



INSTITUT PERTANIAN BOGOR

**STUDI KARAKTERISTIK SPESIFIK RAMBUT SAPI *FRIESIAN*
HOLSTEIN (FH) TERHADAP TINGKAT KEMAMPUAN
TOLERANSI CEKAMAN PANAS**

TESIS

**GITA CEMPAKA PURNAMASARI
D1501251054**

**SEKOLAH PASCASARJANA
ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS, SUMBER INFORMASI, PENGGUNAAN AI, DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Studi Karakteristik Spesifik Rambut Sapi *Friesian Holstein* (FH) Terhadap Tingkat Kemampuan Toleransi Cekaman Panas” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister sains. Karya ini adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dalam penyusunan karya ini, penulis menggunakan bantuan kecerdasan buatan ChatGPT (OpenAI) untuk membantu pencarian informasi ilmiah, Elicit untuk membantu pencarian literatur ilmiah, serta Grammarly untuk memperbaiki struktur dan bahasa dalam penulisan bahasa Inggris. Setelah menggunakan layanan tersebut, penulis meninjau dan menyunting konten sesuai kebutuhan serta bertanggung jawab penuh atas isi karya tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Oktober 2026

Gita Cempaka Purnamasari
D1501251054

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



SOROTAN

GITA CEMPAKA PURNAMASARI. Studi Karakteristik Spesifik Rambut Sapi *Friesian Holstein* (FH) Terhadap Tingkat Kemampuan Toleransi Cekaman Panas. Dibimbing oleh CECE SUMANTRI, SIGID PRABOWO, dan ANNEKE ANGGRAENI.

1. Penelitian ini membahas karakteristik rambut dan mineral sapi FH, dengan tujuan untuk menganalisis keterkaitannya dengan respon fisiologis.
2. Penelitian ini menggunakan analisis mikroklimat, fisiologis, morfologi rambut, dan mineral untuk menganalisis respon sapi FH terhadap cekaman panas.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rambut hitam lebih panjang dan berdiameter lebih besar dibandingkan rambut putih, serta diameter rambut hitam berkaitan dengan respon fisiologis.
4. Temuan ini memberikan kontribusi terhadap fisiologi dan adaptasi sapi FH, serta menawarkan wawasan baru mengenai keterkaitan rambut dan mineral dengan respon fisiologis.
5. Tugas akhir ini menunjukkan pentingnya karakteristik rambut dan mineral sebagai informasi pendukung, dan menyarankan potensi penerapan pada penelitian adaptasi ternak.

HIGHLIGHTS

GITA CEMPAKA PURNAMASARI. *Specific Hair Characteristics of Friesian Holstein (FH) Cattle in Relation to Heat Stress Tolerance. Supervised by CECE SUMANTRI, SIGID PRABOWO and ANNEKE ANGGRAENI.*

1. *This study addresses hair characteristics and mineral content in FH cattle, aiming to analyze their relationship with physiological responses.*
2. *The research employs microclimate, physiological, hair morphology, and mineral analyses to investigate the responses of FH cattle to heat stress.*
3. *Results indicate that black hair was longer and had a larger diameter than white hair, and black hair diameter was associated with physiological responses.*
4. *The findings contribute to the physiology and adaptation of FH cattle, offering new insights into the relationship between hair characteristics, mineral content, and physiological responses.*
5. *This thesis demonstrates the importance of hair characteristics and mineral content as supporting information, suggesting potential applications in livestock adaptation research.*



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

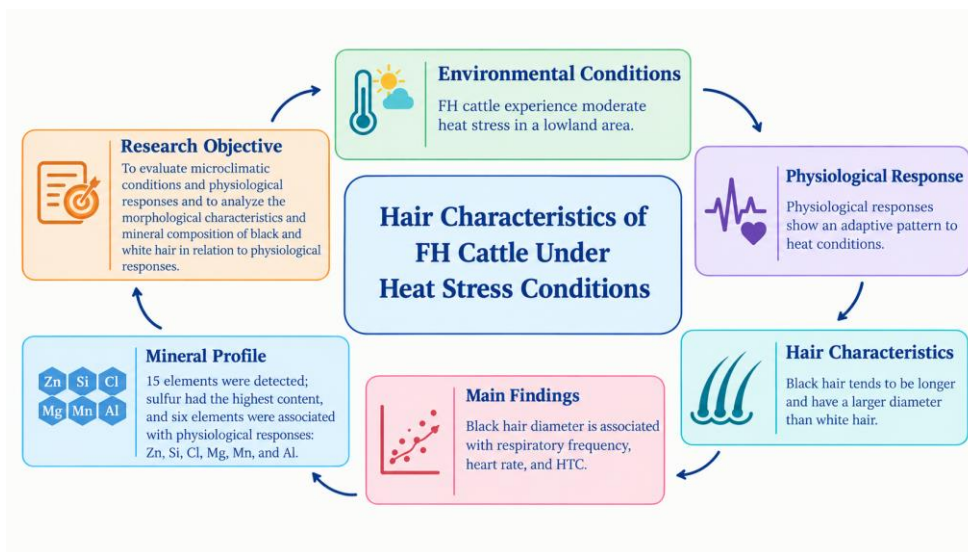
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN VISUAL



Karakteristik Rambut Sapi FH pada Cekaman Panas

GRAPHICAL SUMMARY



Hair Characteristics of FH Cattle Under Heat Stress



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

GITA CEMPAKA PURNAMASARI. Studi Karakteristik Spesifik Rambut Sapi *Friesian Holstein* (FH) Terhadap Tingkat Kemampuan Toleransi Cekaman Panas. Dibimbing oleh CECE SUMANTRI, SIGID PRABOWO dan ANNEKE ANGGRAENI.

Cekaman panas merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat memengaruhi kemampuan adaptasi dan respon fisiologis sapi perah. Karakteristik rambut berperan dalam proses pertukaran panas antara tubuh dan lingkungan, sedangkan kandungan mineral rambut berpotensi memberikan informasi mengenai status mineral dan keterkaitannya dengan respon fisiologis ternak. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi iklim mikro dan respon fisiologis sapi *Friesian Holstein* (FH) pada kondisi cekaman panas, menganalisis karakteristik morfologi rambut hitam dan putih serta hubungannya dengan respon fisiologis, serta menganalisis komposisi mineral rambut hitam dan putih serta hubungannya dengan respon fisiologis.

Penelitian dilaksanakan pada Januari–Februari 2026 di Cibugary Farm, Pondok Ranggon, Jakarta Timur, menggunakan 30 ekor sapi FH periode laktasi. Kondisi iklim mikro diamati berdasarkan suhu udara dan kelembapan relatif untuk menentukan *temperature humidity index*. Respon fisiologis meliputi suhu rektal, suhu permukaan kulit, suhu tubuh, frekuensi pernapasan, denyut jantung, dan *heat tolerance coefficient* (HTC). Sampel rambut diambil dari enam bagian tubuh, yaitu kepala, leher, punggung, pinggul, rusuk, dan ekor, kemudian dianalisis berdasarkan panjang dan diameter. Kandungan mineral rambut dianalisis menggunakan Micro-XRF Bruker M4 Tornado. Data karakteristik rambut dan kandungan mineral dianalisis menggunakan *independent t-test*, sedangkan hubungan dengan respon fisiologis dianalisis menggunakan korelasi Pearson. PCA dilakukan secara eksploratif terhadap S, Ca, K, Cl, dan Na.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sapi FH mengalami cekaman panas kategori sedang dan menunjukkan respon fisiologis adaptif terhadap lingkungan panas. Rambut hitam lebih panjang dan berdiameter lebih besar dibandingkan rambut putih, kecuali pada bagian ekor. Diameter rambut hitam berkorelasi dengan frekuensi pernapasan, denyut jantung, dan HTC, sedangkan diameter rambut putih berkorelasi dengan suhu permukaan kulit. Sebanyak 15 unsur mineral terdeteksi pada rambut, dengan S sebagai unsur dengan kandungan tertinggi, sedangkan Ca dan Na menunjukkan perbedaan antara rambut hitam dan putih. Unsur Zn, Si, Cl, Mg, Mn, dan Al menunjukkan keterkaitan dengan respon fisiologis. PCA menunjukkan PC1 dan PC2 menjelaskan 78,1% keragaman kandungan mineral, meskipun nilai KMO dan MSA yang rendah menyebabkan analisis tersebut bersifat eksploratif.

Kata kunci: cekaman panas, karakteristik rambut, mineral rambut, respon fisiologis, sapi perah



SUMMARY

GITA CEMPAKA PURNAMASARI. *Specific Hair Characteristics of Friesian Holstein (FH) Cattle in Relation to Heat Stress Tolerance*. Supervised by CECE SUMANTRI, SIGID PRABOWO and ANNEKE ANGGRAENI.

Heat stress is an environmental factor that can affect the adaptive capacity and physiological responses of dairy cattle. Hair characteristics play a role in heat exchange between the body and the environment, while hair mineral content may provide information on mineral status and its relationship with physiological responses. This study aimed to evaluate the microclimatic conditions and physiological responses of Friesian Holstein (FH) cattle under heat stress, analyze the morphological characteristics of black and white hair and their relationships with physiological responses, and analyze the mineral composition of black and white hair and its relationship with physiological responses.

The study was conducted from January to February 2026 at Cibugary Farm, Pondok Ronggon, East Jakarta, using 30 lactating FH cattle. Microclimatic conditions were assessed based on air temperature and relative humidity to determine the temperature-humidity index. Physiological responses included rectal temperature, skin surface temperature, body temperature, respiration rate, heart rate, and heat tolerance coefficient (HTC). Hair samples were collected from six body regions, including the head, neck, back, hip, rib, and tail, and analyzed for length and diameter. Hair mineral content was analyzed using a Micro-XRF Bruker M4 Tornado. Hair characteristics and mineral content were analyzed using an independent t-test, while their relationships with physiological responses were analyzed using Pearson correlation. Principal component analysis (PCA) was conducted as an exploratory analysis of S, Ca, K, Cl, and Na.

The results showed that FH cattle experienced moderate heat stress and exhibited adaptive physiological responses to the hot environment. Black hair was longer and had a larger diameter than white hair, except in the tail region. Black hair diameter was correlated with respiration rate, heart rate, and HTC, whereas white hair diameter was correlated with skin surface temperature. Fifteen mineral elements were detected in the hair, with S having the highest content, while Ca and Na differed between black and white hair. Six elements, namely Zn, Si, Cl, Mg, Mn, and Al, were associated with physiological responses. PCA showed that PC1 and PC2 explained 78.1% of the variation in mineral composition, although the low KMO and MSA values indicated that the analysis was exploratory.

Keywords: dairy cattle, haircoat characteristics, hair mineral, heat stress, physiological responses



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis: Dr. Iyep Komala, S.Pt., M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Studi Karakteristik Spesifik Rambut Sapi *Friesian Holstein* (FH)
Terhadap Tingkat Kemampuan Toleransi Cekaman Panas
Nama : Gita Cempaka Purnamasari
NIM : D1501251054

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc.

Pembimbing 2:
Dr. Sigid Prabowo, S.Pt., M.Sc.

Pembimbing 3:
Ir. Anneke Anggraeni, M.Si., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan:
Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc.
NIP 19591212 198603 1 004
Dekan Fakultas Peternakan:
Prof. Dr. Ir. Idat Galih Permana, M.Sc.Agr.
NIP 19670506 199103 1 001

Tanggal Ujian: 14 September 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Judul dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan Februari 2026 ini ialah “Studi Karakteristik Spesifik Rambut Sapi *Friesian Holstein* (FH) Terhadap Tingkat Kemampuan Toleransi Cekaman Panas.”

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Prof. Dr. Ir. Cece Sumantri, M.Sc., Bapak Dr. Sigid Prabowo, S.Pt., M.Sc., dan Ibu Ir. Anneke Anggraeni, M.Si., Ph.D. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator ujian Ibu Dr. Astari Apriantini, S.Gz., M.Sc., dan penguji luar komisi pembimbing Bapak Dr. Iyep Komala, S.Pt., M.Si.

Penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Abdan Syakur, S.Pt. yang telah memberi izin penelitian kepada penulis di Cibugary Farm. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua penulis, Abah Mamat Ruhimat dan Almh. Mama Iis Nurhasani yang telah mendahului. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada kakak-kakak tercinta, Lany Cendana, Yuda Nugraha, Cucu Setiawan dan Ana Nuranita, serta keponakan tersayang, Pitaloka Nara Kencana yang telah memberikan dukungan, doa, kasih sayang, serta menjadi penyemangat bagi penulis di setiap proses. Penulis berterima kasih kepada pemilik NIM A2503251028 yang selalu membantu, menemani, dan memberikan saran selama penelitian ini. Serta ungkapan terima kasih penulis ucapkan kepada teman-teman tersayang, team penelitian Cibugary Farm (Fita, Refiona, Chorina, Fathan), Puja Mutiara, Fayza Fadhillatunnizar, Febby Sri Efendi, Meysella Maulida, Fawwaz Haifa, Rifa Khoirunnisa, Annida Nurul Hidayah, dan Sabila Salma Fauziyah serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak mendukung, membantu, dan memberikan masukan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Oktober 2026

Gita Cempaka Purnamasari



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Lingkungan Pemeliharaan Sapi <i>Friesian Holstein</i> (FH)	3
2.2 Respon Fisiologis Sapi <i>Friesian Holstein</i> (FH)	3
2.3 Karakteristik Rambut Sapi <i>Friesian Holstein</i> (FH)	4
III METODE	5
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
3.2 Alat dan Bahan	5
3.3 Prosedur Kerja	5
3.4 Analisis Data	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Kondisi Mikroklimat Kandang	9
4.2 Respon Fisiologis Sapi Perah	11
4.3 Karakteristik Rambut Sapi Perah	13
4.4 Peran Rambut Terhadap Respon Fisiologis	19
4.5 Peran Mineral Terhadap Respon Fisiologis	22
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	35



DAFTAR TABEL

1	Kategori <i>temperature humidity index</i> (THI)	5
2	Interpretasi koefisien korelasi	8
3	Kondisi mikroklimat kandang	9
4	Respon fisiologis sapi perah pada waktu pengamatan yang berbeda	11
5	Rerata panjang dan diameter rambut hitam dan putih pada enam bagian tubuh sapi perah	13
6	Kandungan mineral pada rambut hitam-putih sapi perah	14
7	MSA, KMO, dan uji Bartlett mineral rambut sapi perah	16
8	<i>Eigenvector</i> komponen utama mineral rambut sapi perah	17
9	<i>Loading factor</i> komponen utama mineral rambut sapi perah	17
10	<i>Eigenvalues</i> komponen utama komposisi mineral rambut sapi perah	17
11	Korelasi antara respon fisiologis dengan panjang dan diameter rambut hitam pada enam bagian tubuh	19
12	Korelasi antara respon fisiologis dengan panjang dan diameter rambut putih pada enam bagian tubuh	21

DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi pengambilan rambut pada area tubuh sapi	7
2	Diagram alir analisis komposisi mineral rambut	7
3	Kondisi mikroklimat kandang di Cibugary Farm	9
4	Pemetaan distribusi unsur mineral pada rambut sapi perah	16
5	Biplot PCA kandungan mineral rambut sapi perah	18
6	Korelasi antara kandungan mineral dengan respon fisiologis pada sapi berwarna hitam	22
7	Korelasi antara kandungan mineral dengan respon fisiologis pada sapi berwarna putih	23

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi pengukuran panjang rambut sapi perah berwarna putih	33
2	Dokumentasi pengambilan diameter rambut sapi perah berwarna hitam	33
3	Dokumentasi pengambilan diameter rambut sapi perah berwarna hitam	33
4	Dokumentasi pengambilan suhu tungkai	34
5	Dokumentasi pengambilan suhu rektal	34
6	Dokumentasi pengambilan denyut jantung	34