

## Respons Fisiologis Sapi Pedaging terhadap Pengabutan Air Menggunakan *Sprinkler Water*

### (Physiological Responses of Beef Cattle to Misting Using Water Sprinkler)

Koekoeh Santoso<sup>1\*</sup>, Aldo Febriano Tarigan<sup>2</sup>, Komariah<sup>2</sup>

(Diterima November 2022/Disetujui Mei 2023)

#### ABSTRAK

Permasalahan yang dihadapi Indonesia pada saat ini adalah produktivitas sapi yang rendah. Peningkatan produktivitas sapi pedaging dapat dilakukan dengan cara mengondisikan sapi supaya berada pada zona nyaman dengan mengamati respons fisiologis sapi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengabutan air pada respons fisiologis sapi pedaging dan iklim kandang. Rancangan yang digunakan adalah uji-T berpasangan untuk variabel respons fisiologis dan iklim kandang dengan melakukan sebanyak 5 kali ulangan dan Rancangan Acak Lengkap untuk mengetahui perbedaan antara suhu permukaan tubuh. Perlakuan terdiri atas sebelum pengabutan air dan sesudah pengabutan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pengabutan air pada siang hari berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada peubah suhu kandang, kelembapan kandang, *temperature humidity index*, suhu rektal, frekuensi pernapasan, dan frekuensi denyut jantung. Pengabutan air pada siang hari menurunkan variabel iklim kandang dan sapi yang diukur hingga mendekati zona nyaman dan nilai faal sapi.

Kata kunci: iklim kandang, respons fisiologis, sapi pedaging, *sprinkler water*

#### ABSTRACT

Indonesia is facing the problem of low productivity of cattle. To increase the productivity of cattle producer, it can actually be done by relocating the cattle to the comfort zone by observing the physiological response. The purpose of this research is to evaluate the effects of misting cattle's environment by using water sprinkler on the physiological response and the microclimate of the cattle's shed. The design used was a paired T-test for physiological and microclimate response variables with 5 replications and a completely randomized design to determine the difference between body surface temperatures. The observations were conducted before water misting and after water misting. The results showed that treatment of misting water in the afternoon significantly decreased ( $P < 0.05$ ) the variables of cage temperature, humidity, temperature humidity index, rectal temperature, respiratory rate, and heart rate. Water misting in the afternoon in cattle produced a good effect on all physiological response variables.

Keywords: beef cattle, pen microclimate, physiological responses, water sprinkler

#### PENDAHULUAN

Populasi sapi pedaging Indonesia pada tahun 2021 adalah sebanyak 18 juta ekor dan produksinya belum bisa memenuhi kebutuhan daging sapi nasional (BPS 2021a). Berdasarkan data BPS (2021b), Indonesia membutuhkan 700.000 ton daging sapi pada tahun 2021, sedangkan daging yang diproduksi hanya mencapai 437.783 ton. Import daging sapi menjadi salah satu solusi untuk memenuhi permintaan daging dalam negeri, selain meningkatkan budi daya penggemukan sapi potong. Tantangan dan hambatan utama dalam penggemukan sapi di wilayah tropis adalah suhu dan kelembapan udara permukaan yang berada di atas

zona nyaman yang mengakibatkan tubuh sapi mengalami hipertermia. Kondisi hipertermia akan mengakibatkan sapi tidak dapat mengekspresikan keunggulan genetiknya untuk berproduksi dan bereproduksi secara optimal. Produktivitas sapi pedaging dapat dipantau dengan mengamati respons fisiologis sapi dan menempatkan sapi pada cuaca dan iklim yang sesuai dengan lingkungan nyamannya. Respons fisiologis yang dapat diukur antara lain adalah frekuensi pernapasan, frekuensi denyut jantung, suhu tubuh, dan profil darah (Brandl 2018). Menurut Farooq *et al.* (2010), apabila sapi berada di luar batas atas zona nyaman, suhu udara permukaan tanah akan mengakibatkan penurunan produktivitas, seperti penurunan konsumsi pakan, penurunan performa reproduksi, dan akhirnya menyebabkan penurunan pertambahan bobot badan.

Perhatian peternak pada aspek kenyamanan sapi pedaging penting dilakukan karena menyangkut produktivitas ternak. Menurut BMKG (2022), suhu rata-rata lingkungan pada pagi hingga malam hari di Bojonegoro berkisar antara 26-33°C dan kelembapan

<sup>1</sup> Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup> Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

\* Penulis Korespondensi: Email: koekoehsa@apps.ipb.ac.id

berkisar antara 65–95%. Bersumber dari kisaran suhu dan kelembapan tersebut didapat nilai THI berkisar antara 74,80–90,53. Menurut Das *et al.* (2016), suhu ideal lingkungan bagi sapi di daerah tropis tidak boleh lebih dari 27°C. Apabila sapi berada pada suhu lingkungan di atas 27°C maka sapi akan berada pada zona tidak nyaman yang ditandai dengan peningkatan laju pernapasan, frekuensi denyut jantung, dan suhu tubuh. Hal tersebut mengakibatkan sapi akan mempertahankan frekuensi pernapasan, frekuensi denyut jantung, dan suhu tubuh dengan sistem termoregulasi. Kenaikan denyut jantung mengakibatkan peningkatan sirkulasi di dalam pembuluh perifer sehingga kelebihan panas tubuh akan dialirkan oleh pembuluh darah dan diedarkan ke permukaan kulit sehingga suhu tubuh sapi akan meningkat (Saleh dan Irwan 2016). Suhu tinggi akan menyebabkan ternak stres, ternak tidak nyaman dalam kandang, frekuensi keringat bertambah, bahkan dapat menyebabkan kematian pada ternak (Madet *et al.* 2006). Pengukuran respons fisiologis, terutama suhu, penting dilakukan untuk mengetahui lokasi tubuh yang cedera, inflamasi, terinfeksi penyakit, diagnosis penyakit, dan deteksi kehamilan (Cilulko *et al.* 2013). Hal ini menyebabkan perlu ada teknologi untuk membuat sapi lebih nyaman agar produktivitas sapi maksimal.

Teknologi rekayasa mikroklimat sudah lumrah digunakan di perusahaan peternakan, contohnya seperti penggunaan kipas angin dan penyemprotan air pada sapi perah untuk meningkatkan produksi susu. Penggunaan teknologi untuk mengurangi cekaman panas pada sapi potong perlu dilakukan rekayasa mikroklimat menggunakan *sprinkler water cooling system*. *Sprinkler water cooling system* merupakan alat pengabut yang mampu menurunkan suhu udara dalam kandang hingga mendekati zona nyaman ternak dengan mengalirkan air dari tempat penampungan ke ruangan kandang melalui *nozzle* berukuran nano meter dan diatur oleh pengatur berdasarkan penurunan suhu yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh sistem rekayasa mikroklimat kandang menggunakan pengabutan air pada respons fisiologis sapi pedaging dan mikroklimat kandang menggunakan *sprinkler water cooling system*.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor pengukur laju denyut jantung dan respirasi, kamera termal, termometer digital, *thermohygrometer digital*, dan rangkaian *sprinkler water cooling system* dengan *thermohygrometer* STC 3028 sebagai kontroler dan *nozzle* ukuran 0,2 mm. Pengolahan data menggunakan *software Microsoft Excel* 2016 dan

Minitab 2020. Bahan yang digunakan adalah 5 ekor sapi pedaging berumur 2 tahun, pakan hijauan, dan air.

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November–Desember 2021 di Sekolah Peternakan Rakyat Maju Bersama, Kecamatan Kedungadem, Kabupaten Bojonegoro.

### Persiapan Alat

*Sprinkler water cooling system* dipasang pada besi penyangga atap pada kandang dengan 10 nozzle terpasang dan berjarak 1,5 m untuk memaksimalkan pengabutan. Di samping itu, *sprinkler water disetting* apabila suhu mencapai 30°C maka sistem pengabutan akan menyala dan akan mati jika suhu sudah mencapai 28°C.

### Respons Fisiologis

Pengukuran respons fisiologis dilakukan dengan mengukur laju denyut jantung, laju pernapasan, suhu permukaan tubuh, dan suhu rektal. Laju denyut jantung diukur menggunakan sabuk pengukur laju denyut jantung, laju pernapasan diukur dengan sabuk pengukur laju pernapasan, suhu permukaan tubuh diukur dengan kamera termal, dan suhu rektal diukur menggunakan termometer digital.

Pengukuran frekuensi denyut jantung dilakukan dengan memasang sabuk pengukur respons fisiologis pada dada sapi bagian dada di belakang kaki kiri depan (Suherman & Purwanto 2020). Pengukuran frekuensi pernapasan dilakukan dengan memasang sabuk pengukur respons fisiologis pada bagian dada kiri sapi.

Pengukuran suhu permukaan tubuh dilakukan menggunakan kamera termal pada 3 titik, yaitu bagian mata, punggung, dan *rump* mendekati vulva dengan jarak 2 m dari sapi seperti pada Gambar 1. Hasil pengukuran suhu pada bagian permukaan tubuh sapi menggunakan Flir One Pro LT yang akan menghasilkan citra termal. Citra termal memuat juga nilai rentang suhu dan nilai suhu pada kursor bidikan kamera, seperti pada Gambar 2. Suhu rektal diukur menggunakan termometer digital yang dimasukkan ke rektum lalu ditunggu hasilnya sampai suhu stabil. Pengukuran diulang sebanyak lima kali dalam setiap pengambilan data respons fisiologis.

### Mikroklimat Kandang

Komponen kandang yang diukur aspek mikroklimatnya ialah atap, lantai, dan tempat pakan. Pengukuran suhu komponen kandang dilakukan dengan cara mengambil citra komponen-komponen kandang menggunakan kamera termal dan hasilnya dapat dilihat pada citra termal D Gambar 2. Pengukuran suhu dan kelembapan udara kandang menggunakan termohygrometer digital. Pengukuran suhu dan kelembapan udara



Gambar 1 Bagian wajah, punggung, dan rump sebagai titik pengukuran suhu permukaan tubuh.



Gambar 2 Citra termal permukaan tubuh bagian punggung (A), rump (B), wajah (C), dan komponen atap kandang (D) menggunakan kamera termal.

kandang dilakukan dengan cara menaruh alat termohigrometer di bagian tengah kandang.

**Variabel yang Diamati**

Variabel yang diamati meliputi kondisi mikroklimat kandang dan respons fisiologis. Kondisi mikroklimat yang diamati adalah suhu lingkungan kandang, suhu bagian kandang, kelembapan udara kandang, dan *temperature humidity Index*. Respons fisiologis yang diamati meliputi suhu rektal, suhu permukaan tubuh, laju pernapasan, dan laju denyut jantung.

**Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan uji-T untuk membandingkan penggunaan *sprinkler* dengan tidak menggunakan *sprinkler* pada respons fisiologis. Setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali ulangan. Berikut uji-T yang digunakan (Steel & Torrie 1993). Selain itu, digunakan Rancangan Acak Lengkap untuk membandingkan suhu permukaan tubuh dan suhu rektal dengan rumus menurut Steel dan Torrie (1993). Jika hasil yang diperoleh berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Gambaran Umum**

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Peternakan Rakyat Maju Bersama (SPR Maju Bersama), Kecamatan Kedungadem, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. Kandang yang digunakan adalah milik salah satu pengurus kandang yang berukuran panjang 18 m dan lebar 15 m dengan tinggi 7 m. Kapasitas maksimal kandang tersebut bisa mencapai 50 ekor dan biasa digunakan untuk penggemukan sapi. Sapi tersebut diberi pakan dua kali dalam satu hari yang mana pemberian pakan *full* hijauan dengan banyak pemberian pakan sebanyak 30–40 kg per ekor per hari. Kondisi kandang cenderung panas, yaitu kisaran 28–32°C dengan kelembapan 75–87%.

**Mikroklimat Kandang**

Mikroklimat kandang merupakan salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi produktivitas, melalui pemenuhan kenyamanan sapi selama masa penggemukan. Mikroklimat kandang sendiri terdiri atas suhu kandang, kelembapan kandang, kecepatan angin, dan radiasi matahari (Suherman *et al.* 2017). *Thermoneutral zone* merupakan kisaran suhu udara

yang merupakan zona nyaman bagi ternak (Kingma *et al.* 2012). Zona nyaman berarti ternak dapat menjaga metabolisme agar tetap rendah dan memaksimalkan produktivitas. Penelitian ini hanya mengukur dua unsur mikroklimat kandang, yaitu suhu dan kelembapan udara dalam kandang. Berdasarkan suhu dan kelembapan dapat dihitung nilai rerata THI. Menurut Habeeb *et al.* (2018a) *Temperature Humidity Index* dapat dikategorikan untuk melihat kondisi ternak berdasarkan rentang nilainya, yaitu kurang dari 68 sebagai nyaman, 68–72 sebagai sedikit nyaman, 72–75 sebagai tidak nyaman, 75–79 sebagai stres ringan, 79–84 sebagai stress sedang, dan lebih dari 84 sebagai stres berat, seperti yang ditampilkan pada Tabel 1. Suhu, kelembapan, dan nilai THI udara dalam kandang disajikan pada Tabel 1.

Rata-rata suhu dan kelembapan kandang sebelum dan sesudah pengabutan air didapatkan hasil yang berbeda nyata. Hutasuhut (2015) menyatakan bahwa suhu lingkungan untuk wilayah tropis adalah 17–40°C, sedangkan kelembapan udara berada pada kisaran 53–91% (Suherman *et al.* 2013). Berdasarkan hal tersebut, nilai suhu dan kelembapan sesuai dengan keadaan di iklim tropis. Menurut Das *et al.* (2016), nilai suhu kandang melebihi batas *thermoneutral zone*, yaitu sekitar 27°C, sehingga dapat mengganggu kenyamanan dan dapat menyebabkan stres panas pada sapi. Di samping itu, kelembapan yang melebihi batas ideal bagi sapi juga akan menyebabkan sapi tidak nyaman, yang akan menyebabkan stres. Suhu dan kelembapan yang tinggi juga akan menyebabkan sistem reproduksi sapi terganggu, yaitu dengan penurunan konsentrasi estradiol, *Luteinizing hormone* (LH), dan sekresi progesteron sehingga akan menyebabkan penurunan angka *conception rate* dan kesuburan pada sapi (Jaenudin *et al.* 2018).

Rataan nilai THI sebelum dan sesudah pengabutan air pada waktu siang adalah 85,44 dan 84,8. Nilai THI ini dapat dikategorikan sebagai stress panas berat, sedangkan sesudah pengabutan air dikategorikan

sebagai stres panas sedang (Habeeb *et al.* 2018a). Kategori THI berkisar antara stres sedang hingga berat yang berarti bahwa sapi yang dipelihara mengalami stres panas akibat suhu dan kelembapan yang tinggi. Ternak yang mengalami stres panas akibat suhu dan kelembapan yang tinggi akan menyebabkan produktivitas menurun akibat konsumsi pakan menurun dan pakan yang dikonsumsi akan digunakan untuk mengatur suhu dalam tubuh ternak (Habeeb *et al.* 2018b).

Hasil pengukuran suhu semua komponen kandang sebelum dan sesudah pengabutan pada siang hari menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Terjadi penurunan suhu komponen kandang sesudah pengabutan air. Penurunan tersebut disebabkan oleh penguapan air pada pengabutan sehingga suhu kandang menjadi turun. Perbedaan suhu komponen kandang disebabkan oleh perbedaan luas permukaan komponen kandang sehingga mengeluarkan radiasi panas yang berbeda (Koestoer 2002). Hasil pengukuran suhu pada semua komponen kandang sebelum dan sesudah pengabutan disajikan pada Tabel 2.

### Respons Fisiologis

Respons fisiologis merupakan tanda yang akan muncul apabila suhu lingkungan pada daerah pemeliharaan ternak melebihi *thermoneutral zone* sehingga menyebabkan terjadi cekaman panas (Suherman *et al.* 2013). Cekaman panas tersebut membuat ternak melakukan adaptasi yang diekspresikan melalui respons fisiologis yang di antaranya meliputi perubahan frekuensi denyut jantung, perubahan frekuensi pernapasan, perubahan suhu permukaan tubuh, dan perubahan suhu rektal. Apabila terkena cekaman panas, ternak akan memodifikasi tingkah lakunya, seperti konsumsi pakan, fungsi fisiologis, metabolisme, serta kuantitas dan kualitas produksinya (Sutedjo 2016). Respons fisiologis yang diamati pada penelitian ini adalah suhu permukaan tubuh, suhu rektal, frekuensi denyut jantung, dan frekuensi pernapasan.

Tabel 1 Suhu, kelembapan, dan THI kandang sebelum dan sesudah pengabutan air

	Pengabutan					
	Sebelum		Sesudah		THI	
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Rata-rata	32,1±0,58 <sup>a</sup>	31,38±0,87 <sup>b</sup>	75,16±2,06 <sup>a</sup>	78,00±4,23 <sup>b</sup>	85,44±0,59	84,8±0,78
Maksimum	33,10±0,58	32,50±0,87	78±2,06	87±4,23	87,52±0,59	88,18±0,78
Minimum	31,10±0,58	29,60±0,87	70±2,06	73±4,23	83,03±0,59	81,23±0,78

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Tabel 2 Suhu komponen kandang sebelum dan sesudah pengabutan air dalam °C

Komponen Kandang	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Tempat Pakan Kiri	32,85 <sup>a</sup>	31,71 <sup>b</sup>
Lantai Dalam Kiri	28,28 <sup>a</sup>	28,28 <sup>b</sup>
Tempat Pakan Tengah	31,84 <sup>a</sup>	31,64 <sup>b</sup>
Lantai Dalam Tengah	31,09 <sup>a</sup>	29,17 <sup>b</sup>
Tempat Pakan Kanan	32,32 <sup>a</sup>	31,04 <sup>b</sup>
Lantai Dalam Kanan	30,77 <sup>a</sup>	29,21 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Respons fisiologis yang tinggi dapat mengakibatkan penurunan produktivitas. Faktor-faktor yang menyebabkan respons fisiologis yang tinggi adalah curah hujan, kecepatan angin, kelembapan, kenaikan suhu, dan intensitas sinar matahari (Saiya 2014). Penelitian ini melakukan pengamatan respons fisiologis sebelum dan sesudah dilakukan pengabutan air.

**Suhu Rektal**

Pengukuran suhu rektal bertujuan untuk mengetahui suhu tubuh yang direfleksikan oleh panas yang diproduksi dan panas yang dilepaskan (Aditia *et al.* 2017). Suhu rektal merupakan salah satu metode dasar untuk mengetahui apakah ternak mengalami stres panas atau tidak. Nilai suhu rektal sapi pada siang hari sebelum dan sesudah pengabutan air disajikan dalam Tabel 3.

Suhu rektal sebelum dan sesudah pengabutan air pada siang hari menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada semua sapi. Nilai suhu rektal pada siang hari berkisar antara 38,96–39,40°C. Berdasarkan nilai tersebut, pada siang hari sapi mengalami stress panas karena suhu rektal pada kondisi normal pada daerah tropis berada pada kisaran 38,5–39,2°C (Hansen 2004). Peningkatan suhu rektal tersebut diakibatkan oleh peningkatan suhu kandang pada siang hari. Nilai sesudah pengabutan air mengalami penurunan yang signifikan yang mana membuat sapi tidak mengalami stres panas. Hal tersebut sama dengan penelitian Adhianto *et al.* (2015), yaitu penyiraman air sebanyak dua kali menghasilkan suhu rektal yang lebih rendah daripada sapi yang tidak diberi perlakuan. Suhu rektal menurun akibat adanya perubahan suhu dan kelembapan mikroklimat mendekati *thermoneutral zone* sapi yang menyebabkan penurunan respons fisiologis.

**Suhu Permukaan Tubuh**

Suhu permukaan tubuh sapi diukur menggunakan FLIR *thermal camera*. FLIR *thermal camera* diarahkan

ke bagian tubuh sapi selama 5–10 detik dengan jarak 1–2 m. Pengukuran suhu permukaan tubuh merupakan salah satu indikator bahwa individu sapi terkena cekaman panas, yang mana nilainya akan tinggi apabila sapi terkena cekaman panas. Suhu permukaan tubuh akan semakin tinggi apabila suhu kandang tinggi (Novianti *et al.* 2013). Pengukuran menggunakan *thermal camera* difungsikan untuk mengurangi stres pada sapi akibat kontak fisik langsung. Suhu permukaan tubuh bagian wajah sapi sebelum dan sesudah pengabutan air pada siang hari disajikan pada Tabel 4.

Perubahan suhu bagian wajah sapi sebelum dan sesudah pengabutan air pada siang hari menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Nilai suhu bagian wajah tersebut berkisar antara 37,21–37,7°C. Menurut Novianti *et al.* (2013), suhu permukaan tubuh yang ideal adalah 33,5–37,1°C, sehingga pada penelitian ini sapi mengalami cekaman panas pada waktu sebelum pengabutan air. Suhu kandang yang tinggi mengakibatkan suhu bagian wajah sapi mengalami cekaman panas, terutama pada waktu siang hari. Suhu lingkungan kandang yang tinggi akan berbanding lurus dengan suhu permukaan tubuh. Penurunan suhu bagian wajah sesudah pengabutan air menandakan bahwa suhu dan kelembapan udara di dalam kandang mengalami penurunan mendekati *thermoneutral zone* pada sapi sehingga sapi merasa nyaman. Suhu permukaan tubuh yang tinggi menunjukkan sapi terkena cekaman panas yang mana ditunjukkan oleh lidah yang terjulur yang menyebabkan ternak tidak mau makan sehingga produktivitas sapi akan menurun dan apabila terjadi dalam waktu lama maka akan mengakibatkan ternak mati (Sihombing 1999). Berikut suhu bagian punggung sapi sebelum dan sesudah pengabutan pada siang hari disajikan dalam Tabel 5.

Suhu bagian punggung pada waktu siang hari berpengaruh nyata pada sapi satu, dua, dan empat, sedangkan pada sapi tiga dan lima tidak berbeda nyata. Berdasarkan Novianti *et al.* (2013), suhu

Tabel 3 Suhu rektal sebelum dan sesudah pengabutan air dalam °C

Hewan	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Sapi 1	39,33±0,20 <sup>a</sup>	39,01±0,24 <sup>b</sup>
Sapi 2	39,33±0,21 <sup>a</sup>	39,00±0,24 <sup>b</sup>
Sapi 3	39,23±0,26 <sup>a</sup>	39,02±0,27 <sup>b</sup>
Sapi 4	39,26±0,29 <sup>a</sup>	38,96±0,31 <sup>b</sup>
Sapi 5	39,40±0,26 <sup>a</sup>	39,18±0,28 <sup>b</sup>
Rataan	39,31±0,07 <sup>a</sup>	39,03±0,09 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Tabel 4 Suhu permukaan tubuh bagian wajah sebelum dan sesudah pengabutan air dalam °C

Hewan	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Sapi 1	37,77±0,61 <sup>a</sup>	37,08±0,38 <sup>b</sup>
Sapi 2	37,70±0,41 <sup>a</sup>	37,30±0,29 <sup>b</sup>
Sapi 3	37,33±0,36 <sup>a</sup>	36,85±0,46 <sup>b</sup>
Sapi 4	37,46±0,22 <sup>a</sup>	37,03±0,37 <sup>b</sup>
Sapi 5	37,21±0,42 <sup>a</sup>	36,91±0,38 <sup>b</sup>
Rataan	37,49±0,24 <sup>a</sup>	37,03±0,17 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

permukaan tubuh yang ideal pada sapi adalah 33,5–37,1°C. Sapi yang mengalami cekaman panas akibat suhu bagian punggung melebihi batas normal pada waktu sebelum pengabutan air adalah sapi dua. Perbedaan hasil suhu bagian punggung dapat disebabkan oleh kemampuan termoregulasi sapi yang berbeda (Brandl & Jones 2011). Suhu kandang berbanding lurus dengan suhu permukaan tubuh sapi, apabila suhu lingkungan tinggi maka sistem termoregulasi sapi akan mengatur suhu di dalam tubuh yang membuat suhu permukaan tubuh meningkat akibat pelepasan panas. Berikut suhu bagian *rump* sapi sebelum dan sesudah pengabutan pada siang hari disajikan dalam Tabel 6.

Suhu bagian *rump* pada siang hari berpengaruh nyata pada sapi satu, dua, dan empat, sedangkan pada sapi tiga dan lima tidak berbeda nyata. Hal ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu dan kelembapan kandang yang tinggi. Suhu permukaan tubuh sesudah pengabutan air mengalami penurunan karena suhu dan kelembapan kandang mendekati *thermoneutral zone* sapi. Suhu permukaan tubuh yang tinggi dapat diartikan sebagai cara mekanisme termoregulasi dalam tubuh sapi. Mekanisme termoregulasi dapat meningkatkan suhu tubuh, frekuensi denyut jantung, dan frekuensi pernapasan. Hal tersebut dinilai dapat menyebabkan perubahan tingkah laku makan dan minum pada ternak. Menurut Curtis (1983), ternak yang mengalami cekaman panas

akan mengalami perubahan fisiologi, anatomi, dan tingkah laku dalam upaya mempertahankan keseimbangan panas. Menurut Suttedjo (2016), ternak yang terpapar suhu tinggi akan meningkatkan upaya untuk melepaskan panas tubuh dengan cara memperbanyak konsumsi air dan mengurangi konsumsi pakan.

Suhu permukaan tubuh pada Tabel 7 menunjukkan hasil yang berbeda nyata, namun ada bagian yang tidak berbeda nyata. Peningkatan suhu permukaan tubuh disebabkan oleh vasodilatasi atau vasokonstriksi pembuluh darah (Knizkova & Kune 2007). Menurut Kolibu dan South (2019), peningkatan suhu permukaan tubuh dapat terjadi akibat ternak berada pada suhu kandang yang tinggi dalam 10 menit. Suhu bagian wajah memiliki hasil yang berbeda nyata dibandingkan dengan suhu rektal yang mana hal tersebut sesuai dengan penelitian Aditia *et al.* (2017). Suhu wajah memiliki nilai yang hampir mirip dengan suhu rektal dan hal ini dapat digunakan sebagai indikator stres pada ternak. Daerah mata memiliki jumlah kapiler yang banyak sehingga memungkinkan menjadi indikator stres (Martello *et al.* 2015). Menurut Santoso *et al.* (2019), bagian suhu permukaan tubuh yang berbeda disebabkan karena adanya perbedaan radiasi energi yang dipancarkan oleh tubuh sapi.

### Suhu Tubuh

Suhu tubuh merupakan representasi suhu organ-organ di dalam tubuh serta organ di luar tubuh

Tabel 5 Suhu permukaan tubuh bagian punggung sebelum dan sesudah pengabutan air dalam °C

Hewan	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Sapi 1	36,66±0,76 <sup>a</sup>	36,12±0,24 <sup>b</sup>
Sapi 2	37,34±0,58 <sup>a</sup>	36,12±1,43 <sup>b</sup>
Sapi 3	37,07±0,75 <sup>a</sup>	36,98±0,41 <sup>a</sup>
Sapi 4	36,57±0,42 <sup>a</sup>	35,96±0,36 <sup>b</sup>
Sapi 5	36,54±0,36 <sup>a</sup>	36,48±0,50 <sup>a</sup>
Rataan	36,84±0,35 <sup>a</sup>	36,33±0,41 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P<0,05$ ).

Tabel 6 Suhu permukaan tubuh bagian *rump* sebelum dan sesudah pengabutan air dalam °C

Hewan	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Sapi 1	37,12±0,81 <sup>a</sup>	36,51±0,31 <sup>b</sup>
Sapi 2	37,42±1,04 <sup>a</sup>	36,32±1,26 <sup>b</sup>
Sapi 3	37,12±0,93 <sup>a</sup>	36,87±0,32 <sup>a</sup>
Sapi 4	36,71±0,47 <sup>a</sup>	35,28±0,88 <sup>b</sup>
Sapi 5	36,57±0,43 <sup>a</sup>	36,40±0,66 <sup>a</sup>
Rataan	36,99±0,34 <sup>a</sup>	36,28±0,60 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P<0,05$ ).

Tabel 7 Perbandingan suhu permukaan tubuh dengan suhu rektal sesudah pengabutan air dalam °C

Hewan	Suhu			
	Rektal	Punggung	<i>Rump</i>	Wajah
Sapi 1	39,01±0,24 <sup>a</sup>	36,12±0,24 <sup>b</sup>	36,51±0,31 <sup>c</sup>	37,08±0,38 <sup>d</sup>
Sapi 2	39,00±0,24 <sup>a</sup>	36,12±1,43 <sup>b</sup>	36,32±1,26 <sup>c</sup>	37,30±0,29 <sup>c</sup>
Sapi 3	39,02±0,27 <sup>a</sup>	36,98±0,41 <sup>b</sup>	36,87±0,32 <sup>b</sup>	36,85±0,46 <sup>b</sup>
Sapi 4	38,96±0,31 <sup>a</sup>	36,57±0,36 <sup>b</sup>	35,28±0,88 <sup>c</sup>	37,03±0,37 <sup>d</sup>
Sapi 5	39,18±0,28 <sup>a</sup>	36,48±0,50 <sup>b</sup>	36,40±0,66 <sup>c</sup>	36,91±0,38 <sup>c</sup>
Rataan	39,03±0,08 <sup>a</sup>	36,45±0,36 <sup>b</sup>	36,28±0,60 <sup>c</sup>	37,03±0,17 <sup>c</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P<0,05$ ).

(Suherman *et al.* 2013). Suhu di dalam tubuh didapat dari suhu rektal, sedangkan suhu di luar tubuh didapatkan dari suhu permukaan tubuh. Cekaman panas dapat mengakibatkan peningkatan suhu tubuh dan berakibat pada penurunan konsumsi pakan. Suhu tubuh sebelum dan sesudah pengabutan air disajikan dalam Tabel 8.

Suhu tubuh sapi mengalami penurunan sesudah pengabutan air. Nilai suhu tubuh sapi sebelum pengabutan berkisar antara 38,92–39,08°C, sedangkan nilai suhu tubuh sesudah pengabutan berkisar antara 38,63–38,72°C. Suhu tubuh sebelum dan sesudah pengabutan air menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada semua sapi. Menurut Schutz *et al.* (2008), suhu tubuh sapi yang dipelihara di kondisi iklim yang nyaman adalah 38,3–38,6°C. Kelima sapi mengalami stres panas sebelum dilakukan pengabutan, namun sapi tidak mengalami stres sesudah adanya pengabutan. Stres panas dapat menyebabkan penurunan konsumsi pakan yang jika dibiarkan maka pertambahan bobot badan hariannya akan menurun sehingga produktivitas tidak maksimal (Suherman *et al.* 2013).

**Frekuensi pernapasan**

Pernapasan merupakan salah satu mekanisme respons fisiologis sapi yang menunjukkan kenyamanan seekor ternak. Faktor yang memengaruhi frekuensi pernapasan adalah suhu lingkungan kandang, kelembapan kandang, ukuran tubuh, umur, kesehatan ternak, dan aktivitas fisik (Kelly 1984). Menurut Adhianto *et al.* (2015), suhu dan kelembapan udara tinggi akan mengakibatkan kenaikan frekuensi pernapasan untuk menyesuaikan dengan lingkungan. Frekuensi pernapasan pada siang hari sebelum dan sesudah pengabutan air disajikan dalam Tabel 9.

Perubahan frekuensi pernapasan siang sebelum dan sesudah pengabutan air menunjukkan hasil berbeda nyata pada sapi satu hingga sapi lima.

Frekuensi pernapasan pada siang hari sebelum pengabutan memiliki nilai rata-rata berkisar 22–28 kali menit<sup>-1</sup>, sedangkan sesudah pengabutan memiliki nilai rata-rata 20–26 kali menit<sup>-1</sup>. Frekuensi pernapasan pada siang hari hasil pengamatan menunjukkan penurunan dari sebelum pengabutan ke sesudah pengabutan air. Sapi satu hingga sapi lima menunjukkan adanya penurunan rata-rata 4–7 kali menit<sup>-1</sup>. Pengabutan air memiliki tujuan mencegah kejadian cekaman panas pada sapi yang dapat mengganggu kenyamanan dan produktivitas (Mitlohner *et al.* 2001). Frekuensi pernapasan sapi pada siang hari pada kandang tersebut masih dalam batas normal, yaitu sekitar 24–26 kali menit<sup>-1</sup> yang mana batasnya berada pada 34 kali menit<sup>-1</sup> (Aritonang *et al.* 2017). Berdasarkan nilai frekuensi respirasi, sapi pada kandang belum terkena cekaman panas yang mengakibatkan respons fisiologis yang tinggi, termasuk frekuensi respirasi akibat sistem termoregulasi pada tubuh sapi. Hal tersebut disebabkan oleh adaptasi terhadap cekaman panas kronis yang ditunjukkan oleh penurunan aktivitas hormon kortisol plasma (Sutedjo 2016). Adaptasi tersebut menyebabkan perubahan *thermoneutral zone* pada sapi yang berada pada kandang tersebut. Berdasarkan hal tersebut, sapi pada kandang sudah beradaptasi terhadap cuaca panas pada lingkungan kandang. Faktor yang memengaruhi respirasi antara lain suhu dan kelembapan kandang. Menurut Scharf *et al.* (2010) salah satu tanda stres panas pada sapi adalah peningkatan frekuensi pernapasan.

**Frekuensi Denyut Jantung**

Ternak yang mengalami cekaman panas akan menyebabkan peningkatan frekuensi denyut jantung. Peningkatan frekuensi denyut jantung dimaksudkan untuk mekanisme termoregulasi yang berfungsi untuk mengatur suhu di dalam tubuh ternak (Saleh & Irwan 2016). Menurut Aditia *et al.* (2017), denyut jantung

Tabel 8 Suhu tubuh sebelum dan sesudah pengabutan air dalam °C

Hewan	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Sapi 1	39,05 <sup>a</sup>	38,68 <sup>b</sup>
Sapi 2	39,08 <sup>a</sup>	38,68 <sup>b</sup>
Sapi 3	38,95 <sup>a</sup>	38,72 <sup>b</sup>
Sapi 4	38,92 <sup>a</sup>	38,63 <sup>b</sup>
Sapi 5	39,05 <sup>a</sup>	38,83 <sup>b</sup>
Rataan	39,01 <sup>a</sup>	38,71 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Tabel 9 Frekuensi pernapasan sebelum dan sesudah pengabutan air setiap menit

Hewan	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Sapi 1	26±2 <sup>a</sup>	24±2 <sup>b</sup>
Sapi 2	25±2 <sup>a</sup>	24±1 <sup>b</sup>
Sapi 3	25±3 <sup>a</sup>	22±1 <sup>b</sup>
Sapi 4	24±2 <sup>a</sup>	22±2 <sup>b</sup>
Sapi 5	25±2 <sup>a</sup>	23±2 <sup>b</sup>
Rataan	25±1 <sup>a</sup>	23±1 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

akan meningkat akibat beban panas dari dalam dan luar tubuh sapi. Hal tersebut terjadi karena penurunan tekanan darah dari vasodilatasi perifer. Frekuensi denyut jantung sapi pedaging sebelum dan sesudah pengabutan air pada siang hari disajikan pada Tabel 10.

Frekuensi denyut jantung sebelum dan sesudah pengabutan air pada siang hari berbeda nyata pada semua sapi. Penggunaan pengabutan air pada sapi pedaging menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Frekuensi denyut jantung sebelum dan sesudah pengabutan air pada siang hari menunjukkan penurunan. Frekuensi denyut jantung sapi berada pada puncaknya, yaitu pada siang hari dengan suhu udara di dalam kandang rata-rata berkisar 32°C, yang diiringi dengan frekuensi denyut jantung sekitar 62–69 kali menit<sup>-1</sup>. Hasil tersebut menunjukkan rata-rata sapi mengalami stres akibat cekaman panas. Faktor yang menyebabkan cekaman panas antara lain produksi panas akibat pakan, suhu dan kelembapan kandang yang melebihi batas *thermoneutral zone*, dan karakteristik ternak (Sulistyowati *et al.* 2019). Suhu zona nyaman sapi di daerah tropis tidak boleh melebihi 27°C. Jika melebihi suhu tersebut, sapi akan tidak nyaman dan berpengaruh pada produktivitasnya (Das *et al.* 2016). Menurut Aditia *et al.* (2017), frekuensi denyut jantung sapi normal yang berada pada iklim tropis berkisar antara 40–65 kali menit<sup>-1</sup> yang mana pada siang hari semua sapi terkena cekaman panas yang menyebabkan sapi tidak nyaman dan terganggu produktivitasnya. Frekuensi denyut jantung memiliki nilai yang berbanding lurus dengan frekuensi pernapasan yang mana apabila denyut jantung meningkat maka pernapasan juga akan meningkat (Beatty *et al.* 2006). Menurut Anton *et al.* (2016), frekuensi denyut jantung yang meningkat juga akan meningkatkan suhu tubuh sapi karena jantung mendistribusi panas ke permukaan kulit agar stabilitas tubuh tetap terjaga.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pengabutan pada siang hari berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada variabel mikroklimat kandang. Pengabutan air pada siang hari menurunkan secara nyata ( $P < 0,05$ ) variabel mikroklimat kandang dan respons fisiologis sapi yang diukur berdasarkan suhu tubuh, frekuensi pernapasan, dan frekuensi denyut jantung. Berda-

sarkan nilai THI, sapi masih mengalami stres ringan hingga berat, tetapi pengabutan air menurunkan tingkat stres pada sapi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada IPB atas dukungan pendanaan melalui Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2021.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhianto K, Siswanto, Kesuma CN. 2015. Pengaruh frekuensi penyiraman air menggunakan sprinkler terhadap respons fisiologis dan pertumbuhan sapi peranakan simmental. *Buletin Peternakan*. 39(2): 109–115. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v39i2.6715>
- Aditia EL, Yani A, Fatonah AF. 2017. Respons fisiologis sapi bali pada sistem integrasi kelapa sawit berdasarkan kondisi lingkungan mikroklimat. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 5(1): 23–28. <https://doi.org/10.29244/jipthp.5.1.23-28>
- Anton A, Kasip LM, Wirapribadi L, Depamede SN, Asih RS. 2016. Perubahan status fisiologis dan bobot badan sapi bali bibit yang diantarpulaukan dari Pulau Lombok ke Kalimantan Barat. *Journal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*. 2(1): 86–95. <https://doi.org/10.29303/jitpi.v2i1.17>
- Aritonang SB, Yuniarti R, Abinawanto, Imron I, Bowolaksono A. 2017. Physiology response of indigenous cattle breeds to the environment in West Sumbawa Indonesia. In: *Proceedings of the 2nd International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences*. Depok, 10<sup>st</sup> July 2017. <https://doi.org/10.1063/1.4991202>
- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2022. Prakiraan Cuaca Kabupaten Bogor Kecamatan Dramaga. [diakses 2022 Apr 20]. Tersedia pada: <https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraancuaca.bmkg?Kota=Bojonegoro&AreaID=501277&Prov=12>.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2021. Produksi Daging Sapi Menurut Provinsi. [internet] [diakses 2022 Jul

Tabel 3 Frekuensi denyut jantung sebelum dan sesudah pengabutan air setiap menit

	Pengabutan	
	Sebelum	Sesudah
Sapi 1	67±3 <sup>a</sup>	55±2 <sup>b</sup>
Sapi 2	67±2 <sup>a</sup>	54±2 <sup>b</sup>
Sapi 3	65±3 <sup>a</sup>	52±2 <sup>b</sup>
Sapi 4	66±3 <sup>a</sup>	53±3 <sup>b</sup>
Sapi 5	65±3 <sup>a</sup>	53±2 <sup>b</sup>
Rataan	66±1 <sup>a</sup>	53±1 <sup>b</sup>

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ).



- 6]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/indicator/24/480/1/produksi-daging-sapi-menurut-provinsi.html>.
- Badan Pusat Statistika. 2021. Populasi Sapi Potong Menurut Provinsi. [diakses 2022 Jul 6]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/indicator/24/469/1/populasi-sapi-potong-menurut-provinsi.html>.
- Beatty DT, Barnes A, Taylor E, Pethick D, McCarthy M, Maloney SK. 2006. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *Journal Animal Sciences*. 84(1): 972–985. <https://doi.org/10.2527/2006.844972x>
- Brandl BTM, Jones DD. 2011. Feedlot cattle susceptibility to heat stress: An animal-specific model. *ASABE*. 54: 583S–598. <https://doi.org/10.13031/2013.36462>
- Brandl BTM. 2018. Understanding heat stress in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 47(1): 1–9. <https://doi.org/10.1590/rbz4720160414>
- Cilulko J, Janizewski P, Bogdaszewski M, Szezygielska E. 2013. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. *Europe Journal Wild Res*. 59: 17–23. <https://doi.org/10.1007/s10344-012-0688-1>
- Curtis SE. 1983. *Environmental Management in Animal Agriculture*. Iowa (US): The Iowa State University Press.
- Das R, Sailo L, Verma N, Bharti P, Saikia J, Imtiwati, Kumar R. 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals. *Veterinary World*. 9(7): 260–268. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.260-268>
- Farooq U, Samad HA, Shehzad F, Qayyum A. 2010. Physiological responses of cattle to heat stress. *World Applied Sciences Journal*. 8(1): 38–43.
- Habeeb AA, EL-Tabarany, Atta MAA. 2018. Negative effects of heat stress on growth and milk production of farm animals. *Journal of Animal Husbandry and Dairy Science*. 2(1): 1–12. <https://doi.org/10.18689/ijbr-1000107>
- Habeeb AA, Gad AE, Atta AM. 2018. Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *International Journal of Biotechnology and Recent Advances*. 1(1): 35–51.
- Hansen PJ. 2004. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Animal Reproduction Science*. 82(83): 349–360. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.011>
- Hutasuhut U. 2015. Pengaruh ketinggian tempat berbeda terhadap respons fisiologis, produktivitas dan reproduksi sapi potong [Tesis]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Jaenudin D, Amin AA, Setiadi MA, Sumarno H, Rahayu S. 2018. Hubungan temperatur, kelembaban, dan manajemen pemeliharaan terhadap efisiensi reproduksi sapi perah di Kabupaten Bogor. *Acta Veterinaria Indonesiana*. 6(1): 16–23. <https://doi.org/10.29244/avi.6.1.16-23>
- Kelly WR. 1984. *Veterinary Clinical Diagnosis*. Bailliere London (UK): Tindall.
- Kingma B, Frijns A, Lichtenbelt WVM. 2012. The thermoneutral zone: implications for metabolic studies. *Frontiers in Bioscience E4*. 1(1): 1975–1985. <https://doi.org/10.2741/e518>
- Knizkova I, Kune P. 2007. Applications of infrared thermography in animal production. *Journal of Faculty of Agriculture*. 22(3): 329–336.
- Koestoer RA. 2002. *Perpindahan Kalor untuk Mahasiswa Teknik*. Jakarta (ID): Salemba Teknika.
- Kolibu HS, South VA. 2019. Kajian eksperimen pengaruh lingkungan panas terhadap suhu kulit manusia menggunakan *Fast Response Temperature Probe PS-2135* dan *Temperature Array PS-2157*. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 8(2): 67–70. <https://doi.org/10.35799/jmuo.8.2.2019.24252>
- Madet TL, Davis S, Brand TB. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal Animal Science*. 84(1): 712–719. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>
- Martello LS, Silva SL, Gomes RC, Corte RRPS, Leme PR. 2015. Infrared thermography as a tool to evaluate body surface temperature and its relationship with feed efficiency in *Bos indicus* in tropical conditions. *Journal Biometeorol*. 13(6): 1–6. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1015-9>
- McLean JA, Downie AJ, Jones CDR, Strombough DP, Glasbey CA. 1983. Thermal adjustment of stress (*Bos Taurus*) to abrupt changes in environments temperature. *The Journal of Agricultural Science*. 48(1): 81–84.
- Mitlohner FM, Morrow-tesch JL, Wilson SC, Dailey JW, McGlone JJ. 2001. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. *Journal Animal Sciences*. 79(1): 1189–1193. <https://doi.org/10.2527/2001.7951189x>
- Novianti J, Purwanto BP, Atabany A. 2013. Respons fisiologis dan produksi susu sapi perah FH pada pemberian rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan ukuran pemotongan yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 1(3): 138–146.

- Saiya HV. 2014. Respons fisiologis sapi bali terhadap perubahan cuaca di Kabupaten Merauke Papua. *Agricola*. 4(1): 22–32.
- Saleh E, Irwan E. 2016. *Termoregulasi Ternak dan Ilmu Lingkungan Ternak*. Riau (ID): ASA RIAU.
- Santoso K, Ulum MF, Arif R, Seminar KB, Suprayogi A. 2019. Mapping body surface temperature of limousin cattle by infrared thermal camera. In: *The 1<sup>st</sup> International Conference on Public Health*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Teuku Umar, Aceh, 18<sup>th</sup> November 2019
- Scharf B, Carroll JA, Riley DG, Chase CC, Coleman SW, Keisler DH, Weaber RL, Spiers DE. 2010. Evaluation of physiological and blood serum differences in heat-tolerant (Romosinuano) and heat-susceptible (Angus) *Bos taurus* cattle during controlled heat challenge. *Journal Animal Science*. 88(1): 2321–2336. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2551>
- Schutz KE, Cox N, Matthews LR. 2008. How important is shade to dairy cattle? choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. *Application Animal Science Behaviour Science*. 116(1): 28–34.
- Sihombing A. 1999. *Lingkungan Ternak*. Jakarta (ID): Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka.
- Suherman D, Muryanto S, Sulistyowati E. 2017. Evaluasi mikroklimat dalam kandang menggunakan tinggi atap kandang berbeda yang berkaitan dengan respons fisiologis sapi bali dewasa di Kecamatan XIV Koto Kabupaten Mukomuko. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 12(4): 397–410. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.12.4.397-410>
- Suherman D, Purwanto BP. 2020. Model estimasi suhu kritis atas pada sapi perah berdasarkan manajemen pakan. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 15(2): 200–212. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.2.200-211>
- Suherman D, Purwanto BP, Manalu W, Permana IG. 2013. Simulasi artificial neural network untuk menentukan suhu kritis pada sapi perah fries holland berdasarkan respons fisiologis. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 18(1): 70–80. <https://doi.org/10.14334/jitv.v18i1.262>
- Sulistyowati E, Suherman D, Badarina I, Mujiharjo S, Fanhar S. 2019. Respons fisiologis sapi fries holland laktasi yang diberi ransum dengan konsentrat mengandung kulit durian (*Durio zibethinus*) difermentasi *Pleorotus ostreatus*. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 14(1): 101–112. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.1.101-112>
- Sutedjo H. 2016. Dampak fisiologis dari cekaman panas pada ternak. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 3(1): 93–105.