

**MOTILITAS, VIABILITAS DAN ABNORMALITAS SEMEN
BEKU SAPI BALI DITINJAU DARI VOLUME EJAKULAT
YANG BERBEDA**

SKRIPSI

MUHAMMAD FIKRI RADITYA JALIL
C031181017



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

**MOTILITAS, VIABILITAS DAN ABNORMALITAS SEMEN
BEKU SAPI BALI DITINJAU DARI VOLUME EJAKULAT
YANG BERBEDA**

SKRIPSI

MUHAMMAD FIKRI RADITYA JALIL
C031181017



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**MOTILITAS, VIABILITAS DAN ABNORMALITAS SEMEN BEKU SAPI
BALI DITINJAU DARI VOLUME EJAKULAT YANG BERBEDA**

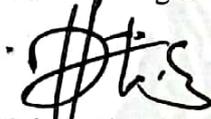
Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD FIKRI RADITYA JALIL
C031 18 1017**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas
Kedokteran Universitas Hasanuddin
pada tanggal 12 Juli 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Sri Gustina, S.Pt., M.Si
NIK. 7371117108840000

Pembimbing Pendamping



Drh. Nur Alif Bahmid, M.Si
NIP. 199205102020015001

Ketua

Program Studi Kedokteran hewan
Fakultas Kedokteran



Dr. Sri Dwi Kesuma Sari, AP.Vet
NIP. 197302161999032001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Fikri Raditya Jalil
NIM : C031181017
Program Studi : Kedokteran Hewan
Fakultas : Kedokteran

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul **“Motilitas, Viabilitas dan Abnormalitas Semen Beku Sapi Bali ditinjau dari Volume Ejakulat yang Berbeda”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Selain itu, sumber yang dikutip oleh penulis lain telah disebutkan dalam teks dan telah dicantumkan dalam daftar pustaka. Apabila sebagian atau seluruhnya dari skripsi ini, terutama dalam bab hasil dan pembahasan, tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademik yang berlaku.

Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.



Makassar, 31 Mei 2022

Muhammad Fikri Raditya Jalil
NIM. C031181017

ABSTRAK

MUHAMMAD FIKRI RADITYA JAIL. Motilitas, Viabilitas dan Abnormalitas Semen Beku Sapi Bali ditinjau dari Volume Ejakulat yang Berbeda. Dibawah bimbingan SRI GUSTINA dan NUR ALIF BAHMID

Volume semen merupakan banyaknya ejakulat yang dikeluarkan oleh sapi Bali jantan selama satu kali ejakulasi. Volume semen terdiri atas cairan semen yang terdiri atas spermatozoa dan seminal plasma. Spermatozoa dihasilkan oleh tubulus seminiferus didalam testis, sedangkan seminal plasma dihasilkan oleh kelenjar aksesoris pejantan. Semen beku merupakan semen yang telah diproses dengan menambahkan pengencer yang kemudian dibekukan menggunakan nitrogen cair. Pembekuan dapat memperpanjang jangka hidup dari spermatozoa sehingga sangat baik dalam penyimpanan spermatozoa untuk melaksanakan inseminasi buatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui motilitas, viabilitas dan abnormalitas semen beku sapi Bali ditinjau dari volume ejakulat yang berbeda. Penelitian dimulai dari koleksi semen, pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis semen segar, *processing* semen beku hingga evaluasi motilitas, viabilitas dan abnormalitas semen setelah di *thawing*. Data yang telah diambil kemudian diuji menggunakan metode *one way anova*. Berdasarkan uji statistik, didapatkan hasil bahwa volume tidak mempunyai pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap motilitas, viabilitas dan abnormalitas semen beku sapi Bali.

Kata Kunci: Abnormalitas, Motilitas, Sapi Bali, Semen beku, Viabilitas.

ABSTRACT

MUHAMMAD FIKRI RADITYA JAIL. Motility, Viability and Abnormalities Frozen Semen of Bali Bull Seen by Different Ejaculate Volumes. Under guidance of SRI GUSTINA and NUR ALIF BAHMID

Semen volume is the amount of ejaculate by male Bali bull during one ejaculation. Semen volume consists of spermatozoa and seminal plasma where spermatozoa is produced by the seminiferous tubules in the testes, while the seminal plasma is produced by the accessory glands. Frozen semen is a method of preserving Bali bull semen for artificial insemination by freezing the semen with liquid nitrogen. The aim of this research was to determine the motility, viability, and abnormalities of frozen semen of Bali bull in terms of different ejaculate volumes. The research started from semen collection, macroscopic and microscopic examination of fresh semen, frozen semen processing to evaluation of motility, viability and abnormality of semen after *thawing*. The data that has been taken is then tested using the one way ANOVA method. Based on statistical tests, it was found that the volume had no significant effect ($P > 0.05$) on the motility, viability, and abnormalities of frozen semen of Bali bull.

Keywords: Abnormality, Bali Bull, Frozen Semen, Motility, Viability.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Motilitas, Viabilitas dan Abnormalitas Semen Beku Sapi Bali ditinjau dari Volume Ejakulat yang Berbeda**” dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Hewan dalam program pendidikan strata satu Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Dalam penulisan skripsi ini cukup banyak hambatan yang dihadapi, penulis memohon maaf atas kesalahan dan kecerobohan yang penulis lakukan saat proses penulisan skripsi ini. Tak lupa pula penulis haturkan salam kepada junjungan Nabi Muhammad sallallahu'alaihi wasallam, keluarga dan para sahabat, tabi'in dan tabiuttabi'in yang terdahulu, dimana telah menuntun umat manusia dari jaman kebodohan ke jaman yang berilmu seperti sekarang ini.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa adanya doa, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Limpahan rasa hormat dan terima kasih penulis haturkan kepada orang tua tercinta, ayahanda **Jalil Ismail** dan ibunda **Nini Arini** serta saudara dan saudari **Farid Iswara, Muh. Fachry Jalil** dan **Siti Fatimah Khaerunnisa** atas seluruh doa yang tiada henti, bimbingan, kasih sayang, dan bantuan finansial yang diberikan. Penulis mengucapkan terima kasih atas doa yang tiada henti, semangat, dan kasih sayang. Semoga Allah senantiasa melindungi dan mengumpulkan keluarga kami dalam syurganya.

Penulis merasa sangat bersyukur dan ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. **Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, Sp.PD, KGH, SP.GK, M.Kes.** selaku Dekan Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin.
3. **Dr. Drh. Dwi Kesuma Sari, AP.Vet.** selaku Ketua Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin.
4. Ibu **Dr. Sri Gustina, S.Pt., M.Si.** dan **Drh. Nur Alif Bahmid, M.Si.** selaku pembimbing atas waktu, bimbingan, arahan, semangat serta kesabaran menghadapi peneliti selama penelitian hingga selesainya skripsi ini.
5. **Dr. Drh. Fika Yuliza Purba, M.Sc.** dan **Drh. Muhammad Muflih Nur** sebagai dosen penguji dalam seminar proposal dan seminar hasil yang telah memberikan masukan-masukan, waktu, semangat, dan penjelasan untuk perbaikan penulisan skripsi ini.
6. **Drh. Sitti Mugniati** selaku penasehat akademik penulis selama menempuh pendidikan strata satu pada Program Studi Kedokteran Hewan.
7. Segenap pihak Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Sulawesi Selatan di UPT-PIBPS Pucak Maros **Ibu Farida, Kak Majedah, Pak Madi,** dan **Pak Usman** atas bantuan doa, kesabaran, bimbingan, dan semangat dari awal penelitian sampai selesai.
8. Sahabat tercinta “**Seqsanach x Teratai Squad**” yaitu **Murni, Nova, Izzah, Misna, Rachel, Oktres, Wawan, Ega,** dan **Naya** yang telah memberikan doa, bantuan serta semangat kepada penulis; Kepada manusia favorit penulis

“**Andi Murni Nurul Maulidyah**” yang selalu membimbing, menemani, menjadi motivasi, dan siap direpotkan penulis mulai dari awal perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini; saya ucapkan terima kasih kepada “**Muhammad Givari Ali Imran**” yang selalu menemani penulis saat keadaan yang buruk; kepada Grup penelitian “**Sperma Hunter**” yang siap menemani dalam kondisi apapun selama penelitian, walau terik atau badai.

9. Kakak-kakak dari Fakultas Peternakan **Kak Inna, Kak Kirana, Kak Dilla** dan **Kak Hikma** yang telah membantu kelengkapan alat dan bahan praktikum, serta memberikan semangat kepada penulis selama proses penelitian berlangsung.
10. Segenap panitia seminar proposal dan seminar hasil atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
11. Staf pengajar dan staf administrasi yang telah banyak membantu dan membimbing selama penulis menempu pendidikan pada Program Studi Kedokteran Hewan.
12. Teman-teman angkatan 2018 “CORVUS”, yang menjadi saksi dan teman perjuangan selama berkuliah di Kedokteran Hewan selama empat tahun perkuliahan yang telah dilewati.
13. kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu-persatu, yang telah memberikan bantuan dan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis telah berusaha untuk menyelesaikan tulisan ini sepenuhnya dapat dipertanggungjawabkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Namun, dengan rendah hati penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik serta saran pembaca sangat diharapkan demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan nantinya. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Robbal Aalamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 31 Mei 2022

Muhammad Fikri Raditya Jalil
NIM. C031181017

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Hipotesis.....	2
1.6 Keaslian Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sapi.....	3
2.2 Semen Beku.....	4
2.3 Kualitas Spermatozoa.....	5
3. METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Metode Penelitian	9
3.4 Prosedur Penelitian	9
3.5 Analisis Data.....	11
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Hasil	12
4.2 Pembahasan	14
5. PENUTUP	18
5.1 Kesimpulan.....	18
5.2 Saran.....	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	22
RIWAYAT HIDUP	27

DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Hasil persentase motilitas spermatozoa semen beku sapi Bali..... 12
Tabel 2. Hasil persentase viabilitas spermatozoa semen beku sapi Bali..... 12
Tabel 3. Hasil persentase abnormalitas spermatozoa semen beku sapi Bali. 13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sapi Bali Jantan.....	4
Gambar 2. Pola gerak spermatozoa.....	7
Gambar 3. Viabilitas Spermatozoa.....	7
Gambar 4. Abnormalitas Spermatozoa.....	8
Gambar 5. Viabilitas semen beku sapi Bali.....	13
Gambar 6. Morfologi normal semen beku sapi Bali.....	13

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sapi Bali merupakan salah satu jenis sapi yang mempunyai populasi tinggi di Indonesia. Populasi sapi Bali pada tahun 2006 di Indonesia adalah sebanyak 2.914.000 (Siregar, 2008) dan 3.271.000 pada tahun 2010 (Direktorat Jenderal Peternakan, 2010). Sapi bali termasuk salah satu jenis sapi potong yang disukai oleh para peternak karena berfungsi dwiguna, yakni sebagai sapi pekerja dan juga sapi pedaging (Fania *et al.*, 2020). Sapi Bali mempunyai potensi ekonomi yang tinggi karena mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan jenis sapi lainnya. Keunggulan sapi bali diantaranya adalah mempunyai tingkat fertilitas yang tinggi, mortalitas pedet yang rendah, daya adaptasi lingkungan yang baik serta produksi karkas yang tinggi (Siregar, 2008; Purwantara *et al.*, 2012). Upaya yang dapat dilakukan untuk menaikkan produktifitas sapi Bali adalah dengan melakukan inseminasi buatan (Ombelet dan Robays, 2015). Inseminasi buatan merupakan peletakan secara manual semen kedalam saluran organ reproduksi betina dengan metode yang tidak memerlukan perkawinan antara sapi jantan dan betina. Inseminasi buatan termasuk kedalam teknologi reproduksi yang memfasilitasi pertemuan antara gamet jantan dan gamet betina (Kabede, 2018).

Faktor penting yang menentukan keberhasilan inseminasi buatan adalah kualitas semen yang digunakan. Semen merupakan cairan yang terdiri atas spermatozoa dan cairan seminal plasma. Spermatozoa diproduksi didalam tubulus seminiferus testis, sedangkan cairan seminal plasma disekresikan oleh kelenjar aksesoris reproduksi sapi jantan seperti kelenjar *vesicula seminalis*, kelenjar prostat dan kelenjar *cowper*. Secara umum cairan seminal plasma berfungsi untuk memberikan nutrisi kepada spermatozoa agar dapat membuahi sel ovum didalam organ reproduksi betina (Manafi, 2011). Kualitas semen yang diejakulasikan oleh sapi Bali sangat sensitif dan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi semen sapi Bali adalah umur, nutrisi, suhu, lingkaran skrotum serta frekuensi ejakulasi yang dialami oleh sapi Bali. Pengaruh yang ditimbulkan oleh faktor tersebut dapat menyebabkan rendahnya kualitas semen sapi Bali. Semen beku merupakan semen yang telah diproses dengan menambahkan pengencer yang kemudian dibekukan menggunakan nitrogen cair dengan suhu -196°C . Pembekuan dapat memperpanjang jangka hidup dari spermatozoa sehingga sangat baik dalam penyimpanan spermatozoa untuk melaksanakan inseminasi buatan (Ismaya, 2014).

Pemeriksaan kualitas *post-thawing* semen beku sapi Bali dilakukan dengan tujuan melihat nilai *recovery rate* semen beku serta menilai kualitas semen beku untuk digunakan dalam inseminasi buatan. Motilitas, viabilitas dan abnormalitas merupakan parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kemampuan fertilitas dari semen beku (Lyashenko, 2015). Volume semen segar dipengaruhi oleh frekuensi ejakulasi (Rashid *et al.*, 2015; Seuk, 2018) dan besar lingkaran skrotum pada sapi (Fazrien *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Witarja *et al.* (2020) dan Indriastuti *et al.* (2020), ditemukan adanya volume ejakulat yang rendah namun mempunyai motilitas yang tinggi dibandingkan dengan ejakulat yang mempunyai volume yang tinggi, akan tetapi, tidak diketahui bagaimana pengaruh volume ejakulat terhadap kualitas semen beku. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh volume terhadap kualitas semen beku pada sapi Bali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh volume ejakulat yang berbeda terhadap motilitas, viabilitas, dan abnormalitas semen beku sapi Bali.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh volume ejakulat yang berbeda terhadap motilitas, viabilitas, dan abnormalitas semen beku sapi Bali.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu

Manfaat pengembangan ilmu dalam penelitian ini adalah untuk menambah pengetahuan dan literatur untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut di bidang ilmu reproduksi dan memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh volume ejakulat yang berbeda terhadap motilitas, viabilitas, dan abnormalitas semen beku sapi Bali.

1.4.2 Manfaat Aplikasi

1. Untuk peneliti

Manfaat untuk peneliti pada penelitian kali ini adalah agar dapat melatih kemampuan peneliti dalam menulis dan melakukan penelitian ilmiah serta dapat menjadi acuan bagi penelitian-penelitian di bidang yang sama.

2. Untuk masyarakat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menambah informasi kepada masyarakat mengenai pengaruh volume ejakulat terhadap motilitas, viabilitas, dan abnormalitas semen beku sapi Bali.

1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat adanya pengaruh volume ejakulat yang berbeda terhadap motilitas, viabilitas, dan abnormalitas semen beku sapi Bali.

1.6 Keaslian Penelitian

Studi mengenai pengaruh volume terhadap kualitas semen beku sapi Bali masih kurang, namun terdapat penelitian yang pernah dilakukan oleh Seuk (2018), dengan penelitian berjudul “Pengaruh Frekuensi Penampungan terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Bali”. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Indriastuti *et al.* (2020) “Individual variation in fresh and frozen semen of Bali bulls (*Bos sondaicus*)” menunjukkan adanya volume semen yang rendah namun mempunyai kualitas yang baik dibandingkan volume semen yang tinggi.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sapi

2.1.1 Deskripsi Sapi

Manusia sudah lama mengenal sapi, bahkan sejak peradaban baru dimulai. Sapi telah didomestikasi sejak zaman neolitikum, sekitar, 8.000-10.00 SM. Domestikasi sapi pada awalnya terpusat di daerah Irak, Kuwait, Yordania, Suriah, Libanon, Palestina dan Turki. Nenek moyang sapi, *bos primigenius* mempunyai badan yang mirip dengan banteng dengan ukuran jantan mencapai tinggi 1,8m, sementara betina mempunyai ukuran tinggi yang lebih kecil sekitar 1,5m. Sapi asli Indonesia bukanlah keturunan *Bos primigenius*, *Bos taurus* maupun *Bos indicus*. Sapi lokal Indonesia merupakan hasil domestikasi sapi liar *Bos javanicus* dan *Bos sondaicus* yang kini sering disebut sebagai banteng. Awalnya sapi diidentifikasi sebagai tiga spesies terpisah yaitu, *Bos taurus* atau sapi eropa, *Bos indicus* dan *Bos primigenius* yang merupakan leluhur sapi domestik. Kini keluarga sapi tersebut dijadikan satu spesies yakni *Bos primigenius*. Sementara itu, *Bos taurus* dan *Bos indicus* dijadikan sub spesies (Purbowati, 2012).

Menurut Purbowati (2012), adapun klasifikasi ilmiah sapi yaitu:

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Artiodactyla
Famili	: Bovidae
subfamili	: Bovinae
Genus	: Bos
Spesies	: <i>Bos primigenius</i>
Subspesies	: <i>Bos taurus</i> <i>Bos indicus</i> <i>Bos javanicus</i>

Banyak jenis sapi lokal Indonesia yang layak dijadikan sebagai sumber pedaging, diantaranya adalah sapi Bali, sapi Peranakan Ongole dan sapi Madura. Selain sapi-sapi tersebut, di Sumatera terdapat sapi Aceh yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sapi potong. Dari populasi sapi potong yang ada di Indonesia, jenis sapi yang penyebarannya dianggap merata adalah sapi Bali, sapi Peranakan Ongole dan sapi Brahman (Fikar dan Dadi, 2012).

2.1.2 Karakteristik Sapi Bali

Sapi Bali merupakan sapi asli Indonesia dengan ciri yang berbeda dari bangsa sapi lainnya. Sapi Bali berukuran sedang, dadanya dalam, tidak berpunuk dan kaki-kakinya ramping, kulitnya berwarna merah bata, cermin hidung, kuku dan bulu ujung ekornya berwarna hitam. Kaki di bawah persendian karpal dan tarsal berwarna putih. Kulit berwarna putih juga ditemukan pada bagian pantatnya dan pada paha bagian dalam, kulit berwarna putih tersebut berbentuk oval pada punggungnya serta selalu ditemukan bulu hitam membentuk garis (garis belut) memanjang dari gumba hingga pangkal ekor (Rajab, 2021).

Sapi Bali jantan berwarna lebih gelap bila dibandingkan dengan sapi Bali betina. Warna bulu sapi Bali jantan biasanya berubah dari merah bata menjadi coklat tua atau hitam legam setelah sapi itu mencapai dewasa kelamin sejak umur 1,5 tahun dan menjadi hitam mulus pada umur 3 tahun. Warna hitam dapat berubah

menjadi coklat tua atau merah bata apabila sapi itu dikebiri. Sapi Bali berukuran sedang dan bentuk badan memanjang. Kepala agak pendek dengan dahi datar. Badan padat dengan dada yang dalam, tidak berpunuk dan seolah tidak bergelambir, kakinya ramping, agak pendek menyerupai kaki kerbau (Seuk, 2018).



Gambar 1. Sapi Bali Jantan (SNI, 2015).

Sapi Bali memiliki banyak keunggulan, diantaranya adalah mempunyai daya adaptasi yang baik terhadap kondisi pakan yang jelek dan lingkungan tropis, mampu menghasilkan anak setiap tahun, mempunyai kualitas daging yang baik serta memiliki presentase karkas yang tinggi dengan perbandingan daging dan tulang 4,4:1 (Fikar dan Dadi, 2012). Sapi Bali mempunyai rata-rata bobot badan ketika berumur dewasa sekira 300-400 kg/ekor dengan masa penggemukan 3-5 bulan. Potensi kenaikan bobot badan dari sapi Bali adalah 0,66-1 kg/hari dengan presentase karkas 56,9% dan daya tahan tubuh yang sangat baik (Purbowati, 2012).

2.2 Semen Beku

Semen beku merupakan semen yang telah mengalami proses pengenceran dengan bahan pengencer, kemudian ditambahkan gliserol dalam proses pembekuannya. Pembekuan semen dapat dilakukan dengan menggunakan medium nitrogen cair dengan suhu -196°C . Spermatozoa yang telah dibekukan mampu bertahan hidup dalam kurun waktu yang lama, bahkan hingga 30 tahun (Ismaya, 2014). Tujuan dari pembekuan semen adalah untuk menghentikan sementara kegiatan hidup dari spermatozoa tanpa mematikan fungsi sel sehingga dapat tetap berfungsi dalam kurun waktu yang lama (Aprilina *et al.*, 2014).

Motilitas spermatozoa masih baik setelah dibekukan dan dicairkan, yakni mencapai 40%-60%, tetapi hanya sekitar 20%-30% spermatozoa yang masih baik. Spermatozoa yang mengalami kerusakan kemungkinan masih motil namun diragukan kemampuannya untuk dapat membuahi sel ovum. Pembekuan semen dapat mengakibatkan kerusakan spermatozoa baik secara fungsional (kimiawi) maupun kerusakan fisik. Kerusakan fisik dapat berupa kerusakan plasma dan membran akrosom, akrosom, mitokondria dan axonema. Mitokondria lebih mudah rusak oleh pendinginan dan pencairan kembali pada filamen dan fibril spermatozoa (Hopper, 2015).

Kemampuan fertilisasi semen beku lebih rendah dari semen segar. Hal ini disebabkan adanya kerusakan sel yang dapat menurunkan kemampuan memfertilisasi. Kerusakan pada spermatozoa setelah pembekuan dapat terjadi akibat suhu, kondisi penyimpanan spermatozoa dan lama penyimpanan semen beku. Kerusakan tersebut

dapat mengakibatkan penurunan motilitas dan integritas morfologi spermatozoa (Santoso *et al.*, 2021). Kerusakan umumnya terdapat pada akrosom dan mitokondria. Selama pembekuan, ada dua proses penting, yaitu yang pertama adalah produksi dari ROS (*Reactive oxygen species*) yang dapat mengubah fungsi dan struktur membran. Kedua adalah perubahan sistem pertahanan antioksidan berdasarkan penurunan isi *gluthathionine* intraseluler. Kerusakan membran spermatozoa banyak terjadi karena pembentukan kristal es khususnya selama titik kritis 0-10°C. Kerusakan terbesar pada plasma membran dan tudung akrosom terjadi selama pembekuan dan *thawing* yang diikuti oleh ekuilibriasi (Susilawati, 2011).

Spermatozoa pada setiap hewan memiliki komposisi membran dan daya tahan yang berbeda, sehingga akan mempengaruhi kemampuan spermatozoa untuk bertahan terhadap proses pembekuan (*freezing capability*) dan *heat shock* pada saat *thawing* (Zamuna *et al.*, 2015).

2.3 Kualitas Spermatozoa

Semen merupakan cairan ejakulat yang dikeluarkan oleh sapi Bali jantan ketika mengalami ejakulasi. Semen disusun oleh 2 komponen besar yaitu, spermatozoa dan seminal plasma. Spermatozoa merupakan sel tunggal yang dihasilkan oleh tubulus seminiferus testis yang terdiri atas kepala leher dan ekor serta mempunyai informasi genetik dari pejantan. Seminal plasma merupakan cairan yang disekresikan oleh kelenjar aksesoris pejantan dan berfungsi dalam memberikan nutrisi kepada spermatozoa untuk menjaga kemampuan fertilitasnya (Susilawati, 2011).

Pejantan unggul yang baik mempunyai produksi dan kualitas semen yang bagus dengan bobot badan yang tinggi. Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi dan kualitas semen adalah bobot badan. Menurut Ismaya (2014) produksi dan kualitas semen yang dihasilkan dari seekor pejantan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bobot badan, umur, sifat genetik, frekuensi ejakulasi, pakan, suhu dan musim. Susilawati *et al.* (2020) menyatakan bobot badan sapi jantan berhubungan erat dengan ukuran testis, pejantan dengan volume testis dan lingkaran skrotum lebih besar menghasilkan spermatozoa yang juga lebih banyak.

Sapi Bali memiliki kualitas produksi yang berbeda-beda, sehingga akan berpengaruh terhadap semen beku yang dihasilkan nantinya. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh adanya variasi fisik dan juga genetik pada masing-masing pejantan. Produksi semen erat kaitannya dengan kesuburan pejantan yang berkaitan langsung dengan performa testis sebagai organ reproduksi primer pejantan, perbedaan bobot badan menyebabkan adanya perbedaan pada lingkaran skrotum sehingga produksi semen dari tiap pejantan mengalami perbedaan baik kualitas maupun kuantitasnya (Arifiantini *et al.*, 2014).

Kualitas semen sapi pejantan mempunyai peranan yang sangat penting dalam pelaksanaan perkawinan, baik secara alami maupun inseminasi buatan (IB). Inseminasi buatan merupakan teknik perkawinan dengan memasukkan semen ke dalam saluran kelamin sapi betina (Fania *et al.*, 2020). Inseminasi buatan bertujuan untuk memperbaiki mutu genetik ternak, menghindari penyebaran penyakit kelamin dan meningkatkan jumlah keturunan dari pejantan unggul. Parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas dari semen sapi Bali adalah volume, motilitas spermatozoa, viabilitas spermatozoa, dan abnormalitas spermatozoa (Ristiani *et al.*, 2020).

2.3.1 Volume Semen

Volume semen merupakan banyaknya ejakulat yang dikeluarkan oleh sapi Bali jantan selama satu kali ejakulasi. Volume semen terdiri atas cairan semen yang terdiri atas spermatozoa dan seminal plasma. Spermatozoa dihasilkan oleh tubulus seminiferus didalam testis, sedangkan plasma sperma dihasilkan oleh kelenjar tambahan yang terdiri atas kelenjar vesikularis, prostat dan bulbourethralis. Sumber-sumber dan kontribusi volume semen adalah 5% dari *epididymis* dan *vas deferens*, 60% dari kelenjar vesikularis, 20% dari kelenjar postata dan 5% dari kelenjar bulbourethralis. Kandungan fruktosa dan sorbitol pada spermatozoa sapi banyak berasal dari kelenjar vesikularis (Ismaya, 2014).

Spermatozoa berfungsi dalam membuahi sel telur didalam organ reproduksi betina, sedangkan plasma semen yang dihasilkan oleh kelenjar tambahan berfungsi sebagai sumber makanan spermatozoa serta sebagai buffer sehingga fertilitas dari spermatozoa dapat terjaga. Kandungan dari seminal plasma juga berfungsi dalam mempertahankan tekanan osmotik sehingga spermatozoa dapat tetap hidup (Hopper, 2015).

Volume sperma sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lingkaran skrotum serta frekuensi ejakulasi dari sapi Bali jantan. Semakin tinggi tingkat frekuensi ejakulasi sapi jantan, maka akan semakin sedikit pula volume semen yang dihasilkan (Rashid *et al.*, 2015; Seuk, 2018). Hubungan antara kualitas sperma juga dapat dihubungkan dengan lingkaran skrotum dimana semakin besar lingkaran skrotum seekor pejantan, maka semakin banyak spermatozoa yang dihasilkan sehingga dapat mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan oleh pejantan (Fazrien *et al.*, 2020).

2.3.2 Motilitas Spermatozoa

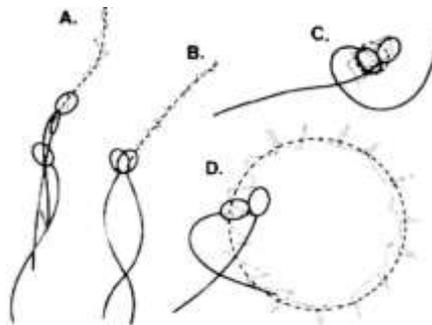
Motilitas spermatozoa merupakan kemampuan spermatozoa dalam melakukan gerakan maju yang bersifat progresif. Motilitas dapat menjadi salah satu parameter pengukuran kualitas spermatozoa karena daya gerak spermatozoa dibutuhkan dalam mencapai tempat terjadinya fertilisasi untuk menembus sel ovum. Tinggi atau rendahnya tingkat fertilitas yang dimiliki oleh spermatozoa sangat dipengaruhi oleh jumlah spermatozoa yang hidup serta mempunyai gerakan progresif maju kedepan (Aprilina, 2014).

Spermatozoa mempunyai kemampuan untuk bergerak (motilitas). Motilitas atau daya geraknya inilah yang dijadikan ukuran atau cara yang paling sederhana dalam melakukan penilaian suatu ejakulat (semen), walaupun penilaian mikroskopik tersebut bersifat subjektif. Kecepatan motilitas spermatozoa dipengaruhi oleh banyak faktor di antaranya adalah faktor umur dan obat atau bahan kimia. Semakin tua seekor hewan jantan, terjadi peningkatan abnormalitas pada bagian ekor sehingga mempengaruhi motilitasnya. Terdapat empat kategori motilitas, yaitu sangat cepat (*rapid progressive*), lambat (*slow progressive*), sangat lambat (*non-progressive*), dan tidak bergerak (*immotile*). Tingkat kecepatan tersebut menentukan keberhasilan fertilisasi. Sebagian besar spermatozoa bergerak aktif ke depan dengan berputar pada porosnya. Gelombang kelenturan pergerakan diawali dari bagian leher dan dilanjutkan sampai ke ekor (Lestari dan Ismudiono, 2014).

Gerak individu spermatozoa dapat diamati dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x pada suhu yang dijaga konstan 37°C dengan menggunakan *cover glass* kemudian menentukan proporsi (presentase) spermatozoa yang

bergerak maju. Gerak individu spermatozoa mulai dari pergerakan progresif atau gerak maju yang merupakan gerak terbaik, gerak mundur dan gerak melingkar sering merupakan tanda tanda *coldshock*, Gerakan berayun atau berputar sering terlihat pada semen yang tua, kemudian apabila spermatozoa banyak yang berhenti bergerak dianggap mati. Gerakan maju yang kuat pada spermatozoa merupakan indeks daya hidup yang penting dalam populasi spermatozoa (Susilawati, 2011).

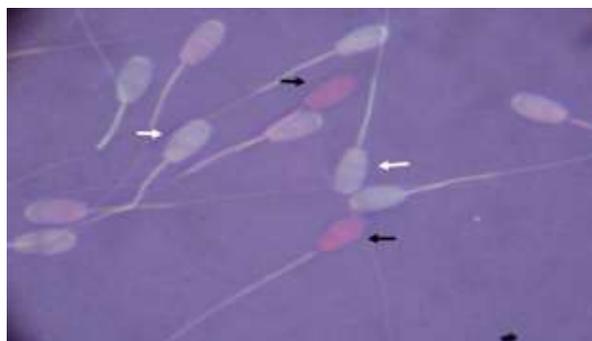
Motilitas spermatozoa merupakan salah satu parameter yang sering digunakan dalam mengevaluasi kemampuan fertilitas spermatozoa. Motilitas sperma post-*thawing* biasanya dapat menurunkan kualitas dari spermatozoa. osmolalitas ekstrim yang terjadi selama pembekuan akan merusak komposisi membran plasma lipid yang pada akhirnya menyebabkan penurunan motilitas sperma. penyimpanan semen pada suhu rendah mengakibatkan kerusakan struktural pada sperma karena *cold shock* dan pembentukan ROS (Santoso *et al.*, 2021).



Gambar 2. Pola gerak spermatozoa progresif (A dan B) dan Pola gerak spermatozoa tidak progresif (C dan D) (Susilawati, 2011).

2.3.3 Viabilitas Spermatozoa

Viabilitas spermatozoa adalah kemampuan spermatozoa untuk bertahan hidup setelah diencerkan dan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kualitas spermatozoa dari seekor pejantan. Semakin tinggi viabilitas spermatozoa maka semakin tinggi peluang untuk terjadinya fertilisasi pada saat kopulasi baik secara alam maupun buatan (Manehat *et al.*, 2021). Viabilitas sangat berkaitan erat dengan motilitas spermatozoa dimana untuk menghasilkan motilitas yang baik, diperlukan spermatozoa yang mempunyai viabilitas yang baik pula. Viabilitas dapat dilihat dengan cara menghitung spermatozoa yang hidup dan yang mengalami kematian (Bagia, 2011).



Gambar 3. Viabilitas spermatozoa (Panah Putih) Hidup (tidak berwarna) dan (Panah Hitam) Mati (Berwarna) (Buranaamnuay, 2014).

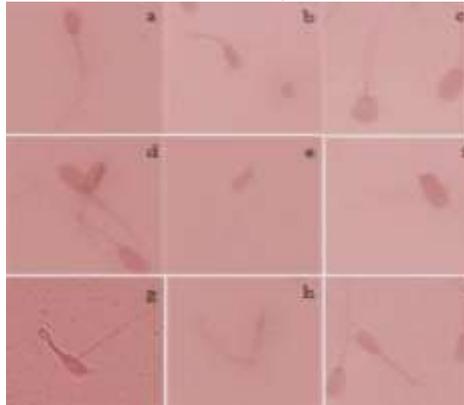
Spermatozoa yang hidup dan mati dapat dibedakan reaksinya terhadap warna tertentu, spermatozoatozoa yang tidak motil dan dianggap mati menghisap warna dan spermatozoatozoa yang motil dan yang hidup tidak berwarna. Bahan pewarna yang biasa digunakan adalah eosin negrosin. Eosin dan negrosin adalah perwarna sel yang paling baik dipergunakan untuk prosedur ini, sehingga pengamatan spermatozoatozoa yang berwarna dan tiberwarna menjadi jelas dan spermatozoa yang berwarna Sebagian juga dianggap mati (Susilawati, 2011)

Sifat semen beku yang sangat labil mengakibatkan kondisi membran spermatozoa sendiri memiliki tingkat kerentanan yang tinggi. Selain itu diduga karena pengaruh *cold shock* ketika proses pembekuan. Proses pembekuan semen akan mengakibatkan kematian spermatozoa mencapai 30% dari jumlah spermatozoa segar atau setelah diencerkan dan kerusakan akibat pengaruh pendinginan (Ismaya, 2014).

2.3.4 Abnormalitas Spermatozoa

Spermatozoa normal dapat dibagi menjadi kepala, leher dan ekor untuk tujuan deskripsi dan juga sebagai cara untuk lebih menentukan lokasi cacat. Kepala, yang panjangnya 8–10 μ m, lebar 4–4,5 μ m, dan tebal 1-1,5 μ m,7 terdiri dari bahan inti dan akrosom. Ekor, yang panjangnya kira-kira 40–45 μ m, dapat dibagi lagi menjadi leher, bagian tengah, bagian utama, dan bagian ujung (Hopper, 2015).

Penyimpangan morfologik dari struktur spermatozoa yang normal dipandang sebagai abnormal. Abnormalitas pada spermatozoa terjadi pada kepala atau ekor. Abnormalitas diklasifikasikan berdasarkan perolehannya yaitu abnormalitas primer dan abnormalitas sekunder. Abnormalitas primer terjadi pada waktu spermatogenesis di dalam tubuli seminiferi, sedangkan abnormalitas sekunder terjadi sesudah spermatozoa meninggalkan tubuli seminiferi yaitu selama perjalanannya melalui saluran *epididymis*, selama ejakulasi atau dalam manipulasi ejakulat termasuk pemanasan yang berlebihan, pendinginan yang cepat, kontaminasi dengan air, urin atau zat kimia (Lestari dan Ismudiono, 2014).



Gambar 4. Morfologi spermatozoa a) spermatozoa normal, b) *Pearshape*, c) *Macrocephalus*, d) *Microcephalus*, e) *Detached head* f) Kepala saja, g) Ekor melingkar, h) ekor saja, i) Ekor bunting (Zulyazaini *et al.*, 2016).