

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peternakan adalah salah satu bagian dari sektor pertanian, yang berperan penting menunjang kebutuhan pangan dan pembangunan sumber daya manusia yang lebih berkualitas. Peran sektor peternakan akan berdampak positif terhadap perekonomian suatu wilayah (Sukmayadi *et al.*, 2016). Salah satu sektor pertanian yang memiliki potensi besar untuk dapat dikembangkan adalah peternakan sapi karena mempunyai manfaat yang sangat penting untuk pembangunan nasional dalam bentuk daging sebagai salah satu produk peternakan. Sapi merupakan salah satu hewan ternak yang dapat memenuhi permintaan kebutuhan konsumsi daging masyarakat. Sapi menjadi salah satu komoditas peliharaan yang banyak dipelihara saat ini, dikarenakan sapi dapat dipelihara secara sederhana dan mudah serta disukai oleh banyak kalangan dan tubuhnya yang cukup besar dibandingkan dengan hewan ternak lainnya (Syarifuddin and Hartono, 2019).

Pemeliharaan ternak biasanya dilakukan dengan cara penggembalaan dipadang rumput atau perkebunan. Namun, di beberapa daerah perkotaan dimana tidak adanya lahan yang memadai, maka Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menjadi alternatif pilihan peternak. Salah satu TPA di Makassar yang dimanfaatkan sebagai tempat penggembalaan sapi adalah TPA Tamangapa dengan jumlah populasi terbesar di Kota Makassar (Muthiadin *et al.*, 2018). TPA sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tempat beternak, karena limbahnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak. Pemikiran masyarakat muncul untuk memelihara sapi di TPA karena sampah organik yang dibuang masih memiliki nilai gizi yang cukup tinggi untuk dijadikan pakan ternak. pada kenyataannya, sapi yang digembalakan di TPA tidak mendapat asupan pakan dari hijauan melainkan dari limbah organik rumah tangga atau industri (Rahmawati, 2018). Hal ini akan memberikan dampak buruk bagi kesehatan tubuh ternak sapi yang dipelihara di TPA baik pedet maupun sapi dewasa. Selain berdampak buruk bagi ternak, tentu secara tidak langsung juga akan berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat ketika mengkonsumsi daging sapi yang dipelihara di TPA (Wahyono, 2010).

Darah mempunyai banyak fungsi antara lain sebagai alat transportasi zat-zat makanan dan nutrisi keseluruhan tubuh namun di satu sisi darah juga rentan sebagai media penyebaran penyakit. Kondisi fisiologis ternak salah satunya proses pembentukan darah (*hematopoiesis*) memerlukan zat seperti besi, mangan, kobalt, vitamin, asam amino. Pemeriksaan profil darah sangat penting karena darah mempunyai fungsi yang sangat vital bagi seluruh makhluk hidup, selain itu juga membantu untuk memantau kejadian suatu penyakit. Profil hematologi merupakan salah satu indikator yang paling sensitif yang mencerminkan fisiologi, kesehatan, dan kondisi metabolisme ternak, karena memiliki nilai referensi penting pada kinerja produksi dan daya adaptasi ternak. Profil hematologi berguna untuk menilai kondisi kesehatan dan sebagai acuan nilai awal (baseline) atau kontrol dalam suatu penelitian (Swari dan Suwiti, 2022) Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis memandang perlu dilakukan penelitian tentang "Analisis Profil hematologi dan

gambaran morfologi darah sapi brahma (*Bos indicus*) yang dipelihara di tempat pembuangan akhir (TPA) Tamangapa Makassar”.

1.2 Teori

1.2.1 Sapi brahman (*Bos indicus*)

Sapi merupakan salah satu hewan ternak yang dapat memenuhi permintaan kebutuhan konsumsi daging masyarakat. Hal ini dikarenakan sapi dapat dipelihara secara sederhana dan mudah serta disukai oleh banyak kalangan dan tubuhnya yang cukup besar dibandingkan dengan hewan ternak lainnya (Syarifuddin and Hartono, 2019). Sapi Brahman merupakan salah satu ras sapi potong yang berasal dari India dan termasuk dalam kelompok *Bos indicus* atau sapi *Zebu*. Sapi ini mulai dikembangkan secara luas di Amerika Serikat sejak awal abad ke-20 dan telah menyebar ke berbagai negara, termasuk Indonesia. Sapi Brahman memiliki daya adaptasi yang sangat baik terhadap kondisi lingkungan tropis, termasuk suhu tinggi, kelembaban yang tinggi, serta pakan dengan kualitas rendah. Sapi Brahman (*zebu America*) dibudidayakan di Amerika, dan dapat mentoleransi tantangan parasit dan stres panas. Selain itu, toleransi terhadap pemberian pakan kasar, kemampuan beradaptasi dengan kondisi lingkungan, kemampuan mencari makan, kinerja produksi yang baik dalam kondisi tandus dan kering, dan kemampuan bereproduksi dalam suhu yang sangat tinggi adalah sifat-sifat sapi Brahman (Hermawansyah *et al.*, 2023).

Secara morfologi, sapi Brahman memiliki ciri khas berupa punuk yang besar di atas bahu, gelambir panjang yang menjulur dari leher hingga dada, serta telinga panjang yang menggantung. Warna tubuh sapi Brahman bervariasi, mulai dari abu-abu muda hingga merah kecoklatan, dengan warna yang lebih gelap di sekitar bahu dan kepala. Bobot tubuh sapi Brahman jantan dapat mencapai 800–1.000 kg, sedangkan betina berkisar antara 450–650 kg ((Hermawansyah *et al.*, 2023). Keunggulan utama sapi Brahman dibandingkan dengan ras sapi lainnya adalah daya tahannya terhadap berbagai kondisi lingkungan yang ekstrem. Sapi ini memiliki toleransi tinggi terhadap panas karena kelenjar keringatnya yang lebih banyak dan efisien dalam mendinginkan tubuh. Selain itu, kulit sapi Brahman lebih tebal dan mengandung pigmen gelap, yang berfungsi sebagai perlindungan dari sengatan matahari serta gigitan serangga dan parasit eksternal (Syarifuddin and Hartono, 2019).

Memelihara ternak sapi sangat menguntungkan, karena tidak hanya menghasilkan daging ataupun susu, tetapi juga pupuk kandang dan tenaga kerja potensial. Sapi merupakan spesies penghasil daging, sehingga persentase karkasnya cukup tinggi, dari 45% menjadi 55% dan dapat dijual pada umur 4-5 tahun. Mayoritas usaha daging sapi masih beroperasi dengan model tradisional dan skala komersial sekunder. Secara tradisional, produksi ternak sapi yang dikelola oleh petani atau peternak dan anggota keluarganya dilakukan secara sederhana dan menjadi dasar untuk meningkatkan kesejahteraan (Rianto and Purbowati, 2014).

1.2.2 Profil Hematologi

Profil hematologi adalah gambaran kondisi darah yang diperoleh dengan melakukan pemeriksaan darah. Pemeriksaan darah untuk melihat profil hematologi berperan penting dalam membantu diagnosis berbagai penyakit. Darah adalah jaringan berbentuk cair yang terdiri dari dua bagian, yaitu plasma darah dan korpuskuli. Plasma darah adalah cairan kuning bening yang mengandung protein, garam, hormon, dan nutrisi. Sedangkan korpuskuli terdiri dari tiga jenis sel darah, yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Tes hematologi lengkap dapat memberikan informasi tentang jumlah sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit dalam darah, serta ukuran, bentuk, dan struktur sel darah. Tes ini dapat membantu dalam mendiagnosis penyakit dan memantau respons terhadap pengobatan (Hargis, 2019). Nilai hematologi atau profil darah berguna untuk menilai kondisi kesehatan dan sebagai acuan nilai awal (*baseline*) atau kontrol dalam suatu penelitian. Adanya gangguan metabolisme, penyakit, kerusakan struktur atau fungsi organ, pengaruh agen/obat, dan stres dapat diketahui dari perubahan profil darah. Terjadinya perubahan pada darah dapat mengindikasikan bahwa adanya kelainan atau penyakit (Anwar, 2015).

Leukosit (WBC), eritrosit (RBC), dan trombosit (PLT) merupakan kandungan penting dalam darah. Jumlah Leukosit dan diferensialnya merupakan penanda inflamasi sistemik yang mapan. Leukosit merupakan kolektif yang mencakup neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil. Sebagai bagian dari sistem imun, WBC memberi tubuh kemampuan untuk melawan penyakit dan zat berbahaya di lingkungan eksternal, dan berpartisipasi dalam respons imun tubuh. Eritrosit merupakan komponen yang paling melimpah dalam darah, dan fungsi utamanya adalah membawa oksigen, bertindak sebagai pembawa karbon dioksida melalui pernapasan, menjaga keseimbangan asam-basa, dan lain-lain. Hb memiliki efek yang sama seperti eritrosit. Hematokrit merupakan rasio volume sel darah dalam darah. Dalam kisaran normal, semakin tinggi kadar hematokrit, semakin kuat kapasitas pengiriman oksigen darah. Retikulosit dapat mencerminkan produksi eritrosit sumsum tulang (Thrall, 2016).

Indikator darah dapat mencerminkan kondisi kesehatan ternak: beberapa penyakit seperti anemia, fungsi hati dan ginjal yang abnormal dapat didiagnosis pada tahap awal dan pengobatan yang tepat dapat diberikan pada waktunya. Darah adalah cairan merah buram yang mengalir di jantung dan pembuluh darah, dan komponen utamanya adalah plasma, sel darah, dan trombosit. Darah bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dan berbagai nutrisi ke berbagai jaringan dan organ, mengangkut limbah dan metabolit yang diproduksi oleh organ ke organ yang sesuai untuk penguraian. Pada saat yang sama, darah juga memainkan peran penting dalam pengaturan suhu tubuh, pemeliharaan keseimbangan asam-basa dalam tubuh, pengaturan aktivitas organ dan kekebalan hewan. Ini sangat diperlukan untuk fungsi normal hewan. Ketika perubahan fisiologis dan patologis terjadi pada hewan, komponen darah berubah sesuai dengan itu. Oleh karena itu, parameter darah dapat digunakan secara klinis untuk menilai kondisi penyakit dan secara efektif menerapkan berbagai perawatan (Thrall, 2016). Menurut Fitria dan

Sarto (2014) Profil hematologi digunakan untuk mengevaluasi komponen seluler darah yakni sebagai berikut.

a. Parameter Sel Darah Merah

1) Eritrosit (RBC)

RBC atau *Red Blood Cell Count* adalah parameter hematologi dengan mengukur jumlah eritrosit dalam darah. Normalnya, eritrosit berperan dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Penurunan jumlah eritrosit dapat mengindikasikan anemia, sedangkan peningkatan dapat terjadi pada polisitemia. Morfologi eritrosit yang normal bervariasi antar spesies. Eritrosit mamalia tidak memiliki inti, sedangkan pada spesies seperti *camellidae*, reptil, dan *aves*, eritrosit memiliki inti. Eritrosit berfungsi sebagai pengatur utama metabolisme dan kehidupan dengan mengantarkan oksigen ke seluruh tubuh untuk mendukung fungsi perkembangan, fisiologis, dan regeneratif. Membran eritrosit yang permeabel terdiri dari lipid, protein, dan karbohidrat (Alviameita dan Puspitasari, 2019).

Hemoglobin Merupakan protein dalam eritrosit yang berfungsi mengikat dan mengangkut oksigen. Kadar hemoglobin rendah menunjukkan anemia, sedangkan kadar tinggi dapat ditemukan pada dehidrasi atau penyakit paru kronis. Hemoglobin merupakan molekul yang terdiri dari kandungan heme (zat besi) dan rantai polipeptida globin (alfa, beta, gama, dan delta). Heme, sebagai gugus prostetik, mengandung atom besi, sementara globin merupakan protein yang terpecah menjadi asam amino. Hemoglobin ditemukan dalam sel darah merah dan berfungsi sebagai pigmen pemberi warna merah serta membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh sel tubuh (Maretdiyani, 2013).

2) Hematokrit (Hct/PCV - *Packed Cell Volume*)

Hematokrit Persentase volume darah yang terdiri dari eritrosit. Penggunaan hematokrit melibatkan evaluasi tingkat anemia dan polisitemia. Selain itu, dapat juga digunakan untuk mendeteksi ikterus, yang dapat diamati dari warna kuning atau kuning tua pada plasma yang terbentuk. Dengan memberikan informasi tentang komposisi darah, hematokrit menjadi alat diagnostik yang bermanfaat untuk pemantauan kesehatan dan penilaian kondisi hematologis. Hematokrit yang rendah menunjukkan anemia, sedangkan tinggi dapat terjadi pada dehidrasi atau polisitemia (Kiswari, 2014).

3) Indeks Eritrosit

a) *Mean Corpuscular Volume* (MCV)

Mean Corpuscular Volume (MCV) mengukur ukuran rata-rata eritrosit dan digunakan untuk mengklasifikasikan berbagai jenis anemia. Nilai MCV yang rendah, atau mikrositosis, biasanya mengindikasikan anemia defisiensi besi, di mana tubuh tidak memiliki cukup zat besi untuk memproduksi hemoglobin. Sebaliknya, nilai MCV yang tinggi, atau makrositosis, sering terlihat pada anemia yang disebabkan oleh defisiensi vitamin B12 atau asam folat, serta pada beberapa gangguan hati atau alkoholisme (Bockstahler, 2019).

b) *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH)

Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) mengukur jumlah hemoglobin rata-rata dalam setiap eritrosit. Nilai MCH yang rendah sering ditemukan pada anemia

mikrositik, seperti anemia defisiensi besi, di mana sel darah merah memiliki hemoglobin yang lebih sedikit dari biasanya. Nilai MCH yang tinggi dapat terjadi pada anemia makrositik, di mana sel darah merah lebih besar dan mengandung lebih banyak hemoglobin (Cote dan Dym, 2019).

c) *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)*

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) adalah pengukuran konsentrasi hemoglobin dalam setiap eritrosit. Nilai MCHC yang rendah sering dikaitkan dengan anemia hipokromik, di mana sel darah merah mengandung lebih sedikit hemoglobin daripada biasanya. Sebaliknya, peningkatan MCHC biasanya terkait dengan kondisi seperti sferositosis herediter, di mana sel darah merah berbentuk bulat dan memiliki konsentrasi hemoglobin yang lebih tinggi (Drobatz, 2018).

b. Parameter Sel Darah Putih (Leukosit)

1) Limfosit (*Lymph*)

Limfosit adalah jenis leukosit yang berperan penting dalam sistem kekebalan tubuh, terutama dalam melawan infeksi virus dan mengatur respons imun. Jumlah limfosit yang tinggi (limfositosis) sering kali merupakan tanda infeksi virus seperti mononukleosis atau hepatitis, serta kondisi hematologi seperti leukemia limfositik kronis. Sebaliknya, jumlah limfosit yang rendah (*limfopenia*) dapat terjadi pada pasien yang mengalami immunosupresi, baik akibat infeksi virus tertentu (seperti HIV) atau penggunaan obat-obatan immunosupresif (Hargis, 2019).

2) Granulosit

Granulosit, yang terdiri dari neutrofil, eosinofil, dan basofil, adalah jenis leukosit yang berperan dalam respons imun nonspesifik, terutama dalam melawan infeksi bakteri dan peradangan. Peningkatan jumlah granulosit (granulositosis) biasanya menunjukkan adanya infeksi bakteri akut atau proses inflamasi, sedangkan penurunan jumlah granulosit dapat mengindikasikan adanya masalah pada produksi sel darah di sumsum tulang (Hosgood, 2020).

3) Persentase Limfosit dan Persentase Granulosit

Persentase limfosit dan persentase granulosit adalah persentase relatif limfosit dan granulosit dalam darah. Perubahan dalam persentase ini dapat memberikan petunjuk tentang jenis infeksi yang sedang terjadi. Misalnya, peningkatan persentase limfosit relatif terhadap granulosit (limfositosis relatif) sering kali terlihat pada infeksi virus, sementara peningkatan persentase granulosit lebih sering terkait dengan infeksi bakteri. Persentase ini juga penting dalam menilai respons imun tubuh dan perubahan keseimbangan antara berbagai jenis leukosit. Pada hewan, persentase limfosit dan persentase granulosit digunakan dalam hematologi untuk mengevaluasi kondisi kesehatan serta respons imun terhadap berbagai patogen atau kondisi fisiologis. Persentase limfosit menunjukkan proporsi limfosit dalam darah total dan berperan penting dalam respons imun adaptif hewan terhadap infeksi virus atau penyakit kronis. Peningkatan persentase limfosit umumnya dikaitkan dengan infeksi virus atau respons imun yang berkembang dalam menghadapi antigen tertentu, sedangkan penurunan dapat menunjukkan stres fisiologis, immunosupresi, atau infeksi bakteri parah (Thrall *et al.*, 2016). Gran%, yang

mencakup neutrofil, eosinofil, dan basofil, menunjukkan proporsi granulosit dalam darah dan berfungsi dalam respons imun bawaan hewan. Granulosit, terutama neutrofil, sangat penting dalam melawan infeksi bakteri melalui fagositosis. Pada hewan, neutrofilia (peningkatan neutrofil) dapat mengindikasikan infeksi bakteri akut atau peradangan, sementara eosinofilia biasanya terjadi pada reaksi alergi atau infeksi parasit. Dalam konteks veteriner, eosinofilia sering dijumpai pada hewan yang mengalami infeksi cacing atau reaksi alergi kulit, sementara peningkatan basofil jarang terjadi tetapi dapat muncul pada kondisi alergi tertentu (Weiss dan Wardrop, 2022).

4) *Percentase Mid*

Percentase Mid mencakup persentase monosit, eosinofil, dan basofil, yang merupakan subtype dari leukosit. Monosit berperan dalam fagositosis patogen dan sisa 9 sisa sel yang mati, eosinofil berperan dalam melawan infeksi parasit dan reaksi alergi, sedangkan basofil terkait dengan respons alergi dan peradangan. Peningkatan eosinofil sering kali ditemukan pada kondisi alergi seperti asma atau infeksi parasit, sedangkan peningkatan monosit dapat menunjukkan adanya infeksi kronis atau kondisi autoimun (Michell, 2003).

c. Parameter Trombosit

1) Jumlah Trombosit (PLT - *Platelet Count*)

Jumlah Trombosit (PLT - *Platelet Count*) adalah parameter untuk mengukur jumlah trombosit dalam darah. Trombosit berperan dalam proses pembekuan darah. Jumlah yang rendah dapat menyebabkan risiko perdarahan, sedangkan jumlah tinggi dapat meningkatkan risiko trombosis (Bickett-Weddle *et al.*, 2021).

2) *Mean Platelet Volume* (MPV)

Mean Platelet Volume (MPV) Mengindikasikan ukuran rata-rata trombosit. MPV tinggi menunjukkan peningkatan produksi trombosit, sedangkan MPV rendah dapat mengindikasikan gangguan sumsum tulang (Bickett-Weddle *et al.*, 2021).

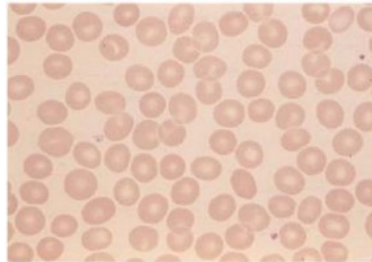
1.2.3 Morfologi Darah

Darah adalah cairan dalam tubuh yang berfungsi untuk menghantarkan hormon, membawa oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh, mengangkut karbon dioksida dan limbah metabolik dari sel, serta membantu melawan infeksi dan penyakit. Darah terdiri dari beberapa komponen, yaitu sel darah merah, sel darah putih, plasma darah, dan trombosit. Morfologi darah dapat dilihat melalui pemeriksaan mikroskopis, yang meliputi pengamatan ukuran, bentuk, dan jumlah sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit (Michell, 2003).

a. Eritrosit (sel darah merah)

Morfologi normal eritrosit terlihat melingkar (tampak atas) dan cakram bikonkaf (tampak samping). Bagian tengah eritrosit berbentuk pipih. Ada empat morfologi sel darah merah yang harus dievaluasi yaitu warna, ukuran, bentuk dan keberadaan benda inklusi. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin yang terkandung di dalam eritrosit (Nair dan Peate, 2013). Sel darah merah atau eritrosit berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh (Anwar, 2015). Eritrosit atau sel darah merah (RBC) mamalia adalah struktur seperti cakram melingkar *biconcave non-nuklear*, non-motil, yang berasal dari sumsum tulang dan

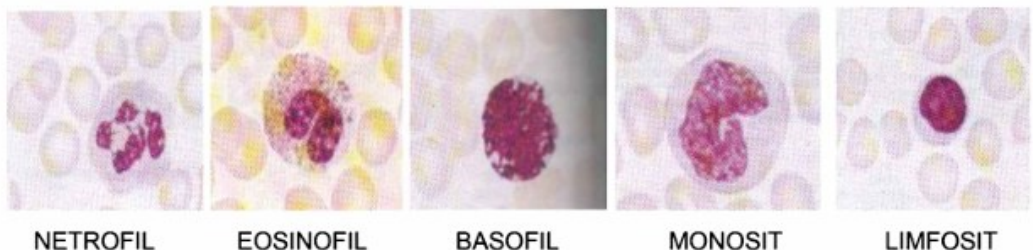
terlibat terutama dalam pengangkutan oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. Eritrosit menyumbang hampir 40% dari total volume darah dan jumlahnya bervariasi dengan spesies dan keadaan fisiologis hewan. Eritrosit memiliki kemampuan unik untuk melewati pembuluh darah mikro yang memiliki diameter lebih kecil dari eritrosit itu sendiri. Namun, kemampuan ini menurun seiring bertambahnya usia, dan eritrosit menjadi rapuh (Michell, 2003).



Gambar 1. Morfologi eritrosit normal (Anwar, 2015)

b. Leukosit

Morfologi leukosit yakni memiliki inti tetapi tidak memiliki bentuk sel yang tetap dan tidak berwarna. Leukosit dibedakan menjadi granulosit yang terdiri dari neutrofil, eosinofil, dan basofil serta agranulosit yang terdiri atas monosit dan limfosit (Nair dan Peate, 2013).



NETROFIL

EOSINOFIL

BASOFIL

MONOSIT

LIMFOSIT

Gambar 2. Morfologi leukosit normal (Nair dan Peate, 2013).

1) *Neutrophil*

Neutrofil adalah garis pertahanan pertama terhadap infeksi, merupakan persentase besar dari total jumlah leukosit. Neutrofil adalah fagosit; mereka menelan bakteri penyerang untuk menghancurkannya. Pada hewan sehat secara kinetik sel netrofii cenderung melekat pada endotel pembuluh darah membentuk *Marginal Neutrophil Pool* (MNP) sel-sel ini tidak ikut terhitung dalam penghitungan leukosit. Juga netiofil dapat bergerak secepat eritrosit dan plasma di dalam arteri dan vena membentuk *Circulating Neutrophil Pool* (CNP). Pada anjing dan sapi besarnya jumlah sel neutrofil pada MNP adalah sama dengan jumlah sel neutrofil pada CNP, sedangkan pada kucing MNP berkisar 3x lebih besar daripada CNP. Pada pemeriksaan *diferensial counting* leukosit secara rutin, jumlah neutrofil yang diperoleh adalah berkisar seperti dalam *Circulating Neutrophil Pool* (CNP). Neutrofil merupakan pertahanan efektif terhadap mikroba terutama bakteri. Fungsi neutrofil sebagai pertahanan antibakteri melalui beberapa mekanisme efektif yaitu: Kemotaksis (kemampuan neutrofil tertarik

ketempat infeksi dan peradangan) dan sebagai fagositosis (netrofil mempunyai kemampuan untuk memakan dan menghancurkan mikroba). Granula netrofil yang disebut dengan netrofil segmen atau *leukosit polimorfonuklear* (PMN), mempunyai afinitas sedikit terhadap zat warna basa atau eosin dan memberi warna biru atau merah muda pucat yang dikelilingi sitoplasma yang berwarna merah muda. Sel ini mempunyai inti padat khas yang terdiri atas dua sampai lima lobus, fungsi utama netrofil adalah fagositosis karena mempunyai granula lisosom, sel ini bertugas dalam pencernaan benda asing, demikian pula bentuk *metamielosit* dan band juga mempunyai kemampuan fagositosis. Proses fagositosis jarang terjadi di dalam aliran darah tetapi terjadi di dalam jaringan, misalkan di daerah luka, di mana sel netrofit akan tertarik ke daerah tersebut (Fails dan magee 2018).

2) Eosinofil

Eosinofil mengandung butiran sitoplasma pewarnaan merah. Biasanya, eosinofil kurang dari 10% dari total leukosit, tetapi jumlahnya dapat meningkat dengan kondisi alergi dan parasitisme. Fungsi utama mereka tampaknya adalah pengaturan respons alergi dan respons jaringan terhadap Parasit. Mereka bertindak dengan menghilangkan kompleks antibodi antigen, yang merangsang respons alergi, dan dengan menghambat beberapa mediator respons alergi, seperti histamin (Fails dan magee 2018).

3) Basofil.

Basofil mengandung butiran pewarnaan biru dan jarang terlihat dalam darah normal. Butiran basofil mengandung banyak senyawa, termasuk heparin, yang mencegah pembekuan darah, dan histamin, yang mengendurkan otot polos pembuluh darah dan menyempitkan otot polos di saluran udara. Sel-sel yang sangat mirip tetapi berbeda, sel mast, ditemukan di banyak situs di seluruh tubuh tetapi terutama lazim di jaringan ikat di bawah lapisan epitel yang terpapar ke lingkungan eksternal (misalnya, dermis, dinding saluran udara, dan dinding saluran pencernaan). Basofil dan sel mast melepaskan isi butirannya selama respons alergi, dan bahan kimia ini berkontribusi pada respons jaringan yang khas. Pelepasan butiran dimediasi sebagian oleh pengikatan antibodi spesifik dan alergen terkait (antigen) (Fails dan magee 2018).

4) Monosit.

Monosit adalah yang terbesar dari leukosit yang bersirkulasi. Mereka fagosit dan berkembang menjadi makrofag yang lebih besar ketika mereka keluar dari pembuluh darah dan memasuki jaringan. Seperti neutrofil, monosit tertarik oleh faktor kemotaktik ke area cedera jaringan dan invasi mikroba. Selain fagositosis puing-puing jaringan dan mikroba, makrofag memiliki peran utama dalam keseluruhan inisiasi dan regulasi respons inflamasi dan imun. Selama respons mereka terhadap cedera jaringan atau invasi mikroba, makrofag melepaskan banyak pembawa pesan kimia yang mengoordinasikan fungsi sel lain yang merespons cedera atau invasi. Makrofag juga berfungsi dalam pemrosesan antigen, langkah yang diperlukan dalam inisiasi respons imun (Fails dan magee 2018).

5) Limfosit.

Pada sebagian besar spesies, sit limfo adalah leukosit yang paling umum kedua yang bersirkulasi setelah neutrofil, tetapi mereka lebih umum daripada neutrofil pada ruminansia. Berdasarkan fungsinya, tiga jenis atau kelompok umum limfosit telah diidentifikasi (limfosit B, limfosit T, dan NK, atau sel pembunuh alami), tetapi jenis ini tidak dapat diidentifikasi dengan perbedaan penampilan. Pada apusan darah, limfosit bervariasi dalam ukuran, dengan nukleus yang relatif besar dikelilingi oleh sejumlah kecil sitoplasma. Limfosit berfungsi dalam respons imun spesifik dan pengawasan kekebalan (Fails dan magee 2018).

c. Trombosit

Menurut Nugraha (2015) trombosit atau kepingan darah (platelet) adalah fragmen atau potongan-potongan kecil dari sitoplasma megakariosit, jumlah pada orang dewasa antara 150.000-400.000 keping/mm³. Trombosit merupakan komponen yang sangat penting dalam respon hemostasis yang berkaitan dengan komponen hemostasis lainnya. Ukuran trombosit sangat kecil 2-4 µm berbentuk lonjong. Trombosit dapat bergerak aktif karena mengandung protein rangka sel yang dapat menunjang perpindahan trombosit secara cepat dari keadaan tenang menjadi aktif, jika terjadi kerusakan pembuluh darah. Trombosit memiliki fungsi dalam membentuk sumbatan terhadap cedera vaskuler dengan cara melakukan perlekatan terhadap dinding pembuluh darah yang rusak (adhesi), melakukan perlekatan trombosit dengan trombosit (agregasi) sehingga terjadi pengumpulan trombosit dan reaksi pelepasan (sekresi).

Menurut Weiss dan Wardrop (2022), ada empat morfologi sel darah merah yang harus dievaluasi secara morfologi yaitu warna, ukuran, bentuk dan keberadaan benda inklusi.

a. Abnormalitas ukuran (*anisositosis*)

Makrositosis dan mikrositosis merupakan kondisi abnormal pada eritrosit yang dapat menjadi indikator adanya gangguan hematologi. Makrositosis adalah keadaan di mana eritrosit berukuran lebih besar dari normal dan diproduksi dalam jumlah banyak, sering kali disertai peningkatan jumlah retikulosit dalam apus darah (Harvey, 2012). Pada sapi, makrositosis dapat mengindikasikan anemia regeneratif serta penyakit hati, dan juga dapat disebabkan oleh defisiensi zat besi dan vitamin B12 (Weiss dan Wardrop, 2022).

Sementara itu, mikrositosis merupakan kondisi di mana eritrosit berukuran lebih kecil dari normal dan diproduksi dalam jumlah banyak. Pada sapi, mikrositosis disebabkan oleh defisiensi zat besi yang menghambat produksi hemoglobin dan menyebabkan anemia. Paparan timbal juga berkontribusi terhadap gangguan eritropoesis, di mana kompensasi terhadap penurunan sintesis hemoglobin menyebabkan peningkatan produksi eritrosit muda atau retikulosit. Akibatnya, terjadi anisositosis eritrosit yang berkaitan dengan deposisi zat besi yang tidak optimal serta eritropoesis abnormal di sumsum tulang. Peningkatan jumlah retikulosit dalam sirkulasi menunjukkan kondisi anemia, karena jumlah eritrosit

dewasa yang bersirkulasi tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan jaringan (Berata, 2017).

b. Abnormalitas bentuk (*poikilositosis*)

Abnormalitas bentuk eritrosit merupakan indikasi adanya gangguan hematologi yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Beberapa jenis abnormalitas bentuk eritrosit yang umum ditemukan meliputi *spherositosis*, *acanthositosis*, *echinocytes*, dan *tear drop cell*. *Spherositosis* ditandai dengan eritrosit berbentuk bulat, lebih kecil, dan lebih gelap dibandingkan eritrosit normal. Kondisi ini sering dikaitkan dengan hereditary spherositosis serta infeksi anaplasmosis pada sapi (Weiss dan Wardrop, 2022). Selain itu, *acanthositosis* merupakan eritrosit dengan bentuk tidak teratur dan memiliki spikula yang bervariasi. Keadaan ini berhubungan dengan anemia hemolitik akibat reaksi autoimun (Purwoko, 2010). Abnormalitas bentuk lainnya adalah *echinocytes* atau *burr crenation cell*, yang memiliki tonjolan merata pada permukaan eritrosit. *Echinocytes* dapat dikaitkan dengan anemia hemolitik dan dehidrasi sel eritrosit (Harvey, 2012). *Tear drop cell* juga termasuk dalam kelainan bentuk eritrosit yang dapat terjadi akibat gangguan fungsi limpa dan kelainan mieloproliferatif (Cowell, 2014). Selain itu, abnormalitas seperti anisositosis dan poikilositosis menunjukkan adanya variasi ukuran dan bentuk eritrosit yang umumnya disebabkan oleh gangguan eritropoiesis di sumsum tulang, defisiensi nutrisi seperti vitamin B12 atau *cobalt*, serta kemungkinan adanya penyakit sumsum tulang (Purwoko *et al.*, 2010). Kelainan bentuk eritrosit ini dapat menjadi indikator penting dalam diagnosis berbagai kondisi patologis yang mempengaruhi sistem hematologi.

1.2.4 Kondisi Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah

Tamangapa Makassar

TPA merupakan area di mana limbah padat dikumpulkan dan diolah. Proses pembusukan limbah di TPA menghasilkan berbagai senyawa kimia yang berpotensi toksik, seperti gas metana, amonia, dan logam berat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa hewan yang berada di sekitar TPA sering kali terpapar kontaminasi, yang dapat memengaruhi kesehatan mereka secara keseluruhan (Krisnayanti *et al.*, 2016).

TPA Tamangapa dibangun sejak tahun 1993 dan merupakan satu-satunya tempat pembuangan akhir sampah yang disediakan oleh pemerintah Kota Makassar. TPA ini berlokasi di daerah Tamangapa, Kecamatan Manggala, Kota Makassar. Kawasan tersebut memiliki tingkat kepadatan penduduk cukup tinggi dikarenakan berada kurang lebih 15 km dari pusat Kota Makassar. Luas lahan TPA Tamangapa sekitar 14,3 Ha. Pada lahan TPA inilah seluruh sampah yang berasal dari kota Makassar dikumpulkan dan diproses sesuai dengan komposisi sampah tersebut. Konsentrasi sampah organik di TPA Tamangapa lebih banyak dibandingkan sampah anorganik dengan persentase yaitu 80,71% merupakan sampah organik dan sisanya 9,23% merupakan sampah anorganik (Zubair *et al.*, 2013).

Pencemaran lingkungan merupakan masalah penting untuk diselesaikan karena menyangkut kesehatan dan keselamatan. Salah satu sumber pencemaran

lingkungan yang memberikan dampak terbesar yaitu berasal dari sampah rumah tangga. Masalah utama sampah umumnya terjadi di TPA. TPA adalah salah satu lokasi tercemar akibat penumpukan sampah berbagai jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Kota Makassar merupakan salah satu kota yang tergolong besar dikawasan timur Indonesia dengan tingkat pembuangan sampah yang tergolong tinggi. Berkaitan dengan hal itu, Pemerintah Kota Makassar telah melakukan berbagai upaya upaya penanggulangan sampah mulai dari kegiatan penyuluhan dan penyadaran masyarakat (Arba, 2017).

Selain menjadi tempat akhir pembuangan sampah di makassar, fungsi lain TPA ini adalah sebagai tempat penggembalaan ternak sapi dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Keterbatasan lahan hijau menyebabkan peternak yang berada di perkotaan memilih untuk menggembalakan sapi-sapinya di TPA Tamangapa. Keberadaan sapi ini dapat mengganggu kegiatan operasional TPA, di sisi lain juga menguntungkan bagi pengelola karena dapat mengurangi timbunan sampah. Sapi-sapi tersebut sengaja dibawa ke TPA Tamangapa oleh peternak untuk mendapatkan makanan langsung dari tumpukan sampah. Ternak yang digembalakan di TPA mendapatkan asupan pakan dari sampah yang menyebabkan efek samping kurang baik bagi kesehatan (Nezar, 2014). Banyaknya jenis material sampah memungkinkan komposisi pakan ternak sapi yang digembalakan di TPA Tamangapa juga bervariasi (Yusuf *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dipuskesmas dalam tabel 1 diperoleh data pertahun 2023 jumlah sapi dikecamatan manggala sebanyak 1.476 sapi (Hasil Sensus populasi ternak perkecamatan Dinas Pertanian Sulawesi Selatan tahun 2023). Dari 1.476 sapi dikecamatan manggala, berdasarkan data dipuskesmas 2025 terdapat 17 peternak di kelurahan tamangapa (Nurmayanti, 2025). Menurut Nurmayanti (2022), sapi yang digembalakan di TPA Tamangapa Makassar sebanyak 971 ekor sapi yang terbagi dari 17 peternak. peternak sapi yang digembalakan di TPA Tamangapa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Populasi Ternak (ekor) Kabupaten Per Kecamatan Di Sulawesi Selatan Hasil Sensus Pertanian 2023 (1 Mei 2023).

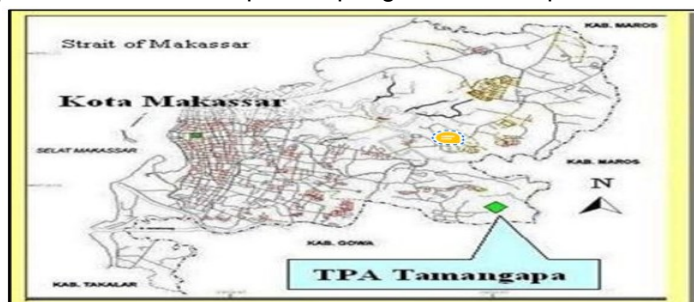
No.	Kecamatan	Sapi potong	Sapi perah
1	Mariso	0	0
2	Mamajang	15	0
3	Tamalate	298	0
4	Rappocini	16	0
5	Ujung Pandang	3	0
6	Wajo	0	0
7	Bontoala	0	0
8	Ujung Tanah	0	0
9	Kepulauan Sangkarrang	0	0
10	Tallo	125	0
11	Panakkukang	126	0

12	Manggala	1.476	0
13	Biringkanaya	262	0
14	Tamalanrea	376	1

Tabel 2. Interview Data Populasi Sapi di TPA Tamangapa Makassar 2022

No.	Nama Peternak	Jumlah sapi
1	Peternak 1	8
2	Peternak 2	30
3	Peternak 3	18
4	Peternak 4	68
5	Peternak 5	78
6	Peternak 6	56
7	Peternak 7	11
8	Peternak 8	70
9	Peternak 9	36
10	Peternak 10	25
11	Peternak 11	130
12	Peternak 12	10
13	Peternak 13	26
14	Peternak 14	30
15	Peternak 15	25
16	Peternak 16	150
17	Peternak 17	200
Jumlah		971

Pemilihan lokasi Peternak pengambilan sampel sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa seperti gambar 3 didasarkan pada beberapa pertimbangan penting. Salah satunya adalah keberadaan sapi yang dilepasliarkan di sekitar TPA untuk mencari makan. Sapi-sapi ini mengonsumsi berbagai jenis sampah, baik organik maupun anorganik, sehingga memungkinkan penelitian untuk menganalisis dampak lingkungan terhadap profil hematologi dan morfologi darah mereka. Selain itu, lingkungan di sekitar TPA berbeda dengan peternakan konvensional, terutama dalam hal ketersediaan dan kualitas pakan. Dengan meneliti sapi di lokasi ini, dapat diketahui apakah konsumsi sampah berpengaruh terhadap kesehatan darah sapi.



Gambar 3. Peta Lokasi TPA Tamangapa (Nurfadillah, 2021).

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Untuk mengidentifikasi dan menganalisis profil hematologi dan morfologi darah sapi brahman yang dipelihara di TPA Tamangapa Kota Makassar.

1.3.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini dapat menambah wawasan dan data ilmiah mengenai profil hematologi dan gambaran morfologi darah sapi brahman (*Bos indicus*) yang dipelihara di lingkungan TPA, khususnya di TPA Tamangapa Kota Makassar. Secara praktis, penelitian ini dapat memberikan informasi kepada peternak dan pihak terkait mengenai kondisi kesehatan sapi brahman yang dipelihara di TPA, sehingga dapat mendorong upaya peningkatan kesejahteraan hewan melalui tindakan preventif atau intervensi kesehatan.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari dan Maret 2025 di Laboratorium Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perlengkapan Venoject dengan *anti koagulan Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA)*, *handle*, jarum *venoject G.12*, *coolbox*, *ice pack*, *hematology autoanalyser*, *object glass*, *cover glass/slide*, mikroskop, gelas ukur, pipet tetes, serta kertas label. Selain itu, digunakan juga kandang jepit, ruang laboratorium uji, alat tulis dan dokumentasi, serta alat analisis dan interpretasi data. Sementara itu, bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari darah, air, tisu, methanol, alkohol, minyak emersi, dan zat pewarna *Giemsa*.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yaitu dengan memaparkan profil hematologi dan morfologi darah pada sapi brahman yang dipelihara di TPA tamangapa kota Makassar. Selanjutnya, analisis deskriptif dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan nilai referensi normal untuk melihat adanya perubahan atau kelainan hematologi dan morfologi darah pada sapi brahman yang dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tamangapa.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Penentuan Sampel

Penentuan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode purposive sampling, yaitu teknik pengambilan sampel secara non-random yang dilakukan dengan pertimbangan tertentu. Sampel dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditentukan agar representatif terhadap populasi yang diteliti. Teknik ini digunakan karena tidak semua anggota populasi memiliki karakteristik yang relevan dengan tujuan penelitian (Lenaini, 2021). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sapi Brahman yang dipelihara oleh peternak di sekitar TPA Tamangapa, yang berjumlah 971 ekor dari 17 peternak. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling, di mana hanya peternak yang memenuhi kriteria tertentu yang dimasukkan dalam penelitian. Adapun kriteria pemilihan sampel yakni sebagai berikut.

1. Peternak yang memiliki kandang sapi dan memiliki ternak sapi minimal 15 ekor.
2. Peternak yang melepaskan sapi untuk mencari makan didalam TPA
3. Peternak yang memiliki sapi Jantan dan betina dengan rentang usia yang beragam (di atas 2 tahun dan di bawah 2 tahun).
4. Peternak yang telah memelihara sapi dalam jangka waktu minimal 5 tahun

Berdasarkan kriteria ini, dari total 17 peternak, dipilih 4 peternak sebagai sampel penelitian. Setiap peternak menyumbang 4 ekor sapi (2 jantan dan 2 betina), sehingga total sampel sapi yang digunakan adalah 16 ekor sapi

Karena purposive sampling tidak menggunakan probabilitas, tidak ada rumus baku yang menghitung jumlah sampel secara acak. Namun, pada penelitian ini kita

dapat menggunakan persentase sampel terhadap populasi yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Persentase Sampel} = \left\{ \frac{\text{Jumlah peternak sampel}}{\text{Total peternak}} \right\} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Sampel} = \left\{ \frac{4}{17} \right\} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Sampel} = 23.53 \%$$

Jadi, sekitar 23,5% dari total peternak dipilih sebagai sampel berdasarkan teknik purposive sampling. Sampel terdiri dari 16 ekor sapi jantan dan betina berdasarkan rentangan umur 0 - 2 tahun delapan ekor (terdiri atas 4 jantan dan 4 betina) dan umur diatas 2 tahun delapan ekor (terdiri atas 4 jantan dan 4 betina).

Untuk kondisi lingkungan dan kandang sapi sampel dapat diukur dengan parameter sebagai berikut.

Kategori	Parameter	Metode Evaluasi
Sumber Pakan dan Pola Konsumsi	Rumput, dedak atau pakan lainnya	Identifikasi visual
Kepadatan Populasi	Jumlah sapi per luas area	Pengukuran area dan populasi dan Observasi langsung
Kebersihan dan Sanitasi	Sumber air, Keberadaan parasit eksternal	Inspeksi lapangan
Faktor Stres Lingkungan	Paparan sinar matahari/cuaca ekstrem	Observasi lingkungan
Metode pemeliharaan	Intensif, semi intensif, dan ekstensif	Inspeksi lapangan

2.4.2 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel darah pada vena jugularis menggunakan spoit 10 ml lalu dimasukkan ke tabung EDTA. Darah yang telah diambil kemudian disimpan didalam *cool/box* agar darah tidak lisis saat disimpan. Selanjutnya sampel dibawa ke Rumah Sakit Hewan Pendidikan (RSHP) Universitas Hasanuddin untuk dilakukan uji selanjutnya yakni hematologi dan pembuatan preparat morfologi darah tepi (MDT).

2.4.3 Uji Hematologi

Parameter hematologi yang dianalisis pada penelitian ini adalah leukosit (WBC), limfosit, jumlah midcell dan granulosit, eritrosit (RBC), jumlah trombosit (PLT), konsentrasi hemoglobin (Hb), hematokrit (HCT), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) dan konsentrasi hemoglobin sel darah rata-rata (MCHC) yang diukur dengan penganalisis hematologi autoanalyzer (Licare Biomedical Technology Co., Ltd, Shenzhen, Cina).

2.4.4 Pembuatan dan Pemeriksaan Preparat MDT (Morfologi Darah Tepi)

Pemeriksaan morfologi darah dilakukan dengan menggunakan metode ulas darah yaitu sebagai berikut pembuatan sediaan preparat ulas darah dilakukan diatas gelas objek yang telah dibersihkan dengan alkohol, sehingga bebas lemak dan kotoran. Kemudian darah yang telah disiapkan ditetaskan ke atas gelas objek, setelah itu ditempelkan ujung gelas objek yang lain dengan membentuk sudut kurang lebih 45°, kemudian gelas objek didorong dengan kecepatan konstan sehingga didapatkan ulasan yang cukup tipis. Setelah itu, ulasan yang didapat dikeringkan di udara selama beberapa menit, lalu dilakukan fiksasi ulasan dalam methanol selama 5-10 menit. Ulasan kemudian dicelupkan ke dalam pewarna giemsa 10% selama kurang lebih 10 menit, setelah itu ulasan diangkat dan zat warna yang berlebihan dibersihkan dengan menggunakan air yang mengalir sampai air bilasan tidak membawa warna giemsa, kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan. Pemilihan pewarnaan giemsa pada penelitian ini dikarenakan keunggulannya dalam pewarnaan morfologi darah tepi karena mampu membedakan inti sel, sitoplasma, dan granula leukosit dengan kontras yang jelas. Inti sel tampak ungu kebiruan, sementara sitoplasma bervariasi sesuai jenis sel. Pewarna ini juga efektif dalam mendeteksi kelainan eritrosit serta parasit darah seperti *Plasmodium spp.*, *Anaplasma spp.*, dan *Babesia spp.* (Ardina dan Sherly, 2018). Setelah kering, disimpan pada kotak preparat untuk dilakukan pemeriksaan menggunakan mikroskop.

2.5 Analisis Data

Data dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak IBM SPSS versi 25. Uji normalitas data dilakukan dengan Shapiro-Wilk test, sedangkan uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test. Perbedaan antar dua kelompok umur sapi dianalisis menggunakan:

- a. Independent Samples t-test jika data berdistribusi normal dan homogen.
- b. Mann-Whitney U test jika data tidak berdistribusi normal.

Data yang diperoleh dari metode pengambilan sampel dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk melihat hubungan antara faktor lingkungan dengan profil hematologi dan morfologi darah sapi brahman serta apakah ada perbedaan profil hematologi antara sapi usia dibawah 2 tahun dan sapi usia diatas 2 tahun. Hasil akan disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan deskripsi naratif untuk memudahkan interpretasi. Dengan metode ini, dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak kondisi lingkungan TPA terhadap kesehatan sapi brahman yang dipelihara di area tersebut.