

**RESPONS FISILOGIS DAN DAYA TAHAN SAPI PERANAKAN ONGOLE
DAN SAPI BRAHMAN CROSS TERHADAP CEKAMAN PANAS
DI KPT MAJU SEJAHTERA TANJUNG SARI LAMPUNG SELATAN**

Physiological Responses and Resistance of Ongole Crossreed Cattle and Brahman Cross Cattle to Heat Stress at KPT Maju Sejahtera Tanjung Sari Districts South Lampung Regency

Fabian Adhithia^{1*}, Arif Qisthon¹, Ali Husni¹, dan Madi Hartono¹

¹*Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Lampung University*

*email: fabianadhithiaat@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the physiological responses and resistance of Ongole crossbreed (PO) and Brahman Cross (BX) cattle to heat stress at the research site. This research was conducted at KPT Maju Sejahtera, Tanjung Sari District, South Lampung Regency, Lampung Province, which consisted of 6 groups, namely Bumi Asih Sejahtera, Karya Makmur, Sudi Makmur 3, Fajar Jaya, Barokah Jaya, and Jaya Abadi. This research took place from September - October 2021. The research data used primary data and secondary data. The samples used were 66 heads of BX and PO female cattle which were determined by purposive sampling. The observed variables were the physiological response of cattle including cow rectal temperature ($^{\circ}\text{C}$), respiration rate, heart rate, and heat tolerance coefficient index (HTC), as well as the microclimate of the cage which included air temperature, relative humidity (RH), and Temperature Humidity Index (THI). The results of this study indicate that the average THI in the study area is 83.58. The average of respiration rate in the afternoon of PO and BX cattle, respectively, is $33,50 \pm 3,84 \text{ min}^{-1}$ and $34,47 \pm 5,20 \text{ min}^{-1}$. The average of heart rate in the afternoon of PO and BX cattle, respectively, is $70,65 \pm 10,57 \text{ min}^{-1}$ and $76,19 \pm 10,30 \text{ min}^{-1}$. The average of rectal temperatures in the afternoon of PO and BX cattle, respectively, were $38,58 \pm 0,23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $38,92 \pm 0,37 \text{ }^{\circ}\text{C}$. The average of resistance to heat stress of PO and BX cattle was $2,36 \pm 0,25$ and $2,67 \pm 0,24$, respectively. From this research can be concluded that PO cattle have better heat tolerance than BX cattle.

Keywords: Heart rate, Heat tolerance, Physiological response, Rectal temperature, Respiration.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons fisiologis dan daya tahan ternak sapi Peranakan Ongole (PO) dan sapi Brahman Cross (BX) terhadap cekaman panas di lokasi penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di KPT Maju Sejahtera, Kecamatan Tanjung Sari, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, yang terdiri dari 6 kelompok yaitu Bumi Asih Sejahtera, Karya Makmur, Sudi Makmur 3, Fajar Jaya, Barokah Jaya, dan Jaya Abadi. Penelitian ini berlangsung dari Bulan September - Oktober 2021. Data penelitian menggunakan data primer dan data sekunder. Sampel yang digunakan sebanyak 66 ekor sapi betina BX dan PO yang ditentukan dengan purposive sampling. Peubah yang diamati ialah respons fisiologis ternak meliputi suhu rektal, frekuensi pernafasan, frekuensi denyut jantung, dan indeks daya tahan panas, serta iklim mikro kandang yang meliputi, suhu udara, kelembaban relatif (RH), dan Temperature Humidity Index (THI). Hasil penelitian ini menunjukkan rata-rata THI di lokasi penelitian sebesar 83,58. Rataan frekuensi respirasi siang hari ternak sapi PO dan BX berturut-turut yaitu $33,50 \pm 3,84$ kali/menit dan $34,47 \pm 5,20$ kali/menit. Rataan frekuensi denyut jantung siang hari ternak sapi PO dan BX berturut-turut yaitu $70,65 \pm 10,57$ kali/menit dan $76,19 \pm 10,30$ kali/menit. Rataan suhu rektal siang hari sapi PO dan BX berturut-turut yaitu $38,58 \pm 0,23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $38,92 \pm 0,37 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Rataan daya tahan panas sapi betina PO dan BX berturut-turut adalah sebagai berikut $2,36 \pm 0,25$ dan $2,67 \pm 0,24$. Dari penelitian ini dapat disimpulkan sapi PO memiliki daya tahan panas yang lebih baik dari sapi BX.

Kata kunci: Daya tahan panas, Denyut jantung, Respirasi, Respons fisiologis, Suhu rektal.

PENDAHULUAN

Faktor yang perlu diperhatikan demi terwujudnya pemeliharaan ternak pedaging dengan produktivitas tinggi diantaranya kondisi lingkungan dan genetik ternak. Menurut Atrian dan Shahryar

(2012), faktor lingkungan lebih dominan berpengaruh daripada faktor genetik. Perubahan lingkungan seperti kenaikan suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan intensitas matahari dapat mempengaruhi respons fisiologis ternak karena ternak mengintegrasikan kondisi lingkungan kemudian merespons secara adaptif melalui perubahan fisiologis yang meliputi perubahan suhu tubuh, kecepatan denyut jantung, dan peningkatan frekuensi respirasi. Selain itu ternak akan merespons dengan respons lanjutan berupa perubahan-perubahan pada sistem hormonal, enzimatis, dan metabolik yang dapat menyebabkan ternak mengalami berbagai gejala penyakit yang disertai rendahnya efisiensi produksi dan reproduksi (Nuriyasa et al., 2016).

Menurut Wijono et al. (2006), kondisi daerah tropis di Indonesia merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan ternak pada status fisiologis yang berbeda-beda. Kondisi badan ternak merupakan cerminan kondisi ternak terhadap kemampuan biologis termasuk aktivitas produksi dan dapat tampak dengan perubahan laju pertumbuhan berupa tampilan bobot badan. Laju pertumbuhan merupakan salah satu performans yang digunakan sebagai petunjuk keberhasilan pemeliharaan sapi potong. Ternak sapi memerlukan kondisi lingkungan yang nyaman dengan suhu dan kelembaban yang optimal agar dapat memaksimalkan pertumbuhan berat badan, produksi susu, serta kesehatan reproduksinya.

Kemampuan ternak untuk menyesuaikan diri dari akibat yang ditimbulkan oleh kondisi lingkungan yang panas disebut daya tahan panas. Ternak yang terkena cekaman panas akan memperlihatkan reaksi yang ditandai dengan peningkatan kegiatan proses-proses fisiologis tertentu seperti meningkatkan frekuensi respirasi dan meningkatkan frekuensi denyut jantung untuk meningkatkan pembuangan panas. Daya tahan panas seekor hewan dipengaruhi oleh bangsa, genetika, kelembaban, gerakan udara, radiasi, sistem reproduksi, umur, keadaan bulu, kebiasaan berteduh, musim, aktivitas, dan faktor individu.

Hingga kini ada banyak bangsa sapi lokal dan bangsa sapi hasil persilangan (lokal-impor) yang sudah dipelihara dan dikembangkan oleh peternak di Indonesia. Sapi jenis Peranakan Ongole (PO) dan sapi Brahman Cross (BX) merupakan jenis sapi yang banyak dipelihara dan dikembangkan di Lampung Selatan khususnya di Kecamatan Tanjung Sari. Sapi BX merupakan silangan sapi Brahman dengan sapi Eropa. Tujuan utama dari persilangan ini adalah menciptakan bangsa sapi potong tropis/subtropis yang mempunyai produktivitas tinggi dengan daya tahan terhadap suhu tinggi, sedangkan sapi PO merupakan sapi hasil program ongolisasi sapi-sapi lokal di Pulau Jawa dengan sapi Ongole (*Bos-indicus*). Sapi PO tahan terhadap iklim tropis dengan musim kemarau (Yulianto dan Saporito, 2010).

Selain sapi PO dan BX yang banyak dibudidayakan oleh peternak di Lampung, terdapat jenis sapi potong lain yang banyak dipelihara di berbagai daerah di Indonesia diantaranya sapi Peranakan Simmental dan sapi Pesisir yang dipelihara di Kabupaten Pariaman dan Pesisir di Sumatera Barat. Menurut data BPS (2003), Sumatera Barat diketahui memiliki rata-rata suhu udara harian 29,17 °C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di lokasi tersebut, diketahui sapi Peranakan Simmental memiliki daya tahan panas sebesar 95,86 dan sapi Pesisir sebesar 87,54 yang dihitung menggunakan rumus Rhoad (1944). Sementara itu, menurut BPS (2021), Provinsi Lampung yang merupakan tempat pemeliharaan dan budidaya sapi PO dan BX memiliki rata-rata suhu udara harian sebesar 27,13 °C.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai respons fisiologis dan daya tahan panas sapi PO dan sapi BX di Provinsi Lampung khususnya di Kabupaten Lampung Selatan dengan kondisi rata-rata suhu udara lebih rendah bila dibandingkan dengan daerah lain di Indonesia khususnya Provinsi Sumatera Barat yang juga menjadi salah satu daerah budidaya sapi potong di Indonesia. Daya tahan panas ternak dapat diketahui melalui pengukuran parameter frekuensi respirasi, denyut jantung, dan suhu rektal pada ternak tersebut. Nilai daya tahan panas menjadi indikator utama perbandingan kemampuan adaptasi kedua jenis sapi tersebut terhadap kondisi lingkungan di Lampung Selatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada September—Oktober 2021 dan berlokasi di KPT Maju Sejahtera, Kecamatan Tanjung Sari, Kabupaten Lampung Selatan.

Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian diantaranya termometer bola basah kering, termometer klinis, stetoskop, counter, stopwatch, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 66 ekor sapi betina indukan berumur 2--3 tahun yang terdiri dari 34 ekor sapi PO bobot 250--300 kg dan 32 ekor sapi BX dengan rentang bobot 350--400 kg.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan perlakuan bangsa, yang terdiri dari 34 ekor bangsa sapi PO dan 32 ekor bangsa sapi BX. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu sampel ditentukan berdasarkan kelamin (betina indukan), bobot tubuh (PO : 250--300 kg; BX 350--400 kg) dan umur (2--3 tahun). Setelah dipilih berdasarkan kriteria tersebut, didapatkan 32 ekor sapi BX dan 34 ekor sapi PO. Kemudian dilakukan pengukuran respons fisiologis pada keseluruhan sampel yang telah dipilih.

Analisis Data

Peubah yang diamati dalam penelitian ini ialah respons fisiologis ternak meliputi suhu rektal sapi ($^{\circ}\text{C}$), frekuensi pernafasan (kali/menit), frekuensi denyut jantung (kali/menit), dan indeks daya tahan panas, serta iklim mikro kandang yang meliputi suhu udara, kelembaban relatif (RH), dan *Temperature Humidity Index* (THI). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji banding (Uji-T) tidak berpasangan dengan kedua jenis bangsa ternak dianggap sebagai perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Suhu Udara dan Kelembaban Lingkungan

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa rata-rata suhu lingkungan terendah di KPT Maju Sejahtera adalah $25,86^{\circ}\text{C}$ pada pukul 06.00 WIB, sedangkan suhu tertinggi yaitu pada pukul 12.00 WIB sebesar $34,29^{\circ}\text{C}$. Menurut Lakitan (1994), fluktuasi suhu udara berkaitan dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Pada siang hari terjadi penyerapan energi radiasi matahari oleh gas-gas dan partikel padat yang melayang di atmosfer. Hal tersebut menyebabkan suhu udara meningkat.

Tabel 1. Suhu udara dan kelembaban lingkungan

Waktu (WIB)	Suhu Lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban Lingkungan (%)	<i>Temperature Humidity Index</i> (THI)
06.00	25,86	91,36	77,55
08.00	28,96	85,29	81,98
10.00	32,57	68,86	84,96
12.00	34,29	64,50	86,65
14.00	34,00	64,14	86,16
16.00	32,75	67,64	85,00
18.00	30,68	72,57	82,75
Rataan	31,30	73,48	83,58

Pada Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata kelembaban udara tertinggi dicapai pada pukul 06.00 WIB yaitu 91,36 % dan mengalami penurunan pada siang hari dengan rata-rata kelembaban udara terendah tercapai pada pukul 14.00 WIB yaitu sebesar 64,14 %. Tabel 1 juga menunjukkan rata-rata harian kelembaban lingkungan adalah 73,48 %. Menurut Abidin (2002), pada umumnya sapi potong dapat tumbuh optimal di daerah dengan suhu ideal yaitu $17\text{--}27^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban ideal bagi sapi potong sekitar 60--80 %.

Dari suhu dan kelembaban udara yang telah terukur, dapat diketahui tingkat kenyamanan lingkungan ternak. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa rata-rata nilai THI di KPT Maju Sejahtera adalah 83,58, dengan rata-rata nilai THI terendah dan tertinggi berturut-turut pada pukul 06.00 dan 12.00 WIB yaitu sebesar 77,55 dan 86,65. Menurut Bulitta *et al.* (2015), representatif kondisi ternak apabila nilai THI suatu lingkungan kandang ≤ 74 . Sementara ternak yang dianggap mengalami stress ringan--sedang apabila nilai THI berkisar antara 75--83 dan ternak mengalami stress berat apabila nilai $\text{THI} \geq 84$. Dari pernyataan tersebut, diketahui bahwa kondisi lingkungan di lokasi penelitian berpotensi menyebabkan ternak mengalami stress sedang.

Pengaruh Genetik dan Lingkungan terhadap Respons Fisiologis

Respirasi

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2), dapat diketahui bahwa rata-rata frekuensi respirasi pagi dan siang hari sapi PO berturut-turut adalah $24,91 \pm 3,48$ dan $33,50 \pm 3,84$ kali/menit atau terjadi peningkatan rata-rata frekuensi respirasi sapi PO dari pagi ke siang hari sebesar 34%. Sementara, frekuensi respirasi sapi BX pagi dan siang hari berturut-turut adalah $21,25 \pm 3,88$ dan $34,47 \pm 5,20$ atau terjadi peningkatan

rataan frekuensi respirasi sebesar 62%. Dengan demikian sapi BX memiliki peningkatan frekuensi respirasi yang lebih tinggi daripada sapi PO.

Berdasarkan hasil uji-T, diketahui frekuensi respirasi ternak sapi PO lebih tinggi daripada sapi BX pada pagi hari ($P < 0,05$). Hal ini diduga karena sapi BX yang memiliki genetik sapi Bos Taurus (sapi Eropa) dapat lebih baik dalam merespons kondisi lingkungan dengan kelembaban yang tinggi (pagi hari) dibandingkan sapi PO karena kondisi iklim di Eropa yang cenderung dingin dengan kelembaban udara tinggi. Sementara itu, pada siang hari frekuensi respirasi sapi PO dan BX masih berada pada kisaran normal dan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Berdasarkan uji-T yang dilakukan diketahui pula, rataan frekuensi respirasi baik sapi PO maupun sapi BX pada pagi dan siang hari menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$). Alzahra (2010) menyatakan bahwa kelembaban tinggi menyebabkan penguapan tertahan, sehingga akan meningkatkan panas pada tubuh sapi dan terjadi peningkatan frekuensi respirasi. Perbedaan suhu dan kelembaban udara pada pagi dan siang hari di lokasi penelitian menyebabkan frekuensi respirasi pada ternak berbeda nyata ($P < 0,05$).

Denyut Jantung

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 2, diketahui bahwa terjadi peningkatan rataan denyut jantung dari pagi ke siang hari sebesar 25% dari $56,38 \pm 10,31$ ke $70,65 \pm 10,57$ kali/menit pada sapi PO dan 29% dari $59,28 \pm 6,23$ ke $76,19 \pm 10,30$ kali/menit pada sapi BX. Dalam uji-T yang dilakukan, denyut jantung baik sapi PO dan BX pada pagi dan siang hari berbeda nyata ($P < 0,05$). Hal ini dikarenakan perbedaan suhu dan kelembaban udara pada pagi dan siang hari di lokasi penelitian yang kemudian mengakibatkan denyut jantung pada ternak berbeda nyata ($P < 0,05$). Sementara itu diketahui juga bahwa rataan frekuensi denyut jantung pada pagi hari antara sapi PO dan BX tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dan berbeda nyata ($P < 0,05$) pada siang harinya. Perbedaan nyata ($P < 0,05$) rataan denyut jantung pada siang hari diduga disebabkan sapi BX melakukan pelepasan panas lebih besar daripada sapi PO untuk menjaga suhu tubuh tetap normal.

Tabel 2. Respon fisiologis sapi PO dan sapi BX

Jenis	n (ekor)	Peubah yang Diamati						
		Respirasi (kali/menit)		Denyut Jantung (kali/menit)		Suhu Rektal (°C)		DTP
		Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	
PO	34	24,91 ^{AA} ±3,48	33,50 ^{AB} ±3,84	56,38 ^{AA} ±10,31	70,65 ^{AB} ±10,57	37,79 ^{AA} ±0,25	38,58 ^{AB} ±0,23	2,36 ^a ±0,25
BX	32	21,25 ^{BA} ±3,88	34,47 ^{BB} ±5,20	59,28 ^{AA} ±6,23	76,19 ^{BB} ±10,30	37,95 ^{BA} ±0,26	38,92 ^{BB} ±0,37	2,67 ^b ±0,24

Keterangan:

n: jumlah sampel

Huruf *superscript* kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dan huruf *superscript* kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$). Huruf *superscript* kapital yang sama pada baris peubah yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dan huruf *superscript* kapital berbeda pada baris peubah yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Menurut Kubkomawa *et al.* (2015) denyut jantung sapi pada kondisi normal di daerah tropis berkisar 40--70 kali per menit. Berdasarkan pernyataan tersebut, frekuensi denyut jantung kedua bangsa sapi masih berada pada kisaran normal dengan rataan frekuensi denyut jantung siang hari sapi BX sedikit lebih tinggi daripada sapi PO (76,19 kali/menit).

Suhu Rektal

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 2) diketahui bahwa rataan suhu rektal ternak sapi PO dan BX pada pagi hari berturut-turut adalah $37,79 \pm 0,25$ °C dan $37,95 \pm 0,26$ °C, sedangkan rataan suhu rektal pada siang hari $38,58 \pm 0,23$ °C (sapi PO) dan $38,92 \pm 0,37$ °C (sapi BX). Hasil pengukuran tersebut diketahui bahwa terjadi peningkatan suhu rektal dari pagi ke siang hari pada sapi PO sebesar 2, 11 % dan BX sebesar 2,55 %.

Menurut Brody (1945) yang dijelaskan oleh Huitema (1986), suhu tubuh sapi normal berdasarkan suhu rektal adalah $37,8$ °C \pm $39,4$ °C. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebagai ternak homoioterm kedua bangsa sapi berhasil mempertahankan suhu tubuhnya tanpa mengalami perubahan status fisiologis yang berarti (termoregulasi).

Berdasarkan uji-T yang dilakukan rataan suhu rektal pagi dan siang hari pada kedua jenis sapi tersebut berbeda nyata ($P < 0,05$). Perbedaan suhu dan kelembaban udara pada pagi dan siang hari di lokasi penelitian menyebabkan suhu rektal ternak sapi PO dan BX mengalami peningkatan. Dari data hasil pengamatan dapat diketahui pula bahwa rataan suhu rektal antara sapi PO dan BX pada pagi hari berbeda nyata ($P < 0,05$). Pada siang hari suhu rektal sapi PO dan BX juga berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan rataan

suhu rektal sapi BX lebih tinggi 0,4 oC dari sapi PO. Hal ini diduga karena terdapat perbedaan genetik antara sapi PO dan sapi BX sehingga menyebabkan adanya perbedaan kemampuan termoregulasi pada keduanya.

Daya Tahan Panas (DTP)

Berdasarkan hasil penghitungan nilai aspek fisiologis kedua bangsa sapi diketahui nilai DTP ternak sapi PO dan BX (Tabel 2) di KPT Maju Sejahtera berturut-turut adalah $2,36 \pm 0,25$ dan $2,67 \pm 0,24$. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kedua bangsa sapi yang dikembangkan di KPT Maju Sejahtera memiliki daya adaptasi yang cukup baik karena tidak terlampau tinggi melebihi nilai 2.

Mader *et al.* (2006) menyatakan bahwa ternak dapat dikatakan memiliki tingkat ketahanan terhadap panas yang baik jika nilai DTP = 2 dan semakin tinggi nilai tersebut maka semakin rendah tingkat ketahanannya. Hal ini karena semakin tinggi DTP mengindikasikan tingginya respons fisiologis ternak terhadap lingkungan berupa frekuensi respirasi dan suhu rektal ternak.

Suhu tubuh dan frekuensi pernafasan merupakan parameter dasar yang dipakai dalam menduga daya adaptasi ternak. Kenaikan frekuensi pernafasan dan suhu tubuh sebanding dengan kenaikan DTP. Daya tahan panas adalah ketahanan ternak terhadap panas pada lingkungan sekitar. Ternak yang terkena cekaman panas akan memberikan respons fisiologis berupa perubahan suhu tubuh dan frekuensi pernafasan (Montsma, 1984).

Hasil uji-T yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai DTP sapi PO dan BX berbeda nyata ($P < 0,05$), yaitu nilai DTP sapi PO lebih baik daripada sapi BX, sehingga dapat disimpulkan bahwa sapi PO memiliki daya adaptasi yang lebih baik daripada sapi BX. Perbedaan daya adaptasi sapi PO dengan sapi BX, diduga disebabkan sapi BX memiliki genetik sapi Bos Taurus yang merupakan sapi dari benua Eropa yang cenderung lebih tidak tahan terhadap panas dibandingkan sapi Bos Indicus.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa daya tahan panas sapi PO (2,36) lebih baik daripada sapi BX (2,67) di KPT Maju Sejahtera, Kabupaten Lampung Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 2002. Penggemukan Sapi Potong. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Alzahra, W. 2010. Pengaruh lingkungan iklim terhadap respon fisiologis sapi bali pada bahan atap kandang yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 5 (1) : 23-28. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Atrian P. dan A. Shahryar. 2012. Heat stress in dairy cows. *Research in Zoology* 2 (4) : 31-37.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Rata-rata Suhu Udara 2019-2021. Badan Pusat Statistik. Lampung.
- Biro Pusat Statistik. 2003. Sumatera Barat Dalam Angka 2003. Biro Pusat Statistik. Sumatera Barat.
- Brody, S. 1945. Homeostatis and Organismic Theory In : Bioenergetics and Growth. Reinhold Publishing Corp. New York.
- Bulitta, F.S., S. Aradom, dan G. Gebresenbet. 2015. Effect of transport time of up to 12 hours on welfare of cows and bulls. *Journal of Science and Management* 8 : 161-182.
- Huitema. 1986. Peternakan di Daerah Tropis Arti Ekonomi dan Kemampuannya : Penelitian di Beberapa Daerah di Indonesia. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Kubkomawa, I.H., O.O. Emenalom, dan I.C. Okoli. 2015. Body condition score, rectal temperature, respiratory, pulse and heart rates of tropical indigenous zebu cattle. *IJAIR*. 4(3) : 448-454.
- Lakitan, B. 1994. Dasar-dasar Klimatologi. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Mader, T.L., M.S. Davis, dan B. Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 84 (3) : 712-719.
- Montsma, G. 1984. Tropical animation production (climate and housing). Department of Tropical Animal. Wageningen.
- Nuriyasa, I.M., G.A.M.K. Dewi, W.S. Yusparidi. 2016. Microclimate and body dimension of the bali cattle that reare feed lot at difference altitude. *IJAIR* 5 (4) : 2319-1473.
- Wijono, W.D., Mariyono, dan E. Romjali. 2006. Pengaruh musim terhadap pertumbuhan sapi potong peranakan ongole muda di lokasi penelitian sapi potong. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pasuruan.
- Yulianto P., dan C. Saporinto. 2010. Pembesaran Sapi Potong secara Intensif. Penebar Swadaya. Jakarta.