

**KANDUNGAN MERKURI (Hg) DALAM DARAH SAPI (*Bos sp.*)
YANG DIPELIHARA DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR
(TPA) SAMPAH TAMANGAPA MAKASSAR**

SKRIPSI

NUR ZALSABILAH RAHMAN

C031181002



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**KANDUNGAN MERKURI (Hg) DALAM DARAH SAPI (*Bos sp.*) YANG
DIPELIHARA DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH
TAMANGAPA MAKASSAR**

**NUR ZALSABILAH RAHMAN
C031181002**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Hewan Pada
Program Studi Kedokteran Hewan
Fakultas Kedokteran

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KANDUNGAN MERKURI (Hg) DALAM DARAH SAPI (*Bos sp.*) YANG
DIPELIHARA DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH
TAMANGAPA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

NUR ZALSABILAH RAHMAN
C031 18 1002

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas
Kedokteran Universitas Hasanuddin
pada tanggal 06 Juli 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Dr. Drh. Fika Yuliza Purba, M.Sc.
NIP. 19860720 201012 2 004

Pembimbing Pendamping

Drh. Risha Catra Pradhany, M.Si.
NIP. 19920326 202001 6 001

Mengetahui,
Ketua

Program Studi Kedokteran Hewan
Fakultas Kedokteran



Dr. Drh. Evi Kesuma Sari, AP. Vet
NIP. 19730216 199903 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Zalsabilah Rahman
Nim : C031181002
Program Studi : Kedokteran Hewan
Fakultas : Kedokteran

Dengan ini menyatakan keaslian dengan sebenar – benarnya bahwa skripsi yang berjudul :

Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Darah Sapi (*Bos Sp.*) yang dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Tamangapa Makassar adalah karya ilmiah saya sendiri dan arahan dari pembimbing dan belum pernah diajukan oleh orang lain kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang dikutip dari karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka dibagian akhir skripsi ini. Apabila sebagian atau seluruhnya dari skripsi ini, terutama pada bab hasil dan pembahasan tidak asli atau plagiasi maka saya bersedia dibatalkan dan dikenakan sanksi akademik yang berlaku.

Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Maksassar, 25 Juni 2022

Pembuat pernyataan



Nur Zalsabilah Rahman

ABSTRAK

NUR ZALSABILAH RAHMAN. Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Darah Sapi (*Bos sp.*) yang dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Tamangapa Makassar. Dibawah bimbingan **Fika Yuliza Purba dan Risha Catra Pradhany**

Pemeliharaan ternak biasanya dilakukan dengan cara penggembalaan di padang rumput atau perkebunan. Namun, di beberapa daerah perkotaan dimana tidak adanya lahan yang memadai, maka tempat pembuangan akhir (TPA) menjadi alternatif pilihan penggembalaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan logam berat Hg yang terkandung pada darah sapi yang dipelihara di TPA Tamangapa sehingga dapat diketahui keamanan daging yang akan dikonsumsi oleh masyarakat. Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil sampel darah sapi di area TPA Tamangapa. Kemudian dilakukan pengujian kandungan logam berat Hg dengan metode *Inductively Coupled Plasma* (ICP). Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *purposive* sampling dengan jumlah sapi sebanyak 16 ekor. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah darah sapi, yang terdiri dari sapi berumur <1,5 tahun dan >1,5 tahun masing-masing sebanyak 8 ekor. Dari penelitian ini rerata nilai konsentrasi logam berat Hg yang diperoleh yakni $0,0277563 \pm 0,01175389 \mu\text{g/g}$ hal tersebut melebihi ambang batas dengan kisaran yakni 0,0013 - 0,1756 $\mu\text{g/g}$. Variabel jenis kelamin memiliki perbedaan signifikan terhadap kandungan Hg dalam darah sedangkan variabel umur tidak memiliki perbedaan signifikan. Dengan demikian perlunya ada penelitian lebih lanjut tentang distribusi logam berat Hg dalam berbagai jaringan ternak yang dipelihara di TPA Tamangapa.

Kata kunci : Sapi, TPA Tamangapa, Logam berat, Hg, ICP

ABSTRACT

NUR ZALSABILAH RAHMAN.Mercury (Hg) Content in Cow Blood (*Bos sp.*) which is maintained at the Tamangapa Makassar Disposal Site (TPA). Supervised by **FIKA YULIZA PURBA** and **RISHA CATRA PRADHANY**

Livestock rearing is usually done by grazing in pastures or plantations. However, in some urban areas where there is no adequate land, landfill (TPA) is an alternative grazing option. This study aims to determine the presence of heavy metal Hg contained in the blood of cows kept at the Tamangapa TPA so that the safety of the meat that will be consumed by the public can be determined. Data was collected by taking cow blood samples in the TPA Tamangapa area. Then, the heavy metal content of Hg was tested using the method Inductively Coupled Plasma(ICP). The method used in sampling is purposivesampling with a total of 16 cows. The sample used in this study was cow blood, which consisted of 8 cows aged 1.5 years. From this study, the average value of Hg heavy metal concentration obtained was 0.0277563 ± 0.0175389 g/ g, it exceeded the threshold with a range of 0.0013 - 0.1756 g/g. The gender variable had a significant difference in the Hg content in the blood, while the age variable did not have a significant difference. Thus, there is a need for further research on the distribution of heavy metal Hg in various tissues of cattle reared at TPA Tamangapa.

Keywords : Cattle, TPA Tamangapa, Heavy Metals, Hg, ICP

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta salawat dan salam penulis haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Darah Sapi (*Bos sp.*) yang dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Tamangapa Makassar” penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, sejak persiapan, pelaksanaan hingga pembuatan skripsi setelah penelitian selesai.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat dalam menempuh ujian sarjana kedokteran hewan. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Namun dengan adanya doa, restu dan dorongan dari orang tua yang tidak pernah putus menjadikan penulis bersemangat untuk melanjutkan penulisan skripsi ini. Untuk itu dengan segala bakti penulis memberikan penghargaan setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada mereka: ayahanda **Drs. Abd Rahman** dan ibunda tercinta almarhumah **Dra. Suriani As'ad, MM** serta keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, bimbingan, motivasi dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M. Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK**, selaku dekan fakultas kedokteran.
2. **Dr. Drh Fika Yuliza Purba M.Sc** sebagai pembimbing skripsi utama serta **Drh. Risha Catra Pradhany, M.Si** sebagai dosen pembimbing pendamping skripsi yang tak hanya memberikan bimbingan selama masa penulisan skripsi ini, namun juga menjadi tempat penulis berkeluh kesah.
3. **Abdul Wahid Jamaluddin, S.Farm. Apt., M.Si** dan **Drh. Musdalifah** sebagai dosen pembahas dan penguji dalam seminar proposal yang telah memberikan masukan-masukan dan penjelasan untuk perbaikan penulisan ini.
4. **Drh. Rasdiyanah, M.Si** selaku pembimbing akademik penulis yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam melaksanakan studi
5. Dosen pengajar yang telah banyak memberikan ilmu dan berbagi pengalaman kepada penulis selama mengikuti pendidikan di PSHK UH. Serta staf tata usaha PSKH UH khususnya **Ibu Ida, Kak Heri** dan **Kak Nisa** yang mengurus kelengkapan berkas.
6. **Ekmi Ummairah Putri dan Dwifa Noeva Hasim** sobat *partner in crime*.
7. Teman seperjuangan “**Antang Jaya**” saudari **Khofifah Nurfadillah** dan **Femmy Gelia** sebagai teman ambis dalam meraih gelar sarjana.
8. Teman-teman **Miss Independent** ku **Nurul Qalbi, Nanda Dwi Putri Nisya, Nurul Azizah Awaliyah Rahman, Hayani, Rozalinda, Ainun Jamilah Ekmi Ummairah Putri, Dwifa Noeva Hasim, Khofifah Nurfadillah, dan Femmy Gelia**.

9. Teman-teman “**Rectoverso Veterinarios as Corvus**” yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu terima kasih untuk persahabatan yang sangat luar biasa, canda tawa, pengalaman bersama kalian adalah sesuatu yang sangat berharga.
10. **Zoya Almeera, Era Audina Umaroh dan Rifat Rahman** sebagai sahabat yang sangat-sangat memberikan dukungan positif pada penulis.
11. **Yuni Rezky Amalia, Putri Dwi Maulidina, Rahmawati** teman cerita segala hal terimakasih masih kebersamaan sampai saat ini.
12. Teman KKN-PK Angkatan 60 Desa Turatea Jenepono **Putu Dita Lestari, Hardiana, Nurzakiah Alqadri Idris, Musfirah Nasir S.KG, Cindy Aprilia Kriwangko S.Ked, Nur Faizah, Sitti Chaerani Fatimah Apdin, Putri Komala Sari, Ahmad Nurfikri Bahar S.Ked dan Alief Arsal Al-Habsyi S.Ked.**
13. **Ailurophile** sebagai kakak, sahabat yang senantiasa membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi dan memberi dukungan dan semangat kepada penulis serta perhatian dan motivasi yang positif.
14. **Kelly dan Clay** yang senantiasa menghibur dan menemani penulis.
15. Dan kepada pihak-pihak yang penulis tidak sebutkan, penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun agar dalam penyusunan karya berikutnya dapat lebih baik. Akhir kata, semoga karya ini dapat bermanfaat bagi setiap jiwa yang bersedia menerimanya.

Makassar, 25 Juni 2022

Nur Zalsabilah Rahman

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Hipotesis	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sapi (<i>Bos Sp.</i>).....	4
2.2 Logam Berat.....	6
2.3 Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa.....	8
2.4 <i>Inductively Coupled Plasma</i> (ICP).....	9
3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Jenis Penelitian.....	11
3.3 Materi Penelitian	11
3.3.1 Sampel Penelitian.....	11
3.3.2 Alat Penelitian.....	11
3.3.3 Bahan Penelitian.....	11
3.4 Metode Penelitian.....	11
3.4.1 Pengambilan Sampel	11
3.4.2 Pengukuran Logam Berat.....	12
3.5 Analisis Data	12
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	13

4.1 Hasil.....	13
4.2 Pembahasan.....	14
5. PENUTUP.....	18
5.1 Kesimpulan	18
5.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN.....	23
RIWAYAT HIDUP	29

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Sapi Bali yang berasal dari Indonesia	5
2.	Logam berat Hg berbentuk cairan putih keperakan	7
3.	TPA Tamangapa	9
4.	Lokasi penelitian di TPA Tamangapa, Kota Makassar	11

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Jenis Logam Berat Esensial Dan Non Esensial	6
2. Hasil pengamatan kandungan logam berat Hg	13
3. Hasil Uji T- Test Jenis Kelamin	14
4. Hasil Uji T- Test Umur	14

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Dokumentasi Kegiatan	23
2.	Hasil Uji Analisis Logam Berat Hg	26
3.	SPSS T-test	27

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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. Jika melihat keadaan penduduk Indonesia yakni sekitar 235 juta jiwa dan pertumbuhan penduduk Indonesia yang terus meningkat dari tahun ke tahun, tentunya kebutuhan akan protein hewani juga akan meningkat. Oleh karena itu, usaha sapi potong sebagai pemasok protein hewani merupakan upaya yang baik dan menawarkan peluang yang baik (Syarifuddin and Hartono, 2019).

Namun peningkatan permintaan daging sapi tersebut belum dapat terpenuhi secara optimal karena rendahnya kapasitas produksi daging sapi dalam negeri karena banyak keterbatasan yaitu ketersediaan pakan ternak terutama pada musim kemarau, manajemen budidaya ternak sapi potong yang masih tradisional dan kelembagaan peternak yang belum berfungsi secara optimal (Wiyatna *et al.*, 2012). Ada dua tipe pelaku usaha ternak sapi potong di Indonesia, yaitu usaha ternak sapi potong rakyat dan perusahaan. Sudah sejak lama, para petani padi di Indonesia memelihara sapi potong karena sapi dapat membantu petani dalam membajak sawah. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi, peran sapi potong pun mulai digeser perannya oleh mesin pembajak sawah. Pada akhirnya, sapi potong dipelihara petani untuk dibiakkan dan dijadikan usaha sampingan. Banyak peternak memelihara sapi dalam skala kecil karena adanya keterbatasan modal dan lahan (Firman *et al.*, 2020).

Pemeliharaan ternak biasanya dilakukan dengan cara penggembalaan di padang rumput atau perkebunan. Namun, di beberapa daerah perkotaan dimana tidak adanya lahan yang memadai, maka Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menjadi alternatif pilihan peternak. Sapi yang digembalakan di TPA tidak mendapat asupan pakan dari hijauan melainkan dari limbah organik rumah tangga atau industri (Koty *et al.*, 2020). 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 (Wardhayani *et al.*, 2006). Penggembalaan sapi di TPA juga mendatangkan nilai ekonomis lebih karena biaya yang dikeluarkan peternak terjangkau dengan pakan sampah yang gratis (Wahyono, 2010).

Menurut Nangkiawa *et al* (2015), sampah di TPA tidak hanya mengandung bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak, tetapi juga mengandung zat anorganik yang berpotensi beracun. Di TPA, berbagai jenis limbah dikumpulkan, termasuk limbah padat yang mengandung logam berat dan bahan berbahaya lainnya. Jika bahan-bahan beracun tersebut sampai dikonsumsi oleh ternak, kemungkinan besar akan terjadi akumulasi dalam jaringan tubuh hewan ternak. Kondisi ini memungkinkan ternak terkontaminasi bahan berbahaya dan dapat mengancam ternak dan manusia yang mengkonsumsi daging ternak yang telah terpapar bahan beracun tersebut dalam jangka waktu yang lama. Hal ini sejalan dengan yang dinyatakan oleh Wahyono (2010), bercampurnya pakan ternak sapi dengan sampah-sampah limbah TPA dapat membahayakan kesehatan ternak

sapi. Jika sampah yang dimakan sapi bercampur dengan sampah beracun seperti racun serangga, maka efeknya bisa langsung terlihat yakni seperti kematian sapi yang didahului dengan kejang-kejang. Sementara itu efek jangka panjang dari memakan sampah yang bercampur dengan material lainnya adalah kemungkinan didapatkannya berbagai jenis penyakit patogen dan akumulasi logam berat dalam organ tubuh sapi.

Pencemaran logam berat dapat menimbulkan efek merugikan atau bersifat negatif dalam kehidupan makhluk hidup (baningtyas, 2017). Logam berat yang bersifat racun yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, antara lain seperti merkuri (Hg). Logam berat ini dapat menimbulkan dampak dan efek yang merugikan bagi kesehatan (BPOM RI, 2010). Pencemaran logam berat pada ternak sapi yang dipelihara di TPA dapat disebabkan karena ternak sapi mengomsumsi sampah yang mengandung berbagai jenis logam berat. Hal ini sangat penting untuk diperhatikan dalam kaitannya dengan keamanan pangan asal hewan (Nangkiawa *et al.*, 2015).

Untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi, maka dapat melakukan analisis kandungan logam berat yang terakumulasi, diantaranya dengan pengujian kandungan logam pada ternak sapi di salah satu TPA di kota Makassar. Oleh karena itu penulis memandang perlu melakukan penelitian tentang “Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Darah Sapi (*Bos sp.*) yang dipelihara di Tempat Pembuangan (TPA) Sampah Tamangapa Makassar”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Apakah terdapat logam berat Hg dalam darah sapi yang dipelihara di TPA Tamangapa?
- 1.2.2 Berapa kandungan logam Hg yang ada pada sapi di TPA Tamangapa Makassar?
- 1.2.3 Bagaimana hubungan antara umur dan jenis kelamin sapi terhadap kandungan logam berat Hg?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui keberadaan logam berat Hg yang terkandung dalam darah sapi yang dipelihara di TPA Tamangapa sehingga dapat diketahui keamanan daging yang akan dikonsumsi oleh masyarakat

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui tingkat kandungan logam Hg yang terdapat dalam darah sapi yang dipelihara di TPA Tamangapa

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kandungan logam berat Hg dalam darah sapi yang dipelihara di TPA Tamangapa Makassar

1.4.2 Manfaat Aplikasi

1. Untuk Peneliti

Melatih kemampuan dalam meneliti dan menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya.

2. Untuk Masyarakat

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat terkait bahaya cemaran logam berat Hg dalam darah sapi yang dipelihara di TPA Tamangapa Makassar, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam memilih daging yang akan dikonsumsi oleh masyarakat.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan uraian teori diatas dan teori yang akan dipaparkan pada halaman berikutnya, dapat ditarik hipotesis bahwa terdapat Hg dalam darah sapi yang dipelihara di TPA Tamangapa.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai “Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Darah Sapi (*Bos sp.*) yang dipelihara di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Tamangapa Makassar” belum pernah dilakukan, namun penelitian terkait pernah dilakukan sebelumnya oleh Yusuf *et al* (2021), dengan jenis logam yang berbeda. Penelitian tersebut berjudul “Deteksi Logam Kadmium dan Timbel pada Sapi Peranakan Ongole yang Digembalakan di Tempat Pembuangan Akhir Tamangapa Makassar”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sapi (*Bos sp.*)

Menurut Syarifuddin and Hartono (2019), para ahli memperkirakan sapi berasal dari Asia Tengah dan kemudian menyebar ke Eropa, sedangkan Amerika, Australia, dan Selandia Baru yang saat ini menjadi gudang bibit sapi potong dan sapi perah premium tidak terdapat turunan sapi asli tetapi hanya didatangkan dari Eropa. Sapi merupakan salah satu hewan peliharaan, di setiap daerah atau negara dengan sejarah domestikasi yang berbeda, di Mesir, India, Mesopotamia 8000 SM sudah mengenal sapi domestik. Namun, di daratan Eropa dan Cina, sapi belum diketahui sampai sekitar 6000 SM. Di setiap daerah atau negara perkembangannya berbeda-beda. Pada umumnya bangsa sapi yang tersebar di seluruh dunia berasal dari sapi primitif yang telah mengalami proses domestikasi (penjinakkan).

Sapi diprediksi didomestikasi pada awal Zaman Baru (Neolitik), sekitar 18.000 tahun lalu. Manusia purba menggunakan sapi sebagai tenaga kerja, untuk produksi daging dan susu, dan sebagai ukuran kekayaan. Sapi modern yang ditemukan saat ini adalah keturunan dari *Bos taurus* dan *Bos indicus*. *Bos primigenius* atau dikenal sebagai *Bos taurus*. *Bos taurus* berasal dari *Aurochs* atau *Celtic Shorthorn* yang umumnya di Eropa, sedangkan *Celtic Shorthorn* ditemukan di Kepulauan Inggris. *Bos indicus* asal Zebu merupakan jenis sapi berpuncuk dari negara tropis yang lebih tahan terhadap penyakit, parasit, dan panas tertentu dibandingkan dengan *Bos taurus*. Sapi dari genus *Bos*, teracak genap, berkaki empat, bertanduk berongga dan ruminansia, subgenus Taurinae dengan spesies *Bos taurus* dan *Bos indicus*. Bangsa sapi yang ada saat ini merupakan hasil dari penurunan sifat beberapa bangsa sapi yang sudah ada sebelumnya. Sapi yang berkembang biak di banyak daerah merupakan sebagai hasil domestikasi selama bertahun-tahun (Kuswati *et al.*, 2020).

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).

2.1.1 Klasifikasi Sapi

Sapi asli Indonesia adalah sapi yang sudah lama ada di Indonesia, dan sapi lokal adalah sapi potong yang berasal dari luar Indonesia, tetapi sudah dternakkan cukup lama di Indonesia, sehingga memiliki ciri khas tertentu (Gambar 1). Sapi asli Indonesia satu-satunya adalah sapi Bali (*Bos sondaicus*), sedangkan sapi lokal meliputi sapi Madura dan sapi Sumba Ongole (SO) (Abidin, 2013).



Gambar 1. Sapi Bali yang berasal dari Indonesia (Baco *et al.*, 2020).

Menurut Syarifuddin and Hartono (2019), kedudukan sapi secara sistematis diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom: Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Mammalia

Ordo : Artiodactyla

Famili : Bovidae

Sub famili: Bovinae

Genus : *Bos*

Sub Genus: *Bos Bibos*

2.1.2 Pemeliharaan Sapi yang baik

Sapi potong yang dipelihara tidak akan tumbuh dengan baik jika hanya diberi pakan saja. Peternak juga harus memperhatikan aspek lain yang relevan dalam memelihara ternak sapi. Aspek terkait adalah manajemen perkandangan. Kandang yang baik dan sesuai, dapat memberikan kehidupan yang sehat, nyaman bagi ternak. Konstruksi kandang harus mampu melindungi ternak dari gangguan luar yang merugikan seperti terik sinar matahari, cuaca buruk, hujan dan angin (Sandi and Purnama, 2017).

Menurut Rianto and Purbowati (2009), pemeliharaan ternak sapi secara umum terbagi menjadi beberapa bagian, yakni sebagai berikut:

a. Pemeliharaan secara ekstensif

Pemeliharaan sapi secara ekstensif umumnya terdapat di daerah-daerah yang mempunyai padang rumput luas seperti di Nusa Tenggara, Aceh dan Sulawesi Selatan. Pada pemeliharaan ekstensif berarti sepanjang hari sapi digembalakan di padang penggembalaan, dan pada malam hari sapi hanya dikumpulkan di suatu tempat-tempat tertentu yang diberi pagar, atau kandang terbuka. Pada pemeliharaan ini, kandang hanya berfungsi sebagai tempat berlindung pada saat-saat tertentu saja, yakni seperti pada malam hari dan saat-saat istirahat. Bahkan pada sistem pemeliharaan secara ekstensif, terkadang kandang tidak disediakan oleh peternak sehingga

ternak hanya dapat berlindung di bawah pohon yang ada di padang penggembalaan tersebut.

b. Pemeliharaan secara intensif

Pemeliharaan secara intensif merupakan pemeliharaan ternak yang secara terus menerus dipelihara dalam kandang sampai saat dipanen sehingga kandang mutlak harus ada. Seluruh kebutuhan ternak sapi disediakan oleh peternak, termasuk pakan dan minum. Aktivitas lain seperti memandikan sapi juga dilakukan di dalam kandang.

c. Pemeliharaan secara semi intensif

Pemeliharaan sapi secara semi intensif merupakan suatu perpaduan antara kedua metode pemeliharaan ekstensif dan intensif. Jadi, pada pemeliharaan sapi secara semi intensif merupakan ternak yang digembalakan pada siang hari dan dikandangkan pada malam hari, dimana peternak harus menyediakan kandang dan tempat penggembalaan.

2.2 Logam Berat

Logam adalah unsur kimia yang dapat dengan mudah membentuk ion (kation) serta memiliki ikatan logam. Logam adalah salah satu dari tiga kelompok unsur yang dapat dibedakan berdasarkan dari sifat pengion dan ikatannya, bersama dengan unsur logam dan non-logam. Logam berat adalah logam dengan berat jenis 5 gr/cm^3 atau lebih tinggi, dengan nomor atom 21 (scandium) sampai 92 (uranium) sesuai dengan system periodik kimia (BPOM RI, 2010).

Menurut Rumhayati (2019), logam berat adalah unsur kimia yang memiliki massa jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3 . Dalam sistem tabel periodik, logam berat berada pada periode 47 dengan nomor atom 2294. Logam berat pada dasarnya terbagi menjadi logam berat esensial dan non esensial (Tabel 1). Logam berat esensial adalah logam berat yang diperlukan untuk metabolisme dalam organisme sampai batas tertentu. Sedangkan logam berat non esensial dapat menimbulkan efek toksik. Logam berat dapat mengikat membran sel, mencegah transformasi melalui dinding sel. Logam berat yang sangat beracun antara lain Hg, Cd, Pb, Cu dan Zn. Logam Cr, Ni dan Co cukup beracun. Sedangkan Mn dan Fe merupakan logam berat dengan toksisitas rendah.

Tabel 1. Jenis Logam Berat Esensial Dan Non Esensial (Rumhayati, 2019).

Logam berat esensial	Logam berat non esensial
Seng (Zn)	Merkuri (Hg)
Tembaga (Cu)	Kadmium (Cd)
Besi (Fe)	Timbal (Pb)
Kobalt (Co)	Krom (Cr)

2.2.1 Struktur logam berat Hg

Merkuri atau juga dikenal sebagai air raksa adalah logam dengan simbol kimia (Hg). Merkuri adalah logam yang memiliki wujud cair. Udara jenuh merkuri mengandung 15 mg/m^3 pada suhu $20 \text{ }^\circ\text{C}$ dan 68 mg/m^3 pada suhu 40°C . Merkuri dan senyawa garamnya banyak digunakan dalam bahan industri, bahan peledak, lampu, alat-alat listrik, baterai dan termometer (Indah and Agustina, 2020).

Hg adalah logam alami yang merupakan satu-satunya logam yang berbentuk cair pada suhu kamar. Logam murni Hg adalah cairan putih keperakan atau abu-

abu, tidak berbau dan mengkilat (Gambar 2). Ketika dipanaskan hingga 357°C , Hg akan menguap. Manusia telah menggunakan merkuri oksida (HgO) dan merkuri sulfida (HgS) sebagai pewarna dan bahan kosmetik (krim pemutih) yang diduga juga untuk lipstik dan krim antiseptik. Serta banyak juga yang digunakan dalam produk baterai, lampu neon, termometer, industri cat, pembuatan gigi tiruan, pengecoran emas, pembasmi hama (racun tikus) dan produk lainnya (Agustina, 2014).



Gambar 2. Logam berat Hg berbentuk cairan putih keperakan (Suvarapu *and* Baek, 2015).

Hg adalah unsur alami yang ada dalam beberapa bentuk, seperti unsur (logam), anorganik dan organik. Sekitar 80% dari merkuri yang dilepaskan ke lingkungan adalah merkuri metalik yang berasal dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, penambangan, peleburan dan dari pembakaran limbah padat, serta dari gunung berapi dan kebakaran hutan. Aktivitas manusia dapat menyebabkan kadar Hg di dalam tanah sebanyak 200.000 kali lebih tinggi dari kadar alami. Hg ada secara alami di lingkungan (tanah, air, dan udara), dan akibatnya setiap orang terpapar pada tingkat yang sangat rendah. Aristoteles menamakannya *quicksilver*, karena merupakan cairan berwarna perak (Gupta, 2018).

2.2.2 Dampak Logam Berat

Merkuri dianggap sebagai logam berat yang sangat beracun di dunia. Keracunan penyebab raksa atau merkuri disebut sebagai *acrodynia* atau penyakit pink. Merkuri dilepaskan ke lingkungan karena adanya kegiatan industri seperti pengawet pulp dan kertas, industri pertanian dan juga klorin serta ada pula industri produksi soda kaustik (Morais *et al.*, 2012).

Merkuri mempunyai kemampuan untuk menggabungkan berbagai unsur sehingga dapat membentuk merkuri jenis organik dan anorganik. Cemaran atau peningkatan kadar logam, baik berupa merkuri jenis organik dan anorganik dapat merusak ginjal, otak dan janin yang berkembang (Alina *et al.*, 2012).

Paparan uap merkuri logam pada konsentrasi yang lebih tinggi untuk jangka waktu yang lebih singkat dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada paru-paru, muntah, mual, ruam, diare, peningkatan denyut jantung atau tekanan darah. Gejala keracunan merkuri organik termasuk depresi, tremor, kelelahan, sakit kepala, rambut rontok, dan banyak lagi. Karena gejala ini umum terjadi pada kondisi lain, maka sulit untuk mendiagnosis kasus tersebut (Martin and Griswold, 2009).

Secara umum, efek toksik merkuri bergantung pada bentuk merkuri, dosis, durasi dan rute paparan. Merkuri, dalam segala bentuk, telah ditemukan menjadi racun bagi manusia dan hewan. Ada banyak kesamaan dalam efek toksik dari

berbagai bentuk merkuri. Tanda dan gejala yang terkait dengan paparan jangka pendek terhadap logam merkuri termasuk mual, muntah, diare, peningkatan tekanan darah atau detak jantung, ruam kulit, dan iritasi mata. Pada hewan ternak, gejala klinis keracunan merkuri sangat bervariasi. Pada sapi, tanda-tanda toksisitas termasuk ataksia, inkoordinasi neuromuskular dan gagal ginjal, diikuti oleh kejang dan keadaan hampir mati (Gupta, 2018).

2.3 Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa

Kota Makassar merupakan salah satu kota besar di Indonesia dengan jumlah penduduk sebanyak 1.423.877 jiwa pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2021). Berdasarkan data yang diperoleh, volume sampah di Kota Makassar per hari bisa mencapai sekitar 600-700 ton. Setiap tahun jumlah penduduk kota Makassar semakin meningkat, dan pertambahan penduduk sebanding dengan peningkatan volume sampah yang dibawa ke TPA Tamangapa (Juhaidah, 2018). Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Makassar, pada tahun 2020, jumlah sampah yang masuk di TPA Tamangapa sebesar 255.565 ton, atau ± 700 ton/hari. Sampah yang masuk di TPA Tamangapa adalah sampah campuran, yang menyebabkan TPA Tamangapa saat ini berstatus *over capacity* akibat sulitnya penanganan sampah-sampah yang tidak dipilah berdasarkan jenisnya tersebut. Hal tersebut menimbulkan dampak pencemaran lingkungan yang lebih besar (Parenreng *et al.*, 2021). TPA di Tamangapa sudah digunakan sejak tahun 1995, tahun demi tahun TPA ini terus menerima pasokan sampah dari kota Makassar untuk dibuang tanpa henti, sehingga sampah di TPA menjadi perbukitan yang tinggi dan padat (Najma, 2016).

Secara administratif, TPA Tamangapa terletak di Kecamatan Manggala dan letaknya sangat dekat dengan pemukiman penduduk, sehingga masyarakat sering mengeluhkan bau tidak sedap yang berasal dari TPA, terutama saat musim penghujan. Kecamatan Manggala merupakan salah satu kecamatan yang tidak berbatasan langsung dengan laut, dengan luas wilayah 24,14 km² atau sekitar 13,73% dari total luas kota Makassar dengan kepadatan penduduk 4.101. rakyat./km². Dari lokasi TPA terdapat beberapa pusat kegiatan lainnya seperti tempat ibadah, sekolah dan perkantoran yang berjarak sekitar 1 km (Gambar 3). Sejak tahun 2000, beberapa kompleks perumahan telah dibangun di sekitar TPA (Badaruddin *et al.*, 2020).



Gambar 3. TPA Tamangapa (Parenreng *et al.*, 2021).

Salah satu hambatan bagi usaha ternak sapi di daerah perkotaan adalah sangat terbatasnya lahan untuk penggembalaan. Dalam upaya untuk mengatasi hal tersebut, para peternak di perkotaan menggembalakan sapi di tempat pembuangan sampah atau TPA (Nangkiawa *et al.*, 2015). Hampir semua TPA di kota-kota di Indonesia menerima segala jenis sampah dari rumah tangga, pasar, tempat komersial dan fasilitas umum. Secara umum, limbah yang diolah di TPA sebagian besar adalah limbah organik seperti limbah daun, sisa makanan, sisa buah dan sayuran. Sampah organik merupakan bahan pakan yang potensial digunakan untuk sapi, sehingga muncul kegiatan penggembalaan ternak sapi di TPA (Wahyono, 2010).

TPA Tamangapa Makassar selama ini dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai areal penggembalaan. Karakteristik fisik sampah di TPA Tamangapa yakni komposisi sampah sebesar 70,43% sampah organik dan anorganik sebesar 11,5% kertas, sebesar 9,47% plastik, logam, kaleng, besi, aluminium sebesar 3,62%, karet sebesar 2,82%, kaca sebesar 0,96% dan kayu sebesar 0,69% (Santoso, 2018). Awalnya, TPA Tamangapa hanya dirancang untuk memenuhi kebutuhan selama 10 tahun, tetapi dalam praktiknya, TPA masih digunakan sampai sekarang, yaitu hampir berusia 23 tahun. Dari hal tersebut dapat diasumsikan bahwa TPA Tamangapa kota Makassar telah tercemar sehingga mempengaruhi sanitasi lingkungan di sekitar TPA. Selain itu, lokasi TPA Tamangapa sangat dekat dengan pemukiman serta beberapa pusat kegiatan masyarakat (Badaruddin *et al.*, 2020).

Kegiatan penggembalaan sapi dilokasi TPA sampah dapat memberikan keuntungan yakni dapat memanfaatkan barang yang sudah tidak berguna (sampah organik) menjadi produk yang lebih bermanfaat dan mempunyai nilai ekonomis tinggi yakni daging sapi yang merupakan sumber protein hewani serta dapat meningkatkan pendapatan peternak melalui kepemilikan sapi potong. Tetapi disisi lain keamanan pangan dari daging sapi yang digembalakan di lokasi TPA sampah diragukan, karena dicurigai terkontaminasi logam berat. TPA sebagai tempat pembuangan berbagai macam sampah (terutama sampah anorganik) yang kemungkinan mengandung logam berat, sehingga apabila dikonsumsi oleh sapi akan terakumulasi di dalam tubuh sapi dimana pada konsentrasi yang tinggi atau melebihi ambang batas akan membahayakan konsumen yang mengkonsumsi daging sapi tersebut (Sudiyono, 2011).

2.4 Inductively Coupled Plasma (ICP)

Inductively Coupled Plasma (ICP) adalah alat analisis yang digunakan untuk mengukur kandungan unsur-unsur logam dalam sampel dengan menggunakan plasma sebagai energinya. Prinsip utama ICP dalam penentuan elemen adalah pengaptonisasi elemen sehingga memancarkan cahaya panjang tertentu yang kemudian dapat diukur. Teknologi dengan menggunakan alat ICP pertamakali digunakan tahun 1960 dengan tujuan untuk meningkatkan perkembangan teknik analisis (Thomas, 2008).

Menurut Murr (2008), *Inductively Coupled Plasma (ICP)* adalah alat yang dapat menganalisa persampel terhadap mineral untuk mengetahui jumlah kadar logam sampai dengan satuan ppb (*part per billion*) dan ppt (*part per trilion*). Ada 3 tipe ICP yang sering digunakan yaitu ICP AES (*Inductively Coupled Plasma-*

Atomic Emission Spectroscopy), ICP MS (Inductivel Coupled Plasma-Mass Spectrometry) dan ICP OES (Inductively Cospled Plasma-Optical Emmission).