

**SKRIPSI**

**KUALITAS SPERMATOZOA SEMEN BEKU SAPI BALI  
*POLLED* YANG DIBERI PAKAN SUPLEMEN TAOGÉ  
(*Phaseolus radiatus L.*)**

**Disusun dan diajukan oleh**

**HUSNUL QHATIMAH  
I011181402**



**FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**SKRIPSI**

**KUALITAS SPERMATOZOA SEMEN BEKU SAPI BALI  
*POLLED* YANG DIBERI PAKAN SUPLEMEN TAOGÉ  
(*Phaseolus radiatus L.*)**

**Disusun dan diajukan oleh**

**HUSNUL QHATIMAH  
I011181402**

**Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Peternakan  
pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin**

**FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Husnul Qhatimah

NIM : I011181402

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul:

**Kualitas Spermatozoa Semen Beku Sapi Bali *Polled* yang Diberi Pakan Suplemen Taoge (*Phaseolus radiatus L.*)**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan apabila sebagian atau seluruhnya dari karya skripsi ini tidak asli atau plagiasi maka saya bersedia dibatalkan dikenakan sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 14 September 2022



SELUW BERTANDA  
1000  
METERAI  
TEMPEL  
F-1B15AKX062259026

Husnul Qhatimah

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### KUALITAS SPERMATOZOA SEMEN BEKU SAPI BALI *POLLED* YANG DIBERI PAKAN SUPLEMEN TAOGE (*Phaseolus radiatus L.*)

Disusun dan diajukan oleh

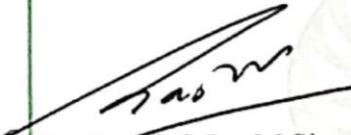
**HUSNUL QHATIMAH**  
**I011181402**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Peternakan  
Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal 19 September 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

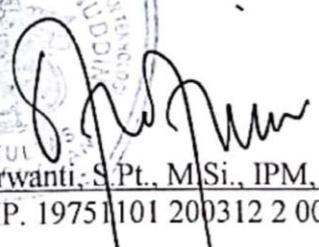
Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

  
Dr. Hasbi, S.Pt., M.Si  
NIP. 19771002 200501 1 001

  
Prof. Dr. Ir. Sudirman Baco, M.Sc  
NIP. 19641231 198903 1 025

Ketua Program Studi

  
Dr. Ir. Sri Purwanti, S.Pt., M.Si., IPM, ASEAN Eng  
NIP. 19751101 200312 2 002

## ABSTRAK

**HUSNUL QHATIMAH.** I011181402. Kualitas Spermatozoa Semen Beku Sapi Bali *Polled* yang Diberi Pakan Suplemen Taoge (*Phaseolus radiatus L.*). Pembimbing Utama: **Hasbi** dan Pembimbing Anggota: **Sudirman Baco**.

Peningkatan produktivitas sapi Bali *polled* dapat dilakukan melalui program inseminasi buatan dan salah satu yang menjadi penentu dalam keberhasilan program tersebut yaitu kualitas semen yang digunakan. Namun, dalam pelaksanaannya lebih dominan menggunakan semen yang telah dibekukan. Proses pengolahan semen beku diyakini dapat mempengaruhi kualitas spermatozoa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas spermatozoa semen beku sapi Bali *polled* yang diberi pakan suplemen taoge (*Phaseolus radiatus L.*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Agustus 2022 di Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru dan Laboratorium Produksi Embrio In Vitro, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Hasanuddin dengan menggunakan dua ekor pejantan sapi Bali *polled* yang berumur 5-6 tahun. Metode penelitian yang digunakan mulai dari pemberian suplemen taoge, penampungan semen, pengenceran, pengemasan, pembekuan dan evaluasi semen beku yang meliputi motilitas, viabilitas, abnormalitas, membran plasma utuh (MPU), tudung akrosom utuh (TAU) dan fragmentasi DNA. Data yang diperoleh diuji menggunakan uji T (*sample T-Test dependent*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian taoge berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dalam hal viabilitas, abnormalitas, MPU dan fragmentasi DNA sedangkan motilitas dan TAU tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Persentase sebelum dan setelah pemberian taoge pada motilitas ( $41,25 \pm 3,53$  vs  $42,50 \pm 4,62$ ), viabilitas ( $76,56 \pm 2,49$  vs  $87,75 \pm 5,08$ ) abnormalitas ( $8,09 \pm 2,20$  vs  $10,05 \pm 4,64$ ), MPU ( $78,19 \pm 3,23$  vs  $86,28 \pm 2,91$ ), TAU ( $77,10 \pm 3,08$  vs  $79,83 \pm 4,63$ ) dan fragmentasi DNA ( $9,34 \pm 1,34$  vs  $4,93 \pm 1,97$ ). Kesimpulan, pemberian suplemen taoge meningkatkan viabilitas dan membran plasma utuh, menurunkan abnormalitas dan fragmentasi DNA tetapi tidak mempengaruhi motilitas dan tudung akrosom utuh.

Kata Kunci: Sapi Bali *polled*, Taoge, Kualitas semen beku

## ABSTRACT

**HUSNUL QHATIMAH.** I011181402. The Sperm Quality of Frozen Semen of Polled Bali Bull with The Supplementation of Bean Sprout (*Phaseolus radiatus L.*). Supervised by **Hasbi** and **Sudirman Baco**.

Increased productivity of polled Bali cattle can be achieved through artificial insemination program. Thus, the quality of the semen used became essential. However, in implementation frozen semen were more widely used. Processing semen is believed to affect the quality of spermatozoa. This study was aimed to determine the sperm quality of the frozen semen of polled Bali cattle with the supplementation of bean sprout (*Phaseolus radiatus L.*). This research was conducted in June-August 2022 in Tanete Riaja Subdistrict, Barru Regency and Laboratorium of In Vitro Embryo Production, The Institution of Research and Community Service (LPPM), Hasanuddin University using two polled Bali bulls aged 5-6 years old. The bean sprouts (*Phaseolus radiatus L.*) were supplemented to the bulls, semen collecting, dilution, packing, freezing, and semen evaluation such as motility, viability, abnormality, integrity membrane plasma (MPU), acrosome integrity (TAU) and DNA fragmentation. The data were analyzed using T-Test (*sample T-Test dependent*). The result of this research showed that the supplementation of bean sprouts (*Phaseolus radiatus L.*) were significant ( $P < 0.05$ ) to the viability, abnormality, MPU and DNA fragmentation while the motility and TAU showed that there were no significant difference ( $P > 0.05$ ). The percentage before and after supplementation of bean sprouts in motility, viability, abnormality, MPU, TAU and DNA Fragmentation were  $41.25 \pm 3.53$  vs  $42.50 \pm 4.62$ ,  $76.56 \pm 2.49$  vs  $87.75 \pm 5.08$ ,  $8.09 \pm 2.20$  vs  $10.05 \pm 4.64$ ,  $78.19 \pm 3.23$  vs  $86.28 \pm 2.91$ ,  $77.10 \pm 3.08$  vs  $79.83 \pm 4.63$  and  $9.34 \pm 1.34$  vs  $4.93 \pm 1.97$ , respectively. The research revealed that supplementation of bean sprouts (*Phaseolus radiatus L.*) increased viability and MPU, decreased abnormality and DNA fragmentation but had no effect on motility and TAU.

Keywords: Polled Bali cattle, Bean sprout, Frozen semen quality

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah swt karena berkat taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan makalah seminah hasil yang berjudul “**Kualitas Spermatozoa Semen Beku Sapi bali *Polled* yang Diberi Pakan Suplemen Taoge (*Phaseolus radiatus L.*)**” yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Ilmu Peternakan (S.Pt) pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.

Tak lupa pula penulis haturkan salawat serta salam kepada junjungan baginda Nabi Muhammad sallallahu’alaihi wasallam, yang telah memimpin umat islam dari jalan addinul yang penuh dengan cahaya kesempurnaan. Penulis menyadari bahwa makalah ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak yang telah memberi dukungan, doa, semangat, pelajaran dan pengalaman berharga pada penulis sejak penulis menginjak bangku perkuliahan hingga saat ini.

Selama penyusunan makalah seminar hasil ini tentunya tidak lepas dari berbagai hambatan dan tantangan, namun berkat petunjuk, bimbingan, arahan do’a serta dukungan moril dari berbagai pihak maka hambatan dan tantangan tersebut dapat teratasi. Untuk itu, perkenankanlah penulis menghatirkan ucapan terima kasih dan penghargaan yang istimewa kepada Ayahanda **Darmawan** dan Ibunda **Yuliaty** yang telah melahirkan, mendidik, dan membesarkan dengan cinta dan kasih sayang yang begitu tulus serta senantiasa memanjatkan do’a dalam kehidupannya untuk keberhasilan penulis.

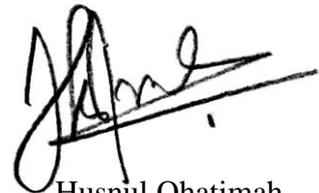
Terselesaikannya makalah seminar hasil ini juga tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Dr. Hasbi, S.Pt., M.Si** selaku dosen pembimbing utama dan bapak **Prof. Dr. Ir. Sudirman Baco, M.Sc** selaku pembimbing anggota, yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan dan membimbing penulis untuk menyusun makalah ini.
2. Bapak **Prof. Herry Sonjaya, DES. DEA** dan ibu **Masturi, S.Pt., M.Si** selaku dosen pembahas yang telah membantu memberi masukan demi penyempurnaan makalah penulis.
3. Bapak **Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si** selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin
4. Ibu **Endah Murpi Ningrum, S.Pt., MP** selaku dosen penasehat akademik yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan pendidikan S1 Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin
5. **Dosen Pengajar Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin** yang telah meluangkan waktunya dalam mengajarkan dan mengamalkan ilmunya kepada penulis. Semoga segala ilmu yang telah diberikan dapat bermanfaat di kehidupan yang akan datang.
6. **Seluruh Staf dalam Lingkup Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin**
7. Bapak **Syamsu Alam dan keluarga** yang telah bersedia mengizinkan penulis melakukan penelitian di peternakannya.

8. Ibu **Dr. Sri Gustina, S.Pt., M.Si** yang telah membantu memberi masukan, pengalaman hidup serta semangat kepada penulis.
9. Sahabat ciwi-ciwi **Girls on Fire (Ayu Reski Safitri, Andi Feby Nurul Wadiyah, Syahruni Shafriani Rosyid, Anugrah Triyani, Rani Lestari, Natarina Mattola, Andi Musdhalifah dan Andi Nurbatari Ola)** yang setia menemani penulis dari SMP hingga saat ini.
10. Sahabat seperjuangan **Muh. Dzariyat Zulfinas, Ulfa Alfrianata, Wandu Saputra, Asrullah AS, Erickson Parinding, Intan Permatasari, Ihsan Maulana Mz, Abdul Hafiz Shiddiq, Shafik dan Rahmatul Ihram** yang senantiasa membantu, menyemangati dan menghibur penulis.
11. Kakak-kakak peneliti di Laboratorium Produksi Embrio In Vitro **Kak Inna, Kak Kirana, Kak Dilla, Kak Tifal, Kak Farah, Kak Hikmah dan Kak Ernis** atas segala bantuannya dalam mengarahkan dan membimbing penulis dalam pembuatan makalah ini.
12. Teman-teman di grup **2022 be Better, Sahabat Syurga dan Between's Crew** terimakasih atas bantuan dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis.
13. Teman-teman angkatan **Crane 2018**, terimakasih atas waktu yang telah diluangkan untuk penulis terutama dalam membantu penulis pada masa perkuliahan.
14. Lembaga tempat penulis berproses dan belajar, **Himpunan Mahasiswa Produksi Ternak Universitas Hasanuddin (HIMAPROTEK-UH)** dan **Forum Studi Ilmiah (FOSIL)**. Terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi warga.

Dengan sangat rendah hati, penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik serta saran pembaca sangat diharapkan demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan nantinya. Semoga makalah ini dapat memberi manfaat kepada kita semua. Aamiin Ya Robbal Aalamin

Makassar, 01 September 2022



Husnul Qhatimah

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
PENDAHULUAN . .....	1
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
Gambaran Umum Sapi bali <i>Polled</i> .....	4
Gambaran Umum Tanaman Taoge ( <i>Phaseolus radiatus L.</i> ) .....	5
Semen Beku .....	8
Kualitas Semen .....	10
METODE PENELITIAN.....	16
Waktu dan Tempat .....	16
Materi Penelitian .....	16
Prosedur Penelitian .....	17
Metode Pelaksanaan .....	19
Parameter yang Diamati .....	22

Analisis Data .....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
Kualitas Semen Beku Sapi Bali <i>Polled</i> yang Diberi Pakan Suplemen Taoge .....	24
PENUTUP .....	35
Kesimpulan .....	35
Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	36
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR TABEL

No	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Kandungan gizi 100 gram kacang hijau.....	8
2.	Hasil Uji Laboratorium Kualitas Semen Beku Sapi Bali <i>Polled</i> Sebelum dan Setelah Pemberian Taoge.....	25

## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Diagram alir prosedur penelitian.....	20
2.	Pengamatan Viabilitas Spermatozoa Semen Beku Sapi Bali <i>Polled</i> .....	27
3.	Pengamatan Abnormalitas Spermatozoa Semen Beku Sapi bali <i>Polled</i> .....	30
4.	Pengamatan Membran Plasma Utuh Spermatozoa Semen Beku Sapi Bali <i>Polled</i> .....	32
5.	Pengamatan Tudung Akrosom Utuh Spermatozoa Semen Beku Sapi Bali <i>Polled</i> .....	33
6.	Pengamatan Fragmentasi DNA Spermatozoa Semen Beku Sapi bali <i>Polled</i> .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

No	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Data Hasil Penelitian.....	44
2.	Hasil Analisis Uji T-Dependent Sample Test.....	46
3.	Dokumentasi Penelitian .....	52

## PENDAHULUAN

Sapi bali sebagai salah satu sapi asli Indonesia telah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Keberadaan sapi bali sangat penting dalam penyediaan kebutuhan daging di Indonesia. Karakteristik sapi bali yang unggul seperti memiliki fertilitas yang tinggi, kualitas daging yang baik, persentasi lemak yang rendah (Bugiwati, 2007) dan memiliki daya adaptasi yang tinggi utamanya untuk daerah yang beriklim tropis (Toelihere, 2002) menjadikan sapi bali banyak dternakkan di Indonesia khususnya bagian timur.

Sapi lokal keturunan dari banteng (*Bos sondaicus*) yang telah dijinakkan ini ditemukan ada yang bertanduk dan ada juga yang tidak bertanduk atau lebih dikenal dengan istilah sapi *polled*. Sapi bali *polled* merupakan sapi bali yang tanduknya tidak tumbuh secara alami, namun memiliki karakteristik yang sama dengan sapi bertanduk (Hasbi dkk., 2021). Ketidakadaan tanduk pada sapi memberikan kemudahan dalam hal pemeliharaan (Wildayanti, 2020). Akan tetapi, pada kenyataannya di lapangan terindikasi tingkat libido yang dimiliki sapi bali *polled* lebih rendah dibanding sapi bali yang memiliki tanduk (Hasbi dkk., 2021).

Peningkatan produktivitas ternak dapat dilakukan melalui program inseminasi buatan (IB). Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan program inseminasi buatan (IB) adalah kualitas semen yang digunakan. Inseminasi buatan dapat dilakukan menggunakan semen segar maupun semen yang telah dibekukan. Namun sejauh ini, dalam praktiknya lebih dominan menggunakan semen yang telah dibekukan mengingat keefisienannya dalam hal distribusi dan memiliki masa simpan yang lebih lama. Sebelum semen beku digunakan untuk inseminasi buatan, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan

kualitas semen beku. Hal ini dikarenakan pada beberapa kasus yang terjadi, proses pengolahan seperti penampungan semen, pengenceran, ekuilibrasi dan pembekuan dapat mempengaruhi kualitas semen beku yang akan diaplikasikan pada ternak (Savitri dkk., 2014). Herdis (2005) melaporkan bahwa kematian spermatozoa yang tinggi pada proses pengolahan semen disebabkan oleh rusaknya membran plasma spermatozoa akibat peroksida lipid. Maxwell dan Watson (1996) juga berpendapat bahwa kematian spermatozoa yang terjadi karena membran spermatozoa banyak mengandung lemak tak jenuh yang sangat rentan terhadap reaksi peroksida lipid. Savitri dkk. (2014) menambahkan bahwa reaksi peroksida lipid yang dapat merusak spermatozoa dalam proses pengolahan semen terjadi karena kontak antara semen dan oksigen. Proses tersebut dapat menghasilkan radikal bebas yang jika bereaksi dengan asam lemak tak jenuh akan menghasilkan lipid peroksida. Adanya penurunan kualitas spermatozoa dari semen beku mengakibatkan penurunan kemampuan fertilisasi spermatozoa (Zilli dkk., 2005) dan berdampak pada perkembangan embrio (Vassilev dkk., 2005).

Syarat semen agar dapat digunakan dalam penerapan inseminasi buatan adalah memiliki kualitas yang baik. Kualitas semen pejantan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti gizi (Martin dkk., 2010), umur dan musim (Bhakat dkk., 2011), serta bangsa (Lemma dan Shemsu, 2015). Nutrisi mengontrol produksi sperma, sekresi gonadotropin dan perkembangan seksual pejantan (Syarifuddin, 2021).

Taoge (*Phaseolus radiatus L.*) merupakan kecambah yang berasal dari biji kacang hijau. Taoge (*Phaseolus radiatus L.*) mengandung nutrisi yang kaya akan protein sebab selama proses perkecambahan terbentuk bermacam-macam asam

amino esensial yang merupakan penyusun protein (Sades dkk., 2016). Selain itu, kecambah kacang hijau ini juga terkenal kaya akan kandungan vitamin E, C, dan selenium yang merupakan senyawa antioksidan alami. Kombinasi vitamin E, C dan selenium tersebut dalam melindungi berbagai sel di dalam tubuh dari oksidasi radikal bebas, termasuk sel sperma. Untuk itu, dalam upaya mengatasi permasalahan penurunan kualitas semen beku sapi bali *polled* akibat proses pengolahan maka dilakukan pemberian pakan berupa suplemen taoge (*Phaseolus radiatus L.*).

Kualitas spermatozoa selain berhubungan dengan motilitas, viabilitas, abnormalitas, TAU dan MPU, juga berhubungan dengan kondisi DNA spermatozoa. Jika terjadi kerusakan pada DNA maka akan berdampak pada fertilisasi, perkembangan preimplantasi dan perkembangan embrio (Lewis dan Aitken., 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas spermatozoa semen beku sapi bali *polled* yang diberi pakan suplemen taoge (*Phaseolus radiatus L.*). Kualitas yang dimaksud yaitu Motilitas, Viabilitas, Membran Plasma Utuh (MPU), Tudung Akrosom Utuh (TAU) dan Fragmentasi DNA. Kegunaan penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai perbedaan kualitas semen beku sapi bali *polled* yang diberi pakan suplemen taoge (*Phaseolus radiatus L.*) yang dilihat dari persentase motilitas, viabilitas, MPU, TAU dan fragmentasi DNA, sehingga dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam menjaga kelestarian plasma nutfah, meningkatkan produktivitas, mendapatkan bibit unggul ternak lokal dan sebagai informasi untuk penelitian lebih lanjut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Gambaran Umum Sapi Bali *Polled*

Sapi bali *polled* merupakan sapi bali yang tanduknya tidak tumbuh secara alami (dipengaruhi faktor genetik). Sifat *polled* diturunkan melalui pola autosomal dominan (Cargill dkk., 2008). Sifat *polled* terbentuk disebabkan oleh terjadinya mutasi yang ditentukan oleh sebuah gen tunggal (gen *polled*), dimana sifat *polled* dikodekan dengan alel *polled* (P) dan yang bertanduk dikodekan dengan (p). Sifat *polled* pada sapi dominan terhadap sifat bertanduk sehingga sapi-sapi yang tidak memiliki tanduk selalu dalam bentuk homozigot dominan (PP) atau heterozigot (Pp). Berbeda dengan sifat bertanduk yang hanya akan muncul jika dalam bentuk homozigot resesif (pp) (Lauwerier, 2015). Kejadian tidak bertanduk sapi bali terjadi pada ternak jantan dan betina (Zulkharnaim, 2017).

Berdasarkan observasi yang dilakukan, varian sapi bali *polled* pertama kali dikenal pada awal tahun 1980-an. Sapi ini berasal dari peternakan komersial di Kabupaten Sidrap, yang dikenal sebagai Bila United Livestock. Dalam rentang waktu 1985-1986, Universitas Hasanuddin mendirikan sebuah peternakan mini di Pattalassang, Gowa untuk memulai studi mengenai sapi bali *polled* (Baco dkk., 2020). Perkembangbiakan populasi secara intensif baru dilaksanakan pada tahun 2004 yang berlokasi di Laboratorium Ternak Potong Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dengan berfokus pada sapi pejantan untuk memperbanyak jumlah populasinya (Zulkharnaim, 2017).

Sapi bali *polled* secara alami merupakan keturunan dari generasi homozigot persilangan antara sapi bali dan sapi brahman *cross*. Hal inilah yang menyebabkan varian tersebut dianggap memiliki keunggulan pada

produktivitasnya yang tinggi sehingga berpotensi menjadi jenis sapi bali unggul untuk dikembangkan (Baco dkk., 2020). Karakteristik sapi bali *polled* umumnya sama dengan sapi bali bertanduk. Perbandingan dimensi tubuh dan karakteristik produksi tidak menunjukkan adanya perbedaan antara sapi bali *polled* dan sapi bali bertanduk (Zulkharnaim dkk., 2017).

Ketidakadaan tanduk pada sapi bali *polled* memberikan beberapa keuntungan, seperti mengurangi risiko terluka yang sering terjadi pada peternak akibat dari tanduk yang dimiliki oleh ternak, dapat mencegah memar pada karkas dan kerusakan pada kulit (Glatzer dkk., 2013). Generasi homozigot pada sapi bali *polled* dapat mengefisienkan biaya dan mengefektifkan waktu karena *dehorning* (pemotongan tanduk) tidak lagi dilakukan serta dapat meminimalkan stres pada ternak (Zulkharnaim, 2017). Selain itu, dengan tidak dilakukannya *dehorning* berarti kesejahteraan ternak tetap terjaga (Goonewardene dan Hand, 1991).

Seleksi terhadap sapi *polled* sangat krusial dilakukan terutama pada manajemen budidaya ternak yang semakin modern (Brockmann dkk., 2000). Dampak paling jelas dari adanya tanduk pada ternak sapi, terlihat pada saat pengangkutan menuju rumah potong hewan, dimana ditemukan banyak memar pada ternak yang bertanduk. Hal ini disebabkan oleh adanya persaingan dan persinggungan antar ternak yang terjadi di atas alat angkut (mobil pengangkut sapi) (Adam, 2017).

### **Gambaran Umum Tanaman Taoge (*Phaseolus radiatus L.*)**

Taoge merupakan kecambah dari hasil pertumbuhan tanaman kacang hijau. Secara umum, perkecambahan dapat meningkatkan karakteristik fungsional dan nilai nutrisi dari kacang-kacangan (Vanderstoep, 1981). Kandungan zat gizi

yang ada pada biji kadang hijau sebelum mengalami proses perkecambahan berada dalam bentuk inaktif (terikat). Namun setelah perkecambahan, kandungan tersebut diaktifkan sehingga meningkatkan daya cerna pada manusia (Maruliyanda dkk., 2012). Peningkatan zat-zat gizi pada kecambah akan mulai tampak sekitar 24-48 jam saat proses perkecambahan terjadi (Astawan, 2005).

Tabel 1. Kandungan gizi 100 gram kacang hijau

No.	Zat Gizi	Satuan	Kacang Hijau	Kecambah Kacang Hijau
1.	Energi	gr	385	354
2.	Karbohidrat	gr	67,22	44,79
3.	Protein	gr	27,1	38,54
4.	Lemak	gr	1,78	12,5
5.	Serat	mg	8,88	11,46
6.	Kalsium	mg	263,91	1729,17
7.	Fosfor	mg	377,51	770,83
8.	Besi	mg	8,88	8,33
9.	Karoten	mg	263,91	208,33
10.	Thiamin	mg	0,54	0,94
11.	Riboflavin	mg	0,18	1,56
12.	Niasin	mg	1,78	11,48
13.	Vitamin C	mg	11,84	52,08
14.	Vitamin E	mg	24	153

Sumber : Wijayanti dkk., 2013.

Protein yang terkandung di dalam taoge lebih tinggi 19% dibandingkan dengan protein dalam biji kacang hijau yang disebabkan karena pada proses perkecambahan dibentuk bermacam-macam asam amino esensial yang merupakan penyusun protein (Sades dkk., 2016). Tidak hanya protein, kandungan vitamin di dalam taoge juga akan meningkat selama proses perkecambahan yang disebabkan karena cadangan makanan berupa karbohidrat dipecah menjadi gula sederhana. Selanjutnya gula sederhana tersebut diubah menjadi bermacam-macam senyawa diantaranya vitamin E atau  $\alpha$ -tokoferol yang berperan dalam pertumbuhan calon tanaman (Anggrahini, 2007).

Taoge mengandung vitamin C (asam askorbat), vitamin A, vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol), thiamin, riboflavin, niasin, asam pantotenat, vitamin B6, folat, kolin,  $\beta$ -karoten, vitamin K, kalsium (Ca), besi (Fe), magnesium (Mg), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), selenium (Se), triptofan, treonin, fenilalanin, metionin, lisin, leusin, isoleusin dan valin (Amilah dan Astuti, 2006). Kandungan antioksidan pada tanaman taoge yang cukup tinggi diantaranya vitamin E ( $\alpha$  tokoferol), vitamin C, fenol, flavonoid, fitosterol dan beberapa mineral (selenium, mangan, tembaga, zinc dan besi) (Manohara dkk., 2015).

Kandungan vitamin C dan E pada taoge memiliki peranan yang sangat penting. Vitamin E berperan penting dalam memperbaiki stress oksidatif, karena vitamin E merupakan bagian penting bagi pertahanan terhadap proses peroksidasi asam lemak tak jenuh yang terdapat dalam membran seluler dan subseluler, fosfolipid pada mitokondria, retikulum endoplasma serta membran plasma yang memiliki afinitas terhadap  $\alpha$  tokoferol. Sebagai antioksidan, vitamin E berfungsi sebagai donor ion hidrogen yang mampu mengubah radikal peroksil menjadi radikal tokoferol yang kurang reaktif, sehingga tidak mampu merusak rantai asam lemak, sedangkan sebagai antioksidan, vitamin C bekerja sebagai donor electron, vitamin C juga mampu menghilangkan senyawa oksigen reaktif, mentransfer elektron ke dalam tokoferol teroksidasi, dan mengabsorpsi logam dalam saluran pencernaan (Winarsi, 2007). Terhentinya stress oksidatif menyebabkan pertumbuhan spermatosit tidak terganggu sehingga proses spermatogenesis dapat berlangsung normal (Maruliyanda dkk., 2012). Kandungan vitamin E memiliki kandungan antioksidan yang paling besar kadarnya dalam taoge jika ditinjau dari

efek antioksidannya (Anggraeny dkk., 2014) sehingga dapat memperbaiki kesuburan pria (Winarni dkk., 2019).

Mineral zink berperan dalam proses pembentukan spermatozoa yang terjadi di testes tepatnya tubulus seminiferus. Mineral zink menstimulir sel leydig pada testes untuk memproduksi testosteron karena mineral ini merupakan komponen protein yang terlibat dalam sintesis dan sekresi testosteron. Kualitas dan kuantitas spermatozoa yang dihasilkan turut dipengaruhi oleh keberadaan mineral zink. Selain itu, mineral zink juga berperan sebagai antioksidan yang mampu melindungi spermatozoa dari radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan pada membran dan menghambat fosfolifase pada peroksida lipid (Widhyari dkk., 2015).

### **Semen Beku**

Semen beku merupakan semen yang berasal dari pejantan unggul yang sehat, bebas dari penyakit hewan menular yang diencerkan sesuai prosedur proses produksi semen beku dan disimpan di dalam rendaman nitrogen cair pada suhu  $-196^{\circ}\text{C}$  dalam kontainer kriogenik. Kriteria semen yang dijadikan semen beku harus berasal dari pejantan unggul yang memiliki konsentrasi sperma lebih dari  $1.000 \times 10^6/\text{ml}$  (Departemen Jenderal Peternakan, 2007). Proses pembekuan merupakan suatu teknik penyimpanan sel hewan, tumbuhan ataupun materi genetik (termasuk semen dan oosit) dalam keadaan beku. Pada teknik ini terjadi penurunan aktivitas metabolisme tanpa mempengaruhi organel-organel di dalam sel, sehingga fungsi fisiologi, biologi, dan morfologi tetap terjaga (Rahmawati, 2017).

Semen beku berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (BSN) dengan SNI 4869-1:2017 mengenai semen beku sapi sesudah dicairkan kembali (*post thawing*) pada suhu  $37^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$  selama 30 detik harus menunjukkan spermatozoa hidup dan bergerak maju (motilitas spermatozoa) minimal 40%, skor gerakan spermatozoa minimal dua, dan jumlah sel spermatozoa minimal 25 juta per dosis. Produksi semen beku dipengaruhi oleh kualitas semen segar, pengencer semen dan proses pembekuan semen (Hafez, 2008).

Penyimpanan semen pada suhu rendah (umumnya pada suhu  $3-5^{\circ}\text{C}$  dan  $-196^{\circ}\text{C}$ ) menyebabkan terjadinya cekaman dingin (*cold shock*) yang dapat merusak membran plasma sel dan berakibat pada kematian spermatozoa (Rizal, 2006). Sebanyak 15-20% populasi spermatozoa mengalami kerusakan membran akibat proses pembekuan dan berdampak pada perubahan komposisi ion sodium, potassium dan kalsium di dalam membran, penurunan fungsi membran, serta perubahan struktur dan fungsi mitokondria (Khalil dkk., 2017). Pengencer yang baik dapat mempertahankan kualitas semen dan melindungi membran spermatozoa dari proses *cold shock*. Indikator rendahnya kualitas semen beku antara lain rendahnya motilitas massa ataupun individu, rendahnya angka viabilitas dan tingginya angka abnormalitas. Apabila pada saat penanganan semen beku dengan cara *thawing* dilakukan tidak benar maka dapat menimbulkan *heat shock* maupun kontaminasi dengan oksigen pada spermatozoa sehingga akan mempengaruhi kestabilan membran yang berdampak pada kualitas semen beku (Salim dkk., 2012). Kontaminasi antara semen dan oksigen dapat menghasilkan radikal bebas dan hidrogen peroksida. Radikal bebas jika bereaksi dengan asam lemak tak jenuh akan menghasilkan lipid peroksida (Savitri dkk., 2014).

Kerusakan yang diakibatkan oleh radikal bebas dan peroksida lipid dapat menurunkan tingkat motilitas dan daya hidup spermatozoa (Maxwell dan Watson, 1996).

Pembekuan semen yang mengakibatkan terdegradasinya beberapa molekul protein spermatozoa berkorelasi terhadap penurunan kualitas spermatozoa, seperti penurunan motilitas sebesar 40% (Tanaka dkk., 2002), peningkatan abnormalitas, penurunan viabilitas sebesar 20-30% (Dhanju dkk., 2001) dan penurunan kemampuan kapasitasasi saat fertilisasi (Nandre dkk., 2013).

### **Kualitas Semen**

Semen merupakan cairan suspensi seluler hasil sekresi kelenjar aksesoris pada saluran reproduksi ternak jantan yang mengandung spermatozoa (Novita dkk., 2019). Semen terdiri atas dua komponen, yaitu spermatozoa dan plasma. Spermatozoa adalah sel gamet jantan yang berasal dari sistem reproduksi jantan, sedangkan plasma adalah cairan atau medium yang digunakan oleh spermatozoa untuk tetap bergerak (Yendraliza, 2008).

Faktor-faktor seperti koleksi semen, proses pembekuan hingga proses penyimpanan semen dapat menurunkan kualitas spermatozoa (motilitas, keutuhan membran plasma, keutuhan tudung akrosom, dan merusak DNA spermatozoa) (Ardhani dkk., 2020). Spermatozoa dengan ciri-ciri morfologi normal, kromatin utuh, serta memiliki viabilitas dan motilitas yang baik adalah spermatozoa yang memiliki kemampuan fertilitas tinggi (Syauqy, 2014).

Dalam melakukan inseminasi buatan (IB), kualitas semen beku menjadi salah satu faktor yang menentukan tingkat keberhasilan pelaksanaannya. Kualitas spermatozoa dapat dilihat melalui beberapa parameter sederhana antara lain

motilitas (daya gerak), viabilitas (daya hidup) , abnormalitas (Mansour, 2009), keutuhan DNA (Morrel dan Rodriguez-Martinez, 2009) dan keutuhan membran plasma (Brito dkk., 2003). Selain itu parameter yang sudah mulai didalami untuk melihat kualitas spermatozoa adalah kondisi *deoxyribonucleic acid* (DNA). DNA merupakan materi genetik yang diturunkan oleh induk pada keturunannya, sehingga substansi ini berperan sangat penting dalam proses fertilisasi dan perkembangan embrio (Handayani dkk., 2021).

#### 1. Motilitas (Daya Gerak)

Motilitas spermatozoa merupakan banyaknya sel spermatozoa yang hidup dan bergerak maju atau progresif. Pergerakan spermatozoa dipengaruhi oleh fungsi mitokondria. Kerusakan mitokondria berkaitan dengan suhu yang dapat menurunkan kemampuan bergerak spermatozoa (Sukmawati dkk., 2014). Mitokondria sebagai organel spermatozoa yang terletak pada bagian ekor spermatozoa, jika membrannya mengalami kehilangan fungsi potensialnya maka kemampuan untuk mensintesis ATP (sumber energi) akan menurun. ATP dan ATP-ase berperan dalam membentuk suatu matarantai antara reaksi-reaksi yang menghasilkan energi dan motilitas (Toelihere, 1981). Motilitas semen *post thawing* harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan yaitu sesuai dengan Standar Nasional (2017) bahwa semen yang siap didistribusikan harus memiliki motilitas individu sebesar  $\geq 40\%$ . Motilitas semen *post thawing* memiliki peranan penting karena dapat digunakan sebagai penilaian kemampuan sperma untuk membuahi sel telur dalam pelaksanaan inseminasi buatan (Yahaq dkk., 2019).

## 2. Viabilitas (Daya Hidup)

Viabilitas merupakan salah satu indikator untuk menguji spermatozoa yang hidup dengan membran yang masih utuh. Viabilitas dapat dinilai dengan memeriksa motilitas dan rasio spermatozoa yang hidup atau mati. Ketahanan hidup spermatozoa sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pelaksanaan Inseminasi Buatan (IB) ataupun proses fertilisasi di dalam organ reproduksi betina (Sukmawati dkk., 2014). Daya hidup spermatozoa selama pembekuan akan baik jika keutuhan membran plasma tetap terjaga sehingga proses metabolisme di dalam spermatozoa berjalan dengan baik (Ardhani dkk., 2020). Salah satu penyebab penurunan daya hidup spermatozoa yaitu peningkatan aktivitas metabolisme yang menghasilkan asam lemak dalam konsentrasi yang tinggi akibat peroksidasi lipid. Fosfolipid merupakan komponen utama lipid membran spermatozoa yang memiliki struktur berganda. Jika terjadi perubahan suhu yang ekstrim, maka permeabilitas fosfolipid bagian luar (fosfolipid hidrofilik) akan rusak sehingga fluiditas membran akan terganggu yang berakibat pada kematian spermatozoa (Salim dkk., 2012).

## 3. Abnormalitas

Abnormalitas spermatozoa merupakan kelainan fisik dari spermatozoa yang terjadi baik karena pada saat proses pembentukan spermatozoa dalam *tubulus seminiferus* (abnormalitas primer) maupun karena perjalanan spermatozoa melalui saluran-saluran organ kelamin jantan (abnormalitas sekunder). Tingginya nilai abnormalitas dapat disebabkan oleh pemindahan kontainer yang berulang-ulang pada proses distribusi. Pemindahan tersebut

mengakibatkan terjadinya pemaparan suhu yang ekstrim, dimana disimpan pada suhu yang rendah ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) ke suhu lingkungan yang tinggi ( $25^{\circ}\text{C}$ ), kemudian kembali ke suhu yang rendah. Selain itu, minimnya bahan nitrogen cair dalam kontainer dapat menyebabkan suhu kontainer naik mencapai suhu  $-150^{\circ}\text{C}$  yang juga akan menyebabkan kerusakan pada spermatozoa (Ardhani dkk., 2020). Penyebab lain dari terjadinya abnormalitas spermatozoa yaitu faktor heriditer dan penyakit yang apabila menyerang organ reproduksi akan menyebabkan gangguan pada pertumbuhan dan perkembangan organ reproduksi terutama testis sehingga produksi spermatozoa di dalam tubuli seminiferi tidak berlangsung sempurna (Dethan dkk., 2010).

#### 4. Membran Plasma Utuh (MPU)

Membran Plasma Utuh (MPU) merupakan hal mutlak yang harus dimiliki spermatozoa yang baik karena memiliki peran sebagai pusat pengaturan seluruh proses biokimia yang terjadi di dalam sel. Karakteristik spermatozoa yang baik yaitu memiliki keutuhan selubung membran. Keutuhan membran berfungsi untuk melindungi organel-organel sel yang ada di dalam membran dan berhubungan dengan tingkat metabolisme sel. Keutuhan membran plasma sangat diperlukan oleh spermatozoa, karena kerusakan membran plasma akan berpengaruh terhadap proses transportasi zat nutrisi sebagai pembentuk energi gerak yang berhubungan dengan progresif aktif spermatozoa (Arvioges dkk., 2021). Membran spermatozoa tersusun dari protein lipid dan karbohidrat yang tersusun secara nonkovalen dan sangat sensitif terhadap faktor-faktor ekstrinsik seperti suhu, kekuatan ionik dan polaritas pelarut (Park dan Graham, 1992).

## 5. Tudung Akrosom Utuh (TAU)

Tudung Akrosom Utuh (TAU) merupakan lapisan yang menutupi intisel (nukleus) dan didalamnya terdapat beberapa enzim yang berperan membantu inti memasuki sitoplasma sel telur pada saat terjadi fertilisasi yakni dengan merusak lapisan pembungkus sel telur melalui reaksi akrosom (Sugiarti dkk., 2004). Keutuhan tudung akrosom akan menurun seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan (Triwulanningsih dkk., 2003). Selain itu kepala akrosom yang mengalami kerusakan juga dapat disebabkan oleh *cold shock* dan adanya bakteri dalam semen beku (Sitepu dan Marisa, 2021). Kepala spermatozoa terbagi menjadi dua bagian yaitu akrosom anterior yang dibungkus oleh tudung akrosom dan *post* akrosomal posterior. Tudung akrosom mengandung akrosi, hyaluronidase dan enzim-enzim hidrolitik lainnya yang memiliki peran dalam proses fertilisasi (Arifiantini dkk., 2006). Kerusakan tudung akrosom spermatozoa dapat disebabkan karena perubahan mekanis seperti proses penanganan dan pembekuan semen (Samsudewa dkk., 2007). Menurut Afiati dkk. (2004) bahwa kristal-kristal es akibat dehidrasi sel yang berlebihan dalam proses pembekuan semen merupakan penyebab utama kerusakan tudung akrosom secara mekanis.

## 6. Fragmentasi DNA Spermatozoa

DNA spermatozoa bertindak sebagai pembawa materi genetik selain terdapat di bagian inti juga terdapat di mitokondria. Senyawa DNA inti yang terdapat di bagian kepala spermatozoa sangat menentukan untuk berlangsungnya fertilisasi. Integritas DNA inti merupakan faktor utama untuk proses fertilisasi. Hal ini disebabkan kondensasi DNA inti yang berada

dikepala spermatozoa sangat tinggi sehingga meningkatkan interaksi DNA-protamin. Keadaan ini sangat peka terhadap faktor mikro-lingkungan, seperti peningkatan suhu lingkungan, interaksi mikroba, stress oksidasi yang berakibat terjadinya fragmentasi DNA (Rahmawati, 2017). Semua informasi genetik paternal yang akan diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya terdapat pada untaian DNA di dalam kromosom inti spermatozoa (Saili dkk., 2006). Fragmentasi DNA spermatozoa merepresentasikan keutuhan kromatin spermatozoa yang bertindak menjaga stabilitas *packaging* DNA paternal mulai dari proses spermatogenesis hingga fertilisasi. Fertilisasi akan berjalan optimal jika kromatin sudah matang. Kromatin spermatozoa yang belum matang menyebabkan penurunan fungsi dalam mengemas DNA sehingga berdampak pada fragmentasi DNA (Indriastuti, 2020). Penyebab kerusakan kromatin DNA menurut Rodriguez-Martinez (2007) dapat terjadi karena perubahan polimer DNA dan secara terus menerus terpapar pada lingkungan fisik dan kimia yang bervariasi yang berpotensi mengubah struktur alamiah DNA tersebut. Perubahan ini akan memengaruhi proses replikasi (Oliva, 2006) dan transkripsi DNA yang mengarah pada kerusakan DNA (Evenson dkk., 2002). Pakan juga sangat berpengaruh terhadap kerusakan dan kualitas DNA tepatnya pada proses spermatogenesis terutama fase spermiogenesis. Pada fase tersebut terjadi pemanjangan dari *round spermatid* menjadi *elongated spermatid* (Priyanto dkk., 2015). Fase ini sangat penting karena kurang lebih 85% inti spermatozoa yang berupa histon akan digantikan oleh protamin (Wykes dan Krawetz, 2003).