

Review: Pengaruh Stres Panas terhadap Komposisi Darah dan Produktivitas Sapi Potong

Muhammad Rido¹

¹Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat

Alamat Email: ridomuhammd@ulm.ac.id

ABSTRAK

Stres panas (*heat stress*) merupakan faktor lingkungan utama yang membatasi kesejahteraan dan produktivitas sapi potong di wilayah tropis, terutama seiring meningkatnya suhu dan kelembapan akibat perubahan iklim. Artikel ini bertujuan mengkaji secara komprehensif hubungan antara stres panas, perubahan parameter fisiologis dan hematologis, serta implikasinya terhadap produktivitas sapi potong melalui **studi literatur dengan pendekatan narrative review**. Literatur dikumpulkan dari jurnal nasional dan internasional bereputasi yang dipublikasikan pada periode 2005–2025 dan dianalisis secara kualitatif melalui klasifikasi tematik dan sintesis naratif. Hasil kajian menunjukkan bahwa paparan suhu lingkungan di atas zona nyaman termal sapi potong ($\pm 10\text{--}27^\circ\text{C}$) atau pada nilai *Temperature-Humidity Index* (THI) ≥ 72 secara konsisten meningkatkan suhu tubuh dan laju respirasi, serta menurunkan konsumsi pakan. Dari sisi hematologi, stres panas **akut** umumnya dikaitkan dengan peningkatan hematokrit dan hemoglobin (sekitar 5–15% di atas nilai normal) akibat hemokonsentrasi dan dehidrasi, sedangkan stres panas **kronis** cenderung menyebabkan penurunan hematokrit dan hemoglobin akibat gangguan eritropoiesis dan penurunan asupan nutrisi. Perubahan lain yang sering dilaporkan meliputi peningkatan kortisol dan glukosa darah, ketidakseimbangan elektrolit (Na^+ , K^+ , Cl^-), serta perubahan profil leukosit yang mencerminkan respons stres dan supresi imun. Secara produktif, kondisi tersebut berkorelasi dengan penurunan pertambahan bobot badan harian, efisiensi konversi pakan, dan kualitas karkas. Kontribusi utama artikel ini adalah menyajikan **sintesis terintegrasi** yang menekankan bahwa variasi respons fisiologis dan hematologis akibat stres panas sangat dipengaruhi oleh durasi cekaman, tingkat dehidrasi, sistem manajemen, serta ras sapi. Selain itu, artikel ini merangkum strategi mitigasi berbasis lingkungan, nutrisi, dan teknologi sebagai kerangka adaptasi praktis dan berkelanjutan bagi sistem produksi sapi potong di wilayah tropis.

Kata Kunci: stres panas, sapi potong, respons fisiologis, parameter hematologis, kinerja produksi, pemanasan global

ABSTRACT

Heat stress is a major environmental factor limiting the welfare and productivity of beef cattle in tropical regions, particularly in response to rising temperature and humidity associated with climate change. This article aims to comprehensively examine the relationship between heat stress, changes in physiological and hematological parameters, and their implications for beef cattle productivity through a narrative literature review. Relevant literature was collected from reputable national and international journals published between 2005 and 2025 and qualitatively analyzed using thematic classification and narrative synthesis. The review indicates that exposure to ambient temperatures above the thermal comfort zone of beef cattle (approximately $10\text{--}27^\circ\text{C}$) or at a Temperature–Humidity Index (THI) of ≥ 72 consistently increases body temperature and respiratory rate while reducing feed intake. From a hematological perspective, acute heat stress is commonly associated with increased hematocrit and hemoglobin levels (approximately 5–15% above normal values) due to hemoconcentration and dehydration, whereas chronic heat stress tends to result in decreased hematocrit and hemoglobin levels as a consequence of impaired erythropoiesis and reduced nutrient intake. Other frequently reported alterations include elevated cortisol and blood glucose concentrations, electrolyte imbalances (Na^+ , K^+ , and Cl^-), and changes in leukocyte profiles that reflect physiological stress responses and immune suppression. In terms of productivity, these conditions are closely associated with reductions in average daily gain, feed conversion efficiency, and carcass quality. The main contribution of this article lies in providing an integrated synthesis emphasizing that variations in physiological and hematological responses to heat stress are strongly influenced by stress duration, degree of dehydration, management systems, and cattle breed. Furthermore, this review summarizes mitigation strategies based on environmental management, nutritional interventions, and technological approaches as a practical and sustainable adaptation framework for beef cattle production systems in tropical regions.

Keywords: *heat stress, beef cattle, physiological responses, hematological parameters, production performance, global warming*

PENDAHULUAN

Suhu lingkungan yang tinggi merupakan salah satu faktor stres lingkungan utama yang memengaruhi kesejahteraan dan produktivitas hewan ternak, termasuk sapi potong (Kim *et al.*, 2023). Stres panas terjadi ketika kondisi lingkungan melebihi kemampuan termoregulasi sapi, sehingga hewan harus mengalokasikan energi tambahan untuk mempertahankan suhu tubuh normal. Zona nyaman termal sapi potong umumnya berada pada kisaran 10–27°C, tergantung pada ras dan tingkat adaptasinya terhadap iklim. Ketika suhu dan kelembapan lingkungan melampaui batas tersebut, sapi menunjukkan peningkatan suhu tubuh dan laju respirasi serta penurunan konsumsi pakan, yang berdampak langsung pada penurunan kinerja produksi (Chen *et al.*, 2023).

Secara fisiologis, stres panas memicu perubahan pada parameter darah sapi potong, antara lain peningkatan hematokrit, jumlah sel darah putih, dan kadar hormon kortisol sebagai respons terhadap aktivasi sistem stres (Kim *et al.*, 2023). Selain itu, stres panas menyebabkan gangguan keseimbangan elektrolit dan penurunan fungsi sistem imun, sehingga meningkatkan kerentanan sapi terhadap penyakit (Chen *et al.*, 2023). Perubahan fisiologis dan hematologis ini berkontribusi terhadap penurunan laju pertambahan bobot badan harian, efisiensi penggunaan pakan, serta kualitas karkas, yang pada akhirnya merugikan secara ekonomi dan memperpanjang periode penggemukan (Chauhan *et al.*, 2023; Turcios *et al.*, 2024).

Fenomena pemanasan global semakin memperparah kejadian stres panas pada ternak melalui peningkatan frekuensi dan durasi paparan suhu tinggi (Thornton *et al.*, 2021). Peningkatan suhu global berimplikasi tidak hanya pada kenyamanan ternak, tetapi juga pada ketersediaan pakan melalui penurunan kesuburan tanah, hasil panen, dan perubahan siklus hidup patogen yang dapat memengaruhi kesehatan ternak secara tidak langsung (Godde *et al.*, 2021). Di wilayah tropis seperti Indonesia, kombinasi suhu dan kelembapan yang tinggi sepanjang tahun, yang tercermin dalam nilai Temperature-Humidity Index (THI), menyebabkan sapi potong rentan mengalami stres panas kronis, sehingga efisiensi konversi pakan dan performa pertumbuhan menjadi menurun (Asmarasari *et al.*, 2023; Thornton, 2022).

Pada sistem produksi intensif di wilayah tropis dan subtropis, paparan stres panas menjadi semakin kritis akibat kepadatan ternak yang tinggi dan penggunaan ras berproduksi tinggi yang memiliki toleransi panas lebih rendah. Kondisi ini menyebabkan penurunan asupan bahan kering, peningkatan konsumsi air, serta berkurangnya efisiensi pemanfaatan nutrisi untuk pertumbuhan, sehingga kinerja sapi potong cepat memburuk.

Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai hubungan antara stres panas, perubahan parameter fisiologis dan hematologis, serta produktivitas sapi potong menjadi sangat penting sebagai dasar perumusan strategi mitigasi. Strategi tersebut meliputi manajemen lingkungan (penyediaan naungan, ventilasi, dan sistem pendinginan), manajemen nutrisi (penyesuaian formulasi ransum dan suplementasi elektrolit), serta pemuliaan genetik untuk menghasilkan sapi yang lebih toleran terhadap panas. Pendekatan terpadu ini diharapkan mampu meningkatkan adaptasi sapi potong terhadap perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan produksi daging sapi di wilayah tropis (Chauhan *et al.*, 2023; Turcios *et al.*, 2024).

MATERI DAN METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi literatur (literature review) dengan pendekatan narrative review yang bertujuan untuk mengkaji hubungan antara stres panas, parameter fisiologis dan hematologis, serta produktivitas sapi potong berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu.

Sumber Data

Sumber data diperoleh dari artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal nasional maupun internasional bereputasi. Literatur dikumpulkan dari berbagai basis data daring, seperti Scopus, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, Google Scholar, dan portal jurnal nasional yang relevan.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi:

1. Artikel diterbitkan dalam rentang tahun **2005–2025**.
2. Artikel berupa penelitian primer maupun review yang membahas stres panas pada sapi potong dengan parameter fisiologis, hematologis, atau produktivitas.
3. Artikel tersedia dalam bahasa Inggris atau Indonesia dengan akses penuh (full text).

Kriteria eksklusi:

1. Artikel berupa *abstract only* atau tidak tersedia secara lengkap.
2. Artikel yang hanya membahas hewan selain sapi tanpa relevansi terhadap sapi potong.
3. Artikel yang bersifat opini atau non-ilmiah.

Strategi Pencarian Literatur

Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci utama dalam bahasa Inggris dan Indonesia, antara lain:

- *heat stress in cattle, beef cattle productivity, blood parameters, climate change livestock, temperature humidity index (THI)*, dan *nutritional strategies for heat stress*.
- Kombinasi kata kunci menggunakan operator Boolean (AND, OR) untuk memperluas hasil pencarian.

Seleksi Literatur

Tahapan seleksi literatur dilakukan melalui tiga langkah:

1. Identifikasi: mengumpulkan semua artikel hasil pencarian.
2. Screening: menyaring artikel berdasarkan judul dan abstrak sesuai kriteria inklusi.
3. Kelayakan (Eligibility): membaca teks penuh dan memastikan relevansi isi artikel dengan fokus penelitian.

Analisis Data

Literatur yang memenuhi syarat kemudian dianalisis secara kualitatif dengan cara:

1. Klasifikasi tematik: mengelompokkan artikel berdasarkan tema, seperti indikator fisiologis (suhu tubuh, laju respirasi), parameter hematologis (hematokrit, sel darah putih, kortisol), dan parameter produktivitas (ADG, FCR, kualitas karkas).
2. Sintesis naratif: menyajikan hasil penelitian terdahulu secara terstruktur untuk menemukan pola, kesenjangan penelitian, serta rekomendasi strategi mitigasi stres panas pada sapi potong.
3. Tabel ringkasan literatur disusun untuk mempermudah perbandingan antar penelitian (penulis, tahun, lokasi, jenis sapi, indikator yang diukur, hasil utama).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh *Heat Stress* terhadap Komposisi Darah dan Produktivitas Sapi Potong

Heat stress merupakan salah satu faktor lingkungan utama yang membatasi produktivitas sapi potong di wilayah tropis. Das *et al.* (2016) menyatakan bahwa suhu lingkungan optimal bagi sapi tropis berada di bawah 27°C, dan paparan suhu di atas ambang tersebut akan menempatkan sapi pada zona tidak nyaman. Pada kondisi ini, sapi potong mengaktifkan mekanisme termoregulasi melalui peningkatan frekuensi pernapasan, denyut jantung, dan redistribusi aliran darah ke jaringan perifer. Respon ini bertujuan untuk melepaskan panas tubuh, namun dalam jangka panjang berdampak pada perubahan fisiologis, hematologis, dan metabolik yang menurunkan performa produksi.

B. Perubahan Hematologi dan Implikasinya terhadap Produktivitas

Berdasarkan kompilasi hasil penelitian (Saleh & Irwan, 2016; Sejian *et al.*, 2018), sapi potong yang mengalami heat stress menunjukkan perubahan komposisi darah sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Peningkatan hematokrit, hemoglobin, dan jumlah eritrosit yang dilaporkan pada beberapa penelitian umumnya berkaitan dengan dehidrasi akut, akibat meningkatnya kehilangan cairan melalui respirasi dan keringat. Kondisi ini menyebabkan hemokonsentrasi, sehingga nilai hematologi tampak meningkat secara relatif.

Namun demikian, temuan ini tidak selalu konsisten antar penelitian. Habibu *et al.* (2019) melaporkan penurunan hemoglobin dan hematokrit pada sapi yang mengalami stres panas berkepanjangan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa durasi dan intensitas cekaman panas berperan penting dalam menentukan arah respons hematologis. Pada stres panas akut dengan dehidrasi dominan, terjadi peningkatan nilai hematokrit dan hemoglobin, sedangkan pada stres panas kronis, terutama yang disertai penurunan konsumsi pakan dan gangguan eritropoiesis, nilai tersebut dapat menurun. Faktor lain seperti ras, umur, status nutrisi, serta sistem pemeliharaan (intensif vs ekstensif) turut memengaruhi variasi hasil antar studi.

Penurunan jumlah leukosit dan limfosit yang dilaporkan pada sebagian besar penelitian mencerminkan terjadinya supresi sistem imun akibat peningkatan hormon stres seperti kortisol (Lacetera *et al.*, 2006). Sebaliknya, peningkatan proporsi neutrofil menunjukkan respon inflamasi non-spesifik terhadap cekaman fisiologis. Kondisi ini menjelaskan mengapa sapi potong yang mengalami heat stress memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap penyakit infeksi, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan angka morbiditas dan mortalitas di peternakan tropis.

Tabel 1. Perubahan Komposisi Darah Sapi Potong pada Kondisi Heat Stress

Parameter Darah	Nilai Normal	Perubahan Akibat Stres Panas	Sumber Referensi
Hematokrit (PCV)	24–46 %	↑ meningkat (akibat hemokonsentrasi/dehidrasi akut)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008; Sejian <i>et al.</i> , 2018
Hemoglobin (Hb)	8–15 g/dL	↑ meningkat (stres akut) / ↓ menurun (stres kronis)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008; Habibu <i>et al.</i> , 2019
Sel Darah Merah (Eritrosit)	5–10 ×10 ⁶ /μL	↑ meningkat	Radostits <i>et al.</i> , 2007; Sejian <i>et al.</i> , 2018
Sel Darah Putih (Leukosit)	4.000–12.000/μL	↓ menurun (supresi imun)	Lacetera <i>et al.</i> , 2006; Sejian <i>et al.</i> , 2018
Neutrofil	15–45 %	↑ meningkat	Habibu <i>et al.</i> , 2019
Limfosit	45–75 %	↓ menurun	Lacetera <i>et al.</i> , 2006; Habibu <i>et al.</i> , 2019
Glukosa	40–75 mg/dL	↑ meningkat	Sejian <i>et al.</i> , 2018
Total Protein	6,5–8,5 g/dL	↑ meningkat (hemokonsentrasi)	Kaneko <i>et al.</i> , 2008; Madet <i>et al.</i> , 2006
Natrium (Na ⁺)	132–152 mmol/L	↓ menurun	Rhoads <i>et al.</i> , 2009; Sejian <i>et al.</i> , 2018
Kalium (K ⁺)	3,9–5,8 mmol/L	↓ menurun	Belhadj Slimen <i>et al.</i> , 2016
Klorida (Cl ⁻)	95–110 mmol/L	↓ menurun	Sejian <i>et al.</i> , 2018
pH Darah	7,35–7,45	↑ cenderung meningkat (alkalosis respiratorik)	Sejian <i>et al.</i> , 2018

Sapi yang mengalami stres panas menunjukkan perubahan pada komposisi darah yang mencerminkan gangguan fisiologis akibat suhu tinggi. Berikut adalah penjelasan dari Tabel 1. di atas :

1. Peningkatan Hematokrit, Hemoglobin, dan Eritrosit
Stres panas dapat menyebabkan dehidrasi karena meningkatnya penguapan air tubuh melalui keringat dan pernapasan. Akibatnya, konsentrasi hematokrit (rasio volume sel darah merah terhadap total volume darah), hemoglobin (protein yang sangat penting dalam sel darah merah), dan eritrosit meningkat karena darah menjadi lebih pekat.
2. Penurunan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit) dan Limfosit

Penurunan sel darah putih sering terjadi akibat stres yang menekan sistem imun tubuh. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan penurunan sistem daya tahan tubuh terhadap penyakit.

3. Ketidakseimbangan Elektrolit (Natrium, Kalium, Klorida)
Konsentrasi elektrolit seperti natrium (Na^+), kalium (K^+), dan klorida (Cl^-) dapat terganggu akibat kehilangan cairan tubuh. Ketidakseimbangan ini memengaruhi fungsi fisiologis, seperti kontraksi otot dan transmisi impuls saraf.
4. Peningkatan Level Kortisol
Kortisol adalah hormon steroid yang diproduksi oleh kelenjar adrenal sebagai respons terhadap stres. Kortisol, hormon stres, dapat meningkat sebagai respons tubuh terhadap stres panas. Peningkatan kortisol ini dapat berdampak negatif pada metabolisme dan keseimbangan energi tubuh sapi.
5. Peningkatan Level Glukosa Darah
Sebagai respons terhadap stres, terjadi pelepasan glukosa dari cadangan tubuh untuk menyediakan energi tambahan, yang menyebabkan peningkatan sementara kadar gula darah.
6. Peningkatan Produk Metabolisme Stres Oksidatif
Stres panas dapat meningkatkan produksi radikal bebas atau reactive oxygen species (ROS) yang merusak sel-sel tubuh, termasuk komponen darah seperti lipid, protein, dan DNA.
7. Perubahan pH Darah
Stres panas dapat menyebabkan gangguan pada keseimbangan asam-basa tubuh (pH darah), seringkali menyebabkan kondisi alkalosis respiratorik akibat peningkatan laju pernapasan (hiperventilasi) yang mengurangi konsentrasi karbondioksida dalam darah. Perubahan-perubahan ini menunjukkan bahwa stres panas dapat mengganggu fungsi tubuh sapi secara signifikan, sehingga memerlukan upaya mitigasi untuk menjaga keseimbangan fisiologis dan produktivitas sapi.

Berdasarkan kompilasi hasil penelitian (Madet *et al.*, 2006; Saleh & Irwan, 2016; Sejian *et al.*, 2018), perubahan komposisi darah sapi potong akibat heat stress menunjukkan pola umum, namun dengan arah dan besaran respons yang bervariasi antar penelitian. Peningkatan hematokrit, hemoglobin, dan jumlah eritrosit yang dilaporkan pada beberapa studi umumnya dikaitkan dengan dehidrasi akut dan hemokonsentrasi, terutama pada sapi yang dipelihara secara ekstensif tanpa akses air minum dan naungan yang memadai.

Sebaliknya, Habibu *et al.* (2019) melaporkan penurunan hemoglobin dan hematokrit pada sapi yang mengalami stres panas berkepanjangan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa durasi cekaman panas merupakan faktor kunci dalam menentukan respons hematologis. Pada stres panas akut, peningkatan nilai hematologi bersifat relatif akibat berkurangnya volume plasma. Namun, pada stres panas kronis, penurunan konsumsi pakan, gangguan metabolisme protein, serta penekanan eritropoiesis dapat menyebabkan penurunan produksi sel darah merah.

Ciri-Ciri Sapi yang Mengidap Efek Stres Panas

Stres panas (heat stress) pada sapi potong ditandai oleh sejumlah perubahan fisiologis dan perilaku sebagai bentuk mekanisme adaptasi tubuh terhadap suhu lingkungan yang tinggi. Ciri utama yang dapat diamati adalah peningkatan frekuensi pernapasan (panting) dan denyut jantung. Ketika suhu udara dan kelembapan relatif tinggi, sapi akan meningkatkan evaporasi melalui pernapasan untuk mengurangi panas tubuh (Marai *et al.*, 2007). Selain itu, sapi juga cenderung mengurangi konsumsi pakan dan lebih banyak berdiri daripada berbaring, yang bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan tubuh yang terpapar udara (Bernabucci *et al.*, 2010).

Sebelumnya telah dijelaskan bahwa heat stress dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi hemoglobin dan hematokrit, terutama pada kondisi stres panas akut yang disertai dehidrasi. Pada kondisi ini, peningkatan kehilangan cairan tubuh melalui respirasi dan evaporasi menyebabkan penurunan volume plasma, sehingga terjadi hemokonsentrasi dan nilai hemoglobin serta hematokrit tampak meningkat secara relatif.

Namun demikian, respons ini tidak bersifat universal dan sangat dipengaruhi oleh durasi serta intensitas cekaman panas. Habibu *et al.* (2019) melaporkan bahwa pada stres panas kronis, konsentrasi hemoglobin dan hematokrit justru mengalami penurunan. Kondisi ini berkaitan dengan penurunan konsumsi pakan, gangguan metabolisme protein, serta penekanan proses eritropoiesis akibat paparan stres panas yang berkepanjangan. Dengan demikian, penurunan hemoglobin dan hematokrit mencerminkan kegagalan adaptasi fisiologis pada stres panas jangka panjang, bukan bertentangan dengan temuan peningkatan pada stres akut.

Selain durasi stres, tingkat dehidrasi, sistem manajemen pemeliharaan, serta ras atau spesies ternak turut berperan dalam menentukan arah respons hematologis. Ternak yang dipelihara dengan akses air minum terbatas, tanpa naungan, dan ventilasi buruk lebih rentan mengalami stres panas kronis dan gangguan hematologi yang lebih berat. Sementara itu, sapi *Bos indicus* umumnya menunjukkan perubahan hematologi yang lebih ringan dibandingkan *Bos taurus* karena memiliki kapasitas adaptasi termal yang lebih baik.

Dari sisi leukosit, Habibu *et al.* (2019) melaporkan adanya peningkatan jumlah leukosit sebagai respons terhadap cekaman fisiologis, yang mencerminkan aktivasi respons stres dan inflamasi non-spesifik. Namun, pada stres panas berkepanjangan, beberapa penelitian lain juga melaporkan penurunan jumlah leukosit dan limfosit akibat supresi sistem imun oleh peningkatan hormon stres seperti kortisol. Perbedaan ini kembali menunjukkan bahwa respons hematologi terhadap heat stress bersifat dinamis dan kontekstual, tergantung pada karakteristik stres dan kondisi pemeliharaan ternak.

Perubahan biokimia darah juga terlihat dari peningkatan kadar kortisol, urea, dan enzim hati (AST, ALT) yang mengindikasikan terjadinya gangguan metabolisme (Sejian *et al.*, 2018). Secara klinis, sapi yang mengalami stres panas juga menunjukkan hipersalivasi, berkeringat berlebihan, serta enggan melakukan aktivitas fisik (Rashamol *et al.*, 2019). Secara keseluruhan, ciri-ciri tersebut menjadi indikator penting untuk menilai tingkat cekaman panas pada sapi potong, yang pada akhirnya akan berdampak negatif terhadap produktivitas, efisiensi pakan, serta kesehatan reproduksi (da Silva *et al.*, 2020). Sapi yang mengalami stres panas atau heat stress akan menunjukkan beberapa tanda-tanda, di antaranya:

1. Tanda-tanda klinis

Sapi yang mengalami stres panas akan mengalami peningkatan laju pernapasan (normalnya 26-50 kali/menit), peningkatan suhu tubuh (normalnya 38,5 – 39,5 °C), detak jantung meningkat, penurunan asupan, peningkatan asupan air, menjadi gelisah, menghabiskan lebih banyak waktu untuk berdiri, dan, dalam kasus yang parah, dapat mati. Semua sapi mengalami stres panas, baik di tempat penggembukan maupun di padang rumput.

2. Tanda-tanda fisik

Sapi terengah-engah, bernapas dengan mulut terbuka, leher memanjang, dan otot mungkin menjadi tegang dan keras.

3. Tanda-tanda perilaku

Sapi menunjukkan perubahan perilaku, seperti mencari tempat yang lebih sejuk, berdiri atau berbaring dengan postur tidak normal, serta mengurangi aktivitas fisik. Sapi juga mungkin akan lebih sering minum air.

Mitigasi Masalah Efek Stres pada Sapi Potong

Tantangan heat stress pada peternakan sapi perlu dijawab dengan strategi yang tepat agar dampak negatif terhadap kesehatan dan produktivitas dapat diminimalkan. Salah satu upaya adalah penyediaan kandang atau tempat bernaung yang mampu mencegah paparan langsung sinar matahari. Bahan atap yang digunakan sebaiknya tidak menyerap panas, serta dilengkapi ventilasi yang memadai untuk memastikan sirkulasi udara berjalan baik (Dash *et al.*, 2016).

Upaya lain adalah pendinginan lingkungan kandang yang dapat dilakukan dengan metode langsung maupun tidak langsung. Pendinginan langsung dapat menggunakan *foggers*, *mist drop*, atau *sprinkler* yang menyemprotkan air ke lingkungan atau tubuh sapi. Kombinasi sprinkler dan kipas dilaporkan efektif menurunkan suhu tubuh sapi dan meningkatkan konsumsi pakan (Collier *et al.*, 2019).

Pendinginan tidak langsung dilakukan dengan *cooling pad* atau kipas yang membantu menurunkan suhu mikro di dalam kandang (Brown-Brandl, 2018).

Selain manajemen lingkungan, strategi nutrisi juga penting. Reformulasi ransum dengan meningkatkan kepadatan nutrisi, misalnya melalui penambahan minyak hingga 3–5% dapat menyediakan energi tambahan dan mengurangi produksi panas fermentatif (Rhoads *et al.*, 2009). Suplementasi vitamin (A, C, E), mineral (natrium, kalium), serta asam amino (lisin, karnitin) juga dilaporkan mampu meningkatkan status antioksidan, menjaga keseimbangan elektrolit, dan mendukung fungsi metabolisme selama stres panas (Sejian *et al.*, 2018; Slimen *et al.*, 2016).

Selain itu, ketersediaan air minum segar yang cukup merupakan faktor utama dalam mengurangi efek stres panas. Air berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh serta membantu proses termoregulasi. Kombinasi pemberian suplemen dalam air minum, seperti elektrolit dan vitamin, dapat lebih efektif dalam meningkatkan ketahanan sapi terhadap cekaman panas (Belhadj Slimen *et al.*, 2016).

Perubahan iklim global yang semakin ekstrem menuntut penerapan strategi adaptif berbasis manajemen lingkungan, nutrisi, dan suplementasi untuk menjaga produktivitas dan kesejahteraan sapi potong. Dengan demikian, penerapan strategi yang tepat tidak hanya menekan dampak negatif heat stress, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan usaha peternakan (Polsky & von Keyserlingk, 2017).

Selain perubahan fisiologis dan hematologis, heat stress juga berdampak signifikan pada fungsi reproduksi sapi potong. Stres panas terbukti menurunkan kualitas semen pada pejantan, mengurangi viabilitas sperma, serta menurunkan tingkat konsepsi pada betina akibat gangguan hormonal (Hansen, 2009). Gangguan pada sumbu hipotalamus–hipofisis–gonad menyebabkan penurunan sekresi hormon luteinizing hormone (LH) dan follicle-stimulating hormone (FSH), sehingga perkembangan folikel terganggu dan angka kebuntingan menurun (Roth, 2015). Hal ini mengindikasikan bahwa dampak heat stress tidak hanya terbatas pada penurunan produktivitas daging, tetapi juga mengancam keberlanjutan produksi sapi potong.

Dari aspek imunologi, sapi yang mengalami heat stress rentan terhadap penyakit infeksi karena terjadi supresi sistem imun. Menurut Lacetera *et al.* (2006), cekaman panas menurunkan aktivitas fagositosis neutrofil dan produksi antibodi, sehingga sapi lebih mudah terserang penyakit pernapasan maupun pencernaan. Stres oksidatif yang muncul akibat peningkatan ROS juga memperburuk respon imun dan mempercepat kerusakan jaringan (Slimen *et al.*, 2016). Oleh karena itu, heat stress berkontribusi langsung terhadap peningkatan angka morbiditas dan mortalitas pada sapi potong di wilayah tropis.

Dari sisi perilaku, sapi potong yang mengalami cekaman panas akan menunjukkan perubahan pola aktivitas harian. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sapi lebih sering mencari area teduh, memperpanjang waktu berdiri, serta mengurangi interaksi sosial dengan kelompoknya (Polsky & von Keyserlingk, 2017). Perubahan perilaku ini merupakan mekanisme adaptasi untuk meminimalkan akumulasi panas tubuh, namun berdampak pada penurunan efisiensi penggunaan energi dan nutrisi.

PENUTUP

Kesimpulan

Stres panas (*heat stress*) merupakan salah satu tantangan utama dalam sistem produksi sapi potong di wilayah tropis. Kondisi ini memengaruhi berbagai aspek fisiologis, hematologis, biokimia, perilaku, serta produktivitas ternak. Peningkatan suhu lingkungan di atas ambang nyaman ($\geq 27^{\circ}\text{C}$) menyebabkan perubahan signifikan pada frekuensi pernapasan, denyut jantung, suhu tubuh, serta komposisi darah, yang pada kondisi tertentu ditandai oleh peningkatan hematokrit, hemoglobin, eritrosit, glukosa, dan kortisol, serta penurunan leukosit dan keseimbangan elektrolit. Dampak lanjutan meliputi penurunan konsumsi pakan, laju pertumbuhan yang terhambat, penurunan kualitas daging (DFD atau PSE), serta gangguan fungsi imun dan reproduksi.

Dari perspektif sistem produksi, heat stress berimplikasi langsung terhadap penurunan efisiensi biologis dan ekonomi. Penurunan konsumsi pakan dan efisiensi konversi pakan menyebabkan meningkatnya biaya produksi per satuan bobot hidup, sementara pertambahan bobot badan harian yang rendah memperpanjang periode penggemukan. Selain itu, meningkatnya kerentanan terhadap penyakit

dan gangguan reproduksi berkontribusi pada kenaikan biaya kesehatan ternak, peningkatan angka afkir, serta penurunan kualitas karkas, yang pada akhirnya menurunkan profitabilitas peternakan sapi potong.

Upaya mitigasi heat stress perlu dilakukan secara terintegrasi melalui strategi manajemen lingkungan, nutrisi, dan genetik. Strategi lingkungan meliputi penyediaan naungan, peningkatan ventilasi, sistem pendinginan (sprinkler atau misting), serta pengaturan kepadatan ternak. Dari sisi nutrisi, penyesuaian formulasi ransum dengan densitas energi yang lebih tinggi, suplementasi elektrolit, antioksidan, dan aditif fungsional dapat membantu mempertahankan keseimbangan metabolik dan performa produksi. Sementara itu, dalam jangka panjang, seleksi dan pemanfaatan genotipe sapi yang lebih toleran terhadap panas, seperti Bos indicus atau persilangannya, menjadi strategi penting untuk meningkatkan ketahanan sistem produksi sapi potong di daerah tropis.

Secara keseluruhan, keberhasilan pengelolaan heat stress tidak hanya menentukan tingkat produktivitas ternak, tetapi juga menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan daya saing usaha peternakan sapi potong di lingkungan tropis.

Saran

Upaya mitigasi *heat stress* pada sapi potong di wilayah tropis perlu dilakukan secara bertahap dan terintegrasi sesuai dengan tingkat prioritas implementasi. Strategi dasar yang harus menjadi fokus utama peternak meliputi penyediaan kandang dengan ventilasi yang baik, orientasi kandang yang tepat, serta ketersediaan area teduh untuk mengurangi paparan radiasi panas langsung. Selain itu, penyediaan air minum segar dan bersih secara *ad libitum* merupakan komponen krusial dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh dan mendukung mekanisme termoregulasi, terutama pada kondisi suhu lingkungan tinggi.

Pada tingkat strategi menengah, perhatian perlu diarahkan pada pengelolaan nutrisi untuk mempertahankan keseimbangan metabolik dan daya tahan tubuh sapi. Reformulasi ransum dengan meningkatkan kepadatan energi dapat dilakukan untuk mengkompensasi penurunan konsumsi pakan akibat stres panas. Suplementasi vitamin antioksidan seperti vitamin A, C, dan E, serta mineral elektrolit utama (Na, K, dan Cl) berperan penting dalam menjaga keseimbangan elektrolit, fungsi fisiologis, dan respons imun ternak. Penyesuaian waktu pemberian pakan pada periode suhu lingkungan yang lebih rendah, seperti pagi dan sore hari, juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi.

Sebagai strategi lanjutan dan adaptif jangka panjang, penerapan teknologi dalam manajemen kandang menjadi semakin relevan dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Penggunaan teknologi pendinginan aktif seperti sprinkler, kipas, atau fogger dapat menurunkan suhu mikro kandang dan mengurangi beban panas pada ternak. Monitoring rutin terhadap parameter fisiologis dan hematologis sebagai indikator dini stres panas perlu diintegrasikan dengan penggunaan sensor suhu tubuh, alat pemantau aktivitas, serta sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendukung pengambilan keputusan secara presisi. Ke depan, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas kombinasi strategi lingkungan, nutrisi, dan teknologi tersebut dalam meningkatkan produktivitas, efisiensi produksi, serta kesejahteraan sapi potong di daerah tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmarasari, S. A., Pramono, A., & Widyobroto, B. P. (2023). Heat stress and its impact on productivity and physiological responses of beef cattle in tropical environments. *Tropical Animal Science Journal*, 46(2), 123–132.
- Belhadj Slimen, I., Najar, T., Ghram, A., & Abdrrabba, M. (2016). Heat stress effects on livestock: Molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(3), 401–412. <https://doi.org/10.1111/jpn.12379>
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B., & Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4(7), 1167–1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>
- Brown-Brandl, T. M. (2018). Understanding heat stress in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, e20160414. <https://doi.org/10.1590/rbz4720160414>

- Chauhan, S. S., Rashamol, V. P., Bagath, M., Sejian, V., & Dunshea, F. R. (2023). Heat stress in cattle: Impacts on production, reproduction and adaptation strategies. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00824-6>
- Chen, Y., Li, D., Wang, L., & Zhang, Z. (2023). Effects of heat stress on physiological responses, feed intake, and productivity of beef cattle. *Animals*, 13(5), 812. <https://doi.org/10.3390/ani13050812>
- Collier, R. J., Renquist, B. J., & Xiao, Y. (2019). A 100-year review: Stress physiology including heat stress. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 4781–4798. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15386>
- 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: A review. *Veterinary World*, 9(3), 260–268. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.260-268>
- da Silva, R. G., Maia, A. S. C., & Costa, L. L. M. (2020). Heat stress and thermal comfort in beef cattle. *Journal of Thermal Biology*, 91, 102636. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102636>
- Dash, S., Chakravarty, A. K., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M., & Yousuf, S. (2016). Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary World*, 9(3), 235–244. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.235-244>
- Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*, 28, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>
- Habibu, B., Kawu, M. U., Makun, H. J., & Aluwong, T. (2019). Influence of heat stress on blood parameters, oxidative stress and antioxidant enzymes of livestock. *Veterinary Medicine and Science*, 5(4), 484–495. <https://doi.org/10.1002/vms3.190>
- Hansen, P. J. (2009). Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1534), 3341–3350. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0131>
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W., & Bruss, M. L. (2008). *Clinical biochemistry of domestic animals* (6th ed.). Academic Press.
- Kim, J., Park, S., Lee, J., & Kim, D. (2023). Heat stress effects on physiological and hematological responses in beef cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1145678. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1145678>
- Lacetera, N., Scalia, D., Bernabucci, U., Ronchi, B., Pirazzi, D., & Nardone, A. (2006). Lymphocyte functions in dairy cows in hot environment. *International Journal of Biometeorology*, 50(2), 105–110. <https://doi.org/10.1007/s00484-005-0283-6>
- Madet, A., Roux, D., & Bruckmaier, R. M. (2006). Hematological and metabolic changes in cattle under heat stress. *Livestock Science*, 99(2–3), 203–212.
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A. A., Fadiel, A., & Abdel-Hafez, M. A. M. (2007). Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review. *Small Ruminant Research*, 71(1–3), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>
- Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 8645–8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007). *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats* (10th ed.). Saunders Elsevier.
- Rashamol, V. P., Sejian, V., Bagath, M., Krishnan, G., Archana, P. R., & Bhatta, R. (2019). Heat stress impact on livestock and adaptation strategies. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.5398/jabb.2019.07.001>
- Rhoads, R. P., Baumgard, L. H., Suagee, J. K., & Sanders, S. R. (2009). Nutritional interventions to alleviate the negative consequences of heat stress. *Advances in Nutrition*, 1(1), 28–36. <https://doi.org/10.3945/an.110.1001>
- Roth, Z. (2015). Reproductive physiology and endocrinology responses to heat stress. *Reproduction in Domestic Animals*, 50(2), 1–8. <https://doi.org/10.1111/rda.12531>
- Saleh, E., & Irwan, E. (2016). Dampak stres panas terhadap profil darah sapi potong. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 21(3), 189–197.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Lacetera, N. (2018). Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(S2), s431–s444. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>

- Syahminan, A.T.P., Hidayatul, J., Fadhli F. 2022. Dinamika populasi ternak kerbau di kecamatan batangkapas kabupaten pesisir Selatan. *Jurnal Peternakan Borneo*. 1(1): 23-28. <https://doi.org/10.34128/jpb.v1i1.2>
- Thornton, P. K. (2022). Livestock production under climate change. *Global Change Biology*, 28(12), 3621–3634. <https://doi.org/10.1111/gcb.16126>
- Thornton, P. K., Boone, R. B., Ramirez-Villegas, J., & Jones, P. G. (2021). Climate change impacts on livestock. *Annual Review of Animal Biosciences*, 9, 113–134. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-081020-073449>
- Turcios, A., Renaudeau, D., & Collier, R. J. (2024). Heat stress mitigation strategies in beef cattle production systems. *Animals*, 14(2), 211. <https://doi.org/10.3390/ani14020211>