

**TOLERANSI PANAS DAN PROFIL HEMATOLOGIS SAPI BALI  
BERTANDUK DAN TIDAK BERTANDUK**

**HEAT TOLERANCE AND HEMATOLOGICAL PROFILE OF HORNED  
AND POLLED BALI CATTLE**



**OLEH:**

**SUKANDI  
I012211005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**TOLERANSI PANAS DAN PROFIL HEMATOLOGIS SAPI BALI  
BERTANDUK DAN TIDAK BERTANDUK**

**Disusun dan Diajukan Oleh**

**SUKANDI  
I012211005**

**Kepada**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

**TOLERANSI PANAS DAN PROFIL HEMATOLOGIS SAPI BALI BERTANDUK  
DAN TIDAK BERTANDUK**

Disusun dan diajukan oleh :

**SUKANDI**  
**1012211005**

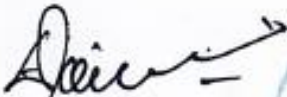
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan Teknologi Peternakan  
Fakultas Peternakan  
Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 20 Juni 2023

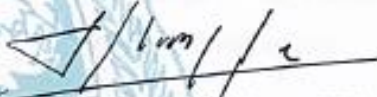
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Pembimbing Anggota

  
**Prof. Dr. Ir. Dioni Prawira Rahardja, M.Sc., IPU**  
**NIP. 19540505 198103 1 010**

  
**Prof. Dr. Ir. Herry Sonjaya, DEA, DES**  
**NIP. 19570129 198003 1 001**

Ketua Program Studi  
Ilmu dan Teknologi Peternakan

Pih. Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Hasanuddin

  
**Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., IPU**  
**NIP. 19641231 198903 1 026**

  
**Dr. Muhammad Ihsan A. Dagong, S.Pt., M.Si**  
**NIP. 19770526 200212 1 003**

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sukandi  
Nomor Induk Mahasiswa : I012211005  
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Peternakan  
Jenjang : S2

Menyatakan bahwa karya tulis saya yang berjudul **"Toleransi Panas dan Profil Hematologis Sapi Bali Bertanduk dan Tidak Bertanduk"** adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hariterbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, Juni 2023

Yang menyatakan,



Sukandi

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat, taupiq dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu dan Teknologi Peternakan (M.Si). Kemudian sholawat dan salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang diutus oleh Allah untuk menuntun semua hamba (manusia), dan keluarga serta para sahabat yang mengikuti-Nya.

Selama perkuliahan hingga penyelesaian penulisan tesis ini, penulis banyak mengalami hambatan maupun kesulitan. Namun, adanya doa, dukungan, restu kepercayaan dan motivasi dari keluarga mampu menguatkan penulis untuk bangkit dan bersemangat lagi. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua orang tua saya ayahanda **Yujiri Dg Nguji** dan ibunda **Bungaduri Dg Sangnging** atas segala perhatian dan kasih sayang, bantuan materi maupun non materi yang tak ternilai harganya serta doa-doa yang senantiasa dipanjatkan. Terima kasih sebesar-besarnya peneliti sampaikan kepada saudara kandung saya atas semangat dan perhatian yang di berikan kepada penulis.

Penulisan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan untaian terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin
2. Bapak **Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si** selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin serta Bapak/Ibu Dosen Fakultas Peternakan dan Seluruh Staff Pegawai Fakultas Peternakan Unhas atas banyaknya bantuan yang diberikan selama saya menjadi mahasiswa S2 pada Prodi ITP.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Djoni Prawira Rahardja, M.Sc., IPU** selaku pembimbing utama yang telah memberikan nasehat, arahan, petunjuk dan bimbingan serta sabar dan penuh tanggung jawab meluangkan waktunya mulai dari penyusunan hingga selesainya tesis ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Ir. Herry Sonjaya. DEA. DES** selaku pembimbing pendamping yang penuh ketulusan dan keikhlasan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat dan arahan serta koreksi dalam penyusunan tesis ini.
5. Bapak **Prof. Dr. Ir. Sudirman Baco, M.Sc**, Bapak **Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc., IPU ASEAN Eng.**, dan Bapak **Dr. Ir. Zulkharnaim,**

**S.Pt., M.Si., IPM** selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dalam proses perbaikan makalah ini.

6. Bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc. IPU** selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Peternakan Universitas Hasanuddin.
7. Bapak **Dr. Hasbi, S.Pt. M.Si.** yang telah banyak memberikan masukan dan membantu dalam melakukan penelitian.
8. Bapak **Prof. Ir. Wasmen Manalu, Ph.D** yang telah banyak memberikan arahan dan perbaikan pada naskah jurnal penelitian.
9. Keluarga besar "**ITP 2021/I**" yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
10. Terima kasih kepada teman-teman penulis yang sangat banyak membantu selama penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, sehingga segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan tangan terbuka. Terima kasih

Makassar, Juni 2023

Penulis

## ABSTRAK

**SUKANDI. (I012211005).** Toleransi Panas dan Profil Hematologis Sapi Bali Bertanduk dan Tidak Bertanduk. Di bawah bimbingan: **Djoni Prawira Rahardja** sebagai pembimbing utama dan **Herry Sonjaya** sebagai pembimbing anggota.

---

---

Sapi Bali adalah sapi lokal yang dimiliki Indonesia yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan daging di Indonesia yang masih kurang. Dalam pengembangannya, ditemukan sapi Bali yang bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan toleransi panas dan profil hematologis sapi Bali bertanduk dan *polled*. Penelitian ini menggunakan 8 ekor sapi Bali jantan (4 ekor bertanduk dan 4 ekor *polled*) umur 2,5-4,5 tahun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2x2 dengan 4 ekor sebagai ulangan. Faktor pertama adalah jenis ternak Sapi Bali (Bertanduk dan *polled*) dan faktor kedua adalah periode pengukuran (pagi hari pukul 06:00-07:00 dan siang hari pukul 12:30-14:00). Parameter yang diamati adalah fisiologis tubuh (suhu rektal, suhu permukaan kulit, frekuensi napas, denyut nadi, dan *panting score*), profil hematologis (jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, indeks eritrosit (MCV, MCH dan MCHC) dan jumlah leukosit). Parameter indeks toleransi panas (*Iberia Heat Tolerance Coefficient/IHTC* dan *Benezra's Coefficient of Adaptability/BCA*) diuji menggunakan uji banding *T-test Independent Sample*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sapi Bali bertanduk dan *polled* berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada suhu rektal, jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, MCH dan MCHC namun tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) pada suhu permukaan kulit, laju pernapasan, denyut nadi, *panting score*, dan jumlah leukosit. Periode pengukuran (pagi dan sore) menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P < 0,05$ ) pada suhu rektal, suhu permukaan kulit, laju respirasi, denyut nadi, *panting score*, jumlah eritrosit, dan kadar hemoglobin, namun tidak berbeda signifikan ( $P > 0,05$ ) pada nilai hematokrit, MCV dan jumlah leukosit. Nilai IHTC sapi Bali bertanduk lebih tinggi dibandingkan dengan sapi Bali *polled*, sedangkan nilai BC sapi Bali bertanduk lebih rendah dibandingkan dengan sapi Bali *polled*. Dapat disimpulkan bahwa, dibandingkan dengan sapi Bali bertanduk, sapi Bali *polled* menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi pada suhu rektal, suhu permukaan kulit, dan laju pernafasan yang disebabkan oleh ketiadaan tanduk. Profil hematologis yang lebih tinggi mendukung proses metabolisme yang lebih tinggi.

**Kata Kunci:** Fisiologis, Hematologis, Sapi Bali *Polled*, Stres Panas, Toleransi Panas

## ABSTRACT

**SUKANDI. (I012211005).** Heat Tolerance and Hematological Profiles of Horned and Polled Bali Cattle. Under the guidance by **Djoni Prawira Rahardja** as the main supervisor and **Herry Sonjaya** as the assistant supervisor.

---

---

Bali cattle are Indonesian cattle that serve an essential role in supplying the country's meat demand, which is still low. In its development, horned and polled Bali cattle were found. The purpose of this study was to analyze the differences in heat tolerance and hematological profile between horned and polled Bali cattle. This study used 8 male Bali cattle (4 horned and 4 polled) aged 2.5–4.5 years in a completely randomized design (CRD) 2x2 factorial pattern with 4 animals as replicates. The first factor was the type of Bali cattle (horned and polled), and the second factor was the measurement period (morning at 06:00–07:00 and afternoon at 12:30–14:00). Parameters observed were body physiology (rectal temperature, skin surface temperature, respiratory frequency, pulse rate, and panting score), hematological profile (erythrocyte count, hemoglobin level, hematocrit value, erythrocyte index (MCV, MCH, and MCHC), and leucocyte count. The heat tolerance index parameters (Iberian Heat Tolerance Coefficient (IHTC) and Benezra's Coefficient of Adaptability (BCA)) were tested using an independent sample t-test. The results showed that horned and polled Bali cattle were significantly different ( $P < 0.05$ ) in rectal temperature, erythrocyte count, hemoglobin levels, hematocrit value, MCH, and MCHC, but not significantly different ( $P > 0.05$ ) in skin surface temperature, respiratory rate, pulse rate, panting score, and leucocyte count. Measurement periods (morning and afternoon) showed significant differences ( $P < 0.05$ ) in rectal temperature, skin surface temperature, respiration rate, pulse rate, panting score, erythrocyte count, and hemoglobin content, but not significantly different ( $P > 0.05$ ) in hematocrit, MCV, and leucocyte count values. IHTC values of horned Bali cattle were higher than polled Bali cattle, while BC values of horned Bali cattle were lower than polled Bali cattle. It can be concluded that, compared to horned Bali cattle, polled Bali cattle showed higher increases in rectal temperature, skin surface temperature, and respiratory rate due to the absence of horns. The higher hematological profile supports higher metabolic processes.

**Keywords:** Heat Stress, Heat Tolerance, Hematological, Physiological, Polled Bali Cattle



## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
Latar Belakang .....	1
Rumusan Masalah .....	2
Tujuan Penelitian.....	3
Manfaat Penelitian.....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
Karakteristik Sapi Bali Bertanduk dan Tidak Bertanduk ( <i>Polled</i> ).....	4
Termoregulasi Pada Ternak Sapi .....	6
Respon Fisiologis Ternak Sapi .....	10
Hormonal Pada Sapi Saat Cekaman Panas .....	13
Hematologis Pada Sapi.....	16
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
Materi Penelitian.....	21
Prosedur Pelaksanaan .....	21
Rancangan Penelitian .....	22
Parameter yang Diukur.....	23
Analisis Data .....	28
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
Kondisi Mikroklimat Lokasi Penelitian .....	30
Respon Fisiologis Tubuh .....	31
Indeks Toleransi Panas .....	40
Profil Hematologis .....	42

<b>PEMBAHASAN UMUM.....</b>	<b>50</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
Kesimpulan .....	53
Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Profil Hematologis Sapi Bali.....	17
Tabel 2. Kategori <i>Temperature Humidity Index</i> .....	23
Tabel 3. Deskripsi Penentuan <i>Panting Score</i> .....	26
Tabel 4. Rataan Suhu, Kelembaban dan THI pada Lokasi Penelitian.....	30
Tabel 5. Nilai Rataan Parameter Fisiologis Sapi Bali Bertanduk dan <i>Polled</i> .....	32
Tabel 6. Nilai Indeks Toleransi Panas Sapi Bali Bertanduk dan <i>Polled</i> ....	40
Tabel 7. Nilai Rataan Parameter Hematologis Sapi Bali Bertanduk dan <i>Polled</i> .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sapi Bali Jantan.....	6
Gambar 2. Variasi Suhu Tubuh Dengan Peningkatan Atau Penurunan Suhu Lingkungan.....	10
Gambar 3. Titik Pengukuran Suhu Permukaan Kulit .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Data SPSS Parameter Mikroklimat .....	66
Lampiran 2. Analisis Data SPSS Parameter Fisiologis .....	67
Lampiran 3. Analisis Data SPSS Parameter Indeks Toleransi Panas .....	70
Lampiran 4. Analisis SPSS Parameter Hematologis .....	71
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian .....	75

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sapi Bali yang merupakan salah satu sapi lokal yang dimiliki Indonesia memiliki peluang cukup besar untuk dikembangkan dalam pemenuhan kebutuhan daging yang masih kurang. Sapi Bali memiliki sifat tidak selektif dan mampu mengonsumsi pakan berkualitas rendah, memiliki tingkat adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan bahkan dapat hidup, berproduksi dengan baik di lahan kritis (Baco, 2011; Purwantara dkk., 2012; Baco dkk., 2020a) dan memiliki persentase karkas yang lebih baik dibandingkan dengan sapi lainnya (Purwantara dkk., 2012). Sapi Bali memiliki performa dan daya adaptasi fisiologi yang baik pada kondisi iklim di Indonesia (Aritonang dkk., 2017a; Aritonang dkk., 2017b).

Sapi Bali di Sulawesi Selatan dalam pengembangannya ditemukan sapi Bali yang secara alami tidak bertanduk atau dikenal dengan istilah *polled* (Zulharnaim dkk., 2017; Zulharnaim dkk., 2020a; Baco dkk., 2020b; Hasbi dkk., 2021). Sapi Bali *polled* yang pertama kali ditemukan pada tahun 1980-an di Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan, dimana sapi Bali dipelihara bersama dengan sapi Persilangan Brahman. Sapi Persilangan Brahman yang dipelihara merupakan hasil persilangan antara sapi Brahman dan *Hereford* atau *Shorthorn* (Baco dkk., 2020b).

Ternak tanpa tanduk (*polled*) biasanya lebih mudah ditangani, lebih aman untuk bekerja, dan kurang agresif satu sama lain (Glatzer dkk., 2013) sehingga sapi *polled* memiliki keuntungan tersendiri dalam proses pemeliharaan dan resiko melukai tubuhnya sendiri maupun ternak lainnya

dengan tanduk dapat diminimalisir. Menurut Parés-Casanova and Caballero (2014) menduga bahwa tanduk pada ternak memiliki pengaruh terhadap termoregulasi.

Sapi Bali *polled* yang muncul dalam pengembangan ini belum diketahui lebih jauh mengenai tentang respon fisiologisnya terhadap perubahan iklim (IPCC, 2014) yang menjadi salah satu ancaman utama bagi sektor peternakan (Nardone dkk., 2010; Ganaie dkk., 2013; Herbut dkk., 2019) termasuk peternakan sapi Bali. Peningkatan suhu lingkungan akan mengakibatkan stres dan berpengaruh terhadap mekanisme adaptasi pada ternak (Nussa dkk., 2018). Mekanisme adaptasi dapat dilihat dari indikator fisiologis seperti suhu tubuh, denyut nadi, frekuensi respirasi, maupun gambaran hematologisnya (Berian dkk., 2019). Sapi Bali telah dikenal mampu bertahan di lahan kritis dan daerah iklim tropis dibandingkan dengan jenis sapi lainnya, akan tetapi informasi tentang toleransi panas dan hematologis ternak sapi Bali *polled* ini belum ada informasi ilmiah yang membahas lebih dalam. Hal inilah yang melatarbelakangi penelitian tentang toleransi panas dan hematologis sapi Bali bertanduk dan *polled*.

### **Rumusan Masalah**

Masalah utama dalam pengembangan sapi Bali *polled* adalah belum adanya data atau informasi tentang toleransi panas dan hematologis. Hasil informasi tersebut sangat penting dalam pemeliharaan ternak sapi Bali *polled* dalam upaya peningkatan produktivitasnya. Berdasarkan hal tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

“Apakah ada perbedaan antara sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*) berdasarkan toleransi panas dan profil hematologisnya?”

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan toleransi panas dan profil hematologis sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk yang dipelihara di daerah tropis.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ilmu pendidikan: sebagai sumber informasi ilmiah bagi peneliti atau akademisi terkait toleransi panas dan hematologis sapi Bali bertanduk dan *polled*.
2. Peternak: peternak mampu memilih ternak yang dipelihara sesuai dengan kondisi iklim lingkungannya.
3. Pemerintah dan *stakeholder*: pemerintah mendapatkan informasi terkait daya adaptasi sapi Bali *polled* yang dapat dipakai sebagai acuan dalam pengembangan sapi Bali tidak bertanduk sesuai dengan kondisi iklim di Indonesia.



## TINJAUAN PUSTAKA

### **Karakteristik Sapi Bali Bertanduk dan Tidak Bertanduk (*Polled*)**

Sapi Bali (*Bos sondaicus*, *Bos javanicus*, *Bos/Bibos banteng*) adalah salah satu sumber daya genetik ternak asli Indonesia sebagaimana dijelaskan dalam Keputusan Menteri Pertanian No:325/Kpts/OT.140/1/2010. Sapi Bali memiliki ciri khas warna bulu tubuh yaitu merah bata pada betina dan pada jantan dewasa bulunya berwarna coklat kehitaman, putih pada kaki bagian bawah, bagian belakang panggul (bokong) dan bibir atas bawah. Pada bagian belakang terdapat garis belut hitam (membujur) dan juga warna hitam pada ujung ekornya (Kementan, 2010). Sapi Bali adalah salah satu sapi potong yang berkontribusi penting terhadap pengembangan industri peternakan yang ada di Indonesia.

Sapi Bali adalah satu dari empat sapi lokal yang dimiliki Indonesia (Sapi Aceh, Sapi Pesisir, Sapi Madura dan Sapi Bali). Sapi Bali mendominasi populasi sapi potong terutama di Indonesia Timur seperti pulau-pulau Nusa Tenggara Barat dan Sulawesi Selatan (Rachma dkk., 2011). Sapi Bali memiliki daya adaptasi yang baik terhadap iklim tropis di Asia Tenggara, sehingga tersebar luas di Asia Tenggara, terutama Indonesia, dan Australia (Mohamad dkk., 2011; Purwantara dkk., 2012).

Sapi Bali pada dasarnya adalah jenis ternak sapi yang bertanduk, baik pada jantan maupun betina. Akan tetapi, di Sulawesi Selatan ditemukan sapi Bali secara alami tidak bertanduk (*polled*). Baco dkk., (2020b) memaparkan bahwa varian sapi Bali *polled* pertama kali dikenal pada awal 1980-an di Kabupaten Sidendreg Rappang, Sulawesi Selatan,

di mana sapi Bali (*Bos sondaicus*) dipelihara bersama *Brahman cross* (BX). Sedangkan *Brahman cross* merupakan hasil persilangan antara sapi Brahman dengan *breed hereford* atau *shorthorn* (*Bos Taurus*) yang digunakan sebagai ternak komersil di wilayah tersebut, yang dikenal sebagai PT. Bila United Livestock. Dalam kurun waktu 1985-1986, Universitas Hasanuddin mendirikan sebuah *mini ranch* di Pattalassang, Gowa, di mana studi pendahuluan tentang sapi Bali *polled* dimulai. Pengembangan populasi secara intensif baru dilaksanakan pada tahun 2004 di Laboratorium Ternak Potong Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Pengembangbiakan sapi Bali *polled* secara khusus dilaksanakan pada sapi pejantan dengan tujuan untuk memperbanyak jumlah populasinya.

Menurut Randhawa dkk. (2020), fenotipe kepala pada sapi disebut sebagai bertanduk (*horned*) ketika tonjolan runcing permanen dilapisi keratin berlabuh ke tengkorak, *scurred* ketika tanduk yang belum sempurna melekat secara longgar pada kulit daripada tengkorak, atau *polled* ketika tidak ada tanduk dan *scurs* sama sekali. Medugorac dkk. (2012) juga menjelaskan bahwa *scurs* dianggap fenotipe perantara antara *polled* dan bertanduk karena inti tanduk bukan berasal dari tengkorak melainkan dari pengerasan terpisah pada jaringan di atas peristoneum. Ternak sapi yang tidak bertanduk (*polled*) diturunkan melalui pola autosom dominan (Medugorac dkk., 2012; Glatzer dkk., 2013; Gehrke dkk., 2020) dimana PP (*polled*), pp (*horned*), dengan ternak heterozigot (Pp) biasanya *polled* tetapi

umumnya adalah *scurred* (Wiedemar dkk., 2014; Grobler dkk., 2018; Randhawa dkk., 2020; Aldersey dkk., 2020).

Sapi Bali bertanduk dan *polled* pada dasarnya tidak ada perbedaan dari segi morfologi dan dimensi tubuh (Zulkharnaim dkk., 2017; Zulkharnaim dkk., 2020a), perilaku kawin (Zulkharnaim dkk., 2020a) serta memiliki tingkat kemiripan karakteristik kualitatif yang tinggi (Zulkharnaim dkk., 2020b). Walaupun demikian, kemampuan adaptasi oleh ternak Sapi Bali *polled* yang diturunkan dari sapi Bali bertanduk belum ada artikel ilmiah yang membahas lebih lanjut. Gambar sapi Bali *polled* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sapi Bali Jantan  
(a) Bertanduk dan (b) *Polled*

### **Termoregulasi Pada Ternak Sapi**

Pada lingkungan panas, mekanisme termoregulasi akan aktif untuk mengeluarkan panas agar suhu tubuh tetap normal. Termoregulasi adalah proses merespon kondisi lingkungan tertentu, seperti panas atau dingin, dan dapat memerlukan pengeluaran energi yang cukup besar untuk mempertahankan homeostasis suhu (Mota-Rojas dkk., 2021). Pada mamalia termasuk ternak sapi, termoregulasi memegang peranan yang penting dalam mempertahankan homeostasis (Terrien dkk., 2011).

Homeostasis adalah kecenderungan makhluk hidup untuk tetap mempertahankan kestabilan tubuh di saat lingkungan di sekelilingnya mengalami perubahan. Mekanisme ini melibatkan kerja sistem respirasi, sirkulasi, ekskresi, endokrin, syaraf (Terrien dkk., 2011; Seixas dkk., 2017; Mota-Rojas dkk., 2021), fisiologis, perilaku dan metabolisme untuk mencapai kehilangan panas yang diperlukan untuk mempertahankan homeostasis seluler yang tepat untuk meminimalisir konsekuensi dari stres panas (Mota-Rojas dkk., 2021). Renaudeau dkk. (2012) mendefinisikan bahwa termoregulasi adalah keseimbangan antara mekanisme produksi panas dan kehilangan panas yang terjadi untuk mempertahankan suhu tubuh relatif konstan.

Tubuh hewan memiliki beberapa mekanisme yang berbeda untuk menjaga suhu tubuh tetap stabil dan optimal. Salah satu mekanisme tersebut adalah termoreseptor, yaitu sel-sel saraf khusus yang terletak di kulit, otak, dan organ dalam yang dapat mendeteksi perubahan suhu di sekitar tubuh. Selain itu, terdapat juga termostat otak yang terletak di hipotalamus, yang berfungsi memantau suhu tubuh dan mengirimkan sinyal ke sistem saraf dan organ tubuh lainnya untuk mengatur suhu tubuh. Mekanisme lainnya adalah vasokonstriksi dan vasodilatasi, yaitu penyempitan atau pelebaran pembuluh darah di kulit, tergantung pada suhu lingkungan dan suhu tubuh. Ketika suhu tubuh naik, kelenjar keringat akan mengeluarkan cairan yang menguap dari permukaan kulit untuk membantu mengurangi suhu tubuh. Sementara itu, ketika suhu tubuh turun, otot-otot akan gemetar untuk menghasilkan panas dan meningkatkan suhu tubuh.

Terakhir, produksi panas adalah mekanisme termoregulasi yang terjadi ketika metabolisme tubuh menghasilkan panas sebagai hasil samping dari proses pencernaan, respirasi, dan kontraksi otot. Kombinasi dari semua mekanisme tersebut memungkinkan tubuh untuk mempertahankan suhu tubuh yang stabil dan optimal (Habeeb dkk., 2018).

Ternak memiliki zona termonetral (*thermoneutral zone/TNZ*) masing-masing di mana fungsi fisiologis berlangsung dengan baik ketika dalam TNZ. Ternak Sapi tergolong ternak yang *homeotherm*, dimana ternak sapi akan selalu berusaha mempertahankan suhu tubuh secara normal (*euthermia/normothermia*) dengan cara mengatur produksi panas dan jumlah panas yang dilepaskan ke lingkungan. Adaptasi yang dilakukan ternak sapi melalui proses homeostatis tidak akan berjalan efektif bila kondisi lingkungan melampaui batas yang dapat ditoleransi oleh ternak sapi atau berada di luar TNZ (stres dingin atau panas). Pada kondisi ini ternak sapi akan mengalami cekaman (stres). Suhu di mana ini terjadi disebut sebagai suhu kritis atas dan bawah. Suhu kritis atas selalu di bawah suhu tubuh karena persyaratan gradien termal untuk menghilangkan panas melalui rute sensibel kehilangan panas (konduksi, konveksi, dan radiasi) (Collier dkk., 2019).

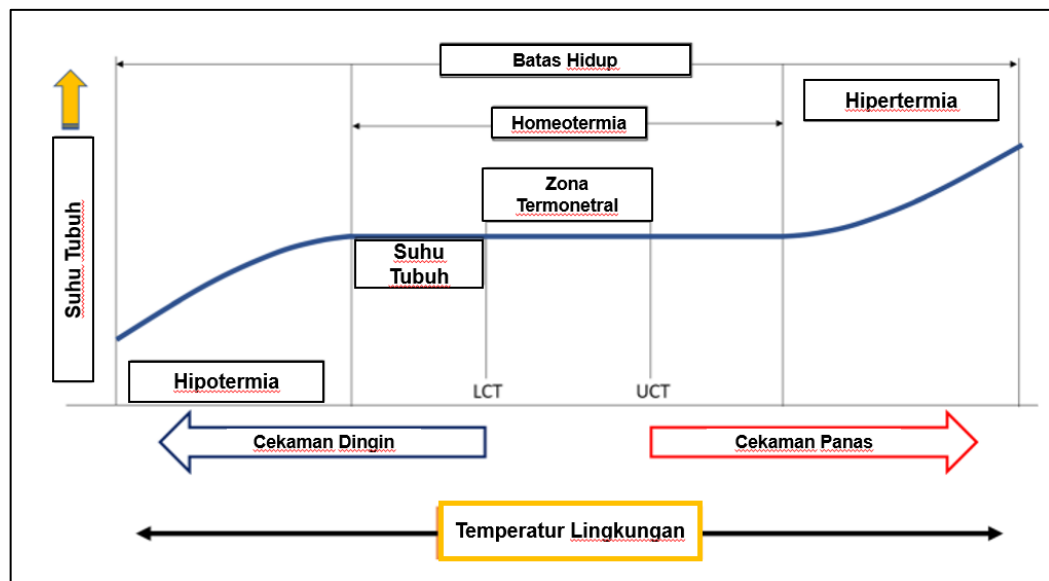
Suhu dan kelembaban lingkungan, serta radiasi matahari yang tinggi akan menjadi kendala dalam pengembangan dan peningkatan produktivitas ternak di Indonesia, khususnya di wilayah dataran rendah karena menyebabkan cekaman panas (*heat stress*) pada ternak. Cekaman panas

pada ternak dapat menurunkan produksi dan kualitas susu, produksi daging, efisiensi reproduksi dan kesehatan hewan (Angel dkk., 2018).

Cekaman panas yang terjadi menunjukkan bahwa toleransi atau adaptasi ternak terhadap iklim sekitarnya rendah. Cekaman panas terjadi ketika suhu tubuh ternak meningkat dan ternak tidak dapat membuang panas tubuh secara memadai untuk mempertahankan keseimbangan termal yang disebabkan oleh suhu lingkungan yang tinggi di atas TNZ bersama dengan kelembaban tinggi dan pergerakan udara yang lambat (Rashamol dkk., 2018; Wang dkk., 2020). Collier dkk. (2019) menjelaskan bahwa ternak membutuhkan peningkatan metabolisme basal untuk mengatasi stres.

Ternak berada dalam kisaran kenyamanan termal, dan laju metabolisme minimal terbatas antara suhu kritis bawah (*lower critical temperature/LCT*) dan suhu kritis atas (*upper critical temperature/UCT*) di TNZ (Godyń dkk. 2019). Dalam kondisi ini, ternak tidak mengaktifkan mekanisme fisiologis untuk membuang panas ke lingkungan atau menghasilkan panas endogen, sehingga mempertahankan suhu tubuh yang seimbang dengan lingkungan dan mengalokasikan semua energi yang tersedia untuk memaksimalkan kinerja (produksi, reproduksi, dan lain-lain) (dos Santos dkk., 2021). Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengganggu keseimbangan biologis dan dapat berakibat fatal. Ternak sangat sensitif terhadap UCT dan setiap peningkatan 1 °C suhu di atas UCT akan menurunkan produksi ternak (Rashamol dkk., 2018). Bagan homeotermi, yang dibagi lagi menjadi tiga zona termal: zona

termoneutral, homeotermi, dan zona bertahan hidup, diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Variasi Suhu Tubuh Dengan Peningkatan atau Penurunan Suhu Lingkungan

Sumber: dos Santos dkk., 2021

### Respon Fisiologis Ternak Sapi

Toleransi panas adalah ketahanan ternak terhadap panas di lingkungan sekitarnya. Tubuh ternak akan melakukan respon terhadap cekaman dimulai dengan merasakan/penginderaan dan pengisyaratan tentang adanya cekaman. Peristiwa ini diikuti dengan aktivasi mekanisme neuro-fisiologis untuk menahan dan mencegah gangguan selanjutnya. Respon-respon ternak tersebut dapat berupa respon perilaku, sistem saraf otonom, neuro-endokrin, dan/atau imunologis (Rahardja dan Lestari, 2019). Beberapa indikator fisiologis ternak terhadap cekaman panas adalah laju respirasi, suhu rektal, denyut nadi, suhu kulit, laju keringat, dan hemato-kimia darah (Indu and Pareek, 2015; Berian dkk., 2019).

Suhu tubuh hewan adalah hasil resultan dari penambahan dan pertukaran panas. Pada siang hari, ternak akan mempertahankan suhu

tubuhnya pada kisaran  $\pm 0,5$  °C (Henry dkk., 2012). Peningkatan 1 °C suhu tubuh mampu mengurangi produktivitas dari suatu ternak (Ganaie dkk., 2013). Suhu tubuh sekitar 45-47 °C pada ternak ruminansia menjadi suhu letal pada hampir setiap spesies (Sarangi, 2018). Suhu rektal sering digunakan untuk merepresentasikan suhu tubuh (Rashamol dkk., 2018).

Suhu rektal pada sapi potong menurut Reece (2015) berkisar pada suhu 36,7-39,1 °C (rata-rata 38,3 °C). Penelitian pada sapi Bali yang dilakukan oleh Aritonang dkk. (2017a) di Kabupaten Buleleng – Bali (suhu lingkungan 28,6 °C, kelembaban 82,6 %) dan Kabupaten Barru – Sulawesi Selatan (suhu lingkungan 29,4 °C, kelembaban 75,4 %) melaporkan bahwa suhu rektal sapi Bali masing-masing 37,8-38,4°C dan 37,6-38,6 °C. Penelitian lain dari Aritonang dkk. (2017b), suhu rektal pada saat pagi hari dan sore hari sapi Bali yang dipelihara di Kabupaten Barru dengan nilai THI 70-82 masing-masing berkisar 37,1-38,1 °C dan 38,2-38,6 °C. Prahesti dkk. (2021) melaporkan dalam penelitiannya dengan perlakuan tanpa melakukan aktivitas, dilakukan *exercise*, dan istirahat selama 1 jam setelah *exercise* masing-masing 37,26-38,06 °C, 39,16-40,06 °C, dan 38,50-39,50 °C. Mariana dkk. (2019) juga melaporkan suhu rektal sapi *Friesian Holstein* berkisar 37,5-38,3 °C pada daerah dengan THI 74,1-82,2.

Respirasi adalah pemasukan oksigen (O<sub>2</sub>) dan eliminasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam kondisi termo-netral yang menyebabkan penguapan dan pelepasan uap air dari saluran pernapasan untuk menjaga keseimbangan termal (Rashamol dkk., 2018). Laju pernapasan adalah mekanisme termoregulasi pertama yang dipakai oleh ternak untuk



mempertahankan suhu tubuhnya (Seixas dkk., 2017). Oleh karena itu, mekanisme ini sangat penting dalam mencegah hipotermia yang sebaliknya terjadi dalam kondisi stres panas (da Silva dkk., 2017).

Frekuensi pernapasan mengacu pada jumlah siklus pernapasan setiap menit (Reece, 2015). Frekuensi respirasi adalah indikator status kesehatan yang sangat baik, bertindak sebagai sinyal peringatan dini kondisi cekaman panas pada ternak, tetapi harus ditafsirkan dengan benar karena dapat bervariasi. Lebih lanjut, peningkatan frekuensi respirasi yang nyata dari tingkat normal menunjukkan hewan berusaha mempertahankan homeostasis dengan menghilangkan beban panas dari tubuh mereka (Nienaber and Hahn 2007). Peningkatan frekuensi respirasi hewan selama kondisi cekaman panas merupakan upaya untuk meningkatkan mekanisme pendinginan evaporatif pernapasan dengan membuang panas tubuh. Hewan membawa mekanisme pendinginan evaporatif pernapasan melalui proses peningkatan laju respirasi berlipat ganda (Indu and Pareek, 2015).

Studi mengenai frekuensi respirasi sapi Bali oleh Aritonang dkk., (2017a) berkisar 17,5-19,9 napas/menit di Kabupaten Bogor dan 19,6-28,3 napas/menit di Kabupaten Sumbawa Barat. Penelitian lain oleh Prahesti dkk. (2021) pada sapi Bali dengan perlakuan tanpa melakukan aktivitas, dilakukan *exercise*, dan istirahat selama 1 jam setelah *exercise* masing-masing 19,0-22,0 napas/menit, 24,0-28,0 napas/menit, dan 20,7-22,0 napas/menit. Mariana dkk., (2019) juga melaporkan untuk sapi perah *Friesian Holstein* berkisar 35,5-48,6 napas/menit.

Denyut jantung mencerminkan homeostasis terutama sirkulasi bersama dengan status metabolisme umum. Sistem pernapasan kardio dipengaruhi oleh musim, waktu hari, suhu lingkungan, kelembaban dan exercise (Marai dkk., 2007). Denyut jantung diukur dengan meraba arteri femoralis hewan. Selanjutnya, paparan hewan terhadap suhu lingkungan yang tinggi umumnya meningkatkan denyut jantung. Selain itu, denyut jantung dipengaruhi oleh cekaman panas dan oleh karena itu parameter fisiologis ini dapat bertindak sebagai indikator yang dapat diandalkan untuk ternak dalam kondisi lingkungan yang keras (Das dkk., 2011). Lebih lanjut, paparan hewan terhadap stres panas menginduksi perubahan ritme sirkadian di jantung hewan (Rashamol dkk., 2018). Penelitian Prahesti dkk., (2021) pada sapi Bali dengan perlakuan tanpa melakukan aktivitas, dilakukan *exercise*, dan istirahat selama 1 jam setelah *exercise* masing-masing 65,5-75 denyut/menit, 90,66-112,66 denyut/menit, dan 63,52-73,78 denyut/menit. Mariana dkk. (2019) melaporkan dalam penelitian denyut nadi pada sapi *Frisien Holstein* berkisar 69,2-77,7 denyut/menit yang dipelihara pada ketinggian tempat yang berbeda.

### **Hormonal Pada Sapi Saat Cekaman Panas**

Cekaman panas dapat menyebabkan mekanisme hormonal pada ternak sapi, terutama yang berkaitan dengan regulasi tubuh dan metabolisme. Perubahan endokrinologis memainkan peran penting dalam respons metabolik terhadap stres panas melalui sekresi hormon saraf dan kelenjar, khususnya glukokortikoid, hormon antidiuretik, hormon pertumbuhan, tiroksin, prolaktin, dan aldosterone (Idris et al.2021).

Cekaman panas dapat menyebabkan mekanisme hormonal pada ternak sapi, terutama yang berkaitan dengan regulasi tubuh dan metabolisme. Metabolisme berkurang selama stres panas dan dikendalikan oleh hormon. Beberapa hormon pada sapi yang dapat dipengaruhi saat terjadi cekaman panas diantaranya adalah hormon kortisol dan hormon tiroid.

#### 1. Hormon kortisol

Cekaman panas dapat memicu pelepasan hormon kortisol pada hewan, termasuk pada ternak sapi. Hormon kortisol merupakan hormon stres yang dihasilkan oleh kelenjar adrenal di atas ginjal. (Dikmen dkk., 2014; Ribeiro dkk., 2018). Cekaman panas pada sapi dapat menyebabkan peningkatan suhu tubuh dan lingkungan yang tinggi, yang pada gilirannya dapat memicu stres pada sapi.

Ketika sapi mengalami stres, kelenjar adrenal akan melepaskan hormon kortisol ke dalam aliran darah (Ghassemi dkk. 2017; Kadzere dkk. 2002). Hormon kortisol ini bertindak untuk mengatur respons tubuh terhadap stres, seperti meningkatkan kadar gula dalam darah dan mengurangi aktivitas sistem pencernaan.

Pada sapi yang terus-menerus mengalami cekaman panas, pelepasan hormon kortisol dapat terus-menerus meningkat dan mengakibatkan gangguan hormonal pada sapi (Collier dkk., 2008). Peningkatan kadar kortisol dalam jangka panjang dapat menekan sistem kekebalan tubuh dan mengganggu keseimbangan hormon tubuh (Dikmen dkk., 2014; Bernabucci., dkk 2010). Selain itu, peningkatan hormon kortisol

pada sapi juga dapat mengurangi kualitas daging dan susu (Kadzere dkk. 2002).

## 2. Hormon Tiroid

Hormon tiroid (triiodotironin (T<sub>3</sub>) dan tetraiodotirofina/tiroksin (T<sub>4</sub>) diproduksi oleh kelenjar tiroid. Pengaruh utama dari hormon-hormon tersebut adalah meningkatkan aktivitas metabolisme sebagian besar jaringan, meningkatkan laju proses vital seperti konsumsi oksigen dan produksi panas dalam sel tubuh. Efek keseluruhannya adalah peningkatan laju metabolisme basal, membuat lebih banyak glukosa tersedia untuk sel, dengan stimulasi sintesis protein dan peningkatan metabolisme lipid, menstimulasi fungsi jantung dan saraf (Todini dkk., 2007).

Aktivitas kelenjar tiroid berkurang ketika hewan terpapar pada kondisi panas dan meningkat ketika terpapar pada kondisi dingin. Hewan yang beradaptasi dengan baik merespons dengan cepat terhadap perubahan lingkungan dan dengan demikian dapat melakukan penyesuaian fisiologis yang diperlukan (Starling dkk., 2005). Kelenjar tiroid dan kelenjar adrenal memainkan peran penting dalam adaptasi hewan dengan mengendalikan produksi panas dalam organisme. Mader dkk. (2013) melaporkan bahwa sapi yang mengalami cekaman panas dalam jangka waktu yang lama dapat mengalami penurunan produksi hormon tiroksin dalam tubuh. Pada hewan yang terpapar suhu tinggi, penurunan sekresi tiroksin terjadi karena menurunnya kebutuhan termogenesis, sebagai langkah penting untuk stres panas (Coelho dkk., 2008). Pengurangan stres panas disebabkan oleh efek panas pada aksis

*hypothalamic-pituitary-adrenal* (HPA), sehingga mengurangi pelepasan hormon tiroid, menyebabkan hewan mengurangi metabolisme basal.

### **Hematologis Pada Sapi**

Darah merupakan salah satu parameter dari status kesehatan hewan karena darah merupakan komponen yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengaturan fisiologis tubuh berjalan dengan baik, sehingga produktivitas ternak dapat optimal. Darah adalah cairan tubuh yang tersusun atas sel-sel cairan interseluler yang disebut plasma. Darah mempunyai unsur seluler terdiri atas eritrosit (sel-sel darah merah), leukosit (sel-sel darah putih) dan trombosit (keping darah) (Dewi dkk., 2018). Fungsi penting darah dalam pengaturan keseimbangan lingkungan internal dan transportasi yaitu membawa nutrisi dari saluran pencernaan menuju jaringan tubuh, membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh, membawa karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru untuk dibuang, membawa produk buangan dari berbagai jaringan menuju ginjal untuk diekskresikan, berperan penting dalam pengendalian suhu dengan cara mengangkut panas dari bagian dalam tubuh menuju permukaan tubuh, berperan dalam sistem buffer, serta sebagai pembeku darah yang mencegah terjadinya kehilangan darah yang berlebihan pada waktu luka (Frandsen dkk., 2009).

Gambaran profil darah (hematologis) merupakan salah satu parameter fisiologis yang dapat digunakan untuk mengetahui status kesehatan, produksi, dan kesejahteraan hewan ternak (Bezerra dkk., 2017; Brunel dkk., 2018). Perubahan profil darah dapat memberikan informasi

adanya gangguan metabolisme, penyakit, kerusakan struktur maupun fungsi organ, pengaruh agen/obat, dan stres (Ihedioha dkk., 2012). Menurut Ribeiro dkk. (2018), profil darah sensitif terhadap perubahan suhu dan menjadi indikator respon fisiologis terhadap stresor.

Setiap ternak memiliki nilai normal parameter fisiologis yang berbeda satu sama lainnya. Nilai profil hematologis pada ternak sapi Bali disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Hematologis Sapi Bali

<b>Profil Darah</b>	<b>Rataan Nilai</b>
Jumlah eritrosit ( $10^6/\text{mm}^3$ )	5,21 (5,14-5,28)
Hemoglobin (g/dl)	8,74 (8,61-8,87)
Hematokrit (%)	29,15 (29,02-29,28)
MCV (fl)	56,51 (56,47-56,55)
MCH (pg)	16,70 (16,68-16,72)
MCHC (g/dl)	29,88 (29,86-29,90)

Sumber: Siswanto, 2011

### *Eritrosit*

Sel darah merah atau dikenal juga dengan istilah eritrosit memiliki diameter berkisar antara 5-7  $\mu\text{m}$ . Eritrosit berbentuk cakram bikonkaf dengan margin melingkar tebal dan pusat tipis. Bentuk bikonkaf memberikan area permukaan yang relatif besar untuk pertukaran gas melintasi membran sel. Eritrosit tidak memiliki inti sel dan sedikit organel. Jumlah eritrosit total dinyatakan sebagai jumlah sel per mikroliter darah keseluruhan darah, dan sebagian besar hewan domestik memiliki sekitar 7 juta per mikroliternya (Frandsen dkk., 2009). Jumlah eritrosit sapi Bali berkisar 5,14-5,28 juta per mikroliternya (Siswanto, 2011) dengan masa hidup 125-160 hari (Reece, 2015).

Eritrosit berisi hemoglobin yang berfungsi membawa oksigen (Sonjaya, 2012). Fungsi utama eritrosit adalah mengangkut oksigen dari

paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Selain mengandung hemoglobin, eritrosit juga mempunyai fungsi lain yaitu mengandung banyak karbon anhidrase yang mengatalis reaksi antara karbondioksida dan air, sehingga meningkatkan reaksi bolak-balik ini beberapa ribu kali lipat. Cepatnya reaksi ini membuat air dalam darah dapat bereaksi dengan banyak sekali karbondioksida dan dengan demikian mengangkutnya dari jaringan menuju paru-paru dalam bentuk ion bikarbonat (Guyton dan Hall, 2006).

#### *Kadar Hemoglobin*

Hemoglobin (Hb) adalah konstituen intraseluler utama eritrosit. Hemoglobin adalah molekul kompleks yang mengandung empat rantai asam amino (bagian globin) yang disatukan oleh interaksi nonkovalen. Setiap rantai asam amino mengandung gugus heme (pigmen porfirin merah), yang di dalamnya mengandung ion besi yang berfungsi untuk mengangkut oksigen dan warna sel darah merah (Sonjaya, 2012; Reece, 2015). Konsentrasi hemoglobin diukur dalam gram per 100 mL darah, dan nilai khas untuk konsentrasi hemoglobin normal berkisar 11-13 g/100 mL pada mamalia domestik (Reece, 2015). Siswanto (2011) melaporkan kadar hemoglobin sapi Bali sekitar 8,61-8,87 g/d.

#### *Hematokrit*

Nilai hematokrit atau dikenal juga dengan istilah *packed cell volume* (PCV) adalah suatu istilah yang artinya persentase (berdasarkan volume) dari darah yang terutama terdiri atas sel darah merah (Frandsen *dkk.*, 2009). Nilai hematokrit adalah volume semua eritrosit dalam 100 ml darah dan disebut dengan persentase dari volume darah itu. Penentuan hematokrit

rutin membutuhkan tabung gelas yang diberi perlakuan untuk menghambat pembekuan darah (tabung hematokrit). Ketika kolom darah disentrifugasi, komponen dipisahkan menurut berat jenis relatifnya. Komponen seluler (eritrosit, leukosit, dan trombosit) menempati bagian bawah dan, secara bersama-sama dinamakan hematokrit. Plasma menempati bagian atas dan merupakan komponen cair darah, di mana sel-sel dan koloid tersuspensi dan zat-zat yang diangkut lainnya dilarutkan (Reece, 2015).

Peningkatan atau penurunan hematokrit di dalam darah mempengaruhi viskositas darah. Nilai hematokrit juga dipengaruhi oleh temperatur lingkungan yang dapat bertambah jika keadaan *hipoksia* atau *polisitemia* (jumlah sel-sel merah dalam tubuh meningkat) sehingga jumlah eritrosit lebih banyak dibandingkan dengan jumlah normal (Guyton dan Hall, 2006). Nilai hematokrit biasanya berkisar antara 35-45% untuk kebanyakan spesies mamalia dan umumnya dianggap sebagai indikator jumlah eritrosit total (Reece, 2015) dan pada sapi Bali 29,02-29,28% (Siswanto, 2011).

#### *Indeks Eritrosit*

Indeks eritrosit adalah penentuan yang dihitung setelah eritrosit (sel darah merah), konsentrasi hematokrit dan kadar hemoglobin telah diketahui. Ada tiga indeks, dan masing-masing berhubungan dengan nilai untuk satu eritrosit. Indeks eritrosit meliputi *Mean Corpuscular Volume (MCV)*, *Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)* dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)*.

Oleh karena itu, satuannya kecil dan ditunjukkan untuk masing-masing sebagai berikut (Reece, 2015):



- MCV dalam femtoliter (fl); femto adalah satu-kuadriliun ( $10^{-15}$ ).
- MCH dalam pikogram (pg); pico adalah satu-triliun ( $10^{-12}$ ).
- MCHC dalam g/dl (desiliter) atau g%.

Menurut Reece (2015) nilai MCV, MCH dan MCHC dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{MCV (fl)} = \frac{\text{hematokrit}}{\Sigma \text{eritrosit}} \times 10$$

$$\text{MCH (pg)} = \frac{\text{hemoglobin}}{\Sigma \text{eritrosit}} \times 10$$

$$\text{MCHC (\%)} = \frac{\text{hemoglobin}}{\text{hematokrit}} \times 100$$

Penghitungan indeks/nilai rata-rata eritrosit dapat digunakan untuk menentukan tingkat kesehatan hewan salah satunya untuk mengetahui terjadinya penyakit anemia yang nantinya dapat dihubungkan dengan penyebab anemia tersebut (Fitrohdin dkk., 2014). Kondisi anemia ditandai dengan hematokrit yang rendah dengan jumlah eritrosit dan hemoglobin yang rendah. Sedangkan hematokrit yang tinggi dengan jumlah eritrosit dan hemoglobin yang rendah, menunjukkan anemia disertai ukuran atau volume eritrosit yang membesar dan konsentrasi hemoglobin yang rendah (Guyton dan Hall, 2006).