

RESPON FISIOLOGIS SAPI BALI (*Bos javanicus*) YANG DIPELIHARA PADA BERBAGAI LINGKUNGAN TERMAL DI INDONESIA: SEBUAH META-ANALISIS

*Bali Cattle (*Bos javanicus*) Physiological Respons Maintained in Various Environmental Thermal Conditions in Indonesia : A Meta-Analysis*

Fairuz Najla Rachmadani¹, Rifky Adi Saputra¹, Tiara Alifia Azzahra¹, Rusdi¹, Elsa
Lisanti¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Jakarta
Jl. Rawamangun Muka, RT.11/RW.14, Rawamangun, Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220

KORESPONDENSI

Tiara Alifia Azzahra
Program Studi Pendidikan
Biologi, Universitas Negeri
Jakarta

email :
tiaraalifia333@gmail.com

ABSTRAK

Sapi Bali merupakan salah satu jenis sapi lokal asli Indonesia yang banyak ditenakkan. Sapi Bali banyak disenangi karena memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh sapi lokal lainnya, seperti daya adaptasi yang tinggi, tidak selektif pakan, serta memiliki karkas yang tinggi, dan juga nilai produktif yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon fisiologis sapi bali yang dipelihara pada berbagai lingkungan termal di Indonesia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah meta-analisis yang memungkinkan untuk mendapatkan suatu temuan baru dengan mengkombinasikan berbagai data sekunder melalui analisis statistik. Metode ini digunakan karena hasil analisis akan dibangun berdasarkan hasil berbagai penelitian terdahulu mengenai respon fisiologis sapi Bali pada cekaman termal yang berbeda-beda. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada nilai THI dapat diketahui bahwa sapi Bali yang dipelihara pada berbagai lingkungan dan wilayah di Indonesia memiliki kisaran tingkat stres paling rendah adalah tidak terjadi stres dan paling tinggi adalah stres sedang. Sapi Bali yang dipelihara pada lingkungan dataran tinggi menunjukkan tidak terjadi stres, sebab pada sapi Bali menemukan zona nyamannya dalam melakukan termoregulasi. Sedangkan, ketika mengalami cekaman panas, sapi Bali akan melakukan usaha pengeluaran panas dengan meningkatkan laju pernapasannya. Selain itu, kondisi tempat pemeliharaan seperti adanya naungan juga dapat meringankan beban panas yang diterima oleh sapi Bali.

Kata Kunci: *cekaman panas, fisiologi, sapi bali*

ABSTRACT

Bali cattle are one of Indonesia's indigenous cattle breeds that are widely farmed. Bali cattle are favored because they have advantages not possessed by other local cattle, such as high adaptability, non-selective feed, and have high carcass, and also high productive value. This study aims to determine the physiological response of bali cattle reared in various thermal environments in Indonesia. The method used in this research is meta-analysis which allows to obtain new findings by combining various secondary data through statistical analysis. This method is used because the results of the analysis will be built on the results of various previous studies on the physiological response of bali cattle in different thermal stresses. The results of the analysis show that in THI values it can be seen that bali cattle raised in various environments and regions in Indonesia have a range of stress levels with the lowest being no stress and the highest being moderate stress. Bali cattle reared in highland environments show no stress, because bali cattle find their comfort zone in thermoregulation. Meanwhile, when experiencing heat stress, bali cattle will make efforts to release heat by increasing their respiration rate. In addition, rearing conditions such as shade can also alleviate the heat load received by bali cattle.

Keywords: *heat stressed, physiology, bali cattle*

PENDAHULUAN

Sapi merupakan salah satu jenis hewan ternak yang erat hubungannya dengan kehidupan manusia (Gupita et al., 2023). Kebutuhan daging nasional di Indonesia tercatat sebesar 0,47 kg perkapita pada tahun 2017, dan demi pemenuhan tersebut saat ini masyarakat mengandalkan sapi lokal, seperti sapi Bali, Madura, dan PO (Hermawansyah, 2021). Sapi Bali merupakan salah satu jenis sapi yang banyak dipelihara (Jafar et al., 2023) dan persebarannya nyaris dapat ditemukan di seluruh wilayah Indonesia (Hermawansyah et al., 2020). Sapi Bali (*Bos javanicus*) diketahui merupakan hasil domestikasi dari Banteng liar (*Bos javanicus javanicus*) yang dilakukan di daerah Bali (Masir et al., 2020) yang telah berlangsung sejak lama (Frans et al., 2020). Seiring dengan kebutuhan akan daging yang meningkat setiap tahunnya (Gupita, et al., 2023) sapi Bali meyumbang kebutuhan daging nasional sebanyak 26,9% per tahun (Fuah et al., 2020).

Sapi Bali banyak disenangi sebagai hewan ternak sebab ukuran tubuhnya yang relatif kecil (Saili, 2020), kebutuhan pakan yang sedikit dengan tingkat produktivitas yang tinggi serta memiliki toleransi terhadap lingkungan yang cukup baik. Dalam manajemen produktivitas sapi Bali, faktor eksternal seperti iklim, nutrisi, dan administratif merupakan faktor yang penting karena langsung berhubungan dengan hewan ternak (Pribadi et al., 2021). Lebih spesifik lagi, kondisi iklim mikro seperti suhu lingkungan, kelembapan relatif, paparan matahari, kecepatan angin (Adrial et al., 2023), arah angin, curah hujan, tekanan barometrik dan ionisasi (Fayza et al., 2020) serta ketinggian tempat (Frans et al., 2020) merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kesejahteraan hewan ternak (Adrial et al., 2023). Selain itu, faktor biotik seperti vegetasi, pemangsa, dan patogen, juga unsur kimia dan juga manusia (Frans et al., 2020).

Sapi merupakan kelompok ternak homeotermik, yaitu kelompok ternak yang mampu mempertahankan keadaan homeostasis bahkan dalam keadaan

minimum (Mushawwir et al., 2021). Meskipun kelompok ruminansia memiliki mekanisme termoregulasi yang baik, namun juga dapat mengalami gangguan apabila berada pada kondisi lingkungan yang tidak optimal (Yetmaneli et al., 2020), sehingga faktor-faktor lingkungan tersebut dapat berpengaruh terhadap kesejahteraan hewan (Sapulveda & Moeller, 2020). Dewasa kini, dunia semakin merasakan dampak dari global warming, yang dicirikan dengan meningkatnya suhu lingkungan (Sammad et al., 2020). Kondisi lingkungan yang lebih tinggi akan berpengaruh terhadap kemampuan ternak untuk mempertahankan kondisi optimum suhu tubuhnya (Frans et al., 2020). Kondisi demikian akan menyebabkan ketidakseimbangan antara panas metabolik dari dalam tubuh hewan dengan panas lingkungan (Puri et al., 2022).

Cekaman panas memiliki konsekuensi terhadap kesehatan, produktivitas, hingga kualitas produk peternakan (Gonzales-Rivas et al., 2020). Cekaman panas merupakan penggambaran ketidaknyamanan yang dialami hewan ternak dalam kondisi lingkungan yang panas (Idris et al., 2021). Cekaman panas menyebabkan ternak kurang produktif sebab kehilangan nafsu makan hingga 3-5% pada setiap derajat kenaikan (Azad et al., 2022). Keadaan panas yang terjadi dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan ekosistem padang rumput terganggu dan juga menipisnya ketersediaan air. Hal ini akan menyebabkan ketersediaan sumber pakan dan air hewan ternak menjadi berkurang dan akhirnya berakibat pada nutrisi buruk. Dengan demikian dapat dikatakan jika cekaman panas juga turut andil dalam penurunan berat dan kematian hewan (Mallick, 2023). Nutrisi juga merupakan faktor utama yang mempengaruhi reproduksi (Sari et al., 2022),

keseimbangan energi, hormon, pubertas, dan kematangan seksual (Bhatta & Kaphle, 2020).

Demi untuk tetap menjaga tercapainya homeostatis dalam keadaan yang tidak menguntungkan, kelompok ruminansia melakukan perubahan fisiologis (Tanuwiria et al., 2022), endokrin, dan mekanisme perilaku untuk mitigasi cekaman (Kim et al., 2022). Parameter fisiologis yang umum dalam merespon cekaman panas adalah suhu rektal, laju respirasi, dan detak jantung (Adrial et al., 2023).

Penelitian terkait hubungan tekanan termal dengan respon fisiologis sapi ternak cukup sering dilakukan, untuk itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respon fisiologis sapi Bali yang dipelihara pada berbagai lokasi dan lingkungan termal di Indonesia. Metode meta-analisis ini digunakan karena penelitian ini menggunakan banyak data sekunder untuk menganalisis respon fisiologis dari berbagai lingkungan termal. Menurut Israel & Richter (2011), meta-analisis dapat digunakan untuk menggabungkan banyak data yang harus memiliki hasil statistik yang seragam, sehingga hasil-hasil tersebut dapat digabungkan dan dirangkum untuk menjadi temuan baru termasuk menilai dampak dari suatu perlakuan. Sebelumnya, beberapa penelitian dengan tujuan sejenis telah menggunakan metode meta-analisis seperti Kulaz & Ser (2022) yang memeriksa hubungan antara cekaman panas terhadap susu dan respon fisiologis sapi perah dan Pires et al. (2022) yang mengevaluasi suhu tubuh sapi pada berbagai kondisi lingkungan yang berbeda.

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat menambah referensi baru mengenai kondisi lingkungan di Indonesia yang paling cocok untuk memelihara sapi Bali dikarenakan telah menggabungkan berbagai hasil statistik

dari data sekunder yang termasuk dalam analisis di penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2024 dengan menggunakan metode meta-analisis yaitu suatu sistematika penelitian yang dilakukan dengan menggunakan beberapa penelitian terkait kemudian dilakukan analisis dan penggabungan untuk menciptakan suatu kesimpulan baru. Pencarian jurnal terkait dilakukan melalui mesin pencarian internet dengan bantuan Google scholar atau Elsevier dan sebagainya. Jenis data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh melalui pencarian jurnal dan artikel acuan yang telah diterbitkan sebelumnya. Artikel yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan seleksi sesuai dengan keterkaitannya dengan topik yang menjadi bahasan dalam penelitian. Adapun kata kunci utama yang digunakan untuk memastikan kesesuaian dan keterkaitan dengan penelitian adalah kata tunggal dan/atau penggabungan beberapa kata dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris, yaitu “fisiologis ternak sapi”, “fisiologis sapi Bali”, “*physiological response of bali cattle*”, “*thermal environment*”. Total artikel yang didapatkan adalah 20 dengan 15 artikel relevan dan 5 artikel yang tidak

relevan. Artikel yang dinilai relevan adalah artikel yang memuat informasi mengenai data fisiologis ternak sapi Bali (suhu rektal, laju respirasi dan detak jantung) di berbagai suhu dan kelembapan lingkungan.

Data relevan yang didapatkan kemudian dilakukan analisis secara statistik untuk mendapatkan suatu fakta dan kesimpulan demi menjawab tujuan penelitian. Setelah dilakukan uji analisis statistik, dilakukan pula perhitungan terhadap nilai efek atau *effect size* pada setiap artikel yang dilakukan sintesis untuk mengetahui nilai efek penelitian. Perhitungan *effect size* pada penelitian ini menggunakan formula perhitungan yang dirumuskan oleh Glass (1981), yaitu:

$$ES = \frac{\bar{X}_e - \bar{X}_c}{S_c}$$

Keterangan:

ES = *Effect Size*

$\bar{X}_e$ = Nilai rata-rata kelompok eksperimen

$\bar{X}_c$ = Nilai rata-rata kelompok kontrol

S_c = Standar Deviasi

Hasil perhitungan kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori kelompok nilai untuk membedakan besaran nilai dari *effect size* yang telah dihitung. Menurut Glass *et al.* (1981) kategori dari besaran *effect size* dibagi menjadi:

Tabel 1. Kriteria *Effect Size*

<i>Effect Size</i>	Deskripsi
$Effect\ size \leq 0,15$	Efek dapat diabaikan
$0,15 < effect\ size \leq 0,40$	Efek rendah
$0,40 < effect\ size \leq 0,75$	Efek sedang
$0,75 < effect\ size \leq 1,10$	Efek tinggi
$1,10 < effect\ size \leq 1,45$	Efek sangat tinggi
$1,45 < effect\ size$	Berpengaruh sangat tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Suhu Rektal dan Laju Respirasi

Suhu rektal dapat digunakan sebagai parameter untuk menggambarkan kondisi suhu tubuh hewan ternak, sebab dapat merefleksikan produksi dan peredaran panas (Hermawansyah et al., 2020). Pada suhu lingkungan yang panas akan terjadi peningkatan suhu tubuh hal ini akan menjadikan berfungsinya proses akumulasi dan pengeluaran panas. Suhu panas lingkungan akan terserap oleh tubuh hewan ternak dan hal ini turut andil dalam peningkatan suhu tubuh hewan. Dalam kondisi yang demikian, hewan akan berusaha untuk tetap menjaga kondisi suhu tubuhnya agar tetap stabil (Mota-Rojas et al., 2021).

Dalam mengukur laju respirasi, berkeringat dan terengah-engah adalah cara utama untuk melakukan evaporasi

dan pendinginan pada hewan ternak. Laju respirasi merupakan indikator utama saat terjadi peningkatan cekaman panas. Perubahan respirasi mampu menurunkan kelebihan panas pada tubuh hingga 30% dalam waktu 1-2 jam. Laju respirasi normal pada sapi adalah 20-40 kali per menit. Namun dalam keadaan cekaman panas laju respirasi dapat terjadi hingga 200 kali per menit (Idris et al., 2021). Level stres yang terjadi pada ternak berdasarkan laju respirasi yang terjadi yaitu stres rendah 40-60 kali/menit, stres sedang 60-80 kali/menit, stres tinggi 80-120 kali/menit, dan stres parah >200 kali/menit (Adrial et al., 2023). Laju respirasi yang rendah juga menunjukkan toleransi yang tinggi dari hewan terhadap lingkungannya (Prasanna et al., 2022).

Berikut merupakan sajian tabel dari pengukuran suhu rektal dan laju respirasi yang dilakukan berdasarkan hasil pengumpulan data literatur:

Tabel 2. Pengukuran Suhu Rektal dan Laju Respirasi Sapi Bali di Desa Pukdale, Kupang Timur (Frans *et al.*, 2020)

Waktu	Suhu Lingkungan (°C)	Suhu Rektal (°C)		Laju Respirasi (x/menit)	
		Jantan	Betina	Jantan	Betina
Pagi	27,7 - 28,9	38,2	38,9	74	78
Sore	29,5 - 30,8	38,1	38,8	73	77

Pengukuran suhu rektal pada sapi di Desa Pukdale, Kupang Timur terjadi perbedaan antara pagi dan sore hari. Peningkatan suhu rektal pada sore hari selain disebabkan adanya peningkatan suhu lingkungan juga dapat diakibatkan karena adanya aktivitas yang dilakukan oleh hewan. Sapi di Desa Pukdale diketahui akan dilepaskan di padang rumput untuk mencari makan kemudian akan kembali dikandangkan pada sore harinya, hal ini menyebabkan kenaikan suhu rektal sapi sebab adanya aktivitas

setelah makan (Frans et al., 2020). Laju respirasi hasil pengukuran sapi di Desa Pukdale menunjukkan terjadi peningkatan laju respirasi yang terjadi pada sore hari. Hal ini dapat disebabkan karena pada sore hari di Desa Pukdale terjadi peningkatan suhu udara dan juga aktivitas yang dilakukan oleh sapi. Perbedaan laju respirasi ini dapat dihubungkan dengan kondisi suhu lingkungan di mana terjadi peningkatan pada sore harinya (Frans et al., 2020).

Tabel 3. Pengukuran Suhu Rektal dan Laju Respirasi Sapi Bali di Lombok (Gupita *et al.*, 2023)

Lokasi	Kondisi Lingkungan			Suhu Rektal (°C)		Laju Respirasi (x/menit)	
	AT (°C)	H (%)	THI	Jantan	Betina	Jantan	Betina
Dataran Rendah	31,66	65,89	80,02	38,40	38,48	26,60	26,99
Dataran Tinggi	24,78	88,17	69,39	38,80	38,58	22,65	23,54

Keterangan:

AT = suhu udara

H = kelembapan

THI = indeks suhu kelembapan

Perbedaan ketinggian tempat seperti pada pengukuran di Lombok juga dapat menyebabkan adanya perbedaan suhu tubuh pada hewan ternak. Ketinggian lingkungan memiliki pengaruh terhadap ketersediaan pakan dan juga suhu udara dan kelembapan relatif. Kondisi iklim pada dataran tinggi cenderung lebih nyaman bagi hewan ternak sehingga hewan ternak dapat melakukan termoregulasi dengan lebih baik sehingga suhu rektal menjadi lebih rendah dibandingkan dengan di dataran rendah (Gupita *et al.*, 2023). Namun, hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian Pribadi *et al.*, (2021) yang menunjukkan suhu rektal sapi pada dataran rendah justru lebih rendah dibandingkan sapi pada dataran tinggi. Menurut Pribadi *et al.*, (2021), sapi Bali merupakan sapi lokal yang memiliki tubuh relatif lebih kecil sehingga mampu mempertahankan

keseimbangan suhu tubuhnya pada wilayah dataran rendah dengan suhu udara lebih tinggi. Suhu udara pada dataran rendah di Lombok termasuk melampaui zona nyaman sapi ternak di daerah tropis, namun sapi Bali dapat mengatasi hal tersebut (Pribadi *et al.*, 2021).

Sapi Bali yang hidup di Lombok menunjukkan laju respirasi yang berada pada laju normal dan terdapat perbedaan antara sapi pada dataran rendah dan sapi pada dataran tinggi. Perbedaan jumlah laju respirasi ini disebabkan adanya usaha dari sapi dalam membuang kelebihan panas dari dalam tubuhnya. Diketahui bahwa suhu udara pada dataran rendah mencapai 31,66°C yang melampaui zona nyaman sapi dengan nilai THI sebesar 80,02 di mana dinilai ini merujuk pada zona bahaya bagi sapi (Pribadi *et al.*, 2021).

Tabel 4. Pengukuran Suhu Rektal dan Laju Respirasi Sapi Bali di Maluku Utara (Endrawati & Utami, 2022)

Waktu	Kondisi Lingkungan			Suhu Rektal (°C)	Laju Respirasi (x/menit)
	AT (°C)	H (%)	THI		
Pagi	32,32	90,05	88,17	38,70	57,42
Sore	31,87	78,37	85,59	37,34	50,00

Keterangan:

AT = suhu udara

H = kelembapan

THI = indeks suhu kelembapan

Nilai suhu rektal sapi Bali yang ada di Maluku menunjukkan kisaran normal. Hal ini didukung oleh pernyataan yang menyebutkan bahwa kisaran normal suhu rektal adalah pada 37-39°C. Suhu rektal sapi Bali di Maluku dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan, aktivitas makan dan minum, serta produksi panas tubuh (Endrawati & Utami, 2022). Laju respirasi pada sapi Bali di Maluku memiliki perbedaan yang

cukup signifikan. Nilai laju respirasi sapi berada di atas rata-rata normal, yaitu antara 24-42 kali per menit. Tingginya laju respirasi sapi di Maluku dapat disebabkan karena pengaruh suhu udara (cekaman panas) dan kelembapan relatif yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang menyebutkan bahwa Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki kelembapan relatif > 70% (Endrawati & Utami, 2022).

Tabel 5. Pengukuran Suhu Rektal dan Laju Respirasi Sapi Bali di Tanete Riaja, Sulawesi Selatan (Sukandi *et al.*, 2023)

Waktu	Kondisi Lingkungan			Suhu Rektal (°C)		Laju Respirasi (x/menit)	
	AT (°C)	H (%)	THI	SB	SP	SB	SP
Pagi	24,20	93,25	74,86	37,35	37,66	21,25	21,50
Sore	32,90	67,50	85,19	38,30	38,73	35,25	37,50

Keterangan:

AT = suhu udara
H = kelembapan
THI = indeks suhu kelembapan
SB = Sapi Bali Bertanduk
SP = Sapi Bali Tanpa Tanduk

Pengukuran suhu rektal sapi Bali di Tanete Riaja, Sulawesi Selatan dilakukan pada sapi Bali yang bertanduk dan sapi Bali yang tanduknya telah dipangkas. Sapi Bali dengan tanduk yang telah dipangkas menunjukkan suhu rektal yang lebih tinggi dibanding sapi Bali bertanduk. Hal ini menunjukkan adanya peran dari tanduk yang dimiliki oleh sapi dalam proses termoregulasi. Darah akan dipompa menuju pembuluh darah di sekeliling tanduk, hal ini akan menyebabkan suhu udara keluar melalui tanduk. Meskipun demikian, kedua sapi menunjukkan nilai suhu rektal yang berada pada ambang normal (Sukandi *et al.*, 2023).

Laju respirasi pada sapi Bali di Tanete Riaja pada sapi bertanduk maupun yang tidak bertanduk menunjukkan kisaran normal, yaitu <40 kali/menit. Namun terdapat perbedaan yang signifikan antara pengukuran pada pagi hari dan sore hari di mana pada pagi hari laju respirasi sapi terhitung jauh lebih rendah. Hal ini dapat dimungkinkan sebab adanya perbedaan suhu lingkungan pada pagi dan sore hari. Peningkatan laju respirasi ini menunjukkan bahwa sapi sedang melakukan usaha dalam mengembalikan keseimbangan panas tubuh (Sukandi *et al.*, 2023).

Tabel 6 Pengukuran suhu rektal dan laju respirasi sapi Bali di Kalimantan Tengah (Hermawansyah *et al.*, 2020)

Lokasi	Kondisi Lingkungan			Suhu Rektal (°C)	Laju Respirasi (x/menit)
	AT (°C)	H (%)	THI		
WP - Pagi	28,81	81,40	78,69	37,78	21,26
DP - Pagi	26,91	91,87	75,96	37,92	24,88
WP - Siang	37,04	56,93	86,34	38,48	25,66
DP - Siang	33,74	63,60	83,55	38,35	26,68
WP - Sore	3038,94	84,13	82,08	38,64	24,91
DP - Sore	29,50	84,39	80,09	38,30	24,61

Keterangan:

AT = Suhu Udara
H = Kelembapan
THI = indeks suhu kelembapan
WP = Gambut Basah
DP = Gambut Kering

Kalimantan Tengah merupakan salah satu provinsi yang dilalui oleh garis ekuator, menyebabkan paparan sinar matahari yang didapat mencapai 72% per tahun dengan rata-rata suhu udara 27,10 - 27,90°C per tahun, kelembapan rata-rata 79,10 - 86,90% per tahun, dan curah hujan 76-476 mm per tahun. Kalimantan Tengah didominasi oleh lahan gambut dengan total area mencapai 55,66% dari total wilayah Kalimantan Tengah. Data pengukuran suhu rektal sapi Bali di Kalimantan Tengah dilakukan terhadap dua lokasi, yaitu gambut kering dan gambut basah. Hasilnya, baik suhu rektal maupun laju respirasi menunjukkan perbedaan pada kedua lokasi, di mana lokasi gambut basah memiliki nilai pengukuran lebih rendah dibanding gambut kering pada pagi dan siang hari, sementara nilainya akan lebih tinggi dibanding gambut kering pada sore hari. Hal ini kemungkinan disebabkan karena lokasi gambut basah yang ada pada lokasi memiliki lebih banyak naungan pohon, sehingga meskipun suhu udara dan kelembapan tinggi, sapi tidak terkena paparan sinar matahari dan ini membantunya dalam proses termoregulasi (Hermawansyah, 2020).

Sapi Bali

Sapi Bali (*Bos javanicus*) merupakan salah satu jenis sapi lokal Indonesia yang banyak digunakan sebagai hewan ternak. Sapi Bali dicirikan dengan bulu yang berwarna coklat kemerahan pada spesies betina dan coklat kehitaman pada spesies jantan, serta warna putih pada bagian tungkai yang mirip kaus kaki, panggul, dan bibir atas. Anakan sapi Bali seluruhnya akan berwarna merah kecoklatan kemudian akan berubah menjadi lebih gelap seiring dengan pertambahan usianya (Zulkharnaim *et al.*, 2020). Terdapat garis membujur warna hitam pada bagian punggung dan pada bagian ekor (Sukandi *et al.*, 2023). Sapi Bali yang didomestikasi memiliki tanduk baik jantan maupun betina, namun, dalam perkembangannya dapat ditemukan sapi Bali tanpa tanduk baik yang memang tidak bertanduk secara alami atau mengalami pemotongan (Baco, 2020).

Sapi Bali disenangi karena memiliki karkas daging yang lebih tinggi dibandingkan jenis sapi lokal lainnya (Sukandi *et al.*, 2023). Sapi Bali juga dapat memakan pakan dengan kualitas yang tidak cukup baik, serta mampu melakukan adaptasi dengan lingkungan

(Baco *et al.*, 2020). Hingga kini sapi Bali memegang peranan penting dalam meningkatkan status perekonomian Indonesia (Frans *et al.*, 2020). Sapi merupakan hewan ternak selalu dapat melakukan adaptasi terhadap lingkungannya yang kurang menguntungkan, misalnya mengalami stres akibat cekaman panas (Endrawati & Utami, 2022). Sapi adalah kelompok homoiterm yang mampu mempertahankan suhu tubuhnya dan berusaha dalam melakukan termoregulasi untuk pemeliharaan keseimbangan panas tubuh (Pribadi *et al.*, 2021).

Cekaman Panas

Cekaman panas digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan di mana hewan ternak harus berusaha bertahan dalam keadaan lingkungan yang panas. Cekaman panas yang terjadi pada sapi akan menyebabkan beberapa masalah di antaranya pertumbuhan dan kesejahteraan dan aktivitas reproduksi (Davidson, 2020), masalah kesehatan dan imunitas (Idris *et al.*, 2021), serta performa ternak seperti konsumsi pakan, masalah berat badan, komposisi karkas, dan efisiensi reproduksi (Abduch *et al.*, 2022). Masalah yang terjadi kemudian dapat berpengaruh pada kegiatan ekonomi dan kematian. Untuk dapat mempertahankan suhu tubuhnya dalam keadaan cekaman panas, hewan ternak akan melakukan adaptasi (Idris *et al.*, 2021).

Suhu tubuh hewan akan turut meningkat bersamaan dengan pertambahan tinggi suhu lingkungan yang juga dipengaruhi oleh kelembapan dan paparan sinar matahari. Suhu tubuh sapi ternak normal berkisar antara 38 - 39,3° C (Idris *et al.*, 2021). Termoregulasi adalah :

sebuah proses dalam merespon kondisi lingkungan spesifik seperti dingin atau panas untuk mempertahankan homeostasis. Regulasi ini menyangkut juga sirkulasi, fisiologi, kebiasaan, dan metabolisme untuk mengeluarkan panas dan mengurangi konsekuensi cekaman lingkungan (Mota-Rojas *et al.*, 2021). Hewan membutuhkan kondisi yang sesuai untuk keberlangsungan proses-proses fisiologisnya, yaitu yang disebut dengan *comfort zone*. *Comfort zone* bagi sapi ternak di daerah tropis berkisar 10-27°C sementara untuk wilayah sub tropis adalah 4-20°C (Pribadi *et al.*, 2021).

Dalam keadaan lingkungan panas, mekanisme penghilangan panas umumnya dilakukan melalui konduksi, konveksi, dan radiasi (Mota-Rojas *et al.*, 2021). Untuk mengetahui cekaman panas yang terjadi pada hewan ternak, dapat dilakukan pengukuran suhu tubuh (Less *et al.*, 2020). Beberapa metode dalam melakukan pengukuran suhu tubuh hewan dapat dilakukan dengan pengukuran suhu rektum, vagina, dan membran timpani yang ada di telinga, rumen (Idris *et al.*, 2021), atau pengukuran infrared (Uddin *et al.*, 2020).

Temperature Humidity Index

Temperature Humidity Index atau THI merupakan kombinasi dari suhu dan kelembapan lingkungan yang kerap digunakan dalam melakukan perkiraan terhadap kenyamanan ternak. Apabila diketahui nilai THI semakin tinggi, maka semakin tinggi pula tingkat stres yang dialami oleh ternak (Sukandi *et al.*, 2023). Kemudian, berdasarkan pada nilai *Temperature Humidity Index* (THI), level stres ternak dapat digolongkan menjadi 5, yaitu

Tabel 7. Tabel Nilai Rentang THI (Despal *et al.*, 2022)

Rentang	Keterangan
THI < 72	Tidak Mengalami Stres
72 < THI < 78	Stres Ringan
78 < THI < 89	Stres Sedang
89 < THI < 98	Stres Parah
THI > 98	Akan Terjadi Kematian

Berdasarkan pada beberapa data penelitian yang telah dipaparkan, sapi Bali yang dipelihara di Lombok pada dataran tinggi tidak mengalami stres sementara sapi Bali yang dipelihara di dataran rendah mengalami stres sedang. Kemudian, sapi Bali yang dipelihara di Maluku Utara menunjukkan terjadi stres sedang baik pagi maupun sore hari. Selain itu, sapi Bali yang dipelihara di Tanete Riaja, Sulawesi Selatan

menunjukkan gejala stres ringan pada pagi hari dan meningkat menjadi stres sedang di sore hari. Sementara itu, sapi Bali yang dipelihara di wilayah gambut Kalimantan Tengah menunjukkan pada lahan gambut basah di pagi, siang dan sore hari adalah stres sedang sedangkan pada lahan gambut kering di pagi hari terjadi stres ringan, kemudian pada siang dan sore hari meningkat menjadi stres sedang.

Uji Beda

Tabel 8 Tabel Hasil Uji Beda Cekaman Panas

Variabel	p
Suhu Rektal	0,390
Laju Respirasi	0,000
THI	0,000

Berdasarkan hasil uji beda menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata pada suhu rektal sapi Bali pada cekaman suhu yang ditunjukkan nilai $p > 0,05$. Sementara itu, laju respirasi dan nilai THI menunjukkan adanya beda nyata yang dibuktikan dari hasil uji nilai $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa nilai THI sapi dipengaruhi oleh kondisi termal lingkungan. Sementara tidak ada beda nyata pada suhu rektal dapat disebabkan karena adanya mekanisme pengeluaran panas dari tubuh sapi Bali dengan pengaturan laju pernapasan yang

dipercepat oleh sapi. Percepatan laju respirasi menunjukkan usaha dari sapi dalam pengaturan homeostasis dalam tubuhnya untuk membuang kelebihan suhu dari dalam tubuhnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa dalam mengukur laju respirasi, berkeringat dan terengah-engah adalah cara utama untuk melakukan evaporasi dan pendinginan pada hewan ternak. Laju respirasi merupakan indikator utama saat terjadi peningkatan cekaman panas (Idris *et al.*, 2021).

Effect Size

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Efek Size* Artikel

Artikel	Effect Size	Kategori
Kupang	1,45	Efek Sangat Tinggi
Lombok	0,96	Efek Tinggi
Maluku Utara	1,42	Efek Sangat Tinggi
Sulawesi Selatan	0,32	Efek Rendah
Kalimantan Tengah	0,57	Efek Sedang
Rata-rata	0,94	Efek Tinggi

Berdasarkan hasil perhitungan *effect size* artikel-artikel jurnal yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa 2 dari total 5 jurnal yang digunakan memiliki rentang *effect size* berkategori efek sangat tinggi, 1 artikel berkategori efek tinggi, 1 artikel berefek sedang, dan 1 artikel berefek rendah. Sementara itu, rata-rata dari *effect size* artikel-artikel yang digunakan menunjukkan *effect size* yang berada pada rentang efek tinggi. Hasil dari perhitungan *effect size* menunjukkan bahwa adanya cekaman panas mampu memberikan efek terhadap respons fisiologi sapi Bali. Hasil perhitungan rata-rata telah menunjukkan bahwa cekaman panas memberikan efek yang tinggi terhadap respon fisiologi sapi Bali. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang menyebutkan bahwa suhu tubuh hewan akan turut meningkat bersamaan dengan pertambahan tinggi suhu lingkungan yang juga dipengaruhi oleh kelembapan dan paparan sinar matahari (Idris *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil analisis berdasarkan nilai THI dapat disimpulkan bahwa tingkatan stres sapi Bali yang dipelihara di berbagai lingkungan dan wilayah di Indonesia ditemukan “tidak terjadi stres” untuk tingkatan stres paling rendah (ditemukan di lingkungan dataran

tinggi) dan “stres sedang” untuk tingkatan stres paling tinggi. Hal ini terutama dikarenakan sapi Bali memiliki kemampuan beradaptasi yang lebih tinggi terhadap cekaman panas, sehingga berdampak pada proses termoregulasi. Saat cekaman panas tinggi, laju respirasi akan meningkat sebagai usaha pengeluaran panas. Selain itu, kondisi tempat pemeliharaan seperti adanya naungan juga dapat meringankan beban panas yang diterima oleh sapi Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduch, N.G., Pires, B.V., Souza, L.L., Vicentini, R.R., Zadra, L.E.F., Fragomeni, B.O., Silva, R.M.O., Baldi, F., Paz, C.C.P., & Stafuzza, N.B. (2022). Effect of thermal stress on thermoregulation, hematological and hormonal characteristics of Caracu beef cattle. *Animals*, 12(24), 1-17.
<https://doi.org/10.3390/ani12243473>
- Adrial, Priyanto, R., Salundik, Y.A., & Abdullah, L. (2023). Physiological Responses Of Female Beef Cattle Against Peatland Microclimate Stress In Central Kalimantan. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 17(2), 68-74.
<https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v17i2.29115>
- Azad, M.A.K., Sakib, M.N., Murshed, H.M., Hashem, M.A., Ali, M.S.,

- Habib, M., & Billah, M.M. (2022). Indigenous transport methods: Hormonal responses and physicochemical properties of lamb meat. *Meat Research*, 2(2), 1-6. <https://doi.org/10.55002/mr.2.2.14>
- Baco, S., Malaka, R., Zulkharnaim, & Hatta, M. (2020a). The body condition and reproduction performances of Bali cattle cows through the improved feeding in the intensive management system. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 492, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/492/1/012101>
- Baco, S., Zulkharnaim, Makaka, R., & Moekti, G.R. (2020b). Polled Bali Cattle and Potentials for the Development of Breeding Industry in Indonesia. *Hasanuddin: Journal of Animal Science*, 2(1), 23-33.
- Bhatta B, Kaphle K. (2020). Nutrition and reproductive underperformance of cattle in Nepal : A short review. *International Journal Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 5, 83-86.
- Davidson, C., Michie, C., Hamilton, A.W., Tachtatzis, C., Andonovic, I., & Gilroy, M. (2020). Detecting Heat Stress in Dairy Cattle Using Neck-Mounted Activity Collars. *Agriculture* 10(6), 1-11. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture10060210>
- Despal, Faresty, C., Zahera, R., & Toharmat, T. (2022). The feeding behavior of dairy cattle under tropical heat stress conditions at smallholder urban farming. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(7), 3771-3777. <http://dx.doi.org/10.13057/biodiv/d230753>
- Endrawati, E., & Utami, S. (2022). Status Fisiologis Sapi Bali Dewasa pada Pemeliharaan di Bawah Naungan Pohon Kelapa. *AGRIKAN - Jurnal Agribisnis Perikanan*, 15(2), 741-744. <https://doi.org/10.52046/agrikan.v15i2.741-744>
- Fayza, O., Khali, A., & Fooda, T. (2020). Physiological Responses And Hematological Aspects Of Buffaloes And Cows Under Different Climatic Conditions In Egypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 98(1), 64-79. <http://dx.doi.org/10.21608/ejar.2020.101425>
- Frans, H.J.C., F.U. Datta dan Y.T.R.M.R. Simarmata. (2020). Deskripsi parameter fisiologis normal ternak sapi Bali (*Bos Sondaicus*) di Desa Pukdale Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 3(2), 120-129.
- Fuah, A.M., Yani, A., Priyanto, R., & Purwanto, B.P. (2020). Analysis of the Development of Bali Cattle Population in Agriculture Ecosystem of Timor Island using System Dynamics. *ANIMAL PRODUCTION*, 22(2), 105-117. <http://dx.doi.org/10.20884/1.jap.2020.22.2.45>
- Gonzales-Rivas, P.A., Chauhan, S.S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F.R., & Warner, R.D. (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162, 1-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Gupita, A.N., Suarjana, I.G.K., & Gelgel, K.T.P. (2023). Jumlah Fungi pada Retikulum, Omasum dan Abomasum Sapi Bali Berdasarkan Letak Geografis. *Buletin Veteriner Udayana*, 15(6), 1130-1137. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2023.v15.i06.p12>

- Hermawansyah, H., Salundik, S., & Priyanto, R. (2020). Physiological Response of Reared Bali Cattle Based on Different Peat Land Characteristics. *Chalaza Journal of Animal Husbandry*, 5(1), 12-21. <http://dx.doi.org/10.31327/chalaza.v5i1.1254>
- Hermawansyah, Syamsuryadi, B., & Mutmainna, I. (2021). Physiological Response and Production Ability of Beef Cattle Raised Based on Different Altitudes in Sinjai Regency. *Jurnal Ternak*, 12(2), 41-48. <https://doi.org/10.30736/jt.v12i2.116>
- Idris, M., Uddin, J., Sullivan, M., McNeill, D.M., & Phillips, C.J.C. (2021). Non-Invasive Physiological Indicators of Heat Stress in Cattle. *Animals*, 11(1), 1-16. doi: 10.3390/ani11010071.
- Israel, H., & Richter, R. R. (2011). A guide to understanding meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(7), 496-504.
- Jafar, M., Endrawati, E., & Hariyoni, D.N.H. (2023). Body condition score sapi Bali induk dan temperature-humidity index di Kecamatan Tidore Utara, Kota Tidore Kepulauan. *Agrivet Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 11(1), 13-20. <http://dx.doi.org/10.31949/agrivet.v11i1.4771>
- Kim, S.H., Ramos, S.C., Valencia, R., Cho, Y.I., & Lee, S.S. (2022). Heat Stress: Effects on Rumen Microbes and Host Physiology, and Strategies to Alleviate the Negative Impacts on Lactating Dairy Cows. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1-23. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2022.804562>
- Kulaz, E., & Ser, G. (2022). A meta-analysis of heat stress in dairy cattle: The increase in temperature humidity index affects both milk yield and some physiological parameters. *Czech Journal of Animal Science*, 67(6).
- Lees, A.M., Lees, J.C., Sejian, V., Sullivan, M.L., & Gaughan, J.B. (2020). Influence of shade on panting score and behavioural responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* feedlot cattle to heat load. *Animal Production Science*, 60(2), 305-315. <http://dx.doi.org/10.1071/AN19013>
- Mallick, Smrutirekha. (2023). Effect of heat stress on meat quality: A mini review. *Indian Farmer*, 10(2), 15-18.
- Masir, U., Santi, S., & Fausiah, A. (2020). Paritas dan Body Condition Score (BCS) Ternak Sapi Bali di Wilayah Kanusuang, Sulawesi Barat. *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, 1(2), 55-59. <https://dx.doi.org/10.31605/jstp.v1i2.723>
- Mota-Rojas, D., Titto, C.G., Geraldo A.M, Martínez-Burnes, J., Gómez, J., Hernández-Ávalos, I., Casas, A., Domínguez, A., José, N., Bertoni, A., Reyes, B., Pereira, A.M.F. (2021). Efficacy and Function of Feathers, Hair, and Glabrous Skin in the Thermoregulation Strategies of Domestic Animals. *Animals*, 11(12), 1-23. doi: 10.3390/ani11123472.
- Mushawwir, A., Permana, R., Latipudin, D., & Suwarno, N. (2021). Organic Diallyl-n-Sulfide (Dn-S) inhibited the glycogenolysis pathway and heart failure of heat-stressed laying hens. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, 788, 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/788/1/012091.
- Pires, B. V., Freitas, A. C., Klein, J. L., de Melo, T. P., Stafuzza, N. B., & de Paz, C. C. P. (2022). Meta-analysis

- and meta-regression of core body temperature in taurine and zebuine cattle under different environmental conditions. *Livestock Science*, 265, 105104.
- Prasanna, J.S., Rao, S.T.V., Prakash, M.G., Rathod, S., Kalyani, P., & Reddy, B.R. (2022). Effect of Season on Physiological Responses in Sahiwal and Crossbreed Cows. *Indian Journal of Animal Research*, 56(10), 1202-1205.
- Pribadi, L.W., Suhardiani, Rr.A., Hidjaz, T., Ashari, M., Poerwoto, H., & Andriati, R. (2021). Physiological Response of Bali and Simbal Cattles on the Thermal Environment of Lowland and Highland Areas in Lombok Island. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 648-661. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i3.2771>
- Puri, G., Chaudhary, S.S., Patel, S.B., & Rathwa, S. (2022). Measurement of Heat Stress and Its Impact on Behavior and Production Performance in Surti Buffaloes in Different Seasons. *Ruminant Science*, 11(1), 207-210.
- Rinca, K. F., Mubdi, R., Kristanto, D., Putra, I. P. C., Luju, M. T., Bollyn, Y. M. F., & Gultom, R. (2022). Faktor resiko yang mempengaruhi respon termoregulasi ternak ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 24(3), 304-314.
- Saili, T. (2020). Production and reproduction performances of Bali cattle in Southeast Sulawesi-Indonesia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 465(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/465/1/012004>
- Sammad, A., Wang, Y.J., Umar, S., Hu, L., Khan, I., Khan, A., Ahmad, B., & Wang, Y. (2020). Nutritional Physiology and Biochemistry of Dairy Cattle under the Influence of Heat Stress: Consequences and Opportunities. *Animals*, 10(793), 1-20. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10050793>
- Sapulveda, J., & Moeller, A.H. (2020). The Effects of Temperature on Animal Gut Microbiome. *Frontiers Microbiol*, 11, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.0384>
- Sari, D.A.P., Said, S., Nahrowi, Priyanto, R., & Muladno. (2022). Effect of Body Condition Score on Reproductive Performance and Chest Girth of Bali cows in Different Rearing Systems. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 26(4), 158-166. <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v26i4.2886>
- Sukandi, S., Rahardja, D.P., Sonjaya, H., Hasbi, H., Baco, S., Gustina, S., & Adiputra, K.D.D. (2023). Effect of Heat Stress on the Physiological and Hematological Profiles of Horned and Polled Bali Cattle. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 11(6), 893-902. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aa vs/2023/11.6.893.902>
- Tanuwiria, U.H., Susilawati, I., Tasrifin, D.S., Salman, L.B., & Mushawwir, A. (2022). Behavioral, Physiological, and Blood Biochemistry of Friesian Holstein Dairy Cattle at Different Altitudes in West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(1), 533-539. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230157>
- Uddin, J., McNeill, D.M., Lisle, A.T., Phillips, C.J.C. (2020). A sampling strategy for the determination of infrared temperature of relevant external body surfaces of dairy cows. *International Journal Biometeorol*,

- 64(9), 1583-1592. doi: 10.1007/s00484-020-01939-4.
- Yetmaneli, Purwanto, B.P., Priyanto, R & Manalu, W.. (2020). Iklim Mikro dan Respon Fisiologis Sapi Pesisir di Dataran Rendah dan Dataran Tinggi Sumatera Barat. Jurnal Agripet, 20(10), 126-135. 17969/agripet.v20i2.16017.
- Zulkharnaim, Baco, S., Rahim, L., & Yusuf, M. (2020). Identification of Qualitative Characteristic Bali Polled Cattle. Hasanuddin: Journal of Animal Science, 2(2), 70-75.