genetik antara kedua genotip, yaitu sapi SBS dengan proporsi genetik Simmental yang lebih tinggi (75%) mengalami penurunan suhu tubuh dengan indeks penurunan lebih tinggi dibanding sapi SB yang memiliki 50% proporsi genetik Simmental. Hasil tersebut searah dengan temuan Beatty (2005) dan Beatty *et al.* (2006), bahwa semakin besar proporsi genetik *Bos taurus* dalam persilangan dengan *Bos indicus* semakin tinggi indeks penurunan suhu tubuh sehubungan dengan

perubahan kondisi lingkungan dari zona cekaman panas (*heat stress zone*) ke zona nyaman (*comfort zone*).

Frekuensi Respirasi

Respirasi memegang peranan yang sangat vital bagi tubuh. Fungsi utamanya adalah mengambil oksigen dari udara untuk metabolisme seluler dan mengeluarkan karbondioksida hasil metabolisme dari tubuh. Fungsi lainnya, terkait dengan penelitian ini adalah, untuk pengaturan suhu tubuh (termoregulasi) dengan cara evaporasi, yaitu mengeluarkan kelebihan produksi panas tubuh dalam upaya pengendalian suhu tubuh agar tetap dalam kisaran termonetral.

Hasil penelitian ini mengenai frekuensi respirasi sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah dan dataran tinggi, dikemukakan dalam Tabel 5. Secara umum, kisaran frekuensi respirasi rata-rata sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah adalah 26-49 kali/menit dan pada dataran tinggi rata-rata 21-27 kali/menit.

Tabel 5. Frekuensi Respirasi Rata-rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

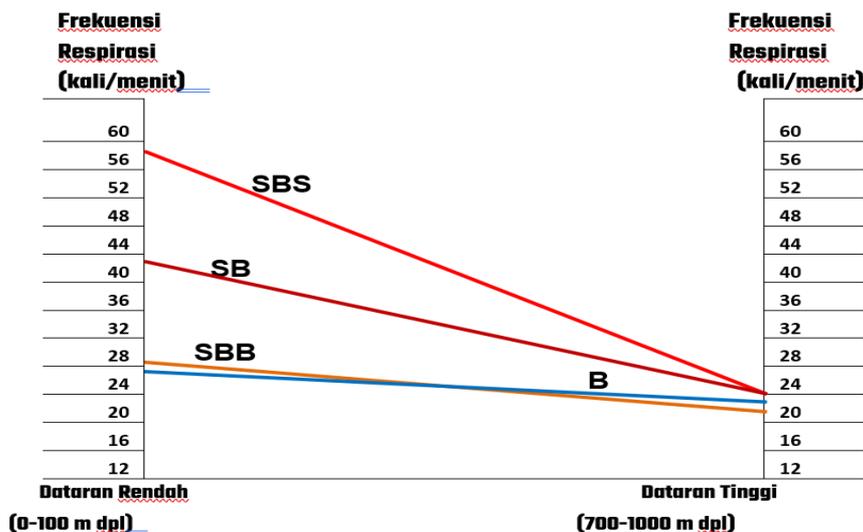
No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Respirasi (kali/menit) menurut ketinggian tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	26,60±1,87 ^a	22,65±2,77 ^e
		Betina	26,99±1,99 ^a	23,54±4,18 ^e
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	42,47±4,08 ^b	23,36±1,6 ^e
		Betina	43,81±4,12 ^b	21,10±1,4 ^e
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	56,04±2,26 ^c	25,31±3,28 ^f
		Betina	58,80±2,76 ^c	23,62±4,44 ^f
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	29,50±4,12 ^d	21,30±3,04 ^e
		Betina	27,44±2,99 ^a	22,27±3,04 ^e

Keterangan: ^{a,b,c,d,e,f} pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan $P < 0,05$

Nilai rata-rata frekuensi respirasi sapi pada dataran rendah tersebut tampak melampaui kisaran normal frekuensi respirasi sapi (20-40 kali/menit) sebagaimana dikemukakan Sudono *et al.* (2003) dan Berman (2005), dan hampir sama dengan hasil penelitian Purwanto *et al.* (2002) pada sapi PO dan silangan PO x FH dalam kondisi diberi naungan di dataran rendah berkisar 21-65 kali/menit. Sedangkan untuk sapi pada dataran tinggi, kisaran frekuensi respirasi rata-rata yang diperoleh tampak berada dalam kisaran normal tersebut di atas.

Hasil analisis Anova, diketahui bahwa perbedaan bangsa dan perbedaan ketinggian tempat masing-masing berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap frekuensi respirasi sapi, sedangkan perbedaan jenis kelamin sapi tidak

Memberikan pengaruh ($P > 0,05$). Hasil Uji HSD menunjukkan, bahwa pada dataran rendah, Sapi B baik jantan maupun betina menunjukkan frekuensi respirasi nyata paling rendah ($P < 0,05$), tetapi tidak berbeda ($P > 0,05$) dengan frekuensi respirasi rata-rata sapi SBB; pada lingkungan ini sapi SBS menunjukkan frekuensi respirasi paling tinggi ($P < 0,05$), melampaui frekuensi respirasi rata-rata sapi SB maupun SBB. Pada dataran tinggi, frekuensi respirasi rata-rata sapi B tidak berbeda ($P > 0,05$) dengan sapi SB dan SBB, tetapi masing-masing lebih rendah ($P < 0,05$) dibanding frekuensi respirasi sapi SBS. Masing-masing genotip menunjukkan frekuensi rata-rata lebih tinggi ($P < 0,05$) pada dataran rendah dibanding pada dataran tinggi.



Gambar 2. Diagram Interaksi Genotipe dan Lingkungan terhadap Frekuensi Respirasi (kali/menit) Rata-rata sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan Balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB)

Perbedaan frekuensi respirasi antar bangsa sapi pada masing-masing ketinggian tempat, terlihat lebih jelas pada Gambar 2. Sehubungan dengan tidak

terdapatnya pengaruh jenis kelamin sapi dalam hal ini, maka data yang diplot ke dalam diagram adalah data frekuensi respirasi rata-rata total untuk masing-masing bangsa tanpa membedakan jenis kelamin.

Gambar 2 menunjukkan, bahwa pada dataran rendah, frekuensi respirasi sapi semakin meningkat dengan semakin tingginya porsi sapi Simmental dalam persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan frekuensi respirasi rata-rata paling tinggi ($P < 0,05$). Demikian juga pada dataran tinggi, frekuensi respirasi rata-rata sapi SBS lebih tinggi dibanding sapi B, SB, maupun SBB. Berdasarkan hasil analisis interaksi antara factor-faktor yang diteliti, diketahui bahwa terdapat interaksi ($P < 0,05$) antara genotip sapi dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap frekuensi respirasi. Dalam hal ini, perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan frekuensi respirasi rata-rata setiap bangsa sapi menurun sangat nyata ($P < 0,01$). Hal ini karena kondisi lingkungan berdasarkan nilai THI (lih. Tabel 1.) sangat berbeda antara dataran rendah dan dataran tinggi tersebut.

Nilai THI harian rata-rata pada dataran tinggi (69,39) termasuk dalam zona aman yang tidak menimbulkan stress thermal pada sapi potong. Menurut Dahlen & Stoltenow (2012), lingkungan ternak dengan nilai THI < 70 merupakan zona nyaman bagi proses produksi sapi potong secara feedlot. Proses termoregulasi yang berlangsung di dalam tubuh ternak pada lingkungan ini adalah menghambat keluarnya panas dari tubuh dengan cara antara lain mengurangi frekuensi respirasi, memacu vasokonstriksi jaringan perifer, dan menggigil; cara-cara tersebut juga merupakan upaya fisiologis tubuh untuk meminimasi masuknya udara dingin ke dalam tubuh.

Nilai THI pada dataran tinggi yang menunjuk pada zona nyaman, berbeda dengan nilai THI pada dataran rendah yang mencapai rata-rata 80,02 menunjuk pada zona “bahaya” dalam diagram THI untuk produksi sapi potong menurut Dahlen dan Stoltenow (2012), dan merupakan nilai THI yang dapat memulai terjadinya stress thermal pada sapi potong menurut Howden dan Turnpenny (2004). Oleh karena itu, di dalam lingkungan ini sapi B maupun silangannya dengan sapi Simmental (SB, SBS, dan SBB) masing-masing menunjukkan frekuensi respirasi sangat nyata lebih tinggi dibanding pada dataran tinggi.

Tingginya frekuensi respirasi sapi pada dataran rendah, berkaitan dengan upaya fisiologis tubuh untuk membuang panas tertimbun hasil metabolisme dan hasil transfer panas dari lingkungan, sehingga suhu tubuh tetap terjaga dalam zona termoneutral. Hal ini sesuai dengan pendapat West *et al* (1992), Hansen (2004), Beaty (2005), dan Carroll *et al* (2012), bahwa reaksi pengaturan suhu tubuh yang terpenting dalam menanggulangi cekaman panas akibat panas tertimbun di dalam tubuh adalah dengan peningkatan frekuensi respirasi sebagai upaya pembuangan panas dari tubuh melalui pendinginan evaporatif.

Jika tubuh ternak mendapat transfer panas dari luar tubuh (lingkungan) sementara produksi panas tubuh terus berlangsung sehingga terjadi kelebihan panas di dalam tubuh yang menyebabkan suhu tubuh meningkat, maka proses evaporasi akan dipacu untuk membuang kelebihan panas tubuh dengan meningkatkan frekuensi respirasi (Habeeb *et al.*, 1992). Menurut Saeharsano (1998), cara pengeluaran kelebihan panas dari tubuh ternak secara evaporasi melalui peningkatan frekuensi respirasi dipandang lebih efektif, karena ternak pada umumnya tidak mempunyai kelenjar keringat dalam jumlah yang banyak. Adapun adanya perbedaan frekuensi respirasi antar bangsa sapi baik pada dataran rendah maupun dataran tinggi, hal ini berkaitan dengan perbedaan proporsi masing-masing bangsa sapi akibat sistem breeding yang diterapkan. Dalam hal ini, sapi B yang merupakan hasil breeding murni bangsa sapi tropis indigenous, menunjukkan frekuensi respirasi paling rendah pada dataran rendah karena genotip ini diketahui paling adaptif terhadap lingkungan dengan THI > 70 sebagaimana dinyatakan Soeharsono (1998).

Sapi-sapi silangan sapi Bali dengan sapi Simmental menunjukkan respon berbeda-beda tergantung pada proporsi darah sapi B yang dimiliki, yaitu sapi SBB yang memiliki 75% porsi sapi B tampak toleran terhadap kondisi lingkungan dataran rendah tersebut dan tidak berbeda dengan respon sapi B, sementara sapi SB dan SBS yang mengandung darah sapi B berturut-turut 50 dan 25% menunjukkan frekuensi respirasi yang tergolong stress ringan, sesuai pendapat Beaty (2005).

Koefisien Daya Tahan Panas (HTC)

Pengukuran daya tahan panas sapi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan Metode Benezra (*Benezra Coefficient*), didasarkan pada data

suhu tubuh dan frekuensi respirasi setiap sapi penelitian. Daya Tahan panas sapi dalam suatu lingkungan dinyatakan optimum apabila nilai HTC yang diperoleh sama dengan 2,0. Semakin tinggi nilai HTC yang diperoleh, menunjukkan daya tahan panas semakin rendah. Nilai HTC sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental yang dipelihara pada lingkungan dataran rendah dan dataran tinggi di Pulau Lombok, dikemukakan dalam Tabel 6. Terlihat bahwa, HTC rata-rata setiap genotip pada dataran rendah, masing-masing berada di atas nilai

HTC optimum.

Sapi di dataran rendah menunjukkan suhu tubuh dan frekuensi respirasi rata-rata (Tabel 4 dan Tabel 5) melampaui standar suhu tubuh (38,3 °C) dan frekuensi respirasi (23 kali/menit) untuk sapi menurut Benezra (Soeharsono, 1998), sebagai respon terhadap tingginya suhu udara lingkungan. Adapun pada dataran tinggi, masing-masing bangsa sapi menunjukkan nilai HTC rata-rata sesuai dengan nilai HTC optimum.

Tabel 6. Koefisien Daya Tahan Panas (HTC) Rata-Rata Sapi Bali dan Silangannya dengan Sapi Simmental pada Ketinggian Tempat Berbeda

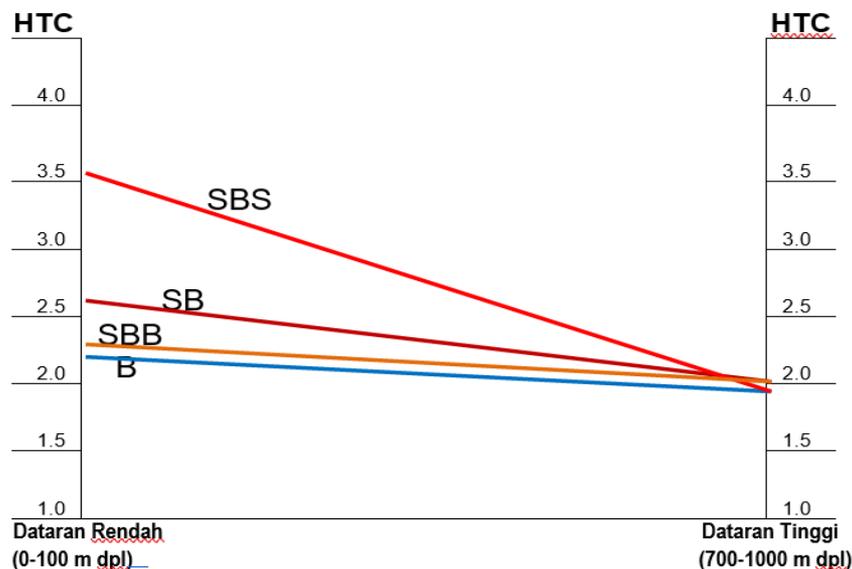
No	Bangsa Sapi	Jenis Kelamin	Koefisien Daya Tahan Panas menurut Ketinggian Tempat	
			Dataran Rendah (0-100 m dpl.)	Dataran Tinggi (700-1.000 m dpl.)
1.	Sapi Bali (B)	Jantan	2,26±0,09 ^a	1,99±0,12 ^f
		Betina	2,18±0,09 ^a	2,03±0,18 ^f
2.	B x Simmental (SB)	Jantan	2,86±0,18 ^b	2,02±0,07 ^f
		Betina	2,92±0,18 ^b	2,05±0,06 ^f
3.	SB x Simmental (SBS)	Jantan	3,48±0,10 ^c	2,10±0,15 ^f
		Betina	3,60±0,12 ^c	2,02±0,20 ^f
4.	SB x Bali (SBB)	Jantan	2,36±0,18 ^{da}	1,93±0,13 ^f
		Betina	2,21±0,13 ^{da}	1,98±0,13 ^f

Keterangan: ^{a,b,c,d,e,f} pada baris maupun kolom yang sama menunjukkan P<0,05

Hasil analisis statistik menunjukkan, faktor genetik dan ketinggian tempat masing-masing berpengaruh (P<0,05) terhadap HTC, sedangkan jenis kelamin tidak memberikan pengaruh (P>0,05). Lebih lanjut diketahui, bahwa HTC rata-rata sapi pada dataran rendah lebih tinggi (P<0,05) dibanding HTC rata-rata sapi pada dataran tinggi. Hal ini berarti, daya tahan panas sapi terhadap lingkungan dataran rendah yang relatif panas lebih rendah daripada daya tahan panas terhadap lingkungan dataran tinggi yang relatif dingin. Sapi B, SB, SBS, dan SBB pada dataran rendah menunjukkan HTC berbeda (P<0,05) satu dengan lainnya, sedangkan pada dataran tinggi, nilai HTC antara bangsa-bangsa sapi tersebut tidak berbeda (P>0,05).

Terlihat pada Gambar 3 bahwa pada dataran rendah, HTC semakin meningkat dengan semakin tingginya proporsi sapi Simmental dalam

persilangan. Oleh karena itu, pada dataran rendah, sapi SBS yang memiliki darah Simmental paling tinggi (75%) menunjukkan HTC rata-rata paling tinggi. Ini berarti, daya tahan panas sapi Bali dan silangannya dengan sapi Simmental pada dataran rendah semakin rendah dengan semakin besar proporsi sapi Simmental dalam persilangan. Dengan demikian, sapi SBS sebagai genotip dengan proporsi gen Simmental paling tinggi, justru paling rendah daya tahan panasnya pada lingkungan dataran rendah. Tetapi pada dataran tinggi, daya tahan panas sapi SBS tidak berbeda dengan sapi B, SB, maupun SBB. Keadaan ini berkaitan dengan tidak terdapatnya perbedaan frekuensi respirasi antara bangsa-bangsa sapi tersebut (lihat. Tabel 5).



Gambar 3. Diagram Interaksi Genetik dan Lingkungan terhadap HTC Rata-rata Sapi Bali (B), Silangan B x Simmental (SB), Silangan balik SB x Simmental (SBS), dan Silangan Balik SB x Bali (SBB)

Hasil analisis interaksi antar faktor dalam penelitian ini, diketahui bahwa terdapat interaksi ($P < 0,05$) antara genetik sapi dan lingkungan (ketinggian tempat) terhadap nilai HTC. Interaksi kedua faktor ini menjelaskan, bahwa perubahan ketinggian tempat dari dataran rendah ke dataran tinggi menyebabkan HTC rata-rata setiap bangsa sapi menurun ($P < 0,05$). Menurunnya HTC sapi pada dataran tinggi ini mengikuti penurunan suhu tubuh (Tabel 4) dan frekuensi respirasi (Tabel 5), sebagai akibat menurunnya suhu udara lingkungan (Tabel 1) dari rata-rata $31,66^{\circ}\text{C}$ pada dataran rendah menjadi rata-rata $24,87^{\circ}\text{C}$ pada dataran tinggi. Hal ini searah dengan hasil penelitian Nugroho (2012) pada sapi PO dan silangannya dengan sapi Limousin di Jawa Timur, dan sesuai pendapat Atmadilaga (1997) bahwa *Benezra Coefficient* (HTC) pada ternak sapi menurun dengan menurunnya suhu udara lingkungan, dan berbeda antara bangsa-bangsa sapi.

Kesimpulan

Kondisi lingkungan termal yang diukur dari suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban relative (%), dan *temperature humidity index* (THI) masing-masing berbeda sangat nyata antara wilayah dataran rendah dan dataran tinggi di Pulau Lombok, dalam hal ini, kondisi lingkungan pada dataran rendah dengan THI rata-rata 80,02 menimbulkan cekaman termal pada genotip-genotip sapi Simbal berdasarkan Koefisien Daya Tahan Panas (HTC) yang mencapai rata-rata

2,91; sedangkan pada dataran tinggi dengan THI rata-rata 69,39 masing-masing genotip sapi menunjukkan respon fisiologis dalam kisaran normal. Persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental kearah proporsi genetik sapi Simmental yang lebih tinggi adalah lebih sesuai untuk lingkungan dataran tinggi (THI < 70) terhadap ukuran-ukuran respon fisiologis yang dipelajari dalam penelitian ini; adapun persilangan sapi Bali dengan sapi Simmental kearah proporsi genetik sapi Bali yang lebih tinggi adalah lebih sesuai untuk lingkungan dataran rendah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Nusa Tenggara Barat beserta jajarannya, yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian “PERFORMAN SAPI SIMBAL DI NUSA TENGGARA BARAT”, dimana data yang dimuat dalam artikel ini merupakan bagian dari hasil penelitian tersebut.

Referensi

Alencar, C.M., L.E. Henkes, L.G. Papadopolis, & J.C. Moraes, (2005). Evidence of Genotype by Environment Interaction for Reproductive and Maternal Traits in Beef Cattle. *J. Anim. Prod.* 56:69-83

- As-Syakur, A., (2011). Pemutakhiran Peta Agroklimat Klasifikasi Oldeman di Pulau Lombok dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografi. *J. Penelt. Lingkungan Indonesia*. 210:79-87
- Atmadilaga, D., (1999). Pengaruh Iklim Terhadap Ternak. Datam: Buku Simposium Meteorologi Pertanian. Bag.Klimatologi.Dep. Ilmu Penget. Alam, IPB.
- Beatty, D.T., A. Barnes, E. Taylor, & S. K. Maloney (2006). Physiological Responses of Bos Taurus and Bos indicus Cattle to Prolonged Continuous Heat and Humidity. *J.Anim.Sci*. 84:972-985
- Beatty, D.T. (2005). Prolonged and Continuous Heat Stress in Cattle: Physiology, Welfare, Electrolyte and Nutritional Interventions. Ph.D Thesis. School of Veterinary and Biomedical Sciences, Murdoch University, Australia
- Bligh, J. (1995). The Receptors Concerned in the Respiratory Response to Humidity at High Ambient Evaporative Heat Loss Mechanism in Sheep. *J. Physiol*. 79:54
- Carroll, J. A., N.C.Burdick, C.C.Chase, S.W.Colleman, & D.E.Spiers, (2012). Influence of Environment Temperature on the Physiological, Endocrine, and Immune Responses in Livestock Exposed to a Provocative Immune Challenge. Elsevier.*Domestic Animal Endocrinology xx (2012)xxx*www.sciencedirect.com
- Dahlen, C. R. & C. L. Stoltenow (2012). Dealing with Heat Stress in Beef Cattle Operation.NDSU Extension Service. Dakota State Univ., Fargo
- DeHasan, S. (2009). Evaluasi Nutritional Pemberian Tylosin sebagai NonNutritive Feed Additive untuk Peggemukan Sapi Sistem Pakan Kurung. *J. Bionomika*, 4(1):23-28
- Espasandin, A.G., J. I. Qrieste, L. T. Campos, M. M. de Alencar; 2011. Genotype x Environment Interaction for Weaning Weight in Angus Population of Brazil and Uruguay. *J.Bras. Zootec*, 40(3):568-574
- Farooq, U., H.A. Samad, F. Shehzard, and A. Qoyyum, 2010. Physiological Responses of Cattle to Heat Stress. *World Appl.Sci. J.* 8:38-43
- Ghony, H.M.D. & F. Almansur (2011). Pedoman Praktis Penelitian Doktorat. UIN-Maliki Press, Malang
- Habeeb, A.A.M., F.M.Marai, & T.H.Kamal (1992). Heat Stress. In: Farm Animal and the Environment. Phillips, C and D.Piggins (Eds.). C.A.B. Int., UK
- Hansen, P. J. (2004). Physiological and Cellular Adaptation of Zebu Cattle to Thermal Stress. *Anim. Rep. Sci.* (82-83):349-360
- Hazdie, M., A.A.Bhakti, K.Rahadi & Z.Farichin (2018). Faktor-faktor Pendorong dan Penghambat Pencapaian Swasembada Pangan di Nusa Tenggara Barat. *Maj. Studi Pembangunan*, 7(2):44-51
- Lakitan, B. (2002). Dasar-Dasar Klimatologi.Cet. ke-2. Raja Grafindo Persada, Jkt.
- Lelana, N.E., Sutarno & N. Etikawati (2003). Identifikasi polimorfisme pada fragmen ND-5 DNA mitokondria sapi Benggala dan Madura dengan teknik PCR-RLFP.
- Makkin, M., (2002). Estimasi Kebutuhan Energi untuk Aktivitas Termoregulasi pada Sapi Perah Friesien Holstain. *J. Pet.Indo*. 11(2):223-229
- Mount, L.E., (1995). Adaptation to Thermal Environment, Man and the Productive Animal. Edw.Arn, London
- Nugroho, H., (2012). Produktivitas Sapi Peranakan Ongole dan Silangannya di Peternakan Rakyat pada Ketinggian Tempat Berbeda di Jawa Timur. Disertasi.Prog. Doktor Ilmu Ternak, FPs Universitas Brawijaya, Malang
- Od'Ompanich, W., Singh, G., A. Kour, & G.P. Pathak (2010). Impact of Environmental Factors on Production and Reproduction in

- Domestic Animals. *IOSR-JAVS*, 7(2)(III):10-12
- Pribadi, L.W. (2001). Produktivitas Sapi Bali pada Berbagai Tipe Iklim di Pulau Lombok. *J. Ipteks "Skala"*. 4(1):106-115
- Pribadi, L.W., S.Maylinda, M.Nasich & S.Suyadi, (2014). Prepubertal growth rate of Bali cattle and its crosses with Simmental breed at lowland and highland environment. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 7 (12) Ver.II: 52-59
- Pribadi, L.W., S.Maylinda, M.Nasich, & S.Suyadi, (2015). Reproductive Efficiency of Bali Cattle and Its Crosses with Simmental Breed in the Lowland and Highland Areas of West Nusa Tenggara Province, Indonesia. *Livestock Research for Rural Development (LRRD Journal)*, 27(02)2015
- Purwanto, E.Purbowati & Purnomoadi (2005). Respon Fisiologis Domba Lokal Akibat Pengangkutan dari Dataran Tinggi ke Dataran Rendah. *Proc. Sem.Nas.Pet.Vet.* 1(2005):539-544
- Ramdani, D., (2008). Pengaruh Heat Stress terhadap Performa Sapi Potong. *Proc.Sem.Nas. Sapi Potong*, Palu, 24 Nov. 2008. pp 67-77
- Rao, A.P.K., (1997). *Animal Physiology and Ecology*. 6th ed. S.Chand and Co. LTD., Ram Nagar, New Delhi
- Santosa, U., (1997). *Pengembangan Agribisnis Penggemukan Pedet*. G.M.Offset, Bandung
- Soeharsono (1998). *Bionomika Ternak*. Padjadjaran Univ. Press., Bdg.
- Sudono, A., D. Manalu & B.P. Purwanto (2003). Respon Termoregulasi Sapi Bangsa Berbeda yang Diberi Naungan dan Tanpa Naungan dengan Pemberian Pakan Berbeda. *J. Forum Pascasarjana*, 26(1), 31-39
- Tchanosod, J., W. Od'Ompanich & A.F. Anglemier, (1991). A Review on Effects of Breed Composition on Feed Intake and Growth Efficiency in Beef Cattle. *A.I.T. Bull. Research in App. Physiol.* 11:75-85
- Tjasyon, B. (2004). *Klimatologi*. Cet. ke2. ITB Press, Bandung
- Turnpenny, J.R., (2004). The Impact of Climate Change on the Thermal Balance of UK
- West, J.L., A.I.F. Webster & M. Spangler (1992). The Influence of the Climate Environment on Metabolism in Cattle. Butterworths, London
- Yanuarianto, O. & H. Hartadi (2002). Estimation of Energy Digestibility Values of Peanut Straw, King Grass, and Corn Stover on Ongole Crossbred Cattle. *J. Anim.Sci.Tech*, 1(2), 106-114
- Yurmiati, H. (1997). Pengaruh Tinggi Tempat Terhadap Pertambahan Bobot Badan dan Ukuran Tubuh Domba Lokal Garut dan Silangannya dengan Domba Dormer Sampai Sapih. *Pub. Berkala Hasil Peneliti. Univ. Padjadjaran*, Bdg., 7(21), 116-122