

TESIS

**KORELASI ANTARA PROFIL METABOLIT DARAH DAN
KUALITAS SPERMATOZOA SEMEN SEGAR SAPI BALI
DENGAN PENAMBAHAN MIKRONUTRISI**

**CORRELATION BETWEEN BLOOD METABOLITE PROFILE
AND SPERMATOZOA QUALITY IN FRESH SEMEN OF BALI
BULL WITH THE ADDITION OF MICRONUTRIENTS**

**ERICK DONDATU
I012201004**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

**KORELASI ANTARA PROFIL METABOLIT DARAH DAN
KUALITAS SPERMATOZOA SEMEN SEGAR SAPI BALI
DENGAN PENAMBAHAN MIKRONUTRISI**

Disusun dan diajukan oleh

**ERICK DONDATU
I012201004**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

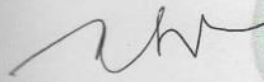
**KORELASI ANTARA PROFIL METABOLIT DARAH DAN
KUALITAS SPERMATOZOA SEMEN SEGAR SAPI BALI
DENGAN PENAMBAHAN MIKRONUTRISI**

Disusun dan diajukan oleh

**ERICK DONDATU
NIM. I012201004**

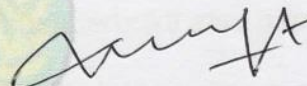
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam
rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan
Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 18 Juli 2024
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. H. Abd. Latief Toleng, M.Sc.
NIP. 19540602 197802 1 001

Pembimbing Anggota



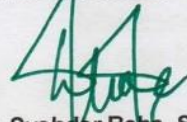
Prof. Ir. Muhammad Yusuf, S.Pt., Ph.D., IPU.
NIP. 19700725 199903 1 001

Ketua Program Studi
Ilmu dan Teknologi Peternakan



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

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin



Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si
NIP. 19731217 200312 1 001



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erick Dondatu
Nomor Induk Mahasiswa : I012201004
Program studi : Ilmu dan Teknologi Peternakan
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

KORELASI ANTARA PROFIL METABOLIT DARAH DAN KUALITAS SPERMATOZOA SEMEN SEGAR SAPI BALI DENGAN PENAMBAHAN MIKRONUTRISI

Adalah karya tulisan ini saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 14 Agustus 2024
Yang Menyatakan



Erick Dondatu

ABSTRAK

ERICK DONDATU. Korelasi antara profil metabolit darah dan kualitas spermatozoa semen segar sapi Bali dengan penambahan mikronutrien. Dibimbing oleh : **Abd. Latief Toleng dan Muhammad Yusuf**

Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya angka kebuntingan adalah kurang baiknya kualitas air mani (semen) yang digunakan. Androgen disintesis dan disekresikan ke dalam aliran darah dan sebagian besarnya membentuk testosteron. Setelah memasuki sel-sel targetnya, testosteron juga dimetabolisasi oleh aromatase membentuk estradiol di dalam hypothalamus, dimana penentuan perilaku seks terjadi. Gambaran atau profil hematologi dan status metabolit darah merupakan salah satu indikator penentu kondisi fisiologi ternak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara profil metabolit darah (glukosa darah dan kolesterol) terhadap kualitas spermatozoa (motilitas dan abnormalitas) dalam semen segar sapi Bali. Pengambilan darah dan penampungan semen sapi dilakukan dua kali dalam seminggu selama 5 minggu. Darah yang diambil dan semen segar yang ditampung dinilai dari dua perlakuan yakni sebelum dan setelah pemberian mikronutrisi (meliputi: Zn, Se, dan Vitamin E) dalam pakan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah profil metabolit darah (yaitu: kadar gula darah dan kolesterol) dan kualitas spermatozoa (yaitu: persentase (%) motilitas dan % abnormalitas spermatozoa) sebelum dan setelah pemberian mikronutrisi. Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan uji regresi linear sederhana dan uji korelasi. Hasil penelitian ini menunjukkan dari kedua perlakuan memiliki korelasi antara profil metabolit darah terhadap kualitas spermatozoa pada semen segar sapi Bali. Kadar glukosa darah memiliki korelasi terhadap motilitas spermatozoa pada sapi semen segar sapi Bali, pada seluruh perlakuan saat sebelum dan setelah pemberian mikronutrisi dalam pakan didapatkan nilai motilitas spermatozoa yang baik. Kadar kolesterol memiliki korelasi terhadap abnormalitas spermatozoa pada semen segar sapi Bali, pada seluruh perlakuan saat sebelum dan setelah pemberian mikronutrisi dalam pakan didapatkan nilai abnormalitas diatas nilai standar minimal. Profil metabolit darah (glukosa dan kolesterol) berkorelasi dengan kualitas spermatozoa (motilitas dan abnormalitas) pada semen segar sapi Bali, di mana pemberian mikronutrisi dalam pakan dapat meningkatkan motilitas spermatozoa namun belum efektif menekan penurunan abnormalitas spermatozoa.

Kata Kunci: Metabolit Darah, Gula Darah, Kolesterol, Kualitas Spermatozoa

ABSTRACT

ERICK DONDATU. I012211014. Correlation Between Blood Metabolite Profile and The Quality Of Sperms Fresh Semen of Bali Bull with The Addition of Micronutrients. Supervised by: **Abd. Latief Toleng dan Muhammad Yusuf**

One of the factors causing low pregnancy rates is the poor quality of semen used. Androgens are synthesized and secreted into the bloodstream, mostly forming testosterone. After entering target cells, testosterone is also metabolized by aromatase to form estradiol in the hypothalamus, where sexual behavior is determined. The hematological profile and blood metabolite status are indicators of the physiological condition of livestock. This study aimed to determine the correlation between blood metabolite profiles (blood glucose and cholesterol) and sperm quality (motility and abnormality) in fresh Bali bull semen. Blood collection and semen sampling were conducted twice a week for 5 weeks. The collected blood and fresh semen were evaluated from two treatments: before and after the addition of micronutrients (including Zn, Se, and Vitamin E) in the feed. The parameters observed in this study were blood metabolite profiles (i.e., blood glucose and cholesterol levels) and sperm quality (i.e., percentage (%) motility and % abnormality of spermatozoa) before and after the addition of micronutrients. The data obtained were analyzed using simple linear regression and correlation tests. The results of this study showed that both treatments had a correlation between blood metabolite profiles and sperm quality in fresh Bali bull semen. Blood glucose levels correlated with sperm motility in fresh Bali bull semen, and good sperm motility values were obtained in all treatments before and after micronutrient administration in the feed. Cholesterol levels had a correlation with sperm abnormalities in fresh Bali bull semen, and all treatments before and after micronutrient addition in the feed showed abnormality values above the standard value. The blood metabolite profile (glucose and cholesterol) correlates with spermatozoa quality (motility and abnormalities) in fresh semen from Bali bull, where the addition of micronutrients in feed can increase spermatozoa motility but is not effective in suppressing the decrease in spermatozoa abnormalities.

Keywords: Blood Metabolite, Blood Sugar, Cholesterol, Spermatozoa Quality

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha-Esa karena atas berkat dan kasih-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “**Korelasi antara Profil Metabolit Darah dan Kualitas Spermatozoa Semen Segar Sapi Bali dengan Penambahan Mikronutrisi**” sebagai persyaratan wajib bagi mahasiswa Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin untuk memperoleh gelar Magister Sains. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua, Bapak **Daniel Dondatu, S.E.** dan Ibu **Yohana Patengko**, serta saudara-saudari kandung juga kepada kerabat yang telah memberikan doa dan banyak sekali dukungan, baik secara moral maupun materi, dalam kegiatan perkuliahan hingga proses penyelesaian studi.
2. Dosen pembimbing, bapak **Prof. Dr. Ir. H. Abd. Latief Toleng, M.Sc.** dan **Prof. Ir. Muhammad Yusuf, S.Pt., PhD., IPU.** yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan tesis.
3. Ketua Program Studi S2 Ilmu dan Teknologi Peternakan, bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., IPU.** yang telah memberikan bantuan dalam proses penyusunan tesis.
4. Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, bapak **Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si.** yang telah memberikan bantuan dalam proses penyusunan tesis.
5. Seluruh staff Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan dalam proses penyelesaian studi.

6. Seluruh dosen Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan dalam proses penyelesaian studi.
7. Rekan sepenelitian, **Nengsih Arisanti** yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam proses penelitian.
8. Teman-teman seperjuangan, "**S2 ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN 20-21**" dan "**FLOCK MENTALITY 012**" yang telah memberikan dukungan serta bantuan selama penulis menjalani proses perkuliahan.
9. **PT. IBNU AUF GLOBAL INVESTAMA, PT. SEMBILAN BENUA ABADI**, dan **PT. SINERGI SURYA CELEBES** yang telah menjadi wadah bagi penulis untuk membangun karir, menambah ilmu baru, mengembangkan bakat, dan potensi serta mengaktualisasikan diri dalam rangka mengambil peran di masyarakat.
10. Semua pihak yang tidak sempat disebutkan, namun telah banyak memberikan bantuan dalam proses penelitian, penyusunan tesis, dan penyelesaian studi.

Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca diperlukan demi perbaikan kedepannya. Penulis juga berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kemajuan di dunia pendidikan, khususnya di bidang peternakan.

Salam sejahtera

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN HASIL PENELITIAN	iii
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Kegunaan Penelitian.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Spermatogenesis.....	4
B. Manajemen Pemeliharaan Dan Mikronutrisi Pakan.....	5
C. Hubungan Antara Mikronutrisi Dan Profil Metabolit Darah.....	8
D. Metabolit Darah	9
E. Glukosa Darah	12
F. Kolesterol	14
G. Kerangka Pikir	16
BAB III	17
MATERI DAN METODE.....	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian	17
B. Materi Penelitian.....	17
C. Metode Penelitian	17
Persiapan Dan Sterilisasi Alat	17
Penampungan Semen.....	18

Pengambilan Sampel Darah.....	18
Penilaian Sampel Darah	19
Penilaian Karakteristik Semen	20
D. Parameter Penelitian	25
E. Analisis Data	25
BAB IV.....	27
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Volume Semen Segar Sapi Bali Pada Lima Kali Penampungan	27
B. Korelasi Kadar Glukosa Darah Terhadap Motilitas Spermatozoa.....	30
C. Korelasi Kadar Kolesterol Terhadap Abnormalitas Spermatozoa.....	35
BAB V.....	40
KESIMPULAN DAN SARAN	40
A. Kesimpulan	40
B. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alat Easy Touch® GCHb.....	11
Gambar 2. Kerangka Pikir Penelitian.....	16
Gambar 3. Alur Kerja Penelitian Korelasi Profil Metabolit Darah Dan Kualitas Spermatozoa Semen Segar Sapi Bali Dengan Penambahan Mikronutrisi.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Korelasi Antara Profil Metabolit Darah Terhadap Kualitas Spermatozoa Pada Semen Segar Sapi Bali Volume Semen Segar Sapi Bali Pada Lima Kali Penampungan (Sebelum Dan Setelah Pemberian Mikronutrisi Dalam Pakan).....	27
Tabel 2. Korelasi Kadar Glukosa Darah Terhadap Motilitas Spermatozoa Semen Segar Sapi Bali Pada Lima Kali Penampungan (Sebelum Pemberian Mikronutrisi)	30
Tabel 3. Korelasi Kadar Glukosa Darah Terhadap Motilitas Spermatozoa Semen Segar Sapi Bali Pada Lima Kali Penampungan (Sebelum Pemberian Mikronutrisi)	33
Tabel 4. Kadar Kolesterol Terhadap Anbnormalitas Spermatozoa Semen Segar Sapi Bali Pada Lima Kali Penampungan (Sebelum Pemberian Mikronutrisi)	35
Tabel 5. Kadar Kolesterol Terhadap Abnormalitas Spermatozoa Semen Segar Sapi Bali Pada Lima Kali Penampungan (Setelah Pemberian Mikronutrisi)	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	53
Lampiran 2.	Hasil Analisis Uji Korelasi.....	55

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Usaha ternak sapi potong di Indonesia membutuhkan perhatian khusus dalam upaya mempertahankan dan menunjang peningkatan populasi, di mana teknologi tepat guna di bidang reproduksi dan pakan diterapkan secara mudah dan efisien. Penggunaan teknologi inseminasi buatan (IB) dalam optimalisasi usaha peningkatan efisiensi reproduksi di antaranya adalah mengupayakan setiap sapi induk mampu menghasilkan anak setiap tahun dengan jenis kelamin sesuai keinginan (Pamungkas dkk., 2004). Keberhasilan IB ditentukan oleh kualitas semen beku dari pejantan, yang dipengaruhi oleh karakteristik semen segar yang dapat dilakukan melalui evaluasi, baik secara makroskopis maupun mikroskopis (Prasetyo dkk., 2013). Kualitas semen dari seekor pejantan berhubungan erat dengan fertilitas (Mishra *et al.*, 2013; Morrell *et al.*, 2017) dan memiliki arti ekonomis yang tinggi pada program produksi ternak (Han dan Peñagaricano, 2016).

Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya angka kebuntingan adalah kurang baiknya kualitas air mani (semen) yang digunakan (Rizal dkk., 2006). Jumlah, motilitas dan morfologi spermatozoa adalah parameter yang digunakan untuk memperkirakan kesuburan jantan (Wong *et al.*, 2000).

Testosteron berhubungan langsung dengan fertilitas Jantan mulai dari perkembangan reproduksi saat fetus, pubertas, spermatogenesis

maupun mempertahankan libido (Mandal *et al.*, 2019). Testosteron adalah salah satu androgen yang memiliki peran yang sangat penting pada kualitas spermatozoa (Preston *et al.*, 2012). Ekspresi libido dimediasi oleh mekanisme hormonal terutama *luteinizing hormone* (LH) dan testosteron (Henney *et al.*, 1990). Biosintesis androgen pada umumnya memerlukan prekursor hormon berupa kolesterol (Harper *et al.*, 1977; Tranggono, 2001; Linder, 1985; Muryanti, 2005).

Gambaran atau profil hematologi dan status metabolit darah merupakan salah satu indikator penentu kondisi fisiologi ternak (Astuti dkk., 2008). Profil hematologi dan profil metabolit darah telah digunakan secara luas untuk memantau status kesehatan, gizi, metabolisme, identifikasi pola makan penyebab rendahnya produktivitas, serta mengevaluasi tingkat *heat stress* dan kesejahteraan hewan (Brucka-Jastrzębska *et al.*, 2007). Hasil penelitian Faldikova *et al.*, (2001) diperoleh bahwa penurunan kadar testosteron saat stres disebabkan oleh peningkatan sekresi glukokortikoid oleh kelenjar adrenal sebagai akibat peningkatan sekresi *adrenocorticotropic hormone* (ACTH) oleh kelenjar hipofisis. Hasil penelitian Rachmawati dkk., (2014) menunjukkan terdapat korelasi antara kadar hormon testosteron dengan tingkat libido dan kualitas spermatozoa, serta terdapat variasi korelasi diantara bangsa kambing Bligon, Kejobong, dan Peranakan Etawa (PE). Hasil penelitian Anwar dan Jiyanto (2019) menunjukkan performa sapi Kuantan jantan unggul dapat dilihat dari klasifikasi kriteria ukuran testis yang berkorelasi positif dengan kadar hormon testosteron yang dihasilkan. Hasil penelitian Maranatha dkk.,

(2021) menunjukkan pemberian pakan hasil integrasi rumput-legume tanaman pangan di lahan kering pulau Timor tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar urea, glukosa, dan hemoglobin darah sapi Bali Jantan yang digemukakan.

C. Rumusan Masalah

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam proses pengolahan semen cair adalah bagaimana memperoleh semen dengan kualitas spermatozoa yang baik. Hasil dari inseminasi buatan (IB) yang rendah salah satunya disebabkan oleh kualitas semen yang rendah. Kualitas semen yang rendah salah satunya disebabkan menurunnya kadar testosteron di dalam darah. Dalam menjaga kesehatan dan fungsi darah, dibutuhkan mikronutrisi.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara profil metabolit darah terhadap kualitas spermatozoa pada semen segar sapi Bali.

D. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menemukan cara alternatif untuk memprediksi kualitas semen segar yang ditampung, sehingga dapat memperoleh spermatozoa sapi Bali dengan kualitas awal yang baik sebelum masuk pada proses pengolahan semen.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Spermatogenesis

Spermatogenesis merupakan proses pembentukan spermatozoa dari spermatogonium yang terjadi pada dinding tubulus seminiferus testis (de Kretser *et al.*, 1998). Spermatogenesis sangat tergantung pada kecukupan sejumlah hormon gonadotropin, yaitu *follicle stimulating hormone* (FSH), *luteinizing hormone* (LH), dan testosteron untuk mengontrol proses seluler pada sistem reproduksi, meliputi aliran ion-ion, aktivitas enzim, sintesis protein, dan sekresi hormon (Weinbauer *et al.*, 1997). Spermatogenesis difasilitasi oleh keberadaan hormon-hormon yang lain, tetapi hanya hormon testosteron yang berperan sangat penting dalam memelihara dan menjaga spermatogenesis (Ruwanpura *et al.*, 2010; Alves *et al.*, 2013; Chang *et al.*, 2013), peran vital testosteron adalah pada proses spermatogenesis, di mana testosteron sangat diperlukan pada saat pembelahan sel-sel germinal untuk pembentukan spermatozoa, terutama pembelahan meiosis untuk membentuk spermatosit sekunder (Ascobat, 2008).

Hormon testosteron merupakan salah satu hormon yang termasuk dalam golongan hormon steroid. Pada individu jantan, hormon testosteron merupakan hormon yang berperan dalam menjamin perkembangan seksual, antara lain dalam proses spermatogenesis, memperpanjang daya hidup spermatozoa dalam epididimis, serta dalam memelihara

perkembangan alat reproduksi luar dan tanda-tanda kelamin sekunder (Nalbandov, 1990; Hardjosubroto dan Astuti, 1993). Testosteron dan hormon androgen lain disintesis dari kolesterol yang terdapat pada sitoplasma sel. Proses sintesis ini berlangsung pada membran bagian dalam mitokondria (Tietz *et al.*, 1994). Testosteron berhubungan langsung dengan fertilitas jantan mulai dari perkembangan reproduksi saat fetus, pubertas, spermatogenesis, maupun mempertahankan libido (Mandal *et al.*, 2019). Testosteron berkorelasi positif dengan kualitas semen (Sajjad *et al.*, 2007), meskipun korelasi rendah dengan motilitas spermatozoa (Souza *et al.*, 2011). Kualitas semen antara lain ditunjukkan dengan morfologi spermatozoa normal yang tinggi. Morfologi spermatozoa antara lain dipengaruhi oleh hormon testosteron (Singh *et al.*, 2014). Konsentrasi testosteron dalam darah unggas 0,2 ng/mL pada umur 16 minggu dan terus meningkat tajam hingga 1,3 ng/mL pada umur 34 minggu (Cecil dan Baks, 1990; Haryati, 2001).

B. Manajemen Pemeliharaan Dan Mikronutrisi Pakan (Zn, Se, dan Vitamin E)

Pemeliharaan sapi merupakan salah satu penunjang utama sukses dalam usaha ternak dalam mencapai keuntungan. Oleh karena itu, diperlukan penanganan manajemen yang baik (Murtidjo, 2005). Peternak yang mempunyai pendidikan yang lebih tinggi akan mudah menerima informasi-informasi yang baru yang sangat berguna untuk meningkatkan efisiensi reproduksi (Sudono, 2003). Performa reproduksi ternak sangat berkaitan dengan manajemen reproduksi dan pakan. Manajemen

reproduksi merupakan salah satu aspek utama untuk keberlangsungan hidup usaha peternakan (Suharyati dan Hartono, 2015). Pengamatan reproduksi dilakukan untuk mengetahui dan mendeskripsikan efisiensi reproduksi ternak. Efisiensi reproduksi yang tinggi dipengaruhi oleh manajemen reproduksi yang baik dengan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan di bidang manajemen reproduksi di kalangan peternak (Susilawati dan Affandy, 2004).

Pakan sangat mempengaruhi kualitas semen sapi pejantan, dimana kandungan nutrisinya mempengaruhi produksi spermatozoa, sekresi hormon gonadotropin, dan perkembangan perilaku seksual (Martin *et al.*, 2010). Pakan yang diberikan kepada sapi potong harus memiliki syarat sebagai pakan yang baik. Pakan yang baik yaitu pakan yang mengandung zat nutrisi yang cukup baik dari segi kualitas dan kuantitas, seperti energi, protein, lemak, mineral, dan vitamin yang semuanya dibutuhkan dalam jumlah yang tepat dan seimbang sehingga bisa menghasilkan produk daging yang berkualitas dan berkuantitas tinggi (Haryanti, 2009).

Mineral Zink (Zn) merupakan salah satu mikromineral yang memiliki peran cukup penting. Pada ternak ruminansia, mineral digunakan untuk membantu metabolisme dan menyediakan kebutuhan mikroba rumen. Apabila terjadi defisiensi Zn, maka aktivitas fermentasi mikroba rumen tidak berlangsung optimum, sehingga akan berdampak pada penurunan produktivitas. Zn merupakan unsur anorganik yang tidak dapat dikonversi dari zat gizi lain, oleh karena itu mineral ini mutlak harus ada dalam pakan, walaupun jumlah yang dibutuhkan relatif sedikit (Bender 1993). Pradhan

dan Nakagoshi (2008) menyatakan bahwa Zn merupakan salah satu mineral yang berperan dalam proses reproduksi jantan. Mineral ini terlibat dalam beberapa reaksi metabolisme karbohidrat, sintesis protein, dan metabolisme asam nukleat (Miller 1970). Zn menstimulir sel Leydig pada testis untuk memproduksi testosteron (Widhyari *et al.*, 2015), sehingga merangsang terjadinya libido. Pada proses spermatogenesis, Zn berperan dalam aktivitas ribonuklease pada awal dan pematangan spermatozoa selama spermatogenesis serta meningkatkan motilitas spermatozoa pada akhir spermatogenesis (Hidiroglou and Knipfel, 1984); mempertahankan epitel germinatif dan tubulus seminiferus pada proses spermatogenesis (Mason *et al.*, 1982). Zn penting untuk perkembangan normal testis, merawat epitel germinal, dan motilitas sperma (Anderson *et al.*, 1993).

Selenium (Se) berperan sebagai antioksidan yang mampu mencegah kerusakan kromosom dan menjaga kesuburan. Se merupakan elemen kunci dalam spermatogenesis and fertilitas jantan (Boitani dan Puglisi 2008). Se dapat meningkatkan jumlah spermatid, terutama bekerja dalam merubah spermatosit dalam pembelahan meosis kedua untuk membentuk spermatid (Ganabadi *et al.*, 2010). Defisiensi Se juga dapat mengganggu beberapa proses yang berhubungan dengan sintesis steroid (Staats *et al.*, 1988).

Vitamin E berperan sebagai antioksidan dan dapat melindungi kerusakan membran biologis akibat radikal bebas. Vitamin E dapat menetralsir gugus hidroksil, superoksida, dan radikal hidrogen peroksida, serta mencegah aglutinasi sperma (Aggarwal *et al.*, 2005). Vitamin E

merupakan agen pendorong fertilitas, karena dapat menormalkan epitel tubulus seminiferus (Linder, 2006). Pemberian vitamin E dapat memproteksi kerusakan struktur testis karena fungsi vitamin E (α -tokoferol) sebagai antioksidan yang dapat menghentikan reaksi berantai radikal bebas. Kemampuan vitamin E ini juga menyebabkan proses spermatogenesis di dalam tubulus seminiferus berjalan secara normal tanpa pengaruh negatif dari *2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin* (TCDD) (Yin *et al.*, 2012).

C. Hubungan Antara Mikronutrisi (Zn, Se, dan Vitamin E) Dan Profil Metabolit Darah

Pentingnya Selenium (Se) dalam nutrisi menjadi jelas pada tahun 1950-an ketika diketahui bahwa sebagian besar penyakit atau gangguan pada otot pada sapi dan domba dapat dicegah dengan menambahkan unsur ini atau vitamin E ke dalam pakan. Peran Se yang mengandung vitamin E sebagai komponen enzim *glutathione peroksidase* (GPx) ditunjukkan pada tahun 1973. Mineral Zink (Zn) ditemukan di setiap jaringan tubuh hewan. Unsur ini cenderung mengakumulasi di tulang daripada hati. Konsentrasi tinggi telah ditemukan di kulit, rambut, dan bulu (McDonald *et al.*, 1981).

Hasil penelitian Weiss dan Hogan (2005) membuktikan bahwa konsentrasi Se dalam serum darah menurun sebesar 23–45% dari masa kering hingga melahirkan. Cappelli *et al.*, (2007) mengamati bahwa kadar Selenium (Se) dalam darah menurun pada periode menjelang melahirkan dan kemudian meningkat atau tetap menurun setelah melahirkan,

tergantung pada asupan Se. Hasil penelitian Halliday (1983) dengan tepat menunjukkan bahwa menemukan status *glutathione peroksidase* rendah pada hewan adalah indikator kekurangan Se yang mungkin, bukan indikator yang pasti dari kekurangan dan kerugian produksi yang terkait. Hasil penelitian Katsoulos *et al.*, (2005) menyimpulkan bahwa pemberian aditif pakan salah satu jenis zeolit alami yang terdiri dari mineral aluminosilikat dengan struktur berpori dalam bentuk klinoptilolit dalam waktu jangka panjang pada sapi perah yang telah melahirkan lebih dari satu kali tidak secara signifikan mempengaruhi konsentrasi darah mereka.

D. Metabolit Darah

Saat ini, berbagai sistem evaluasi pejantan mencakup pemeriksaan fisik sistematis yang berfokus pada penilaian motilitas dan morfologi spermatozoa serta fungsi reproduksi lainnya (Chenoweth, 2015). Gambaran darah merupakan salah satu parameter dari status kesehatan hewan karena darah mempunyai fungsi penting dalam pengaturan fisiologis tubuh. Fungsi darah secara umum berkaitan dengan transportasi komponen di dalam tubuh seperti nutrisi, oksigen, karbon dioksida, metabolit, hormon, panas, dan imun tubuh, sedangkan fungsi tambahan dari darah berkaitan dengan keseimbangan cairan dan pH tubuh (Reece, 2006). Gambaran darah pada beberapa spesies hewan dipengaruhi oleh jenis kelamin, ras, kualitas pakan, dan manajemen pemeliharaan (Tibbo *et al.*, 2004). Adanya gangguan metabolisme, penyakit, kerusakan struktur, dan/atau fungsi organ, pengaruh agen/obat, dan stres dapat diketahui dari perubahan profil darah (Iheidioha *et al.*, 2012). Studi mengungkapkan

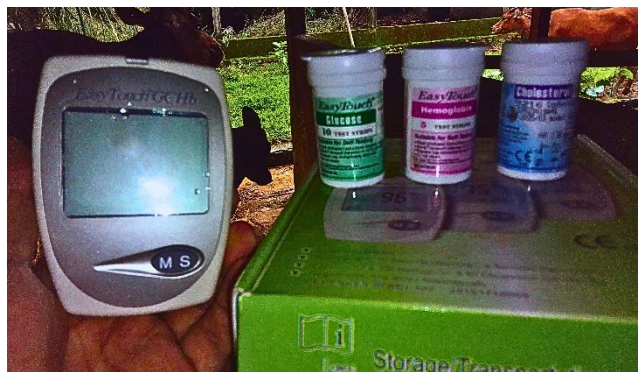
bahwa sapi jantan yang lulus pemeriksaan kesehatan ternak dan\atau yang terkait uji kualitas semen memiliki tingkat kesuburan lebih tinggi dibandingkan dengan sapi jantan yang tidak dievaluasi (Wiltbank dan Parrish, 1986).

Pemeriksaan darah rutin antara lain meliputi uji kadar hemoglobin, jumlah eritrosit, leukosit, trombosit, nilai hematokrit, laju endap darah, dan menentukan indeks eritrosit (Bachyar, 2001). Pengujian profil metabolisme (*metabolic profile test/MPT*) adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk memprediksi dan mencegah terjadi masalah pada suatu kelompok ternak melalui berbagai pengujian darah (kimia darah) pada kelompok ternak tersebut untuk mengetahui kondisi metabolisme, manajemen pemeliharaan, serta pakan (Van Saun, 2012). Beberapa parameter yang biasanya digunakan untuk pengujian MPT pada kelompok ternak, diantaranya (Payne *et al.*, 1970);

1. Untuk parameter kecukupan energi, dilakukan pengujian pada kadar glukosa darah, kolesterol darah, dan *non esterified fatty acid* (NEFA) (asam lemak non-ester) darah.
2. Untuk parameter protein, dilakukan pengujian pada nilai hematokrit darah, *blood urea nitrogen* (BUN)-kadar urea nitrogen darah, albumin darah, dan *γ-globulin* (gamma globulin).
3. Untuk parameter mineral, dilakukan pengujian kadar kalsium darah, posfor inorganic, dan magnesium darah.
4. Pengujian fungsi hati melalui pengukuran kadar AST (SGOT), γ -GT (SGPT) dan, rasio kolesterol ester (CER) pada serum darah.

5. Pengukuran *body condition score* (BCS) atau nilai kondisi tubuh ternak.

Pemeriksaan darah menggunakan metode digital atau *point of care test* (POCT) dengan menggunakan alat Easy Touch® GCHb memiliki prinsip kerja menghitung kadar glukosa, hemoglobin, dan kolesterol pada sampel darah berdasarkan kepada perubahan potensial listrik terbentuk secara singkat, dipengaruhi oleh interaksi kimia antara sampel darah yang diukur dengan elektroda terhadap strip (Akhzami dkk., 2016). Alat Easy Touch® GCHb dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Alat Easy Touch® GCHb

Kajian terkait profil hormon steroid merupakan hal yang menarik bagi para peneliti, karena kajian tersebut terlibat pada semua aspek fisiologis tubuh mulai dari regulasi, metabolisme, kesehatan reproduksi, perkembangan hingga ekspresi dari perilaku (Touma dan Palme, 2005). Metode klasik yang digunakan selama ini dalam pengukuran kadar hormon steroid adalah menggunakan sampel darah yang dikoleksi secara berseri yang dikenal dengan metode invasif. Metode invasif hanya mudah diterapkan pada satwa domestik yang cukup jinak untuk ditangani (Brown *et al.*, 1994).

E. Glukosa Darah

Gula darah merupakan parameter yang menggambarkan kecukupan pakan terutama konsumsi energi pada makhluk hidup. Jika konsumsi energi rendah, maka kadar glukosa darah juga rendah; sebaliknya, konsumsi energi tinggi akan meningkatkan kadar glukosa darah. Glukosa dibutuhkan dalam jumlah besar oleh sapi Bali untuk kebutuhan hidup pokok, pertumbuhan tubuh, jaringan tubuh, pertumbuhan fetus, serta produksi susu. Kadar gula darah dipengaruhi oleh pakan, aktivitas fisik, jenis kelamin, umur, dan kondisi fisik sapi Bali. Kadar gula darah sangat bervariasi pada sapi sebelum bunting, saat bunting, dan setelah melahirkan (Piccione *et al.*, 2012). Pada ternak ruminansia, terdapat sistem pengaturan kadar gula darah melalui proses glikolisis, glikogenesis, dan glukoneogenesis, sehingga konsentrasi gula darah relatif konstan. Kadar gula darah pada ruminansia dipertahankan melalui sintesis endogen untuk memenuhi fungsi-fungsi esensial jaringan tubuh (Arora, 1995). Kadar gula darah juga dipengaruhi oleh karbohidrat pakan, baik berupa serat kasar maupun nilai total *digestible nutrient* (BETN), yang mempengaruhi peningkatan gula darah (Maynard *et al.*, 1979). Serat kasar dan BETN difermentasi oleh mikroba rumen menjadi asam lemak *volatile* atau *volatile fatty acid* (VFA) dan gula-gula sederhana, yang kemudian disintesis menjadi gula darah di dalam hati (Tillman *et al.*, 1991). Standar normal glukosa darah sapi adalah 35–55 mg/dL (Panicke *et al.*, 2002). Hasil penelitian Mitruka *et al.*, (1977) menunjukkan bahwa kadar gula darah sapi yang normal berada dalam kisaran 43–100 mg/dL.

Peningkatan kadar glukosa darah setelah makan disebabkan oleh pelepasan hormon insulin (Purbowati dkk., 2004). Bila kadar glukosa darah naik, hormon insulin akan meningkat, mempercepat masuknya glukosa ke dalam hati dan otot, di mana glukosa akan diubah menjadi glikogen (Lehninger, 1994). Konsentrasi glukosa darah dikontrol oleh hormon insulin yang dihasilkan oleh sel-sel beta (β) yang bertanggung jawab atas produksi dan pelepasan insulin serta amilin. Setiap kenaikan glukosa darah merangsang pelepasan insulin selama 30–60 detik (Harper *et al.*, 1980).

Kondisi peningkatan kadar glukosa dalam darah (hiperglikemia) yang berkepanjangan akan menyebabkan peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS) oleh mitokondria, yang mengakibatkan kerusakan pada membran mitokondria sehingga fungsi potensial membran mitokondria hilang dan menginduksi apoptosis sel sperma (Yang *et al.*, 2010). Rendahnya kadar glukosa darah juga menyebabkan tingginya konsentrasi *non-esterified fatty acids* (NEFA) yang memiliki efek toksik terhadap folikel, oosit, dan embrio (Arthur *et al.*, 2001; Butler, 2003). Namun aktivitas radikal bebas tersebut dapat dihambat oleh antioksidan yang melengkapi sistem kekebalan tubuh (Sen & Chakraborty, 2011). Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut bisa dihambat (Saleh dkk., 2012).

Hasil penelitian Ramandani dan Nururrozi (2015) menunjukkan bahwa sapi perah yang mengalami kawin berulang memiliki konsentrasi kadar glukosa ($48,58 \pm 6,675$ mg/dL) dan total protein plasma ($6,815 \pm 0,821$

g/dL) di bawah normal. Hasil penelitian Sajapitak *et al.*, (2016) menemukan bahwa ekspresi transporter glukosa 3 (Glucose Transporters-3, GLUTs-3) memiliki korelasi tinggi dengan motilitas dan viabilitas spermatozoa gajah-gajah Asia (*Elephas maximus*).

F. Kolesterol

Kolesterol merupakan bentuk lemak yang berwarna kekuningan dan berbentuk menyerupai lilin. Sekitar 75% kolesterol dalam darah diproduksi oleh hati dan sel-sel dalam tubuh. Kadar kolesterol normal dalam tubuh adalah 160–200 mg/dL. Kadar kolesterol yang berlebih dalam tubuh dapat membahayakan kesehatan (Yekti dan Ari, 2001). Profil lipid dalam darah merupakan salah satu parameter yang biasa digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan dan produktivitas ternak (Gross *et al.*, 2016). Kolesterol memiliki fungsi utama dalam tubuh, yaitu pembentukan membran sel, sintesis asam empedu, dan sintesis hormon-hormon steroid (Panil, 2008). Kolesterol merupakan faktor penting untuk mempertahankan sifat-sifat membran (Voet dan Voet, 1990). Kolesterol juga merupakan unsur penting dalam membran plasma; kolesterol merupakan senyawa induk bagi semua steroid lainnya yang disintesis dalam tubuh seperti hormon korteks adrenal serta hormon seks, vitamin D, dan asam empedu (Murray *et al.*, 2003).

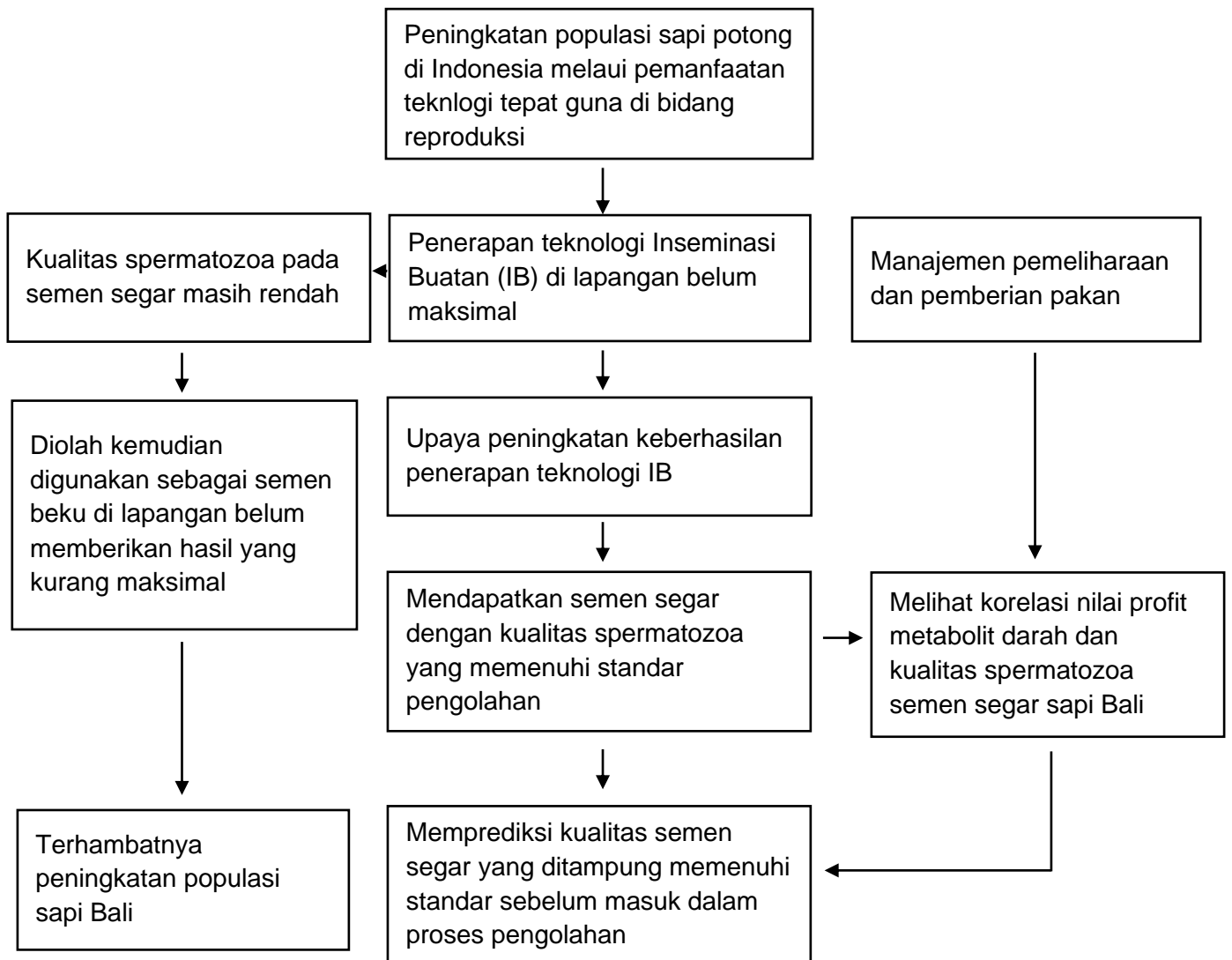
Peningkatan kolesterol dalam jaringan tubuh dapat menyebabkan peningkatan *reactive oxygen species* (ROS) dan peroksidasi lipid. Hal ini menjadi faktor penting dalam perkembangan abnormalitas sel pada organ tubuh. Keadaan hiperlipidemia berkorelasi positif dengan timbulnya berbagai penyakit degeneratif seperti penyakit jantung koroner, diabetes

mellitus, kanker, obesitas, dislipidemia, stroke, serta menurunkan fungsi reproduksi pria (infertilitas). Beberapa dampak hiperlipidemia pada sistem reproduksi pria antara lain penurunan motilitas spermatozoa, abnormalitas morfologi spermatozoa, hambatan sekresi hormon testosteron serta *luteinizing hormone* (LH), degenerasi sel Leydig, dan gangguan spermatogenesis (Bashandy, 2006). Defisiensi kolesterol pada ternak betina dapat mengakibatkan berahi tenang (*silent estrus*) atau berahi pendek (subestrus), memperpanjang masa anestrus, menurunkan angka kebuntingan, dan mendorong timbulnya anestrus pasca melahirkan (Hardjopranto, 1995). Kadar kolesterol darah normal pada ayam berkisar 125–200 mg/dL (Mangisah, 2003).

Hasil penelitian Bashandy (2007) diperoleh penurunan motilitas spermatozoa pada tikus yang diberi pakan tinggi kolesterol. Hasil penelitian Lancellotti *et al.*, (2013) diperoleh penurunan volume semen, jumlah, viabilitas, dan motilitas spermatozoa pada kelinci yang diberi pakan tinggi kolesterol. Hasil penelitian Pirestani dan Motalebipour (2022) diperoleh kadar kolesterol dan kolesterol baik (*high-density lipoprotein/HDL*) lebih tinggi pada domba Afshari jantan yang dimuliakan secara musiman (*seasonal breeding*) dibandingkan yang tidak dimuliakan secara musiman (*non-seasonal breeding*) baik pada sampel darah maupun semen ($P < 0,05$).

G. Kerangka Pikir

Penelitian berdasarkan kerangka pikir seperti yang disajikan pada Gambar 2. Nilai profil metabolit darah yang didapat (gula darah dan kolesterol) diasumsikan bahwa memiliki korelasi dengan kualitas spermatozoa (motilitas dan abnormalitas) semen cair yang ditampung.



Gambar 2 Kerangka Pikir Penelitian