

DISERTASI

**KINERJA REPRODUKSI DAN DAYA FERTILITAS SAPI BALI
BERTANDUK DAN TIDAK BERTANDUK (POLLED)**

ATHHAR MANABI DIANSYAH

P013201018



**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**KINERJA REPRODUKSI DAN DAYA FERTILITAS SAPI BALI
BERTANDUK DAN TIDAK BERTANDUK (*POLLED*)**

Disertasi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Doktor

Program Studi Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

ATHHAR MANABI DIANSYAH

P013201018

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

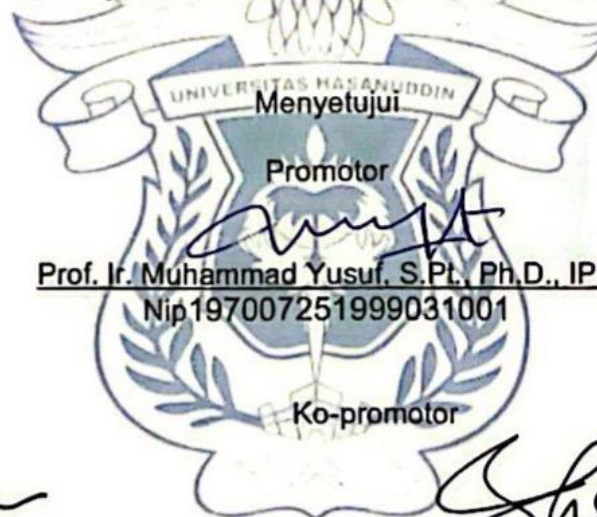
2023

DISERTASI

**KINERJA REPRODUKSI DAN DAYA FERTILITAS SAPI BALI BERTANDUK DAN
TIDAK BERTANDUK (POLLED)**

**ATHHAR MANABI DIANSYAH
NIM P013201018**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Doktor Program Studi Ilmu-ilmu Pertanian
Sekolah Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin
pada tanggal 31 Maret 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan



Prof. Ir. Muhammad Yusuf, S.Pt., Ph.D., IPU
Nip 197007251999031001

Ko-promotor

Prof. Dr. Ir. Abd. Latief Toleng, M.Sc
Nip 195406021978021001

Ko-promotor

Dr. Muhammad Ihsan A. Dagong, S.Pt., M.Si.
Nip 197705262002121003

Ketua Program Studi,

Prof. Dr. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr
Nip 196012241986011001

Dekan Sekolah Pascasarjana,



Prof. dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K), M.MedEd
Nip 196612311995031009

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul “Kinerja Reproduksi dan Daya Fertilitas Sapi Bali Bertanduk dan Tidak Bertanduk (*Polled*)” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Prof. Ir. Muhmmad Yusuf, S.Pt., Ph.D., IPU sebagai Promotor dan Prof. Dr. Ir. Abd. Latied Toleng, M.Sc. sebagai co-promotor-1 serta Dr. Muhammad Ihsan A. Dagong, S.Pt., M.Si. sebagai co-promotor-2). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipublikasikan di Jurnal *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(8), 1787- 1796 sebagai artikel dengan judul “*Characteristic and Kinematics of Bali-Polled Bull Sperms*” dan di *World’s Veterinary Journal*, 12(3), 316-322 dengan judul artikel “*The Expression of Plasma Protein in Bali-polled Bulls Using 1D-SDS-PAGE*” serta di Jurnal *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 11(4), 517-525 dengan judul artikel “*The Sperms Post-Thawing Quality and Proteomic Seminal Plasma on Fertility Performance of Bali-Polled Bull*”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 25 Maret 2023



Athhar Manabi Diansyah
NIM P013201018

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas limpahan rahmat dan karunia Allah SWT yang memberikan nikmat kesehatan jasmani dan rohani sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi yang berjudul “Kinerja Reproduksi dan Daya Fertilitas Sapi Bali Bertanduk dan Tidak Bertanduk (*Polled*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Sekolah Pascasarana Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penyusunan disertasi ini menghadapi berbagai rintangan dan tantangan yang dihadapi oleh penulis dalam menyelesaikan penulisannya serta melibatkan berbagai pihak yang turut memberikan arahan, bantuan dan dukungan kepada penulis, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:


1. Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas beasiswa yang telah diberikan kepada penulis melalui beasiswa Pendidikan Magister Menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU) *batch* V periode 2019-2023.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Yusuf, S.Pt., Ph.D., IPU. selaku promotor serta Bapak Prof. Dr. Ir. Abd. Latied Toleng, M.Sc. dan Dr. Muhammad Ihsan A. Dagong, S.Pt., M.Si., selaku ko-promotor yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing, memberi arahan serta nasehat kepada penulis sehingga disertasi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc. IPU. ASEAN Eng., Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc., Dr. Hasbi, S.Pt., M.Si., Dr. Muhammad Hatta, S.Pt., M.Si., selaku penguji yang telah memberi kritik dan saran kepada penulis sehingga disertasi ini dapat terselesaikan.
4. Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed., selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Prof. Baharuddin, S.T., M.Arch, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Doktor Ilmu Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, serta seluruh staf dan pegawai pascasarjana yang telah membantu dalam pengurusan administrasi.
5. Ayahanda Prof. Dr. Ir. Syahrudin Said, M.Agr.Sc., IPU., ASEAN Eng. dan Ibunda dr. Rosdiana Rasyidi, MARS, Sp.GK yang senantiasa kasih sayang dan dukungan yang tiada hentinya kepada penulis dan juga adinda Faiqoh

Dian Syahrudin dan Athoillah Ahkam Diansyah beserta seluruh keluarga besar yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu.

6. Tim peneliti Repronmik, Pusat Riset Zoologi Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasioanal yang telah banyak memberikan bimbingan dalam penyelesaian penelitian.
7. Teman-teman PMDSU Batch V khususnya Eri, Sasha, Purnama, Wina dan Marfuah yang telah banyak memberi arahan untuk penulis.
8. Teman-teman RANTAI 15 yang telah banyak memberi dukungan kepada penulis.
9. Teman-teman penelitian Laboratorium Proceasing Semen yang telah membantu penulis selama kegiatan penelitian.
10. Himpunan Mahasiswa Produksi Ternak (HIMAPROTEK-UH), Senat Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin (SEMA FAPET-UH), Himpunan mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Peternakan dan Ikatan Senat Mahasiswa Peternakan Indonesia (ISMAPETI), tempat penulis dalam berproses dan belajar. Lembaga yang telah banyak mengajarkan banyak hal kepada penulis.
11. Muhammad Irgi Fagresi K., S.Pt dan Ardian Syahputra, S.Pt yang telah banyak memberi motivasi untuk penulis.
12. Sahabat *Farm and Corp* yang telah banyak memberikan pengalaman untuk penulis.
13. Eka Hardiyani, S.Pt., M.Agb yang telah banyak memberi dukungan, membantu serta memberi motivasi untuk penulis.
14. Teman-teman anak kandang khususnya Fadhlurrahman, Rahmat, Safry, Muladi, Shafik, Rury, Rahmat dan Salam yang telah memberikan kontribusi dalam kegiatan penelitian.

Penulis menyadari bahwa usulan penelitian disertasi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaan disertasi ini. Semoga disertasi ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca terutama bagi penulis.

Penulis,




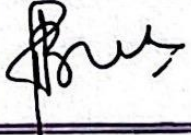
Athnar Manabi Diansyah

ABSTRAK

ATHHAR MANABI DIANSYAH. Kinerja Reproduksi dan Daya Fertilitas Sapi Bali Bertanduk dan Tidak Bertanduk (*Polled*) (dibimbing oleh **Muhammad Yusuf, Abdul Latief Toleng, dan Muhammad Ikhsan Andi Dagong**).

Penerapan bioteknologi reproduksi mampu melakukan percepatan peningkatan populasi dan mutu genetik ternak lokal. Salah satu ternak lokal Indonesia memiliki potensi dikembangkan adalah sapi Bali *polled* yang memiliki banyak kelebihan dan kemudahan dalam pemeliharannya. Namun, informasi reproduksi pada sapi Bali *polled* masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan 1) Mengkaji pengujian BSE, karakteristik kualitas dan kinematika sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk. 2) Mengkaji profil protein plasma seminal berdasarkan 1D-SDS-PAGE pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk. 3) Mengkaji identifikasi protein spesifik dan *biomarker* sifat fertilitas pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk. 4) Mengkaji asosiasi protein spesifik dengan kinerja reproduksi secara *in vivo* pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2020-2023. Hasil pada penelitian menunjukkan bahwa sapi Bali *polled* sesuai standar BSE, dan karakteristik semen yang baik sesuai SNI 01-4869.1-2017. Serta kinematika sperma termasuk kategori baik sehingga sapi Bali *polled* berpotensi menjadi pejantan unggul. Analisis protein menggunakan 1D-SDS-PAGE berdasarkan berat molekul dapat digunakan sebagai penanda awal kualitas semen pada sapi Bali *polled*. Semen sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk mengandung kandidat protein yang sama yaitu IGF-1, AKAP 3, AKAP 4, arylsulfatase-a, N-acetyl- β -guicosaminidase, BSP A1/A2, BSP-A3, dan BSP-30 (BSP1, BSP3, and BSP5) dan asFP yang terkait dengan sifat reproduksi. Plasma semen sapi Bali *polled* ditemukan protein ZBPB (*Zona Pelucida Binding Protein*) terkait dengan fungsi reproduksi yang belum dilaporkan pada sapi Bali bertanduk dan pada *Bos taurus*. Fungsi reproduksi ZBPB terindikasi pada status akrosom sapi Bali tidak bertanduk yang berhubungan dengan sifat fertilitas. Protein spesifik ZBPB pada penelitian ini tidak memperlihatkan asosiasi dengan kinerja reproduksi secara *in vivo*, namun berasosiasi dengan status akrosom pada semen sapi Bali tidak bertanduk. Kinerja reproduksi dan daya fertilitas sapi Bali bertanduk dan *polled* dapat digunakan dalam upaya identifikasi sapi Bali *polled* sebagai calon galur sapi potong Indonesia.

Kata kunci: Fertilitas, protein, sapi Bali tidak bertanduk, seminal plasma, sperma.

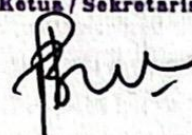
 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa. Tanggal : _____	Paraf Ketua / Sekretaris, 

ABSTRACT

ATHHAR MANABI DIANSYAH. Reproductive Performance and Fertility Rate of Bali-Horned and Bali-Polled Bulls (Supervised by **Muhammad Yusuf, Abdul Latief Toleng, and Muhammad Ikhsan Andi Dagong**).

The application of reproductive biotechnology can accelerate the increase in population and genetic quality of local livestock. One of Indonesia's local livestock that has the potential to be developed is Bali-polled bull which have many advantages and are easy to maintain. However, reproductive information on Bali-polled bull is still limited. We carried out a study on Bali horned and Bali-polled bulls from 2020-2023 aimed to 1) determine their BSE test, quality characteristics, and kinematics; 2) Identifying the seminal plasma protein profile based on 1D-SDS-PAGE; 3) Identifying specific proteins and biomarkers of fertility properties; 4) Identifying the association of specific proteins with reproductive performance in vivo. Results showed that Bali-polled bull have satisfactory BSE standards and good semen characteristics according to SNI 01-4869.1-2017. Moreover, sperm kinematics was in a suitable category pointing that Bali-polled bull have the potential to become superior bulls. Protein analysis using 1D-SDS-PAGE based on molecular weight can be used as an initial marker of semen quality in Bali-polled bull. Semen of Bali horned and Bali-polled bull contains the same protein candidates, namely IGF-1, AKAP 3, AKAP 4, arylsulfatase-a, N-acetyl- β -guicosaminidase, BSP A1/A2, BSP-A3, and BSP-30 (BSP1, BSP3, and BSP5) and asFP associated with reproductive character. Reproductive function of ZPBP is indicated on the acrosome status of the Bali-polled bull which is related to fertility characteristics. The specific ZPBP protein in this study did not show an association with in vivo reproductive performance, but was associated with acrosome status in Bali-polled bull's semen. Reproductive performance and fertility of Bali-horned and Bali-polled bulls can be used to identify Bali-polled bull as candidates for Indonesian beef cattle lines.

Keywords: *Bali-polled bull, fertility, plasma semen, protein, sperm.*

 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua / Sekretaris.
Tanggal : _____	

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DISERTASI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN UMUM.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6 Kebaruan Penelitian.....	5
1.7 Daftar Pustaka	5
BAB II KARAKTERISTIK DAN KINEMATIKA SPERMA SAPI BALI TIDAK BERTANDUK	7
2.1 Abstrak	7
2.2 Pendahuluan	7
2.3 Metode Penelitian	9
2.4 Analisis Data	11
2.5 Hasil dan Pembahasan.....	11
2.6 Kesimpulan	19
2.7 Daftar Pustaka	19
BAB III EKSPRESI PPROTEIN PLASMA SEMEN SAPI BALI TIDAK BERTANDUK	24
3.1 Abstrak	24
3.2 Pendahuluan	25
3.3 Metode Penelitian	26
3.4 Analisis Data	28
3.5 Hasil dan Pembahasan.....	28
3.6 Kesimpulan	32
3.7 Daftar Pustaka	32
BAB IV KUALITAS SEMEN BEKU DAN PROTEOMIK PLASMA SEMEN SAPI BALI TIDAK BERTANDUK	36
4.1 Abstrak	36
4.2 Pendahuluan	37
4.3 Metode Penelitian	38
4.4 Analisis Data	40
4.5 Hasil dan Pembahasan.....	41
4.6 Kesimpulan	46
4.7 Daftar Pustaka	46

BAB V PEMBAHASAN UMUM	52
5.1 Daftar Pustaka	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	57
6.1 Kesimpulan	57
6.2 Saran	57
CURRICULUM VITAE	58

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Karakteristik semen segar sapi Bali tidak bertanduk.....	12
2. Kinematika semen segar sapi Bali tidak bertanduk.....	15
3. Karakteristik semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dengan berbagai bangsa	17
4. Karakteristik semen segar sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dengan berbagai bangsa	17
5. Kualitas semen segar dan konsentrasi protein plasma semen pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk	28
6. Profil protein plasma semen pada sapi Bali tidak bertanduk berdasarkan berat molekul menggunakan 1D-SDS-PAGE	30
7. Kualitas semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk.....	41
8. Protein spesifik plasma semen sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk terkait fungsi reproduksi	43
9. Tingkat fertilitas sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk.....	45

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Hasil 1D-SDS-PAGE sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk	30
2. Komposisi protein plasma semen sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk	42
3. Struktur interaksi protein ZPBP	44

DAFTAR SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan penjelasan
IB	Inseminasi Buatan
BSE	<i>Breeding Soundness Examination</i>
CASA	<i>Computer Assisted Sperm Analysis</i>
1D-SDS-PAGE	One Dimensional-Sodium Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis
SNI	Standar Nasional Indonesia
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
ATP	Adenosin Tripospat
BM	Berat Molekul
kDa	Kilo Dalton
LCMS	<i>Liquid Crhomatograph Mass Spectrometry</i>
rpm	<i>rotation per minute</i>
M	mikro
SOP	Standar Operasional Prosedur
A	alpha
B	beta
NRR	<i>Non Return Rate</i>
CR	<i>Conception Rate</i>
S/C	<i>Service per Conception</i>

BAB I PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat akan pangan semakin meningkat setiap tahunnya. Hal tersebut disebabkan oleh pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia yang semakin meningkat. Kebutuhan daging sapi sebagai salah satu sumber pangan ikut mengalami peningkatan yang signifikan. Permintaan daging sapi yang meningkat tidak diimbangi peningkatan produksi daging sapi dalam negeri sehingga ketersediaan daging sapi secara nasional masih dibutuhkan. Produksi daging sapi nasional pada tahun 2021 tercatat sebesar 437.783 Ton, dimana kebutuhan konsumsi daging sapi sebesar 696.960 Ton (BPS, 2022).

Provinsi Sulawesi Selatan sebagai salah satu sentra lumbung ternak di Indonesia memiliki angka populasi sapi potong pada tahun 2022 sebanyak 1.461.457 ekor menempatkan Sulawesi Selatan sebagai provinsi dengan angka populasi kelima terbanyak se-Indonesia dengan produksi daging 18.814 Ton (BPS, 2022). Sebagian besar produksi daging sapi berasal dari bangsa sapi Bali, dimana sapi Bali salah satu sapi khas Indonesia. Sapi Bali adalah ternak tipe potong/ pedaging dan sebagai ternak pekerja. Sapi Bali merupakan penghasil daging utama untuk ruminansia besar di Indonesia.

Pengembangan sapi Bali saat ini mengarah pada pengembangan sapi Bali tanpa tanduk (*Polled*). Berdasarkan definisinya, sapi *polled* adalah ternak sapi yang tanduknya tidak tumbuh secara alami (Zulkarnaim, 2017). Terdapat beberapa keuntungan pada sapi *polled*, seperti mengurangi resiko terluka yang sering terjadi pada peternak yang disebabkan oleh tanduk, dapat mencegah memar pada karkas dan kerusakan pada kulit (Glatzer *et al.*, 2013).

Bioteknologi reproduksi ternak saat ini telah berkembang dan membuka peluang besar untuk menggali potensi kinerja reproduksi, peningkatan populasi dan mutu genetik ternak. Inseminasi buatan (IB) merupakan teknologi reproduksi generasi pertama yang bertujuan memanfaatkan pejantan unggul secara efisien, menghindari penyebaran penyakit reproduksi dan memperbaiki mutu genetik ternak (Said, 2020). Teknologi IB sangat potensial digunakan untuk pengembangan sapi Bali *polled* di Indonesia. Sehingga, seleksi pejantan terhadap sapi *polled* menjadi sangat penting (Brockmann, 2000).

Secara konvensional untuk uji kemampuan reproduksi seekor ternak dapat dilakukan dengan teknik *Breeding Soundness Evaluation* (BSE). BSE mudah dilakukan, dapat diulangi dan berkorelasi dengan kesuburan pejantan (Thundathil, *et al.*, 2016). Metode seleksi pejantan dengan BSE meliputi tiga bagian, yaitu pengamatan fisik (meliputi pengamatan genetalia eksternal dan internal melalui eksplorasi rektal), pengukuran lingkaran skrotum dan tingkah laku seksual (libido), serta analisis kualitas semen (Hancock, *et al.*, 2016).

Penilaian dengan metode BSE tidak semua pejantan yang potensial bisa mendapatkan nilai yang sama atau dapat melebihi ambang batas dari BSE, sehingga dapat memberikan peluang untuk pejantan dengan potensi yang rendah dapat terseleksi, jika hanya melihat satu aspek dari pengujian BSE tersebut (Alexander, 2008). Dalam *Breeding Soundness Evaluation*, parameter kualitas semen yang paling utama adalah motilitas spermatozoa (Ratnawati, *et al.*, 2019). Pengujian motilitas spermatozoa yang umum dilakukan saat ini adalah pengujian secara visual mikroskopik menggunakan mikroskop cahaya yang memiliki nilai subyektifitas yang cukup tinggi sehingga diperlukan pengalaman, ketrampilan dan keahlian penguji dalam menilai gerakan spermatozoa agar mendapatkan hasil yang lebih obyektif (Sarastina, *et al.*, 2007).

Sundararaman, *et al.* (2012) melaporkan CASA dapat mengevaluasi karakteristik motilitas spermatozoa pejantan secara obyektif meliputi karakteristik-karakteristik gerak dan kecepatan, gerak kepala dan pola pergerakan spermatozoa. Karakteristik motilitas sperma berkorelasi positif dengan fertilitas (Perumal, *et al.*, 2014). Keunggulan penilaian motilitas menggunakan CASA dibandingkan secara konvensional adalah lebih obyektif, akurat, cepat, efisien dan mampu memberikan gambaran motilitas spermatozoa secara detail. Namun dalam pelaksanaannya, penilaian dengan CASA menghasilkan data yang bervariasi. Banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya: prosedur penggunaan CASA, semen, pengencer semen, konsentrasi spermatozoa, chamber, analisis, preparasi sampel dan waktu pelaksanaan analisis. Sejauh ini, belum terdapat standar motilitas spermatozoa dengan CASA (Ratnawati, *et al.*, 2019).

Kaya dan Memili (2016), menyatakan bahwa tingkat fertilitas pejantan dalam program pemuliaan bukan saja ditentukan oleh kuantitas maupun kualitas semen, namun terdapat perbedaan variasi tingkat fertilitas yang signifikan di antara sapi jantan yang dapat membatasi efisiensi reproduksi. Variasi tingkat fertilitas tersebut diatur oleh faktor kompensasi dan non-kompensasi. Peningkatan

fertilitas sapi pejantan melalui faktor kompensasi berkaitan dengan viabilitas spermatozoa, motilitas dan integritas akrosom spermatozoa, dapat dicapai melalui peningkatan jumlah spermatozoa yang dideposisikan ke dalam saluran reproduksi betina. Namun, tidak memungkinkan bagi pejantan yang pernah mengalami defisiensi nutrisi selama perkembangan embrio. Hal ini berkaitan dengan genetika atau aspek molekuler, fungsi genomik yang terkandung pada spermatozoa (Blaschek, *et al.*, 2011).

Pada ternak sapi potensial fungsi genomik dalam bentuk *biomarkers* penentu fertilitas pejantan dapat dilakukan melalui identifikasi kandungan plasma semen termasuk protein plasma. *Biomarkers* yang terdapat dalam plasma semen sapi dalam bentuk protein plasma dan komponen biokimia plasma semen (Menezes, *et al.*, 2017). Komponen biokimia dalam plasma semen termasuk protein dan peptida berfungsi sebagai regulasi dalam melindungi spermatozoa, spermatogenesis, kapasitas, fertilisasi melalui interaksi dengan berbagai jenis ligan spermatozoa (Rodriguez-Villamil, *et al.*, 2016). Plasma semen juga mengandung karbohidrat dan lipid yang penting dalam mempertahankan kualitas spermatozoa dan keberhasilan dalam proses fertilisasi (Defaus, *et al.*, 2016), serta menentukan fertilitas secara *in vivo* pada sapi (Soggiu, *et al.*, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, informasi terkait karakteristik kualitas semen dan aspek-aspek biologi molekuler pada sifat fertilitas sapi Bali *polled* masih sangat terbatas, oleh karena itu pada penelitian disertasi ini akan menggali dan mempelajari karakteristik kualitas semen dan protein spesifik serta mengidentifikasi biomarker sifat fertilitas pada sapi Bali tidak bertanduk (*polled*). Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk menyusun strategi pengembangan sapi Bali.

1.2 Rumusan Masalah

Bioteknologi reproduksi ternak memegang peranan yang sangat penting dalam pengembangan peternakan nasional. Penerapan bioteknologi reproduksi mampu melakukan percepatan peningkatan populasi dan mutu genetik ternak lokal. Salah satu ternak lokal Indonesia memiliki potensi dikembangkan adalah sapi Bali tidak bertanduk (*polled*) yang memiliki banyak kelebihan dan kemudahan dalam pemeliharaannya. Namun, informasi reproduksi pada sapi Bali tidak bertanduk (*polled*) masih sangat terbatas.

Beberapa informasi penting terkait reproduksi pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*) sekaligus menjadi permasalahan yang harus dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengujian BSE, karakterisasi kualitas dan kinematika semen sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk?
2. Bagaimana profil protein plasma seminal berdasarkan 1D-SDS-PAGE pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk?
3. Bagaimana identifikasi protein spesifik dan *biomarker* sifat fertilitas pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk?
4. Bagaimana asosiasi protein spesifik dengan kinerja reproduksi secara *in vivo* pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait kinerja reproduksi dan daya fertilitas sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*). Sedangkan secara khusus penelitian ini bertujuan :

1. Mengkaji pengujian BSE, karakteristik kualitas dan kinematika sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk
2. Mengkaji profil protein plasma seminal berdasarkan 1D-SDS-PAGE pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk
3. Mengkaji identifikasi protein spesifik dan *biomarker* sifat fertilitas pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk
4. Mengkaji asosiasi protein spesifik dengan kinerja reproduksi secara *in vivo* pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk

1.4 Kegunaan Penelitian

Data dan informasi yang diperoleh dari penelitian ini memberikan sumbangsih atas perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bidang reproduksi ternak. Selain itu juga dapat digunakan dalam upaya identifikasi sapi Bali tidak bertanduk sebagai calon galur sapi potong Indonesia.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam lima tahapan kegiatan yaitu:

1. Tahap pertama, pengujian BSE, karakterisasi kualitas dan kinematika sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*).
2. Tahap kedua, profil protein plasma seminal berdasarkan 1D-SDS-PAGE pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*).

3. Tahap ketiga, identifikasi protein spesifik dan *biomarker* sifat fertilitas pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*).
4. Tahap keempat, asosiasi protein spesifik dengan kinerja reproduksi secara *in vivo* pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*).

1.6 Kebaruan Penelitian

Kebaruan (*Novelty*) dari penelitian ini yaitu:

1. Menjadi informasi baru karakteristik kualitas dan kinematika semen pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*).
2. Mendapatkan profil protein plasma semen sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*).
3. Mendapatkan protein spesifik plasma semen sapi Bali tidak bertanduk sebagai *biomarker* sifat fertilitas berupa protein ZBPB.
4. Mendapatkan data asosiasi protein spesifik dengan kinerja reproduksi secara *in vivo* pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk (*polled*).

1.7 Daftar Pustaka

- Alexander, J.H. 2008. Bull breeding soundness evaluation: A practitioner's perspective. *Theriogenology* 70:469–472
- Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi Daging Sapi Tahun 2016-2020. Badan Pusat Statistik.
- Blaschek, M., A. Kaya, N. Zwald, E. Memili & B. W. Kirkpatrick. 2011. *A whole-genome association analysis of noncompensatory fertility in Holstein bulls*. *Journal of Dairy Science*, 94(9):4695–4699.
- Defaus S, Aviles M, Andreu D, Gutierrez-Gallego R. 2016. Identification of Bovine Sperm Surface Proteins Involved in Carbohydrate-mediated Fertilization Interactions. *Mol Cell Proteomics*. 15: 2236-2251.
- Glatzer, S., Merten, N.J., Dierks, C., Wöhlke, A., Philipp, U., and Distl, O. 2013. A Single Nucleotide Polymorphism within the Interferon Gamma Receptor 2 Gene Perfectly Coincides with Polledness in Holstein Cattle. *PloS one*, 8(6), 1–7.
- Hancock, A.S., P.J. Younis, D.S. Beggs, P.D. Mansell, M.A. Stevenson and M.F. Pyman. 2016. An Assessment of dairy herd bulls in southern Australia: 1. Management practices and bull breeding soundness evaluations. *J. Dairy Sci.* 99: 1-5.
- Handiwirawan, E. dan Subandriyo. 2004. Potensi dan keragaman sumberdaya genetik sapi bali. *Lokakarya Nasional Sapi Potong*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Hlm. 50-60.
- Kaya, A. and E, Memili. 2016. Sperm macromolecules associated with bull fertility. *Anim Reprod Sci.* 5370: 1-7.
- Menezes E. B., R. V. Oliveira, M. F. Tilburg, , E.A. Barbosa, N. V. Nascimento, A. L. M. C. S. Velho, F. B. Moreno, R. A. Moreira, A. C. O. Monteiro-Moreira, G. M. C. Carvalho, A. F. Ramos, T. Pechan, E. Memili, A. A. Maura. 2017. Proteomic analysis of seminal plasma from locally-adapted “Curraleiro Pé- Duro bulls” (*Bos taurus*): identifying biomarkers involved in sperm physiology in endangered animals for

- conservation of biodiversity. *Anim. Reprod Sci.* S0378-4320 (16): 30365-7.
- Perumal, P., S.K. Srivastava, S.K. Ghosh and K.K. Baruah. 2014. Computer-Assisted Sperm Analysis of freezable and nonfreezable Mithun (*Bos frontalis*) semen. *J. Anim.* Volume 2014, Article ID675031, 6 pages. <http://dx.DOI.org/10.1155/2014/675031>.
- Ratnawati, D., N. Isnaini dan T. Susiawati. 2019. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Analisis Motilitas Spermatozoa dengan Menggunakan CASA. *WARTAZOA* Vol. 29 No. 3 Th. 2019 Hlm. 145-152.
- Rodriguez-Villamil P, Hoyos-Marulanda V, Martins JA, Oliveira AN, Aguiar LH, Moreno FB, Velho AL, Monteiro-Moreira AC, Moreira RA, Vasconcelos IM, Bertolini M, Moura AA. 2016. Purification of binder of sperm protein 1 (BSP1) and its effects on bovine in vitro embryo development after fertilization with ejaculated and epididymal sperm. *Theriogenology.* 85: 540-554.
- Said. 2020. Perbibitan Sapi Potong Lokal Indonesia Berbasis Bioteknologi Reproduksi Mendorong Percepatan Swasembada Daging Nasional. Pusat Penelitian Bioteknologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta: LIPI Press.
- Sarastina, T. Susilawati, G. Ciptadi. 2007. Analisa Beberapa Parameter Motilitas Spermatozoa Pada Berbagai Bangsa Sapi Menggunakan Computer Assisted Semen Analysis (Casa). *Jurnal Ternak Tropika.* 6(2): 1-12.
- Soggiu A, Piras C, Hussein HA, De Canio M, Gaviraghi A, Galli A, Urbani A, Bonizzi L, Roncada P. 2013. Unravelling the bull fertility proteome. *Mol Biosyst.* 9: 1188-1195.
- Sundararaman, M.N., J. Kalatharan, K.T.P. Jawahar. 2012. Computer assisted semen analysis for quantification of motion characteristics of bull sperm during cryopreservation cycle. *Vet World.* 5(12): 723-726.
- Thundathil, J.C., A.L. Dance and J.P. Kastelic. 2016. Fertility management of bulls to improve beef cattle productivity. *Theriogenology,* 86(1):
- Zulkarnaim. 2017. Studi Karakteristik Sapi Bali Polled Sebagai Sapi Lokal Di Sulawesi Selatan. Sekolah Pascasarjana. Universitas Hasanuddin. *Disertasi.*

BAB II

KARAKTERISTIK KUALITAS DAN KINEMATIKA SPERMA SAPI BALI TIDAK BERTANDUK

2.1 Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengujian BSE, karakteristik dan kinematika spermatozoa sapi Bali tidak bertanduk. Koleksi semen sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dilakukan seminggu sekali dengan menggunakan vagina buatan. Semen diproses hingga menjadi semen beku. Parameter yang diamati adalah BCS, lingkaran skrotum, libido, motilitas, progresif motilitas, kinematika, viabilitas, abnormalitas integritas membran, dan integritas akrosom. Spermatozoa sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dianalisis menggunakan CASA dengan program *Sperms Vision* Versi 3.7.5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motilitas spermatozoa pada sapi Bali bertanduk lebih rendah secara nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan sapi Bali tidak bertanduk, Brahman, Limousin, dan Simmental. Viabilitas sperma pada sapi Bali bertanduk lebih rendah ($P < 0,01$) dibandingkan dengan pejantan lainnya. Integritas membran dan integritas akrosom sapi Bali tidak bertanduk secara signifikan lebih tinggi ($P < 0,01$) dibandingkan dengan sapi Bali bertanduk. DCL, DAP, dan DSL sapi Bali tidak bertanduk nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dibandingkan sapi Bali bertanduk. VCL, VAP, dan VSL sapi Bali bertanduk secara signifikan lebih rendah ($P < 0,01$) dibandingkan sapi Bali tidak bertanduk, Simmental, Limousin, dan Brahman. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sapi Bali tidak bertanduk memiliki standar BSE yang memuaskan, dan karakteristik semen yang baik sesuai SNI 01-4869.1-2017. Serta kinematika sperma termasuk kategori baik sehingga sapi Bali tidak bertanduk berpotensi menjadi pejantan unggul.

Kata kunci: Sapi Bali tidak bertanduk, karakteristik, kinematika, dan sperma

2.2 Pendahuluan

Permintaan beberapa negara akan daging sapi sebagai sumber pangan meningkat secara signifikan, tidak terkecuali Indonesia dikarenakan jumlah penduduk Indonesia yang terus meningkat. Permintaan daging sapi yang terus meningkat tidak diimbangi dengan peningkatan produksi daging sapi dalam negeri, sehingga pasokan daging sapi nasional masih belum mencukupi. Pada tahun

2019, produksi daging sapi nasional sebesar 515.600 ton, sedangkan konsumsi daging sapi sebesar 683.294 ton (Ditjenpkh, 2020). Konsekuensinya, dibutuhkan pengembangan sapi potong lokal untuk mendukung pemenuhan kebutuhan daging sapi nasional.

Perkembangan sapi Bali kini mengarah pada perkembangan sapi Bali tidak bertanduk (*polled*) (Zulkarnaim, 2017). Pejantan sapi *polled* memiliki beberapa keunggulan, termasuk risiko cedera yang lebih rendah, yang biasa terjadi pada peternak (McConnachie *et al.*, 2019), dan produktivitas pejantan yang dilaporkan lebih tinggi daripada produktivitas pejantan bertanduk (Sarika *et al.*, 2010). Pengembangan sapi Bali tidak bertanduk harus ditunjang dengan bioteknologi reproduksi.

Bioteknologi reproduksi hewan saat ini telah berkembang dan memiliki peluang besar untuk menggali potensi performans reproduksi, peningkatan populasi, dan kualitas genetik ternak. Inseminasi buatan merupakan teknologi reproduksi generasi pertama yang bertujuan untuk mendayagunakan pejantan unggul secara efisien, mencegah penyebaran penyakit reproduksi dan meningkatkan kualitas genetik ternak (Said, 2020). Di Indonesia, teknologi inseminasi buatan berpotensi untuk digunakan dalam pengembangan pejantan sapi Bali tidak bertanduk. Konsekuensi langsungnya, seleksi terhadap pejantan sapi *polled* sangat penting, terutama dalam pengelolaan ternak modern (Zulkarnaim, 2017).

Motilitas dan kinematika sperma merupakan faktor penting dalam menilai kualitas spermatozoa untuk mendukung proses pembuahan. Kinematik sperma dapat dievaluasi menggunakan *Computer Assisted Sperm Analysis (CASA)* berdasarkan nilai *velocity curve linear (VCL)*, *linearity (LIN)*, *amplitude of lateral displacement (ALH)* (Hinrich dan Loux, 2012), *total motility* dan motilitas progresif (Verstegen *et al.*, 2002). Penilaian spermatozoa dengan CASA dapat menilai secara detail dan tingkat akurasi yang tinggi (Verstegen *et al.*, 2002; Shojaei *et al.*, 2012).

Bioteknologi reproduksi ternak saat ini telah berkembang dan membuka peluang besar untuk menggali potensi penampilan reproduksi, peningkatan populasi dan kualitas genetik ternak. Fenomena polling sifat pada banteng bali harus memiliki dasar ilmiah untuk menjelaskan keabsahan jenis breed. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sapi Bali tidak bertanduk memiliki produktivitas yang sama dengan pejantan Bali pada umumnya (Baco *et al.*, 2020).

Namun penelitian tentang penampilan reproduksi sapi Bali tidak bertanduk masih terbatas, terutama pada seleksi pejantan, karakteristik dan kinematika spermatozoa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengujian BSE, karakteristik dan kinematika spermatozoa sapi Bali tidak bertanduk untuk mengkaji potensi reproduksinya.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada Agustus-November 2021 di Laboratorium *Processing Semen Unit*, Reproduksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia. Pejantan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar dan *Samata Integrated Farming System*, Gowa. Sapi Bali bertanduk dan sapi Bali tidak bertanduk masing-masing satu ekor dikandangkan di kandang individu dan diberi pakan rumput gajah dan konsentrat diberikan pada pagi dan sore hari. Koleksi semen sapi Bali tidak bertanduk dilakukan seminggu sekali dengan menggunakan vagina buatan. Semen beku berbagai bangsa diambil dari Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Sulawesi Selatan.

2.3.1 Body Condition Score, Lingkar Skrotum, dan Libido

Pengamatan *Body Condition Score* (BCS) dilakukan dengan pemberian nilai kondisi tubuh pejantan pada skala 1-9. Pengamatan lingkar skrotum dilakukan dengan cara menarik agak kuat kedua testis yang berada dalam skrotum ke arah distal hingga mencapai bagian ventral dari skrotum. Pengamatan libido mengikuti prosedur Hoflack *et al.* (2006) pada skala penilaian -2 hingga +2.

2.3.2 Evaluasi Semen

Evaluasi kualitas spermatozoa dianalisis secara makroskopik (volume, pH, warna, bau, dan konsistensi) dan mikroskopis (motilitas, motilitas progresif, kinematik, konsentrasi, abnormalitas, viabilitas, integritas membran, dan integritas akrosom).

2.3.2.1 Evaluasi Makroskopis

Evaluasi makroskopik meliputi volume, warna, bau, konsistensi, dan pH. Volume dievaluasi dengan melihat skala pada tabung semen. Warna dievaluasi dengan mengamati secara visual warna dari putih susu hingga krem. Konsistensi dievaluasi dengan memiringkan tabung penampung dan kemudian meluruskannya kembali dan dinilai dari kecepatan semen kembali ke dasar tabung. Penilaian didasarkan pada tiga kategori, yaitu kategori encer (semen cepat kembali ke dasar tabung), sedang (semen perlahan kembali ke dasar tabung dan

meninggalkan sebagian di dinding tabung), dan kental (semen sangat lambat kembali ke dasar tabung dan meninggalkan sebagian di dinding tabung). pH dievaluasi menggunakan kertas indikator pH pada kisaran pH 6,0 – 8,0.

2.3.2.2 Evaluasi Mikroskopis

2.3.2.2.1 Motilitas, Motilitas Progresif, dan Kinematika Sperma

Motilitas, motilitas progresif, dan kinematika spermatozoa dihitung dengan membuat 10 µl spot spermatozoa pada kaca objek. Spermatozoa kemudian dianalisis menggunakan CASA Sperma (Program Vision Version™ 3.7.5 Minitube, Jerman) (Diansyah *et al.*, 2020).

2.3.2.2.2 Konsentrasi Sperma

Konsentrasi sperma dievaluasi menggunakan fotometer SDM 6 (Minitube, Jerman). Kuvet yang berisi 3 ml larutan NaCl fisiologis dimasukkan ke dalam alat dengan garis menghadap ke depan kemudian tombol nol ditekan. Kuvet dilepas kemudian diganti dengan kuvet yang berisi larutan NaCl fisiologis yang ditambahkan 30 µl semen segar kemudian tombol hasil ditekan, akan diperoleh konsentrasi spermatozoa sebesar per ml (Diansyah *et al.*, 2020).

2.3.2.2.3 Viabilitas dan Abnormalitas Sperma

Viabilitas dan abnormalitas sperma dievaluasi dengan mencampurkan 10 µl semen dan 10 µl Eosin 2% di atas *object glass*. Kemudian diamati menggunakan mikroskop trinokuler (Primo Star, Zeiss, Jerman) dengan perbesaran 400x dengan software Indomicro View 3.7. Spermatozoa mati berwarna merah dan spermatozoa hidup tidak berwarna. Spermatozoa abnormal yang diamati berupa ekor putus, ekor patah, dan bentuk kepala tidak normal. Setidaknya 200 sel sperma per pengamatan. (Diansyah *et al.*, 2020).

2.3.2.2.4 Integritas Membran

Evaluasi integritas membran dilakukan secara mikroskopis. Integritas membran diamati dengan menambahkan larutan HOST (0,179 g NaCl dalam 100 ml aquabides) ke dalam 10 µl semen, kemudian diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C di dalam oven. Sperma dengan integritas membran ditandai dengan ekor yang melingkar dan sperma yang rusak ditandai dengan ekor yang lurus. Evaluasi dilakukan dengan perbesaran 400x menggunakan mikroskop trinokuler (Primo Star, Zeiss, Jerman) dengan menghitung 200 sel spermatozoa (Diansyah *et al.*, 2020).

2.3.2.2.5 Integritas Akrosom

Integritas akrosom diamati dengan mencampurkan semen yang akan diuji dengan larutan formol-saline dengan perbandingan 1:4 ke dalam tabung Eppendorf, didiamkan beberapa saat dan diteteskan pada gelas objek kemudian ditutup dengan kaca penutup. Pemeriksaan dilakukan dengan mikroskop trinokuler (Primo Star, Zeiss, Jerman) dengan pembesaran 400x sebanyak 10 lapang pandang secara acak dengan jumlah minimal 200 spermatozoa. Persentase keutuhan akrosom yang memiliki keutuhan tudung akrosom ditandai dengan ujung kepala berwarna hitam bila dipaparkan pada larutan formol-saline minimal 200 sel yang dievaluasi dengan mikroskop dengan perbesaran 10 x 40 (Rizal, 2006).

2.3.3 Krioperservasi

Semen sapi Bali tidak bertanduk dibekukan menggunakan pengencer komersial (Andromed, Jerman) dengan mengacu pada SOP BIB untuk proses produksi semen beku. Semen equilibrasi pada *cool top* (5°C) selama 4 jam kemudian *filling* dan *sealing*. Proses *pre-freezing* dilakukan dalam uap nitrogen cair di atas menggunakan kotak styrofoam selama 15 menit. Semen beku kemudian disimpan dalam *container* berisikan nitrogen cair (-196°C).

2.3.4 Thawing

Thawing dilakukan dengan mencelupkan *straw* ke dalam waterbath dengan suhu 37°C selama 30 detik. *Straw* dikeringkan dengan tisu, kemudian kedua ujung *straw* dipotong dan dimasukkan ke dalam *microtube* (Diansyah *et al.*, 2020). Selanjutnya, semen dilakukan evaluasi meliputi motilitas, motilitas progresif, kinematik, abnormalitas, viabilitas, integritas membran, dan integritas akrosom

2.4 Analisis Data

Semua data karakteristik semen sperma disajikan dalam bentuk rata-rata \pm SD (standar deviasi) dan dianalisis dengan *one way analysis of variance* (ANOVA) menggunakan *software* SPSS Versi 25. Perbedaan secara statistik sangat signifikan pada $P < 0,01$ dengan analisis *Fisher LSD*.

2.5 Hasil dan Pembahasan

2.5.1 Karakteristik semen segar sapi Bali tidak bertanduk

Karakteristik semen segar sapi bali tidak bertanduk ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 Menunjukkan bahwa BCS pada sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai 6. Lingkar skrotum pada sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai

sebesar 28 cm. Libido pada sapi Bali tidak bertanduk sebesar +1. Pejantan yang baik tidak boleh terlalu gemuk dan tidak boleh kurus (Permadi, *et al.* 2013). *Body Condition Score* (BCS) ideal untuk sapi pejantan menurut Permadi *et al.* (2013) adalah antara 5-7 dalam skala 1-9. Pejantan dengan libido tinggi memiliki nilai minimal +1 (Hoflack *et al.*, 2006). Berdasarkan Tabel 1 volume pada semen segar sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai sebesar $5,52\text{ml} \pm 0,91$. Data sapi Bali tidak bertanduk menunjukkan bahwa rerata mani pejantan bali yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan pejantan aceh ($3,8\text{ ml} \pm 0,47$) (Zulyazaini *et al.*, 2016), sapi Madura ($3,0\text{ ml} \pm 0,38$) (Romadhoni *et al.*, 2014). Rerata volume semen sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai relatif sama dibandingkan dengan sapi Simental ($5,81\text{ ml} \pm 2,36$) (Priyanto *et al.*, 2015), sedangkan jika dibandingkan dengan sapi Limousin, Ongole dan Brahman rata-rata. dengan rerata masing-masing sebesar $6,83\text{ ml} \pm 0,58$, $8,20\text{ ml} \pm 0,75$, dan $6,00\text{ ml} \pm 1,67$. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jenis pejantan yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Melita *et al.* (2014) bahwa sifat semen dipengaruhi oleh umur pejantan dan interaksi umur dengan interval reservoir.

Tabel 1. Karakteristik Semen Segar Sapi Bali tidak bertanduk

Parameter	Rata-rata \pm SD	95% <i>Confidence Interval</i>
<i>Body Condition Score</i> (BCS) (1-9)	$6 \pm 0,00$	
Lingkar Skrotum (cm)	$28 \pm 0,00$	
Libido	$+1 \pm 0,00$	
Makroskopis		
Volume (ml)	$5,52 \pm 0,91$	4,39 – 6,65
pH	$6,22 \pm 0,35$	5,79 – 6,65
Warna	Krem	
Bau	Khas	
Konsistensi	Sedang	
Mikroskopis		
Konsentrasi (juta/ml)	$1358 \pm 36,82$	90,8 – 181,52
Motilitas (%)	$94,94 \pm 2,75$	91,52 – 98,35
Motilitas Progresif (%)	$85,54 \pm 4,53$	79,92 – 91,16
Viabilitas (%)	$95,73 \pm 2,15$	93,06 – 98,40
Abnormalitas (%)	$4,37 \pm 1,12$	2,98 – 5,77
Integritas Membran (%)	$96,35 \pm 1,48$	94,52 – 98,19
Integritas Akrosom (%)	$96,36 \pm 1,67$	94,29 – 98,44

Nilai pH semen segar sapi Bali tidak bertanduk pada penelitian ini sebesar 6,22 (Tabel 1). Hasil tersebut relatif lebih rendah dibandingkan dengan sapi Aceh ($6,84 \pm 0,17$) (Zulyazaini *et al.*, 2016), dan sapi Madura ($7,0 \pm 0,0$) (Romadhoni *et al.*, 2014). Rata-rata pH sapi Bali tidak bertanduk relatif sama dengan pejantan Limousin, Ongole, Brahman, dan Simental dengan rata-rata $6,51 \pm 0,03$, $6,47 \pm 0,16$, $6,53 \pm 0,04$ dan $6,56 \pm 2,92$ (Priyanto *et al.*, 2015). Hal ini sesuai dengan

pendapat Dewi *et al.* (2012) bahwa umur dan *breed* tidak mempengaruhi pH. Sunami *et al.* (2017) berpendapat bahwa tinggi rendahnya nilai pH semen berkaitan dengan keadaan konsentrasi sperma, konsentrasi sperma yang tinggi akan berdampak pada pH semen yang cenderung asam dalam kisaran normal. Menurut Zulyazaini (2016) bahwa konsentrasi sperma yang tinggi biasanya memiliki pH yang sedikit asam.

Warna dan bau semen segar sapi Bali tidak bertanduk berwarna krem dan khas (Tabel 1). Hal ini serupa dengan semen sapi Aceh (Zulyazaini, 2016), sapi Madura (Komariah *et al.*, 2020) untuk sapi Limosin, Ongole, Brahman dan Simental. (Priyanto *et al.*, 2015). Lestari *et al.* (2013) berpendapat bahwa semakin keruh warna semen, semakin banyak jumlah sperma per mililiter semen. Feradis (2010) mengatakan bahwa secara umum bau air mani dikategorikan sebagai bau khas.

Konsentrasi sperma sapi Bali tidak bertanduk yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 1358 juta/ml \pm 0,06 (Tabel 1), rerata konsentrasi sperma sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk yang diperoleh pada penelitian ini relatif sama dibandingkan konsentrasi sperma sapi Aceh yaitu 1194 juta/ml \pm 52,25 (Zulyazaini *et al.*, 2016), pada sapi Madura sebesar 1814 juta/ml \pm 2,97 (Romadhoni *et al.*, 2014). Konsentrasi sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk relatif sama dengan sapi Limousin, Ongole, Brahman dan Simental dengan rata-rata masing-masing sebesar 1180 juta/ml \pm 204,17, 1578 juta/ml \pm 80,00, 1340 juta/ml \pm 242,49, dan 1290 juta/ml \pm 496 (Priyanto *et al.*, 2015). Konsentrasi sperma dipengaruhi oleh umur dan jenis pejantan (Benson *et al.*, 2012). Campbell *et al.* (2003) bahwa konsentrasi spermatozoa pada pejantan dewasa normalnya berkisar antara 800-1200 juta/ml. Penilaian konsentrasi sperma sangat penting karena faktor inilah yang menggambarkan sifat-sifat semen yang digunakan sebagai salah satu kriteria untuk menentukan kualitas semen

Motilitas pada sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai sebesar 94,94 \pm 2,75 (Tabel 1). Ax *et al.* (2008) berpendapat bahwa motilitas normal spermatozoa adalah 70-90% dengan pergerakan yang cepat. Nilai motilitas sperma sapi berkisar antara 70 hingga 80% (Garner dan Hafez, 2016). Banyak faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai motilitas sperma, antara lain umur, breed, kematangan sperma, dan kualitas plasma sperma (Bhakat *et al.*, 2014). Motilitas sangat penting; ketika betina diinseminasi dengan spermatozoa yang menunjukkan tingkat motilitas yang berbeda (Hernandez-Caravaca *et al.*, 2015).

Ini menunjukkan bahwa pemeriksaan awal motilitas menjadi penting untuk dilakukan (Garcías-Várquez *et al.*, 2022).

Motilitas progresif pada sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai sebesar $85,54 \pm 4,53$ (Tabel 1). Motilitas progresif merupakan kriteria penting karena berperan dalam menilai fertilitas pejantan (Abavisani *et al.*, 2013). Menurut Morrell (2019) motilitas progresif sperma diperlukan untuk masuk ke dalam kumulus ooforus dan bergerak ke dalam untuk dapat mencapai oosit.

Viabilitas pada sapi Bali tidak bertanduk pada penelitian ini sebesar $95,73 \pm 2,15$ (Tabel 1). Hasil ini relatif lebih tinggi dengan penelitian Yekti *et al.* (2018) viabilitas pada sapi Bali adalah $89,94 \pm 2,84$. Hasil ini juga relatif lebih tinggi dibandingkan viabilitas sapi Aceh yaitu $86,76 \pm 2,87$ (Zulyazaini *et al.*, 2016). Pada pejantan Madura persentase viabilitasnya lebih rendah sebesar $90,98 \pm 3,13$ (Yekti *et al.*, 2018). Rerata persentase viabilitas sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dalam penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pejantan Limousin, Ongole, Brahman dan Simental dengan rerata masing-masing sebesar $83,93 \pm 6,81$, $82,17 \pm 2,19$, $79,92 \pm 2,23$, dan $78,63 \pm 6,12$ (Priyanto *et al.*, 2015). Sukmawati *et al.* (2014) menyatakan bahwa viabilitas lebih tinggi dari motilitas, karena viabilitas sperma yang tidak motil bersifat progresif, tetapi masih hidup sehingga tidak terekspos pada saat fiksasi.

Abnormalitas pada sapi Bali tidak bertanduk pada penelitian ini sebesar $4,37 \pm 1,12$ (Tabel 1). Rerata persentase kelainan sperma pada pejantan Aceh relatif sama yaitu $5,98 \pm 1,77$ (Zulyazaini *et al.*, 2016). Pada pejantan Madura lebih rendah yaitu $4,5 \pm 1,88$ (Romadhoni *et al.*, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa Abnormalitas pada semen sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dapat digunakan untuk inseminasi buatan. Hal ini mengikuti pendapat Ax *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa semen yang memiliki kelainan 15% tidak dapat digunakan untuk inseminasi buatan (IB). Menurut Barth dan Oko (1989) kelainan spermatozoa dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti stres, genetik, dan kelainan pada tubulus seminiferus. Persentase kelainan spermatozoa pada pejantan berbeda untuk setiap peneliti (Riyadhi *et al.*, 2012).

Integritas membran pada sapi Bali tidak bertanduk dalam penelitian ini sebesar $96,35 \pm 1,48$ (Tabel 1). Rerata persentase integritas membran relatif sama dengan sapi Aceh yaitu $85,42 \pm 1,78$ (Hidayat *et al.*, 2018). Namun relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sapi Madura yaitu $78,83 \pm 10,61$ (Romadhoni *et al.*, 2014). integritas membran pada sapi Bali tidak bertanduk relatif lebih tinggi

dibandingkan sapi Limousin, Ongole, Brahman dan Simental dengan rata-rata $85,76 \pm 4,57$, $79,50 \pm 4,86$, $74,25 \pm 13,47$ dan $74,92 \pm 7,25$ (Priyanto *et al.*, 2015). MPU merupakan hal mutlak yang harus dimiliki sperma. Membran plasma berfungsi sebagai pertahanan pertama sel dari lingkungan luar yang dapat merusak sel (Nofa *et al.*, 2017). Menurut Anwar *et al.* (2014), integritas membran berpengaruh positif terhadap pergerakan aktif sperma. Integritas membran memiliki hubungan dengan motilitas sperma, semakin tinggi integritas membran maka semakin aktif sperma yang progresif (Azzahra *et al.*, 2016).

Integritas akrosom pada sapi Bali tidak bertanduk memiliki rerata sebesar $91,40 \pm 0,96$ lebih rendah nyata ($P < 0.05$) dibandingkan sapi Bali tidak bertanduk sebesar $96,36 \pm 1,67$ (Tabel 1). Persentase integritas akrosom sapi Bali tidak bertanduk relatif tinggi dengan sapi Limousin, Ongole, Brahman dan Simental dengan rerata masing-masing sebesar $84,67 \pm 3,40$, $85,42 \pm 5,86$, $81,17 \pm 5,96$, dan $83,67 \pm 7,16$ (Priyanto *et al.*, 2015). Akrosom berperan penting dalam proses fertilisasi. Salah satu faktor keberhasilan inseminasi buatan adalah kualitas sperma yang baik, kualitas yang baik tidak hanya dilihat dari progresivitas motilitas sperma tetapi juga integritas akrosom sel sperma (Anwar *et al.*, 2015).

2.5.2 Kinematika semen segar sapi Bali tidak bertanduk

Kinematika semen segar sapi Bali tidak bertanduk ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 kinematika pada semen segar sapi Bali tidak bertanduk memiliki kategori yang baik. Pada VCL sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai relatif lebih tinggi dengan sapi Limousin, Madura, Simental, Brahman dan Ongole pada penelitian Sarastina *et al.* (2007). VCL adalah kecepatan sperma dalam satu menit lintasan, VAP adalah kecepatan sperma dalam satu menit lintasan rata-rata dan VSL adalah kecepatan sperma dalam satu menit lintasan lurus (Sarastina *et al.*, 2007).

Tabel 2. Kinematika semen segar sapi Bali tidak bertanduk

Parameter	Rata-rata \pm SD	95% <i>Confidence Interval</i>
DCL (μm)	$55,19 \pm 4,75$	49,30 – 61,09
DAP (μm)	$28,80 \pm 2,28$	25,97 – 31,64
DSL (μm)	$18,59 \pm 1,62$	16,58 – 20,60
VCL ($\mu\text{m/s}$)	$133,62 \pm 10,08$	121,10 – 146,14
VAP ($\mu\text{m/s}$)	$70,03 \pm 4,85$	64,01 – 76,04
VSL ($\mu\text{m/s}$)	$45,50 \pm 3,61$	41,02 – 49,99
LIN (%)	$0,34 \pm 0,02$	0,32 – 0,36
STR (%)	$0,65 \pm 0,02$	0,62 – 0,68
WOB (%)	$0,54 \pm 0,06$	0,48 – 0,61
BCF (Hz)	$22,80 \pm 1,30$	21,19 – 24,42
ALH (μm)	$6,77 \pm 0,73$	5,87 – 7,68

Pada nilai DCL, DSL dan DAP sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai yang relatif sama dengan penelitian Sarastina *et al.* (2007). *Distance Curve Line* (DCL) adalah jarak yang dapat ditempuh sperma dalam satu menit pada jalur kurva. *Distance Straight Line* (DSL) adalah jarak yang dapat ditempuh sperma dalam satu menit pada garis lurus. *Distance Average Path* (DAP) adalah jarak yang dapat ditempuh sperma dalam satu menit pada lintasan rata-rata (Ratnawati *et al.*, 2019).

Pada nilai LIN, STR dan WOB sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai relatif sama dengan Limousin, Madura, Simental, Brahman dan Ongole pada penelitian Sarastina *et al.* (2007). Udrayana (2009) menyatakan bahwa LIN adalah garis lurus dari suatu kurva linier. Nilai LIN diperoleh dengan membagi VSL dengan VCL dikalikan 100 dan dinyatakan dalam %. Nilai STR diperoleh dengan membagi VSL dengan VAP dikalikan 100 dan dinyatakan dalam %. STR adalah rata-rata kelurusan jalur spasial. Nilai WOB diperoleh dengan membagi VAP dengan VCL dikalikan 100 dan dinyatakan dalam %.

Pada nilai BCF sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai yang relatif lebih rendah, namun nilai ALH relatif sama dengan sapi Limousin, Madura, Simental, Brahman dan Ongole di Sarastina *et al.* (2007) penelitian. ALH adalah jarak deviasi rata-rata setiap centroid dari jalur rata-rata (Setiyono *et al.*, 2020).

2.5.3 Karakteristik semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk

Karakteristik semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa motilitas spermatozoa sapi Bali tidak bertanduk nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibandingkan dengan sapi Bali bertanduk, dan nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dibandingkan sapi Brahman, Limousine, dan Simmental. Viabilitas pada sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk tidak berbeda nyata ($P < 0,01$). Abnormalitas spermatozoa menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata ($P < 0,01$) pada masing-masing bangsa. Integritas membran pada sapi Bali tidak bertanduk lebih tinggi secara nyata ($P < 0,01$) dibandingkan sapi Bali bertanduk. sapi Bali tidak bertanduk tidak berbeda nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan sapi Brahman dan Limousine. Integritas akrosom spermatozoa pada sapi Bali tidak bertanduk lebih tinggi secara nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan sapi sapi Bali bertanduk, dan sapi Bali tidak bertanduk tidak berbeda nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan bangsa sapi lainnya. Karakteristik semen beku sapi Bali tidak bertanduk memiliki kategori yang baik sesuai SNI 01-4869.1-2017 (SNI, 2017) dengan setiap bangsa memiliki nilai motilitas $>40\%$.

Tabel 3. Karakteristik semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dengan berbagai bangsa

Parameter	Bangsa (Rata-rata \pm SD)				
	Bali Bertanduk	Bali Tidak Bertanduk	Brahman	Limousin	Simmental
Motilitas (%)	47,20 ^a \pm 0,73	49,74 ^b \pm 0,79	52,27 ^c \pm 2,21	52,41 ^c \pm 0,24	52,29 ^c \pm 1,21
Viabilitas (%)	48,46 ^a \pm 0,25	50,48 ^a \pm 0,60	53,53 ^b \pm 2,99	53,30 ^b \pm 0,71	53,17 ^b \pm 0,93
Abnormalitas (%)	15,28 \pm 0,58	14,68 \pm 0,20	13,99 \pm 0,90	14,99 \pm 0,57	14,79 \pm 1,52
Integritas Membran (%)	48,83 ^a \pm 0,63	51,30 ^b \pm 0,43	52,30 ^{bc} \pm 0,76	52,99 ^{bc} \pm 1,35	53,68 ^c \pm 0,61
Integritas Akrosom (%)	48,90 ^a \pm 0,24	52,37 ^b \pm 1,69	52,07 ^b \pm 0,32	50,79 ^{ab} \pm 1,09	51,81 ^{ab} \pm 0,21

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,01$).

SNI 01-4869.1-2017 (2017) merekomendasikan abnormalitas di bawah 20% dan motilitas di atas 40%. Hal ini menunjukkan bahwa semen beku sapi Bali tidak bertanduk dapat digunakan untuk IB. Hal ini sesuai dengan Susilawati (2011) yang menyatakan bahwa semen beku yang memiliki kualitas motilitas sesuai SNI 01-4869.1-2017 dapat menghasilkan kebuntingan pada akseptor IB sebesar 85-95% konsepsi.

2.5.4 Kinematika semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk

Kinematika semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kinematika semen beku sapi Bali bertanduk dan tidak bertanduk dengan berbagai bangsa

Parameter	Bangsa (Rata-rata \pm SD)				
	Bali Bertanduk	Bali Tidak Bertanduk	Brahman	Limousin	Simmental
DCL (μ m)	26,46 ^a \pm 2,49	32,76 ^b \pm 1,31	42,07 ^d \pm 2,46	40,22 ^{cd} \pm 2,26	36,86 ^c \pm 0,51
DAP (μ m)	15,87 ^a \pm 0,53	18,43 ^b \pm 1,50	21,18 ^c \pm 0,81	21,06 ^c \pm 0,52	18,65 ^b \pm 0,52
DSL (μ m)	11,42 ^a \pm 0,17	12,97 ^b \pm 0,63	13,65 ^{bc} \pm 0,46	14,47 ^c \pm 0,54	12,94 ^b \pm 0,50
VCL (μ m/s)	63,83 ^a \pm 6,84	90,18 ^b \pm 2,00	102,63 ^d \pm 5,99	97,51 ^{cd} \pm 6,33	91,57 ^{bc} \pm 1,30
VAP (μ m/s)	38,50 ^a \pm 1,78	46,05 ^b \pm 2,78	48,80 ^b \pm 5,72	51,43 ^b \pm 1,75	46,78 ^b \pm 0,79
VSL (μ m/s)	27,76 ^a \pm 0,79	32,63 ^b \pm 0,90	33,85 ^{bc} \pm 1,49	35,53 ^c \pm 0,92	32,76 ^b \pm 0,85
LIN (%)	0,44 ^a \pm 0,01	0,40 ^{ab} \pm 0,02	0,33 ^c \pm 0,1	0,37 ^{bc} \pm 0,03	0,36 ^{bc} \pm 0,03
STR (%)	0,72 ^a \pm 0,15	0,71 ^a \pm 0,23	0,65 ^b \pm 0,17	0,69 ^{ab} \pm 0,36	0,70 ^a \pm 0,01
WOB (%)	0,61 ^a \pm 0,04	0,57 ^{ab} \pm 0,03	0,51 ^c \pm 0,02	0,53 ^{bc} \pm 0,02	0,51 ^c \pm 0,02
BCF (Hz)	19,82 ^a \pm 0,67	20,16 ^a \pm 0,91	20,73 ^a \pm 0,28	21,14 ^a \pm 1,10	20,81 ^a \pm 0,38
ALH (μ m)	4,30 ^a \pm 0,07	5,21 ^b \pm 0,02	5,76 ^c \pm 0,14	5,54 ^c \pm 2,66	5,66 ^c \pm 0,07

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,01$).

Berdasarkan Tabel 4 jarak tempuh spermatozoa pada DCL, DAP, dan DSL sapi Bali tidak bertanduk nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dibandingkan sapi Bali

bertanduk. Sedangkan, kecepatan yang dapat dicapai spermatozoa pada sapi Bali bertanduk VCL, VAP, dan VSL secara nyata lebih rendah ($P < 0,01$) dibandingkan sapi Bali tidak bertanduk, Simental, Limousin, dan Brahman. LIN, STR, dan WOB pada sapi Bali bertanduk tidak berbeda nyata ($P < 0,01$) dengan sapi Bali tidak bertanduk. BCF pada sapi Bali tidak bertanduk tidak berbeda nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan pejantan lainnya. Namun, ALH pada sapi Bali bertanduk lebih tinggi nyata ($P < 0,01$) dibandingkan sapi Bali tidak bertanduk.

Sapi Bali tidak bertanduk memiliki nilai kinematika yang baik (Tabel 4), menurut pernyataan Krížková *et al.* (2017) Nilai VCL dapat dibagi menjadi: cepat ($> 90 \mu\text{m/s}$), sedang ($45-90 \mu\text{m/s}$), lambat ($10-45 \mu\text{m/s}$), dan statis atau tidak bergerak ($< 10 \mu\text{m/s}$). Nilai VAP $> 25,0 \mu\text{m/s}$ merupakan prediktor yang baik terhadap kemampuan fertilisasi *in vitro* (Suzuki *et al.*, 2003). Tingkat fertilitas berkorelasi dengan VSL yang memberikan kontribusi penting terhadap karakteristik sperma (Shibahara *et al.*, 2003). Nilai parameter VCL, VAP, dan VSL hanya menunjukkan kekuatan pergerakan sperma, tetapi tidak memberikan informasi pergerakan sperma (Perreault, 2002). Penelitian oleh Shojaei *et al.* (2012) menjelaskan bahwa penentuan sperma berubah gerak menjadi hiperaktif motilitas ketika nilai ALH $> 7 \mu\text{m}$, LIN $< 65\%$, dan VCL $> 80 \mu\text{m}$. Pola renang sperma ditentukan oleh nilai LIN, STR, dan WOB (Ratnawati, 2019). LIN dan STR merupakan indikator motilitas progresif dan pola berenang (Sarastina *et al.*, 2007). Nilai LIN pada sperma dapat menunjukkan ciri-ciri arah gerak atau kelurusan renang sperma tersebut. LIN pada sperma dapat menunjukkan adanya pembengkokan yang berlebihan pada bagian tengah ekor dan menunjukkan bahwa sperma tersebut mengalami hiperaktivasi (El-Bahrawy *et al.*, 2017). Nilai ALH dan BCF pada setiap penelitian tergantung pada jenis CASA yang digunakan (Perreault, 2002). Susilawati (2011) menyatakan terdapat tiga pola motilitas spermatozoa yaitu kelompok hiperaktivasi yang memiliki nilai VCL $\geq 100 \mu\text{m/s}$, LIN $< 60\%$, dan ALH ≥ 5 . AOC merupakan rata-rata derajat perubahan pergerakan kepala sperma (Sarastina *et al.*, 2007). ALH adalah lebar osilasi kepala saat sperma bergerak (Verstegen *et al.*, 2002) dan indikator pergerakan flagel sperma (Suarez, 2008). Menurut Chatiza *et al.* (2012), perubahan kinematis sperma adalah aktivitas flagela yang dapat terjadi karena sperma mengalami kapasitasi. VCL yang tinggi, ALH dan LIN yang rendah dapat menggambarkan spermatozoa mengalami hiperaktivitas (Bernecic *et al.*, 2019). Sedangkan nilai VCL, ALH dan motilitas total merupakan parameter yang mempengaruhi kemampuan

spermatozoa menembus mukus serviks dan zona pelusida (Verstegen *et al.* 2002; Taberner *et al.* 2010).

Kinematika sperma sapi Bali tidak bertanduk pada penelitian ini tergolong dalam hiperaktivasi. Hiperaktivasi adalah pola pergerakan yang terlihat pada sperma di tempat dan waktu pembuahan pada mamalia. Ini mungkin penting untuk keberhasilan pembuahan, karena meningkatkan kemampuan sperma untuk melepaskan diri dari dinding saluran telur, untuk bergerak di dalam lumen labirin saluran telur dan untuk menembus zat lendir serta untuk menembus zona pelusida (Suarez dan Ho, 2003).

2.6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sapi Bali tidak bertanduk memiliki standar BSE yang memuaskan, dan karakteristik semen yang baik sesuai SNI 01-4869.1-2017. Serta kinematika sperma termasuk kategori baik sehingga sapi Bali tidak bertanduk berpotensi menjadi pejantan unggul.

2.7 Daftar Pustaka

- Abavisani, A., Arshami, J., Naserian, A. A., Kandelousi, M. A. S and Azizzadeh, M. 2013. Quality of Bovine Chilled of Frozen- Thawed Semen After Addition of Omega-3 Fatty Acids Supplementation to Extender. *Int. J Fertil Steril* 7 (3): 161-168.
- Amann, R.P. and D. Waberski. 2014. Computer- assisted sperm analysis (CASA): Capabilities and potential developments. *Theriogenology*, **81**(1): 5-17. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2013.09.004
- Anwar, P., Y. S. Ondho and D. Samsudewa. 2014. Pengaruh Pengencer ekstrak air tebu dengan penambahan kuning telur terhadap kualitas sperms Sapi Bali. *Jurnal Peternakan*. 11(2): 48-54.
- Anwar, P., Y. S. Ondho and D. Samsudewa. 2015 Kualitas membran plasma utuh dan tudung akrosom utuh sperms sapi Bali dipreservasi suhu 5°C dalam pengencer ekstrak air tebu dengan penambahan kuning telur. *Jurnal Agromedia*. 33(1): 53-56.
- Ax, R. L., M. R. Dally, B. A. Didion, R. W. Lenz, C. C. Love, D. D. Varner, B. Hafez dan M. E. Bellin. 2008. Semen Evaluation. In ESE Hafez (ed). *Reproduction in Farm Animal 7th*. Philadelphia (US): Lippincott Williams & Wilkins. 365-375.
- Azzahra, F.Y., E.T. Setiatin and D. Samsudewa. 2016. Evaluasi Motilitas dan Pesentase Hidup Semen Segar Sapi PO Kebumen Pejantan Muda. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Semarang. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, (2):99-107.
- Baco S., Zulkharnain, Malaka R. and Moekti G. R. 2020. Polled Bali Cattle and Potentials for the Development of Breeding Industry in Indonesia. *Hasanuddin J. Anim. Sci.* Vol. 2, No. 1:23-33
- Barth A. D. and R. J. Oko. 1989. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. pp 8-18. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Benson J. D., E. J. Woods, E. M. Walters and J. K. Critser. 2012. The cryobiology of sperms. *Theriogenology* 78(8): 1682–1699.

- Bernećić, N.C., Zhang M., Gadella B.M., Brouwers J.F.H.M., Jansen J.W.A., Arkesteijn G.J.A., de Graaf S.P. and Leahy T. 2019 BODIPY-cholesterol can be reliably used to monitor cholesterol efflux from capacitating mammalian spermatozoa. *Scientific Reports* 9 9804. (<https://doi.org/10.1038/s41598-019-45831-7>)
- Bhakat M., Mohanty T. K., Gupta A. K., Mohanty A. K. and Abdullah M. 2014. Effect of filtration of low grade ejaculates on semen quality parameters at refrigerated temperature (4–7°C). *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 2 (11): 625–31.
- Broekhuijse, M.L., E. Sostarić, H. Feitsma and B.M. Gadella. 2012. Application of computer-assisted semen analysis to explain variations in pig fertility. *J. Anim. Sci.*, **90**(3): 779-789. DOI: 10.2527/jas.2011-4311.
- Bruner K. A., McGraw R. L., Whitacre M. D. and Van Camp S. D. 1995. Breeding soundness examination of 1.952 yearling beef bulls in North Carolina. *Theriogenol.* 44:129-145.
- Campbell, J. R., K. L. Campbell, & M. D. Kenealy, 2003. Artificial Insemination. In: *Anim. Sci.* 4th Ed. Mc Graw-Hill. New York.
- Chandolia, R. K., E. M. Reinersten and P. J. Hansen. 1999. Lack of breed differences in responses of bovine spermatozoa to heat shock. *J. Dairy Sci.* 82 : 2617-2619.
- Chatiza, F. P., P. Bartels, T. L. Nedambale and G. M. Wagenaar, 2012. Computer assisted sperm analysis of motility patterns of postthawed epididymal sperms of springbok (*Antidorcas marsupialis*), impala (*Aepyceros melampus*), and blesbok (*Damaliscus dorcus phillipsi*) incubated under conditions supporting domestic cattle in vitro fertilization. *Theriogenology* 78:402–414
- Chenoweth P. J., Chase C. C., Thatcher M. J. D., Wilcox C.J. and Larsen R.E., 1996. Breed and other effects on reproductive traits and breeding soundness categorization in young beef bulls in Florida. *Theriogenology* 46 1159–1170.
- Dewi, A. S., Y. S. Ondho and E. Kurnianto. 2012. Kualitas semen berdasarkan umur pada sapi jantan jawa. *Animal Agriculture Journal*, 1(2), 126–133.
- Diansyah, A. M., M. Yusuf and E. M. Kaiin. 2020. The Quality of Sperm Post-Immobilization at Some Parts of FH Sperm Using Laser Diodes. The 2nd International Conference of Animal Science and Technology. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 492 (2020) 012074.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2020. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI.
- El-Bahrawy, K. A., 2017. The influence of caffeine supplementation and concerted utilization of enzymatic and mechanical semen liquefaction on freezability of dromedary camel sperms. *Int J Vet Med* 5: 121-127.
- Feradis. 2010. Bioteknologi Reproduksi pada Ternak. Alfabeta, Bandung.
- Garcías-Várquez F. A., J. Gadea., C. Matás, Holt W. V. 2022. Importance Of Sperm Morphology During Sperm Transport And Fertilization In Mammals. *Asian Journal of Andrology.* 18, 844–850.
- Gangawar, C., S. D. Kharche, S. Kumar and S. K. Jindal. 2016. Cryopreservation of goat semen : status and prospects. *Indian Journal of Small Ruminants* 22(1): 1–10.
- Garner, D. L. and E. S. E. Hafez. 2016. Spermatozoa and Seminal Plasma. In *Reproduction in Farm Animal* 7th. In ESE Hafez (ed). Lea and Febiger Publishing, Philadelphia

- Gordon, I. 2017 Reproductive technologies in farm animals. 2nd Edition. CABI. Ireland. pp. 331
- Hapsari, R D., Y. Khalifah, N. Widyas, A. Pramono and S. Prastowo. 2018. Age effect on post freezing sperm viability of Bali cattle (*Bos javanicus*). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 142: 012007.
- Hernandez-Caravaca I, Soriano-Ubeda C, Matas C, Izquierdo-Rico MJ, Garcia-Vazquez FA. Boar sperm with defective motility are discriminated in the backflow moments after insemination. *Theriogenology* 2015; 83: 655–61.
- Hidayat, N., Dasrul, Hamdan, Husnurrizal, M. Akmal and T. M. Lubis. 2018. The Plasma Membrane Integrity of Post-Freezing Aceh Bull Sperms in Yolk-Citrate Medium In Different Equilibration Times. *JIMVET* 2(1):110-116
- Hinrich K and Loux SC. 2012. Hyperactivated sperm motility: are equine sperm different?. *J Equine Vet Sci* 31: 441-444.
- Hoflack G, Van Soom A, Maes D, Dekruif A, Opsomer G, Duchateau L. 2006. Breeding soundness and libido examination of Belgian Blue and Holstein Friesian artificial insemination bulls in Belgium and The Netherlands. *Theriogenology* 66(2): 207- 216.
- Juyanto. 2011. Motilitas dan Mortalitas Sperms Sapi Bali yang Diencerkan Dengan Pengencer Kuning Telur Pada Volume Pengenceran yang Berbeda di BIBD Tuah Sakato Payakumbuh. Thesis. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Kathiravan, P., J. Kalatharan, M.J. Edwin and C. Veerapandian. 2008. Computer automated motion analysis of crossbred bull spermatozoa and its relationship with *in vitro* fertility in zona-free hamster oocytes. *Anim. Reprod. Sci.*, **104**(1): 9-17. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2007.01.002.
- Komariah, R. I. Arifiantini, M. Aun and E. Sukmawati. 2020. The Quality of Semen and Frozen Semen Production Madura Bulls in Different Seasons. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. Vol. 08 No. 1 Hlm: 15-21.
- Křížková J, Ěoudková V and Maršálek M. 2017. Computer-assisted sperm analysis of head morphometry and kinematic parameters in warmblood stallions spermatozoa. *J Equine Vet Sci* 57: 8-17.
- Lestari, S. D., T. R. Tagama and D. M. Saleh. 2013. Profil produksi semen segar sapi simmental pada tingkat umur yang berbeda di balai inseminasi buatan Lembang Jawa Barat. *J Ilmu Peternakan*. 1(3):897-906.
- Marawali, A., M. S. Abdullah and Jalaludin. 2019. The Effectiveness of Guava Filtrate Supplementation in Coconut Water-Egg Yolk Dilution On Quality Of Liquid Semen of Bali Bull. *Jurnal Veteriner* Vol. 20 No. 1 : 20 -29.
- McConnachie, E., M. J. Hötzel, J. A. Robbins, A. Shriver, D. M. Weary and M. A. G. Von Keyserlingk. 2019. Public Attitudes Towards Genetically Modified Polled Bull. *PLoS ONE* 14(5): e0216542.
- Melita, D., Adam and D. Mulyadi. 2014. Pengaruh umur pejantan dan frekuensi ejakulasi terhadap kualitas sperms sapi aceh. *Jurnal Medika Veterinaria*, 8, 15–19.
- Morrell, J. M. 2019 Effect of colloid centrifugation on boar sperm quality during storage and function in *in vitro* fertilization. *Theriogenology*, 137, 122–126.
- Nofa, Y., N. W. Y. Karja and R. I. Arifiantini. 2017. Acrosome Status and Quality of Post-Thawed Sperm from Several Bull Breed of Two Artificial Insemination Centre. *ACTA VETERINARIA INDONESIA* Vol. 5, No. 2: 81-88
- Pangestu, M. 2002. Preservation of spermatozoa: methods and applications. Indonesian Forum on Reproduction. *Journal on Reproduction*. 1(2): 55 – 56.

- Parker R, Mathis C and Hawkins D. 1999. Evaluating the breeding soundness in beef bulls. Las Cruces (USA): Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University.
- Parthipan, S., S. Selvaraju, L. Somashekar, A. Arangasamy, M. Sivaram and J.P. Ravindra. 2017. Spermatozoal transcripts expression levels are predictive of semen quality and conception rate in bulls (*Bos taurus*). *Theriogenology*. 98(4):41-49.
- Permadi DS, Tagama TR, Yuwono P. 2013. Produksi semen segar dan semen beku sapi pejantan dengan body condition score (BCS) yang berbeda di balai inseminasi buatan lembang. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(3): 759-767.
- Perreault, S. D., 2002. Smart use of computer-aided sperm analysis (CASA) to characterize sperm motion. In: Robaire B, Hinton BT, editors. *The Epididymis from Molecule to Clinical Practise, A Comprehensive Survey of the Efferents Ducts, The Epididymis and The Vas Defference*. New York USA: Kluwer Academy/Plenum Publishers. pp. 459-472.
- Perumal, P., N. Savino, C.T.R. Sangma, M.H. Khan, E. Ezung, S. Chang and T.Z.T. Sangtam. 2017. Seasonal effect on physiological, reproductive and fertility profiles in breeding mithun bulls. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 6(6): 268- 278. DOI: 10.4103/2305-0500.217342.
- Prastowo, S., P. Dharmawan, T. Nugroho, A. Bachtiar, Lutojo and A. Pramono. 2018. Age Effect on Bali Bull (*Bos Javanicus*) Semen Quality . *Jurnal Ilmu Ternak*, 18(1):1-7
- Priyanto, L., R. I. Arifiantini and T. L. Yusuf. 2015. Detection of Sperm DNA Damage Infresh and Frozen Semen Using Toluidine Blue Staining. *Jurnal Veteriner*. Vol. 16 No. 1 :48-55
- Ratnawati D, Isnaini N and Susilawati T 2019 Factors affecting spermatozoa motility analysis using CASA WARTAZOA 29 145–52
- Riyadhi, R. I. Arifiantini and B. Purwantara. 2012. Korelasi morfologi abnormalitas primer spermatozoa terhadap umur pada beberapa bangsa sapi potong. *Agroscentia*. 19(2) : 110-115.
- Rizal, M. 2006. Fertilitas semen beku hasil ejakulasi dan spermatozoa beku asal cauda epididimis domba garut. *Fakultas Pertanian. Universitas Pattimura. J. Sain Vet*. 34 (1): 49–57.
- Romadhoni, I., A. Rachmawati and Suyadi. 2014. Kualitas semen sapi Madura setelah pengenceran dengan tris aminomethane kuning telur yang disuplementasi α - tocopherol pada penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 24(1): 39– 44.
- Said, S. 2020. Perbibitan Sapi Potong Lokal Indonesia Berbasis Bioteknologi Reproduksi Mendorong Percepatan Swasembada Daging Nasional. Pusat Penelitian Bioteknologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. LIPI Press. Jakarta
- Salim, M. A., T. Susilawati and S. Wahyuningsih. 2012. Pengaruh metode thawing terhadap kualitas semen beku Sapi Bali , Sapi Madura Dan Sapi PO. *Jurnal Agripet* 12(2): 14-20.
- Samsudewa, D., M. I. S. Wuwuh and Y. S. Ondho. 2007. Pengaruh jumlah spermatozoa per inseminasi terhadap kualitas semen beku kambing peranakan Etawa. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 462-468.
- Sarastina, T. Susilawati & G. Ciptadi, 2007. Analisa Beberapa Parameter Motilitas Sperms pada Berbagai Ternak Menggunakan Computer Assisted Semen Analysis (CASA). *Jurnal Ternak Troika*, 6(2):1-12.

- Sarastina, T. Susilawati and G. Ciptadi, 2007. Analisa Beberapa Parameter Motilitas Sperms pada Berbagai Ternak Menggunakan Computer Assisted Semen Analysis (CASA). *Jurnal Ternak Troika*, 6(2):1-12.
- Sarika, P. C. and H. S. James. 2010. Ethical Frameworks and Farmer Participation in Cont Farming Practices. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 25 (3):377-404
- Setiyono, A., Setidyadi M. A., Kaiin E. M. and Karja N. W. K. 2020. Pola Gerakan Spermatozoa Sapi setelah Diinkubasi dalam Media Fertilisasi dengan Imbuhan Heparin dan/atau Kafein. *Jurnal Veteriner*. eISSN: 2477-5665
- Shibahara, H., H. Obara, K. Kikuchi, S. Yamanaka, Y. Hirano, T. Suzuki, S. Takamizawa, and M. Suzuki, 2003. Prediction of Human Sperm Fertilizing Ability by Hiperactivated Motility Pattern. *J.Mamm.OvaRes*. Vol 20, 29-33.
- Shojaei H., Kroetsch T., Wilde R., Blondin P., Kastelic J. P. and Thundathil J. C. 2012. Moribund sperm in frozen-thawed semen, and sperm motion end points post-thaw and post- swim-up, are related to fertility in Holstein AI bulls. *Theriogenology* 77(5):940-951.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2017. Semen Beku Sapi. Badan Standarisasi Nasional (BSN), SNI 01-4869.1-2017.
- Sukmawati, E., R. I. Arifiantini and B. Purwantara. 2014. Daya Tahan Sperms terhadap Proses Pembekuan pada Berbagai Jenis Sapi Pejantan Unggul. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 19 (3): 168-175.
- Susilawati, T. 2011. *Spermatology*. Universitas Brawijaya. Press Malang,
- Susilawati, T. 2013 *Inseminasi Buatan Pada Ternak*. UB Press. Malang
- Suzuki, K., M. Geshi, N. Yamaguchi and T. Nagai, 2003. Functional Changes and Motility Characteristic of Japanese Black Bull Sperms Separated by Percoll. *Animal Reprod. Science* 77: 157-172.
- Taberner E, Morató R, Mogas T. and Miró J. 2010. Ability of Catalonian donkey sperm to penetrate zona pellucida-free bovine oocytes matured in vitro. *Anim Reprod Sci* 118: 354-361.
- Udrayana, S.B. 2009. Proteksi Spermatozoa Kambing Peranakan Etawah Menggunakan Fosfatidil dalam Proses Sexing dengan Gradien BSA dan Pembekuan. Disertasi. Pogram Studi Doktor Ilmu Pertenakan Program Pascasarjana Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Verstegen J, Iguer-Ouada M and Onclin K. 2002 Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. *Theriogenology* 57(1),149–179.
- Yekti, A. P. A., T. U. Kurniaesa, N. Isnaini, Kuswati and T. Susilawati. 2018. Conception rate of artificial insemination using semen sexing on Ongole Crossbred Bull. *J. Ilmu-Ilmu Peternakan*, 28(3): 241 – 246
- Zulkarnaim. 2017. The Study of Characteristics Bali Polled Cattle as The Local Cattle In South Sulawesi. PhD Thesis. Post Graduate School, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Zulkarnaim. 2017. The Study of Characteristics Bali Polled Cattle as The Local Cattle In South Sulawesi. PhD Thesis. Post Graduate School, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Zulyazaini, Dasrul, S. Wahyuni, M. Akmal and A. N. Abdullah. 2016. Karakteristik Semen dan Komposisi Kimia Plasma Seminalis Sapi Aceh yang dipelihara di BIBD Saree Aceh Besar. *Agricultural pet* 16(2): 121-130.