

**PENGARUH PENGGUNAAN KARBOHIDRAT YANG BERBEDA
DALAM PENGECER SITRAT KUNING TELUR TERHADAP
KUALITAS SEMEN CAIR KAMBING BOER**

(Skripsi)

Oleh:

**Dimas Prayoga
2214141020**



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN KARBOHIDRAT YANG BERBEDA DALAM PENGECER SITRAT KUNING TELUR TERHADAP KUALITAS SEMEN CAIR KAMBING BOER

Oleh

Dimas Prayoga

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan fruktosa, glukosa, dan sukrosa serta mengetahui jenis karbohidrat terbaik dalam pengencer sitrat kuning telur terhadap kualitas semen cair kambing Boer. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan karbohidrat, yaitu P1 (Fruktosa 2,5 g), P2 (Glukosa 2,5 g), dan P3 (Sukrosa 2,5 g), yang masing-masing diulang sebanyak lima kali. Peubah yang diamati meliputi motilitas individu, viabilitas, dan abnormalitas spermatozoa dianalisis dengan taraf 5% dan atau 1% yang diperiksa setiap jam mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-4. Hasil Anova menunjukkan bahwa penggunaan jenis karbohidrat yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap motilitas dan viabilitas pada penyimpanan jam ke-0, berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap motilitas dan viabilitas penyimpanan jam ke-1, serta berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap motilitas dan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap viabilitas pada penyimpanan jam ke-2. Selain itu, perlakuan ini memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap motilitas dan viabilitas pada penyimpanan jam ke-3 dan jam ke-4. Penggunaan jenis karbohidrat yang berbeda dalam pengencer sitrat kuning telur pada kambing Boer tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap abnormalitas. Perlakuan P1 (Fruktosa) menunjukkan performa terbaik dibandingkan perlakuan lainnya dengan mempertahankan rata-rata motilitas sebesar $44\pm 2,24\%$ dan viabilitas $62,73\pm 2,93\%$ hingga jam ke-4 penyimpanan penyimpanan suhu ruang.

Kata Kunci: Glukosa, Fruktosa, Kambing Boer, Kualitas semen, Pengencer, Sukrosa

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT CARBOHYDRATES IN CITRATE-EGG YOLK DILUENT ON THE QUALITY OF LIQUID SEMEN OF BOER GOATS

By

Dimas Prayoga

This study aims to determine the effect of the use of fructose, glucose, and sucrose and to determine the best type of carbohydrate in egg yolk citrate diluent on the quality of Boer goat liquid semen. The method used was a Completely Randomized Design (CRD) with three carbohydrate treatments, namely P1 (2.5 g Fructose), P2 (2.5 g Glucose), and P3 (2.5 g Sucrose), each of which was repeated five times. The variables observed included individual motility, viability, and spermatozoa abnormalities analyzed at 5% and/or 1% levels which were examined every hour from the 0th hour to the 4th hour. Anova results showed that the use of different types of carbohydrates in egg yolk citrate diluents in Boer goats had no significant effect ($P>0.05$) on motility and viability at 0 hours of storage, had a significant effect ($P<0.05$) on motility and viability at 1 hour of storage, and had a very significant effect ($P<0.01$) on motility and a significant effect ($P<0.05$) on viability at 2 hours of storage. In addition, this treatment had a significant effect ($P<0.05$) on motility and viability at 3 and 4 hours of storage. The use of different types of carbohydrates in egg yolk citrate diluents in Boer goats had no significant effect ($P>0.05$) on abnormalities. Treatment P1 (Fructose) showed the best performance compared to other treatments by maintaining an average motility of $44\pm 2.24\%$ and viability of $62.73\pm 2.93\%$ until the 4th hour of storage at room temperature.

Keywords: Glucose, Fructose, Boer Goat, Semen Quality, Diluent, Sucrose

**PENGARUH PENGGUNAAN KARBOHIDRAT YANG BERBEDA
DALAM PENGENCER SITRAT KUNING TELUR TERHADAP
KUALITAS SEMEN CAIR KAMBING BOER**

**Oleh
DIMAS PRAYOGA**

**Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN**

**pada
Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : **Pengaruh Penggunaan Karbohidrat yang Berbeda dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Cair Kambing Boer**

Nama : **Dimas Prayoga**

NPM : **2214141020**

Jurusan : **Peternakan**

Fakultas : **Pertanian**

Universitas : **Universitas Lampung**



1. **Komisi Bimbingan**

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Sri Suharyati, S.Pt., M.P.
NIP 196807281994022002

drh. Madi Hartono, M.P.
NIP 196607081992031004

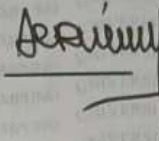
2. **Ketua Jurusan Peternakan**

Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU.
NIP 196706031993031002

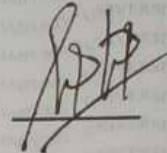
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

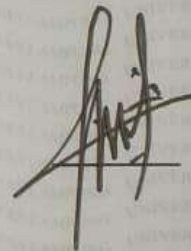
Ketua : Sri Suharyati, S.Pt., M.P.



Sekretaris : drh. Madi Hartono, M.P.



Penguji : Siswanto, S.Pt., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196441181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Mei 2026

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dimas Prayoga
NPM : 2214141064
Program Studi : Peternakan
Jurusan : Peternakan
Fakultas : Pertanian

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Karbohidrat yang Berbeda dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Cair Kambing Boer” tersebut adalah benar hasil penelitian saya sendiri yang disusun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup dituntut berdasarkan undang undang dan peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 Maret 2026

Yang membuat pernyataan,



Dimas Prayoga

NPM 2214141020

RIWAYAT HIDUP

Dimas Prayoga lahir di Tulang Bawang Barat pada 4 Januari 2004. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, putra dari pasangan Bapak Lamin dan Ibu Sutinah. Pendidikan formal penulis diawali di SDN 01 Dayamurni dan lulus pada 2016. Setelah lulus, penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 1 Tumijajar dan menyelesaikannya pada 2019. Pada tahun 2022, penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Tumijajar. di tahun yang sama, penulis berhasil diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menempuh studi di Universitas Lampung, penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik, organisasi, dan pengembangan diri. Penulis tercatat aktif sebagai pengurus Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Bola Voli Universitas Lampung. Di bidang olahraga, penulis berhasil meraih Juara 3 dalam ajang kompetisi “Universitas Lampung Volleyball Cup” kategori putra yang diselenggarakan oleh UKM Voli Universitas Lampung. Dalam upaya meningkatkan kompetensi dan pengalaman praktis di industri peternakan, penulis menyelesaikan program magang industri selama satu bulan di KPT Maju Sejahtera pada tahun 2024. Selanjutnya, pada tahun 2025, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di CV. Margo Lembu, Adijaya, Lampung Tengah. Penulis melaksanakan penelitian untuk skripsi dengan judul "Pengaruh Penggunaan Karbohidrat yang Berbeda dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Cair Kambing Boer" pada bulan Desember 2025.

MOTTO HIDUP

"Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

(Qs. Albaqarah: 286)

"Maka bersabarlah, sungguh janji Allah itu benar"

(Qs. Ar Rum: 60)

"Disetiap keringat yang keluar dari orang tua ku, itu adalah langkah disetiap prosesku"

(Dimas Prayoga)

"Berbagai cobaan dan hal yang buat kau ragu, jadikan percikan tuk menempa tekadmu, jalan hidupmu hanya milikmu sendiri, rasakan nikmatnya hidupmu hari ini"

(Baskara Putra-Hindia)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamiin, dengan mengucapkan syukur atas rahmat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad sallallahu 'alaihi wa sallam sebagai panutan dan suri tauladan.

Kupersembahkan skripsi ini dengan penuh perjuangan, ketulusan, dan kerendahan hati kepada orang tua saya tercinta bapak, ibu, kakak saya yang telah membesarkan, mendidik, memberi kasih sayang, mendoakan, dan membimbing penuh kesabaran.

Keluarga besar, teman-teman seangkatan untuk semua motivasi dan dukungan.

Seluruh dosen dan institusi yang sudah berjasa mendidik seluruh ilmu pengetahuan saya hingga mencapai titik ini.

Serta

Almamater tercinta yang aku banggakan

UNIVERSITAS LAMPUNG

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, skripsi dengan judul **"Pengaruh Penggunaan Karbohidrat yang Berbeda dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Cair Kambing Boer"** dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan di Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini, banyak hambatan dan tantangan yang dihadapi. Namun, berkat bantuan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak, segala kesulitan tersebut dapat teratasi. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, beserta jajarannya yang telah memfasilitasi kebutuhan akademik penulis selama masa perkuliahan.
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU., selaku Ketua Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, atas segala dukungan administratif dan fasilitas yang diberikan selama penulis menempuh studi.
3. Ibu Sri Suharyati, S.Pt., M.P., selaku Dosen Pembimbing Utama, atas kesabaran, waktu, arahan, serta bimbingan yang luar biasa dalam memberikan ilmu dan koreksi mendalam sejak awal perencanaan penelitian hingga selesainya skripsi ini.
4. Bapak drh. Madi Hartono, M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan banyak masukan teknis, diskusi yang mencerahkan, serta motivasi agar penelitian ini memiliki kualitas ilmiah yang baik.

5. Bapak Siswanto, S.Pt., M.Si., selaku Dosen Pembahas, atas saran, kritik, dan masukan konstruktif yang diberikan demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak drh. Purnama Edy Santosa, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Peternakan.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Administrasi Jurusan Peternakan Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan dan membantu kelancaran urusan birokrasi selama masa studi.
8. Bapak Azhari, selaku Pimpinan Peternakan Sinau Farm, Kota Metro, yang telah memberikan izin tempat serta bantuan fasilitas yang sangat besar selama pelaksanaan penelitian di lapangan.
9. Orang tua dan keluarga besar tercinta, sebagai pilar kekuatan utama, yang tiada henti memanjatkan doa, memberikan kasih sayang, serta dukungan moril maupun materiil yang tak terhingga nilainya bagi penulis.
10. Teman-teman satu tim penelitian di Sinau Farm Wisda Fouri Syahputra, Retno Novita Dewi, dan Agata Hera Sindian atas waktu, dan tenaga dalam proses penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan Dimas Marceleno, Dimas Wahyu dan Prestino Septian, Anya Fidela, Liyana, Abel, Rahayu yang sudah memberikan tenaga, waktu, dan kegembiraan disetiap proses penulis.
12. Teman-teman satu asal Aji Bayu, Muhammad Alfajar, Agung Nugroho, Majid Solihin, Naufal Trinaldi, Arsanda Pratama, yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, kegembiraan, pertolongan disetiap proses penulis.
13. Rekan-rekan seperjuangan dalam keluarga Paruh Baja 22, terima kasih atas kebersamaan, diskusi, dan semangat kekeluargaan yang telah menjadi warna tersendiri dalam perjalanan akademik penulis.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa

mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan berkontribusi bagi kemajuan dunia peternakan di Indonesia.

Bandar Lampung, 26 Maret 2026

Penulis

Dimas Prayoga

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kambing Boer	7
2.2 Inseminasi Buatan	8
2.3 Pengencer Semen	9
2.4 Sitrat Kuning Telur	10
2.5 Karbohidrat	11
2.6 Kualitas Spermatozoa	13
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan	16
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Penampungan semen segar	18

3.4.2 Evaluasi semen segar	19
3.4.3 Pembuatan pengencer sitrat kuning telur	20
3.4.3.1 Persiapan kuning telur	21
3.4.3.2 Pembuatan pengencer	22
3.4.4 Pengenceran semen	22
3.4.5 Pemeriksaan motilitas pascapengenceran	23
3.4.6 Pemeriksaan viabilitas pascapengenceran	23
3.4.7 Pemeriksaan abnormalitas pascapengenceran	24
3.5 Peubah yang Diamati	25
3.6 Analisis Data	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Karakteristik Semen Segar Kambing Boer	26
4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Motilitas Pascapengenceran	31
4.2.1 Pengaruh perlakuan terhadap motilitas jam ke-0	32
4.2.2 Pengaruh perlakuan terhadap motilitas jam ke-1	33
4.2.3 Pengaruh perlakuan terhadap motilitas jam ke-2	35
4.2.4 Pengaruh perlakuan terhadap motilitas jam ke-3	38
4.2.5 Pengaruh perlakuan terhadap motilitas jam ke-4	40
4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap Viabilitas Pascapengenceran	43
4.3.1 Pengaruh perlakuan terhadap viabilitas jam ke-0	43
4.3.2 Pengaruh perlakuan terhadap viabilitas jam ke-1	44
4.3.3 Pengaruh perlakuan terhadap viabilitas jam ke-2	47
4.3.4 Pengaruh perlakuan terhadap viabilitas jam ke-3	49
4.3.5 Pengaruh perlakuan terhadap viabilitas jam ke-4	52
4.4 Pengaruh Perlakuan terhadap Abnormalitas Pascapengenceran ...	53
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 Simpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi bahan larutan <i>buffer</i>	21
2. Komposisi bahan pengencer sitrat kuning telur	21
3. Karakteristik semen segar kambing Boer	26
4. Rata-rata motilitas pascapengenceran	32
5. Rata-rata viabilitas pascapengenceran	43
6. Rata-rata abnormalitas pascapengenceran	54
7. Hasil motilitas pascapengenceran jam ke-0	66
8. Hasil motilitas pascapengenceran jam ke-1	66
9. Hasil motilitas pascapengenceran jam ke-2	66
10. Hasil motilitas pascapengenceran jam ke-3	66
11. Hasil motilitas pascapengenceran jam ke-4	67
12. Hasil uji Anova motilitas pascapengenceran.....	67
13. Hasil uji duncan motilitas pascapengenceran jam ke-0	68
14. Hasil uji duncan motilitas pascapengenceran jam ke-1	68
15. Hasil uji duncan motilitas pascapengenceran jam ke-2	68
16. Hasil uji duncan motilitas pascapengenceran jam ke-3	69
17. Hasil uji duncan motilitas pascapengenceran jam ke-4	69
18. Hasil viabilitas pascapengenceran jam ke-0	69
19. Hasil viabilitas pascapengenceran jam ke-1	69
20. Hasil viabilitas pascapengenceran jam ke-2	70
21. Hasil viabilitas pascapengenceran jam ke-3	70
22. Hasil viabilitas pascapengenceran jam ke-4	70
23. Hasil uji Anova viabilitas pascapengenceran.....	70
24. Hasil uji duncan viabilitas pascapengenceran jam ke-0.....	71

25. Hasil uji duncan viabilitas pascapengenceran jam ke-1	71
26. Hasil uji duncan viabilitas pascapengenceran jam ke-2	72
27. Hasil uji duncan viabilitas pascapengenceran jam ke-3	72
28. Hasil uji duncan viabilitas pascapengenceran jam ke-4	72
29. Hasil abnormalitas pascapengenceran jam ke-0	73
30. Hasil abnormalitas pascapengenceran jam ke-1	73
31. Hasil abnormalitas pascapengenceran jam ke-2	73
32. Hasil abnormalitas pascapengenceran jam ke-3	73
33. Hasil abnormalitas pascapengenceran jam ke-4	74
34. Hasil uji Anova abnormalitas pascapengenceran	74
35. Hasil uji duncan abnormalitas pascapengenceran jam ke-0	75
36. Hasil uji duncan abnormalitas pascapengenceran jam ke-1	75
37. Hasil uji duncan abnormalitas pascapengenceran jam ke-2	75
38. Hasil uji duncan abnormalitas pascapengenceran jam ke-3	76
39. Hasil uji duncan abnormalitas pascapengenceran jam ke-4	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kambing Boer	7
2. Tata letak penelitian.....	17
3. Alur penelitian	18
4. Fruktosa.....	77
5. Glukosa	77
6. Sukrosa.....	77
7. Pengukuran pH.....	77
8. Pembuatan <i>buffer</i>	77
9. SKT	77
10. Penicilin	78
11. Gliserol.....	78
12. Pengamatan	78
13. NaCl 0,9%.....	78

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Subsektor peternakan merupakan salah satu bagian penting dalam pembangunan pertanian karena berkontribusi dalam penyediaan protein hewani yang dibutuhkan masyarakat. Badan Pusat Statistik (2024) menunjukkan populasi kambing di Indonesia mencapai lebih dari 1,9 juta ekor, menandakan negara Indonesia memiliki potensi besar dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Kambing merupakan salah satu ternak ruminansia kecil yang berperan penting dalam penyediaan protein hewani melalui daging dan susu.

Kambing Boer merupakan kambing yang berasal dari Afrika Selatan bertipe pedaging yang memiliki pertumbuhan daging yang cepat. Namun, produktivitas kambing Boer masih relatif rendah akibat keterbatasan ketersediaan pejantan unggul. Pemanfaatan teknologi reproduksi seperti inseminasi buatan (IB) menjadi salah satu solusi penting untuk mempercepat peningkatan populasi sekaligus mutu genetik kambing Boer.

Inseminasi Buatan (IB) adalah teknik yang dilakukan dengan cara memasukkan sperma langsung ke dalam saluran reproduksi betina, tanpa melalui proses kawin alami. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk membantu meningkatkan jumlah dan kualitas produksi ternak, baik dari segi populasi maupun performa, sebagai bagian dari inovasi manusia dalam bidang reproduksi hewan (Toelihere, 1985). Keberhasilan IB sangat bergantung pada kualitas semen yang digunakan, keterampilan inseminator dan waktu IB. Semen cair yang diproses untuk

keperluan IB harus dijaga kualitasnya melalui proses pengenceran agar dapat bertahan lebih lama pada suhu rendah. Pengencer berfungsi menggantikan plasma semen sebagai lingkungan hidup bagi spermatozoa. Pengencer semen yang sering digunakan yaitu sitrat kuning telur (SKT).

Sitrat kuning telur (SKT) merupakan salah satu pengencer yang umum digunakan karena kandungan lipoproteinnya mampu melindungi membran spermatozoa dari kerusakan akibat *cold shock*. Penggunaan sitrat kuning telur perlu dilengkapi dengan sumber energi tambahan agar metabolisme spermatozoa tetap terjaga sehingga kualitas semen cair dapat dipertahankan lebih baik. Karbohidrat merupakan salah satu komponen penting dalam pengencer semen karena dapat menjadi sumber energi utama bagi spermatozoa. Energi yang cukup dibutuhkan untuk mendukung pergerakan sehingga sperma dapat tetap motil dan mampu membuahi sel telur. Selain itu, karbohidrat juga berperan dalam menjaga tekanan osmotik larutan pengencer dan melindungi membran plasma sperma dari kerusakan akibat pendinginan.

Pemilihan jenis karbohidrat yang tepat dalam pengencer SKT menjadi faktor penting untuk meningkatkan kualitas semen cair yang akan digunakan dalam program IB. Menurut Salisbury dan VanDemark (1985), penambahan berbagai bahan lain di dalam pengencer kuning telur seperti karbohidrat merupakan salah satu hal yang sangat berarti bagi penyediaan energi untuk spermatozoa. Tiga jenis karbohidrat yang umum digunakan sebagai sumber energi bagi sperma adalah glukosa, fruktosa, dan sukrosa.

Menurut Aisen *et al.* (2002), glukosa berperan sebagai sumber energi utama yang efektif untuk mendukung aktivitas spermatozoa. Sementara itu, fruktosa membantu menjaga kestabilan tekanan osmotik dalam larutan pengencer dan turut mempertahankan keutuhan membran plasma sel sperma. Sukrosa berfungsi sebagai krioprotektan ekstraseluler yang melindungi membran sel spermatozoa dari kerusakan akibat suhu rendah selama proses penyimpanan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penggunaan fruktosa, glukosa, dan sukrosa dalam pengencer sitrat kuning telur terhadap kualitas semen cair kambing Boer selama penyimpanan;
2. Mengetahui jenis karbohidrat terbaik dalam pengencer untuk menjaga kualitas semen cair kambing Boer selama penyimpanan.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai informasi kepada masyarakat tentang pengaruh penggunaan karbohidrat ke dalam bahan pengencer terhadap kualitas semen cair kambing Boer selama penyimpanan, serta memberikan informasi tentang jenis karbohidrat terbaik dalam bahan pengencer yang dapat memperbaiki kualitas spermatozoa yang dapat mempertahankan motilitas, viabilitas, dan abnormalitas spermatozoa kambing Boer.

1.4 Kerangka Pemikiran

Semen merupakan sekresi kelamin jantan yang terdiri dari spermatozoa dan plasma semen, yang secara alami diejakulasikan ke dalam organ saluran reproduksi betina. Semen jantan kambing Boer memiliki peranan penting dalam upaya reproduksi, terutama dalam teknologi reproduksi modern seperti inseminasi buatan (IB). Keberhasilan inseminasi buatan sangat bergantung pada kualitas semen yang digunakan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas spermatozoa setelah dilakukan pengenceran dan penyimpanan (Toelihere, 1985). Dengan adanya potensi besar kambing Boer sebagai sumber ternak unggul, penggunaan teknologi inseminasi buatan dengan semen cair yang berkualitas sangat diperlukan untuk mempercepat peningkatan populasi dan mutu genetik.

Pengencer sitrat kuning telur telah lama digunakan sebagai bahan pengencer semen karena memiliki kandungan lipoprotein dan lesitinnya yang mampu melindungi membran plasma spermatozoa dari kerusakan akibat *cold shock*. Fungsi *buffer* dalam sitrat kuning telur juga dapat mempertahankan pH semen dalam rentang optimal sehingga aktivitas spermatozoa tetap terjaga (Toelihere, 1993). Penggunaan komposisi kuning telur yang sesuai sebagai penunjang dalam proses penyimpanan semen. Ducha *et al.* (2013) menyatakan bahwa pengencer dengan komposisi kuning telur 20% mampu mempertahankan kualitas spermatozoa sapi Limousin. Tantangan dalam penyimpanan semen cair yaitu menurunnya viabilitas dan motilitas spermatozoa, sehingga penambahan bahan tambahan seperti karbohidrat menjadi sangat penting untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kualitas semen.

Karbohidrat berperan ganda, yakni sebagai sumber energi utama, menjaga tekanan osmotik medium, serta bertindak sebagai krioprotektan selama proses pendinginan dan penyimpanan. Keberadaan karbohidrat dalam pengencer menjadi syarat penting agar spermatozoa mampu bertahan hidup lebih lama. Jenis karbohidrat yang sering digunakan yaitu fruktosa, glukosa, dan sukrosa, karbohidrat ini merupakan jenis karbohidrat yang paling mudah diperoleh dan terbukti efektif dalam mendukung daya hidup sperma (Salisbury dan VanDemark, 1985). Glukosa merupakan sumber energi utama yang dapat langsung dimanfaatkan melalui jalur glikolisis untuk menghasilkan ATP, sehingga sangat mendukung motilitas spermatozoa. Maxwell dan Salamon (1993) menyebutkan bahwa glukosa dapat dipergunakan secara efisien oleh sperma selama penyimpanan. Instruksi Kerja BIB Ungaran (2011) menyatakan bahwa penambahan 2% glukosa dalam pengencer dapat mempertahankan motilitas spermatozoa sapi Bali.

Fruktosa memiliki fungsi dalam menjaga keseimbangan osmotik larutan pengencer, sehingga mampu melindungi membran plasma sperma. Panglowhapan dan Pongsawat (2003), melaporkan bahwa fruktosa memberikan hasil lebih baik dalam mempertahankan motilitas spermatozoa dibandingkan glukosa maupun

campuran keduanya. Raharjo (2002) menyatakan bahwa penambahan 2% fruktosa ke dalam pengencer SKT menghasilkan motilitas sperma lebih tinggi dibandingkan pengencer tanpa penambahan fruktosa. Penambahan sukrosa ke dalam pengencer nyata meningkatkan motilitas spermatozoa semen beku babi (de los Reyes *et al.*, 2000). Karbohidrat ini mampu mendukung ketahanan spermatozoa selama penyimpanan semen cair.

Sukrosa memiliki peran berbeda dengan glukosa dan fruktosa. Sukrosa tidak digunakan langsung sebagai energi, tetapi berfungsi sebagai krioprotektan ekstraseluler yang melindungi spermatozoa dari kerusakan akibat proses pendinginan. Penambahan sukrosa dengan konsentrasi 0,2 dan 0,4% sebagai krioprotektan ekstraseluler ke dalam pengencer AndroMed® dapat meningkatkan kualitas spermatozoa epididimis kerbau belang setelah thawing (Rizal *et al.*, 2007). Menurut Mukminat, (2014a), penambahan berbagai sumber karbohidrat seperti fruktosa, glukosa dan sukrosa pada larutan pengencer semen dapat mempertahankan kualitas sperma sapi Bali. Akan tetapi, pengencer semen dengan kadar gula hingga menghasilkan >425 mOsm/kg atau >80 g/L (7,7 g/ 7,7%) glukosa/fruktosa, larutan menjadi hipertonik menyebabkan stres osmotik dan menurunkan motilitas sperma (Fernández-Santos *et al.*, 2007).

Penggunaan jenis karbohidrat dalam pengencer sitrat kuning telur seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa sebagai sumber energi dan krioprotektan akan berpengaruh pada kualitas semen cair seperti motilitas, viabilitas dan abnormalitas kambing Boer. Penelitian ini diharapkan dapat menentukan jenis karbohidrat yang paling efektif dalam mempertahankan kualitas semen cair sehingga dapat meningkatkan keberhasilan IB dan produktivitas kambing Boer.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh penggunaan karbohidrat dalam pengencer sitrat kuning telur terhadap kualitas semen cair kambing Boer;

2. Terdapat jenis karbohidrat terbaik dalam pengencer sitrat kuning telur terhadap kualitas semen cair kambing Boer.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kambing Boer

Kambing Boer merupakan salah satu jenis ternak yang berpotensi sebagai sumber pemenuhan kebutuhan daging masyarakat. Ternak ini memiliki prospek pengembangan yang baik karena sejumlah keunggulan dibandingkan kambing jenis lain, antara lain laju pertumbuhan yang cepat, ukuran tubuh yang relatif besar, serta kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan (Hartono, 2008). Kambing Boer berasal dari Afrika Selatan, tetapi saat ini telah banyak dikembangkan di berbagai negara maju. Hal ini disebabkan oleh tingkat produktivitasnya yang tinggi, khususnya dalam menghasilkan daging. Pertambahan bobot badan kambing Boer dilaporkan dapat mencapai sekitar 200 gram per ekor per hari (Lukman *et al.*, 2024). Kambing Boer dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kambing Boer

Keunggulan yang dimiliki kambing Boer secara tidak langsung akan meningkatkan jumlah dan kualitas cempes yang dihasilkan, sehingga berpotensi menghasilkan bibit pejantan yang unggul. Pejantan dengan kualitas baik perlu melalui beberapa tahapan dalam manajemen pemeliharaannya, yang meliputi manajemen kesehatan, reproduksi, pakan, serta perkandangan (Dewi *et al.*, 2018).

2.2 Inseminasi Buatan

Inseminasi Buatan pertama kali diperkenalkan di Indonesia pada awal tahun 1950-an oleh Prof. B. Seit dari Denmark di Fakultas Hewan dan Lembaga Penelitian Peternakan Bogor. IB adalah proses memasukkan semen ke dalam saluran reproduksi ternak betina menggunakan alat buatan dengan bantuan manusia, atau dengan kata lain, perkawinan yang tidak dilakukan secara alami. Secara umum, teknik IB terdiri dari dua metode, yaitu metode inseminasi menggunakan vaginoskop atau spekulum, dan metode rectovaginal (Selk, 2007).

Teknologi Inseminasi Buatan merupakan teknologi reproduksi yang diterapkan untuk meningkatkan kualitas genetik ternak, sehingga mampu menghasilkan keturunan berkualitas dalam waktu tertentu pada populasi yang besar dengan memanfaatkan sperma dari pejantan unggul (Puspitasari *et al.*, 2018). Inseminasi Buatan (IB) menjadi salah satu cara alternatif untuk meningkatkan reproduktivitas dan jumlah populasi ternak. Menggunakan teknik IB semen dari satu pejantan dapat digunakan untuk membuahi banyak betina, mengurangi risiko penularan penyakit yang biasanya terjadi melalui perkawinan alami, serta memastikan kualitas sperma karena berasal dari pejantan yang telah melalui proses seleksi (pejantan unggul) (Hartono, 2008).

Secara umum, teknik Inseminasi Buatan (IB) terbagi menjadi dua metode, yaitu metode inseminasi menggunakan vaginoskop dan metode rectovaginal (Susilawati, 2011). Beberapa parameter keberhasilan Inseminasi Buatan (IB) yang digunakan untuk menilai efisiensi reproduksi ternak betina meliputi *Days Open* (DO), *Service per Conception* (S/C), *Calving Interval* (CI), dan *Conception Rate*

(CR), yang diukur berdasarkan hasil kebuntingan pada induk akseptor (Soeharsono, 2010).

Menurut Fachroerrozi (2015), beberapa faktor yang memengaruhi keberhasilan inseminasi buatan antara lain fertilitas, keterampilan inseminator, kemampuan mendeteksi masa berahi, waktu pelaksanaan inseminasi, jumlah spermatozoa, dosis inseminasi, serta komposisi semen. Selain itu, kondisi ternak, tingkat pendidikan peternak, pengalaman melahirkan indukan, kualitas sperma yang baik, dan keahlian tenaga inseminator juga turut berperan penting dalam keberhasilan proses inseminasi buatan.

Tingkat keberhasilan perkawinan dengan inseminasi buatan (IB) sangat bergantung pada kualitas sperma. Setelah ditampung, kualitas sperma akan menurun jika tidak segera digunakan. Apabila sperma dibiarkan tanpa pengencer dan disimpan selama satu hari, tingkat kesuburannya akan berkurang. Karena itu, untuk menjaga kualitas sperma selama proses penyimpanan maupun pembekuan, diperlukan penambahan bahan pengencer (Hartono, 2008).

2.3 Pengencer Semen

Setelah ditampung, kualitas sperma akan menurun jika tidak segera digunakan. Jika sperma disimpan tanpa pengencer selama satu hari, tingkat kesuburannya akan berkurang. Oleh karena itu, penambahan bahan pengencer diperlukan untuk menjaga kualitas sperma selama proses penyimpanan maupun pembekuan (Hartono, 2008). Proses pengenceran bertujuan untuk menambah volume semen sekaligus menjaga kualitasnya. Langkah ini membantu melindungi spermatozoa dari kerusakan akibat perubahan suhu mendadak (*cold shock*), menyediakan nutrisi sebagai sumber energi, serta menambahkan buffer untuk mempertahankan pH, tekanan osmotik, dan keseimbangan elektrolit. Selain itu, pengenceran juga berperan mencegah pertumbuhan kuman yang dapat menurunkan kualitas sperma (Partodihardjo, 1992).

Pengencer semen harus mampu mendukung pergerakan spermatozoa secara progresif, tidak mengandung zat yang bersifat racun bagi spermatozoa, serta memberikan perlindungan terhadap kerusakan akibat perubahan suhu mendadak (*cold shock*) (Pubiandara *et al.*, 2016). Pengencer semen yang umum digunakan adalah campuran sitrat dan kuning telur. Karbohidrat yang terdapat di dalamnya berperan penting, antara lain sebagai sumber energi bagi spermatozoa, membantu menjaga tekanan osmotik, serta berfungsi sebagai krioprotektan ekstraseluler untuk melindungi sel selama proses pembekuan (Herdis *et al.*, 2005). Ridwan (2007) menyatakan larutan pengencer semen dengan komposisi kimia yang lebih lengkap mampu memberikan manfaat optimal bagi spermatozoa yang telah diencerkan. Kuning telur, yang berperan sebagai krioprotektan ekstraseluler, berfungsi sebagai media penyedia nutrisi, sumber energi, sekaligus pelindung sel sperma dari kerusakan akibat perubahan suhu mendadak/*cold shock* berkat kandungan protein dan lesitinnya (Dwitarizky *et al.*, 2015).

2.4 Sitrat Kuning Telur

Kuning telur kaya akan nutrisi yang dibutuhkan untuk menunjang kelangsungan hidup sperma. Di dalamnya terdapat fosfatidilkolin yang diyakini mampu melindungi membran sperma dengan menggantikan fosfolipid yang hilang. Selain itu, kandungan lesitin dan lipoprotein di dalam kuning telur berperan penting dalam menjaga serta melindungi keutuhan selubung lipoprotein dan struktur sel spermatozoa (Toelihere, 1993).

Menurut Pubiandara *et al.* (2016), bahan pengencer semen jenis sitrat–kuning telur biasanya tersusun dari natrium sitrat monohidrat, kristal fruktosa, kuning telur, aquabides, serta antibiotik seperti penisilin dan streptomisin. Keunggulan pengencer ini terletak pada kandungan lesitin dan lipoproteinnya, yang berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) untuk menjaga dan mengatur pH semen. Selain itu, kandungan tersebut juga membantu melindungi sperma dari *cold shock* atau kerusakan akibat penurunan suhu secara tiba-tiba.

Sitrat–kuning telur berperan sebagai *buffer* yang mampu mempertahankan sekaligus mengatur pH semen. Sistem penyangga ini melindungi spermatozoa dari perubahan pH mendadak yang dapat mengganggu daya hidupnya (Evans dan Maxwell, 1987). Kuning telur sendiri mengandung sekitar 49% air, 16,5% protein, 32% lemak, dan 1% karbohidrat. Komponen lemaknya terdiri atas 62% gliserida, 33% fosfolipid, dan 5% kolesterol. Dari total fosfolipid tersebut, 73% merupakan lesitin dan 15% sefalin (Susilawati, 2013). Selain itu, kuning telur berfungsi melindungi spermatozoa dari *cold shock* atau cekaman dingin, sekaligus menjadi sumber energi bagi sel sperma (Triana, 2005).

2.5 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan nutrien penting yang dibutuhkan spermatozoa untuk menjaga kelangsungan hidup serta aktivitasnya. Zat ini tidak hanya berperan sebagai sumber energi, tetapi juga membantu mempertahankan keseimbangan osmotik cairan di sekitar sel sperma (Salisbury dan VanDemark, 1985). Toelihere (1981) menyatakan bahwa penambahan karbohidrat ke dalam pengencer semen mampu mendukung fertilitas spermatozoa, khususnya ketika disimpan pada suhu rendah. Kehadiran karbohidrat dalam pengencer semen juga dinilai sangat vital karena berfungsi sebagai krioprotektan yang memberikan perlindungan terhadap membran plasma dari kerusakan selama proses pendinginan.

Gula yang berfungsi sebagai krioprotektan ekstraseluler berperan dalam menjaga membran plasma spermatozoa agar tidak mengalami kerusakan mekanis selama proses kriopreservasi semen (Nurlia *et al.*, 2011). Sifat krioprotektif karbohidrat muncul melalui pembentukan ikatan hidrogen antara gugus hidroksil pada karbohidrat dengan kepala polar fosfolipida membran plasma, sehingga karbohidrat dapat mengambil alih posisi molekul air ketika terjadi dehidrasi selama tahap pembekuan (Aisen *et al.*, 2002).

Tahap pengenceran, pendinginan, dan penyimpanan dalam waktu lama dapat menyebabkan penurunan integritas membran plasma. Jumlah spermatozoa dengan

membran plasma yang mengalami kerusakan cenderung meningkat setelah melalui proses pendinginan. Penambahan karbohidrat terbukti mampu menekan tingkat kerusakan tersebut. Konsentrasi karbohidrat memiliki peranan penting sebagai faktor protektif dalam menjaga integritas membran plasma (Panglowhapan *et al.*, 2003).

Glukosa dan fruktosa termasuk dalam kelompok monosakarida atau gula sederhana dengan rumus molekul ($C_6H_{12}O_6$) yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi bentuk lebih sederhana. Penambahan kedua jenis gula ini pada semen cair berperan penting dalam menjaga motilitas spermatozoa (Panglowhapan *et al.*, 2003). Menurut Ismail (2020), glukosa mengalami proses glikolisis yang menghasilkan piruvat sebagai produk akhir, di mana pada tahapan tersebut dihasilkan energi dalam bentuk adenosine triphosphate (ATP) serta Nicotinamide adenine dinucleotide (NADH).

Glukosa dan fruktosa sebagai monosakarida ($C_6H_{12}O_6$) lebih mudah dimetabolisme oleh sel spermatozoa menjadi sumber energi, terutama ketika berlangsung proses metabolisme pada suhu penyimpanan (Mukminat *et al.*, 2014). Selain itu, glukosa juga berperan sebagai krioprotektan ekstraseluler yang membantu melindungi spermatozoa dari kerusakan selama masa penyimpanan pada suhu rendah (Rizal *et al.*, 2006).

Sukrosa digolongkan sebagai disakarida yang tersusun atas dua molekul monosakarida, yaitu α -glukosa dan fruktosa, yang dihubungkan melalui ikatan glikosidik. Dalam penggunaannya, sukrosa berperan ganda, yakni sebagai sumber energi sekaligus krioprotektan ekstraseluler. Sebagai sumber energi, sukrosa dimetabolisme melalui jalur glikolisis untuk menghasilkan ATP yang kemudian digunakan spermatozoa dalam menunjang pergerakannya (motilitas). Di sisi lain, peran krioprotektan ekstraseluler dari sukrosa adalah melindungi membran plasma spermatozoa dari kemungkinan kerusakan mekanis selama proses kriopreservasi semen (Rizal *et al.*, 2007).

Fruktosa berperan dalam menghasilkan ATP yang diperlukan untuk kontraksi fibril pada ekor spermatozoa, sehingga mendukung terjadinya pergerakan atau motilitas sperma (Rizal, 2008). Menurut Garner dan Hafez (2000), fruktosa dalam pengencer semen dimanfaatkan oleh spermatozoa sebagai sumber energi, baik pada kondisi anaerob saat penyimpanan maupun pada kondisi aerob ketika berada di saluran reproduksi betina. Fruktosa merupakan gula utama yang terdapat dalam cairan seminal dan dikenal sebagai sumber energi yang efisien bagi spermatozoa karena jalur metabolisme yang dilalui lebih singkat, yaitu melalui proses fruktolisis (Susilawati, 2011). Proses pemecahan fruktosa menjadi energi berlangsung lebih cepat, sebab fruktosa dapat segera dikonversi menjadi fruktosa 6-fosfat (6P). Sementara itu, jenis gula yang digunakan dalam pengencer Zorlesco adalah glukosa (Djawapatty *et al.*, 2018).

2.6 Kualitas Spermatozoa

Semen ditampung menggunakan vagina buatan, kemudian segera dilakukan evaluasi untuk menilai kelayakannya. Pemeriksaan meliputi uji makroskopis, seperti volume, warna, konsistensi semen segar, dan pH, serta uji mikroskopis yang mencakup motilitas massa, motilitas individu, dan konsentrasi sperma (Setiono *et al.*, 2015).

Upaya mempertahankan kualitas semen agar layak digunakan dilakukan melalui pengujian secara makroskopis dan mikroskopis. Pengujian makroskopis mencakup empat parameter utama, yaitu volume, warna, kekentalan, dan pH. Secara umum, volume semen bervariasi tergantung pada bangsa ternak, berkisar antara 1 hingga 15 ml (Centola, 2018). Untuk dapat diolah lebih lanjut, semen harus memiliki motilitas progresif minimal 65%, konsentrasi spermatozoa sedikitnya 700 juta sel/ml, serta tingkat abnormalitas kurang dari 20% (Toelihere, 1993).

Syawal (2010) melaporkan bahwa konsentrasi spermatozoa pada kambing rata-rata berada pada kisaran 2.000 hingga 6.000 juta sel/ml. Semen dengan motilitas

individu yang tinggi memiliki peluang fertilisasi yang lebih besar dibandingkan semen dengan motilitas rendah (Suyadi *et al.*, 2012). Menurut Toelihere (1981), penilaian gerakan massa (+++) mengindikasikan bahwa kualitas spermatozoa berada dalam kondisi baik, ditandai dengan terbentuknya gelombang-gelombang besar yang banyak, tebal, serta pergerakan yang aktif dan berpindah tempat. Hafez (1993) menyatakan bahwa motilitas spermatozoa yang memenuhi syarat untuk Inseminasi Buatan (IB) adalah minimal 40%. Apabila persentase spermatozoa hidup berada di bawah angka tersebut, pengamatan tidak lagi dilanjutkan. Motilitas atau kemampuan gerak spermatozoa umumnya dijadikan indikator utama untuk menilai kemampuan membuahi suatu sampel semen. Sejalan dengan itu, Standar Nasional Indonesia (SNI) menetapkan bahwa motilitas minimal yang dipersyaratkan untuk pelaksanaan IB adalah 40% (Badan Standardisasi Nasional, 2017).

Persentase hidup spermatozoa dapat dilihat dengan cara pewarnaan atau pengecatan dengan menggunakan eosin yaitu dengan cara meneteskan larutan eosin pada semen dan diratakan. Kemudian diangin-anginkan dan selanjutnya diamati di bawah mikroskop (Mulyono, 1998). Zat warna eosin tidak dapat masuk ke dalam sel spermatozoa hidup, dikarenakan membran plasma spermatozoa hidup masih utuh dan tidak mengalami kerusakan (Hunter, 1995). Permeabilitas dinding sel menjadi lebih tinggi setelah mati sehingga sel spermatozoa yang mati akan menghisap banyak warna, sedangkan sel spermatozoa hidup menghisap warna yang sangat sedikit (Partodihardjo, 1992). Menurut Toelihere (1993), semen yang baik memiliki persentase hidup spermatozoa di atas 50%.

Abnormalitas spermatozoa merupakan kelainan morfologis yang dapat menurunkan tingkat fertilitas (Butar, 2009). Menurut Toelihere (1993), abnormalitas ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu abnormalitas primer dan sekunder. Abnormalitas primer mencakup kelainan pada bentuk kepala seperti kepala terlalu besar (*macrocephalic*), terlalu kecil (*microcephalic*), pendek melebar, pipih memanjang, berbentuk piriformis, kepala ganda, serta kelainan pada ekor seperti ekor ganda, bagian tengah melipat, membengkok, membesar,

menyatu pada pangkal kepala, atau ekor melingkar, terputus, maupun terbelah. Sementara itu, abnormalitas sekunder meliputi ekor yang terputus, kepala tanpa ekor, bagian tengah yang melipat, serta adanya butiran protoplasma proksimal yang terlepas.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Rabu, 19 November–Selasa, 23 Desember 2025 bertempat di Peternakan Sinau Farm, Kelurahan Karang Rejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro, Provinsi Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi vagina buatan, batang pengaduk, kompor, thermometer, wadah plastik, erlenmeyer, kertas label, kertas saring, aluminium foil, pH meter, gelas ukur, kertas label, mikroskop, hemocytometer, tali tambang, *object glass*, *cover glass*, *beaker glass*, pipet tetes, tissue, timbangan digital analitik dan alat tulis.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu semen segar kambing Boer umur 1 tahun, NaCl 0,9%, larutan eosin 2%, alkohol 70%, jenis karbohidrat (glukosa, sukrosa, dan fruktosa), aquabidest, natrium sitrat, fruktosa, vaselin, penicillin, streptomycin, dan kuning telur ayam.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan tiga perlakuan penggunaan berbagai karbohidrat dalam pengencer sitrat kuning telur, setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Perlakuan yang diberikan adalah:

P1: Penggunaan fruktosa dalam pengencer

P2: Penggunaan glukosa dalam pengencer

P3: Penggunaan sukrosa dalam pengencer

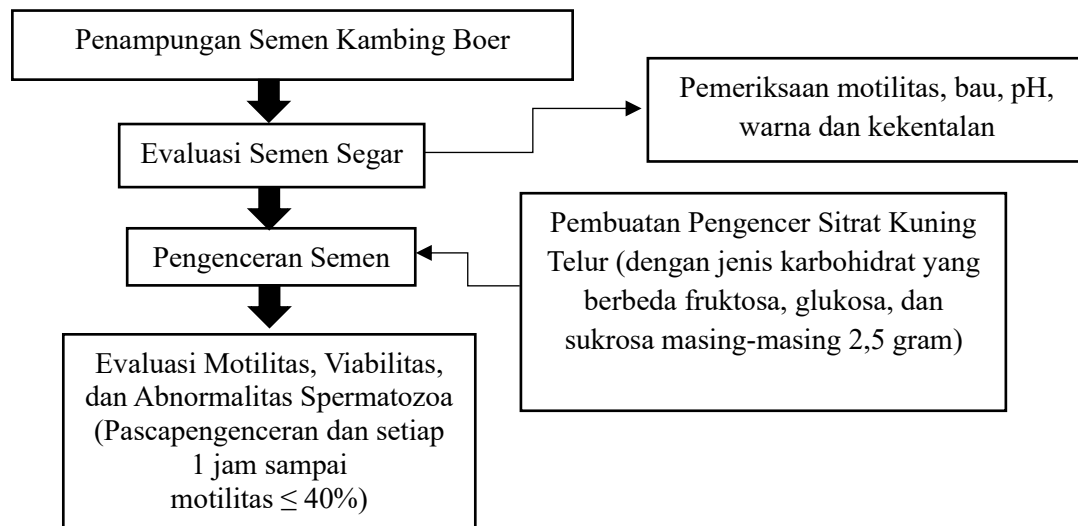
Penelitian dilakukan dengan mengevaluasi 15 sampel semen, tata letak penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2.

P2U3	P3U1	P3U3
P2U4	P1U4	P2U5
P2U1	P1U3	P3U5
P3U4	P1U1	P2U2
P3U2	P1U2	P1U5

Gambar 2. Tata letak penelitian

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Peternakan Sinau Farm, Kelurahan Karang Rejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro, Provinsi Lampung, yang meliputi penampungan semen kambing Boer, evaluasi semen segar, pengenceran semen dan pemeriksaan kualitas semen pascapengenceran dan setiap 1 jam penyimpanan (suhu ruang) hingga motilitasnya $\leq 40\%$. Alur penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur penelitian

3.4.1 Penampungan semen segar

Prosedur penampungan semen segar kambing Boer dengan cara:

1. Membersihkan area kandang penampungan dan memastikan alas tidak licin untuk mencegah cedera pada ternak maupun petugas;
2. Menyiapkan pejantan yang akan ditampung beserta hewan pemancing (*teaser*);
3. Memasukkan *teaser* ke dalam kandang jepit atau melakukan *handling* jika kandang jepit tidak tersedia, kemudian mengikat tali pada tiang agar *teaser* tidak terlepas;
4. Menarik tali kekang pejantan hingga posisinya berada di belakang *teaser* dan membiarkan pejantan menaikinya;
5. Menyemprotkan larutan NaCl pada preputium pejantan untuk membersihkan preputium dan penis dari kotoran;
6. Melakukan tiga kali *false mount*, yaitu membiarkan pejantan menaiki *teaser* tanpa pengambilan semen, dengan tujuan meningkatkan libido pejantan;
7. Menunggu hingga libido pejantan memuncak, ditandai dengan mukosa penis berwarna merah. Saat pejantan menaiki *teaser* dan penis keluar, menangkap bagian preputium, mengarahkan penis ke vagina buatan, dan memastikan ujung penis menempel pada mulut vagina buatan hingga terjadi ejakulasi;

8. Memastikan ejakulasi berlangsung optimal. Jika belum, mengulangi penampungan dengan jeda 30 menit;
9. Menyiapkan semen yang telah ditampung untuk proses evaluasi atau pemeriksaan lebih lanjut.

3.4.2 Evaluasi semen segar

Evaluasi semen segar dilakukan segera setelah pengambilan dari pejantan untuk memastikan kelayakannya sebelum diproses lebih lanjut. Proses evaluasi meliputi:

1. Mengamati volume semen secara langsung menggunakan tabung penampung yang memiliki skala ukuran;
2. Mengamati warna semen secara visual langsung pada tabung penampung;
3. Menilai konsistensi semen dengan cara memiringkan tabung koleksi semen ke satu sisi kemudian mengembalikannya ke posisi semula, lalu memperhatikan gerakan aliran semen untuk menentukan tingkat kekentalannya;
4. Menilai aroma semen dengan cara mendekatkan hidung ke mulut tabung koleksi yang berisi semen untuk mengidentifikasi bau yang muncul;
5. Mengukur ph semen menggunakan kertas lakmus yang dicelupkan ke dalam semen, kemudian membandingkan perubahan warna kertas dengan indikator ph standar (Susilawati *et al.*, 2022).

Pemeriksaan mikroskopis:

1. Mengamati pergerakan sperma dengan cara meneteskan semen segar pada gelas objek, lalu melihatnya di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x untuk menilai gerakan. Penilaiannya sebagai berikut:
 - a. Sangat baik (+++), terlihat gelombang-gelombang besar, banyak, gelap, tebal, dan aktif bagaikan gumpalan awan hitam dekat waktu hujan yang bergerak cepat berpindah-pindah tempat;
 - b. Baik (++), bila terlihat gelombang-gelombang kecil, tipis, jarang, kurang jelas, dan bergerak lamban;

- c. Lumayan (+), jika tidak terlihat gelombang melainkan hanya gerakan-gerakan individual aktif progresif;
 - d. Buruk (N, necropermia atau 0), jika hanya sedikit sperma yang bergerak, atau bahkan tidak ada gerakan sama sekali (Mila *et al.*, 2021);
2. Mengamati motilitas spermatozoa dilakukan dengan cara meneteskan semen pada *object glass* dan menutup sampel semen pada *object glass* menggunakan *cover glass*, kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Pengamatan dilakukan untuk menghitung persentase sperma yang bergerak maju secara progresif dengan persentase penilaian 0-100%;
 3. Menghitung konsentrasi spermatozoa dilakukan dengan mengencerkan semen terlebih dahulu menggunakan larutan nacl fisiologis, kemudian meneteskan ke dalam kamar hitung haemocytometer yang telah ditutup dengan cover glass. Setelah itu, dilakukan penghitungan jumlah spermatozoa pada lima kotak hitung, yaitu di lima sudut (kiri atas, kanan atas, kiri bawah, kanan bawah) serta bagian tengah;
 4. Menentukan viabilitas spermatozoa dilakukan dengan menambahkan pewarna eosin pada sampel semen yang telah diulas di atas kaca objek. Preparat tersebut kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x untuk melihat persentase sperma hidup dan mati berdasarkan penyerapan warna;
 5. Menentukan abnormalitas spermatozoa dilakukan dengan mengamati bentuk sel sperma yang tidak normal menggunakan preparat ulas yang sama seperti pada pemeriksaan viabilitas (susilawati *et al.*, 2022).

3.4.3 Pembuatan pengencer sitrat kuning telur

Pembuatan pengencer sitrat kuning telur dilakukan dengan pembuatan larutan *buffer* dan pembuatan pengencer. Komposisi bahan larutan *buffer* dan komposisi bahan pengencer sitrat kuning telur terdapat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi bahan larutan *buffer*

Bahan	Perlakuan		
	P1	P2	P3
Na Sitrat (g)	2,9	2,9	2,9
Penicilin (100.000 IU/ 100 ml)	0,3	0,3	0,3
Streptomycin (ml)	0,1	0,1	0,1
Fruktosa (g)*	2,5	-	-
Glukosa (g)*	-	2,5	-
Sukrosa (g)*	-	-	2,5
Aquabidest (sampai ml)	100	100	100

Keterangan:

P1: Fruktosa 2,5 g

P2: Glukosa 2,5 g

P3: Sukrosa 2,5 g

*: Penambahan perlakuan

Tabel 2. Komposisi bahan pengencer sitrat kuning telur

Bahan	Perlakuan		
	P1	P2	P3
Gliserol (ml)	6	6	6
Kuning telur (ml)	20	20	20
<i>Larutan buffer</i> (ml)	74	74	74

Sumber: Balai Inseminasi Buatan Lembang (2016)

3.4.3.1 Persiapan kuning telur

Persiapan kuning telur dilakukan dengan cara:

1. Menyiapkan telur segar, kemudian membersihkan kerabangnya menggunakan kapas yang dibasahi alkohol 70%;
2. Memecahkan kulit telur hingga terbuka sekitar 1/3–1/2 bagian menggunakan pinset steril;

3. Membuang seluruh bagian putih telur, lalu memindahkan kuning telur yang masih utuh dan terbungkus selaput vitelin ke atas kertas saring untuk menghilangkan sisa putih telur;
4. Memecahkan selaput vitelin, menuangkan kuning telur ke dalam gelas ukur hingga diperoleh 20 ml tanpa selaputnya.

3.4.3.2 Pembuatan pengencer

Pembuatan pengencer sitrat kuning telur dilakukan dengan cara:

1. Membuat larutan *buffer* dengan menimbang natrium sitrat sebanyak 2,9 g, menyiapkan penicilin (100.000 IU/ 100 ml) 0,3 ml, menyiapkan streptomisin 0,1 ml, menimbang berbagai jenis karbohidrat (fruktosa, glukosa, dan sukrosa) masing-masing 2,5 g sesuai dengan setiap perlakuan, perlakuannya yaitu P1: fruktosa 2,5 g, P2: glukosa 2,5 g, dan P3: sukrosa 2,5 g, selanjutnya melarutkan bahan-bahan tersebut dengan aquabidest sampai volumenya 100 ml menggunakan gelas ukur lalu memanaskan pada suhu 92 derajat celcius dan didiamkan di suhu ruang, setelah mencapai suhu ruang menambahkan antibiotik penicilin 0,3 ml dan streptomycin 0,1 ml pada larutan *buffer*;
2. Memasukkan gliserol sebanyak 6 ml ke dalam tabung erlenmeyer;
3. Memasukkan kuning telur yang sudah disiapkan sebelumnya sebanyak 20 ml ke dalam tabung erlenmeyer;
4. Menambahkan larutan *buffer* ke dalam tabung erlenmeyer sesuai dengan perlakuan sebanyak 74 ml dan aduk hingga tercampur rata.

3.4.4 Pengenceran semen

Pengenceran dilakukan untuk menambah volume semen dengan cara:

1. Menyiapkan semen segar yang telah dievaluasi dan menyiapkan bahan pengencer yang telah dibuat;

2. Mencampur pengencer dengan semen segar di dalam *beaker glass* sampai homogen dan memberi label sesuai perlakuan. Cara menghitung jumlah larutan pengencer dengan cara:

$$Z = \frac{a \times b \times c}{d}$$

Keterangan:

Z: volume semen setelah diencerkan

a: volume spermatozoa yang akan diencerkan

b: motilitas (%)

c: konsentrasi spermatozoa per ml

d: dosis IB

(Hartono *et al.*, 2020).

3. Membagi larutan pengencer yang didapat dari perhitungan sebanyak 4 bagian sama banyak sesuai dengan perlakuan, kemudian menyimpan larutan pada suhu ruang dan menutup tabung menggunakan aluminium foil. Dilakukan pemeriksaan setiap 1 jam sampai motilitasnya $\leq 40\%$.

3.4.5 Pemeriksaan motilitas pascapengenceran

Pemeriksaan motilitas individu spermatozoa dilakukan dengan cara:

1. Mengambil 1 tetes spermatozoa menggunakan pipet eritrosit, lalu ditetaskan di atas object glass dan ditutup dengan cover glass;
2. Mengamati di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran sekitar 400 kali untuk melihat pergerakan sel spermatozoa;
3. Melakukan pengamatan dengan membandingkan jumlah spermatozoa yang bergerak maju secara aktif dengan yang tidak bergerak atau hanya berputar di tempat, kemudian hasilnya dinyatakan dalam persentase antara 0-100%.

3.4.6 Pemeriksaan viabilitas pascapengenceran

Pemeriksaan viabilitas spermatozoa dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Meneteskan satu tetes larutan eosin 2% pada ujung gelas objek;

2. Menambahkan tetesan semen yang telah dicampur dengan bahan pengencer sitrat kuning telur, masing-masing untuk perlakuan P1, P2, dan P3, secara berurutan;
3. Menempelkan ujung gelas objek lainnya atau ujung *cover glass* pada kedua tetesan cairan (larutan eosin dan semen), kemudian mencampurkannya dan mendorong campuran tersebut hingga ke ujung gelas objek;
4. Menyimpan preparat ulas dan membiarkannya hingga kering;
5. Memeriksa preparat di bawah mikroskop dengan perbesaran sedang (10×40) untuk membedakan spermatozoa hidup dan mati. Spermatozoa hidup tampak tidak berwarna, sedangkan spermatozoa mati berwarna merah atau merah muda. Jumlah spermatozoa yang diamati minimal 210 sel;
6. Menghitung persentase viabilitas spermatozoa menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Azzahra *et al.* (2016):

$$\text{Viabilitas spermatozoa(\%)} = \frac{\text{Jumlah spermatozoa hidup}}{\text{Jumlah total spermatozoa yang diamati}} \times 100$$

3.4.7 Pemeriksaan abnormalitas pascapengenceran

Pemeriksaan persentase abnormalitas spermatozoa dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Meneteskan satu tetes larutan eosin 2% pada ujung gelas objek;
2. Menambahkan tetesan semen yang telah dicampur dengan bahan pengencer, masing-masing untuk perlakuan p1, p2, dan p3, secara berurutan;
3. Menempelkan ujung gelas objek lainnya atau *cover glass* pada kedua tetesan cairan tersebut hingga bercampur, kemudian mendorong campuran ke arah ujung gelas objek;
4. Mengeringkan preparat ulas dengan cara menggerakkannya di atas nyala lilin atau pemanas bunsen;
5. Memeriksa spermatozoa di bawah mikroskop dengan perbesaran sedang (10×40) untuk mengidentifikasi bentuk abnormal. Spermatozoa abnormal ditandai dengan morfologi seperti tanpa kepala, kepala tanpa ekor, ekor

melingkar, atau kepala ganda. Jumlah spermatozoa yang diamati minimal 210 sel;

6. Menurut Mumu (2009), menghitung sperma abnormal dapat dilakukan

Dengan menggunakan rumus:

$$\text{Abnormalitas Spermatozoa(\%)} = \frac{\text{Jumlah sperma abnormal}}{\text{Jumlah sperma diamati}} \times 100$$

3.5 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

1. Motilitas pascapengenceran;
2. Viabilitas pascapengenceran;
3. Abnormalitas pascapengenceran.

3.6 Analisis Data

Data motilitas, viabilitas dan abnormalitas yang diperoleh dianalisis statistika menggunakan Anova dengan taraf 1% dan 5%, kemudian dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk peubah yang berbeda nyata.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian penggunaan berbagai karbohidrat dalam pengencer sitrat kuning telur terhadap kualitas semen cair kambing Boer dapat disimpulkan:

1. Penggunaan berbagai jenis karbohidrat (fruktosa, glukosa, dan sukrosa) tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap motilitas spermatozoa pada jam penyimpanan ke-0 pascapengenceran; terhadap viabilitas spermatozoa pada jam penyimpanan ke-0 pascapengenceran; terhadap abnormalitas spermatozoa pada jam penyimpanan ke-0 hingga ke-4 pascapengenceran. Perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap motilitas spermatozoa pada jam penyimpanan ke-2 pascapengenceran. Perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap motilitas spermatozoa pada jam penyimpanan ke-1, ke-3, dan ke-4 pascapengenceran; terhadap viabilitas spermatozoa pada jam penyimpanan ke-1 hingga ke-4 pascapengenceran.
2. Penggunaan fruktosa menghasilkan perlakuan terbaik dalam menjaga kualitas semen cair kambing Boer dengan nilai motilitas sebesar $44 \pm 2,24\%$ dan viabilitas sebesar $62,73 \pm 2,93\%$ hingga jam ke-4 penyimpanan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian disarankan perlu studi lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan karbohidrat yang berbeda dalam pengencer susu skim selama penyimpanan suhu ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, M. F., Ihsan, M. N., & Isnaini, N. (2014). Kualitas Semen Segar Kambing Boer pada Berbagai Waktu Penyimpanan. *Ternak Tropika*, 15(2), 45–52.
- Aisen, E. G., Medina, V. H., & Venturino, A. (2002). Cryopreservation and Post-Thawed Fertility of Ram Semen Frozen in Different Trehalose Concentrations. *Theriogenology*, 57(7), 1801–1808.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12047919/>
- Azzahra, F. Y., Setiatin, E. T., & Samsudewa, D. (2016). Evaluasi Motilitas dan Persentase Hidup Semen Segar Sapi PO Kebumen Pejantan Muda. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 11(2), 99–107.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Populasi Kambing Menurut Provinsi di Indonesia, 2020–2024. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *Semen Beku Sapi Bagian 1: Persyaratan Mutu (SNI 4869.1:2017)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Balai Inseminasi Buatan Ungaran. (2011). *Instruksi Kerja Pengolahan Semen Sapi di Balai Inseminasi Buatan Ungaran*. Balai Inseminasi Buatan. Ungaran.
- Bucak, M. N., Tuncer, P. B., Sariözkan, S., & Ulutaş, P. A. (2017). Comparison of the Effects of Glutamine and an Amino Acid Solution on Post-Thaw Ram Sperm Parameters, Lipid Peroxidation and Antioxidant Activities. *Small Ruminant Research*, 81(1), 13–17.
- Bustani, G. S., & Baiee, F. H. (2021). Semen Extenders: An Evaluative Overview of Preservative Mechanisms of Semen and Semen Extenders. *Veterinary World*, 14(5), 1220–1233.
- Butar, E. (2009). *Efektivitas Frekuensi Exercise terhadap Peningkatan Kualitas Semen Sapi Simmental*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Centola. (2018). *Kesuburan Ternak Sapi Bali Jantan di Besipae, Timor. Laporan Hasil Penelitian*. Universitas Nusa Cendana. Nusa Tenggara Timur.
- Danang, D. R., Isnaini, N., & Trisnuwati, P. (2012). Pengaruh Lama Simpan Semen terhadap Kualitas Spermatozoa Ayam Kampung dalam Pengencer Ringer's pada Suhu 4°C. *Jurnal Ternak Tropika*, 13(1), 47–57.
- de los Reyes, M., Saenz, L., Lapiere, L., Crosby, J., & Barros, C. (2000). In Vitro Evaluation of Boar Spermatozoa Frozen with Permeable and Non-Cryoprotectant. *Prosiding 14th International Congress on Animal Reproduction*, 2, 161.
- Dewi, R., Haryuni, N., & Lestariningsih, L. (2018). Manajemen Pemeliharaan Pejantan dalam Menunjang Kualitas Reproduksi Ternak. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 3(4), 452–460.
- Djawapatty, D. J., Belli, H. L. L., & Hine, T. M. (2018). Fertilitas In Vitro dan In Vivo Spermatozoa Babi Landrace pada Pengencer Sitrat Kuning Telur yang Disuplementasi Berbagai Level Fruktosa pada Penyimpanan Suhu 18°C. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(1), 43–54.
- Ducha, N., Susilawati, T., Aulanni'am, & Wahyuningsih, S. (2013). Motilitas dan viabilitas spermatozoa sapi Limousin selama penyimpanan pada refrigerator dalam pengencer CEP-2 dengan suplementasi kuning telur. *Jurnal Kedokteran Hewan (Indonesian Journal of Veterinary Sciences)*, 7(1), 5–9.
- Dwitarizky, N. W., Ismaya, & Asmarawaty, W. (2015). Pengaruh Pengenceran Sperma dengan Air Kelapa dan Aras Kuning Telur Itik serta Lama Penyimpanan terhadap Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa Domba Garut pada Penyimpanan 5°C. *Buletin Peternakan*, 39(3), 149–156.
- Evans, G., & Maxwell, W. M. C. (1987). Manipulation of Spermatozoa Concentration and Insemination Dose. Dalam G. Evans & W. M. C. Maxwell (Eds.), *Salmonella's Influence on Egg Production* (pp. 127–147). University of Sydney Press. New South Wales, Australia.
- Fachroerrozi, H. (2015). Pengaruh Keberhasilan Inseminasi Buatan antara Sapi Bali Dara dengan Sapi Bali yang Pernah Beranak di Kecamatan Pemayung Kabupaten Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 15(4), 20–27.
- Fadilla, Z. J. (2024). *Pengaruh Penambahan Lesitin Kedelai pada Pengencer Tris dalam Mempertahankan Kualitas Semen Sapi Bali Selama Kriopreservasi*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Sulawesi Selatan.
- Feradis. (2010). *Bioteknologi Reproduksi pada Ternak*. Alfabeta. Bandung.

- Fernández-Santos, M. R., Estes, M. C., Montoro, V., Soler, A. J., & Garde, J. J. (2007). The Effects of Different Cryoprotectants and the Concentration of Sugars on the Quality of Cryopreserved Red Deer (*Cervus elaphus*) Epididymal Spermatozoa. *Cryobiology*, 54(3), 249–255. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2007.02.004>
- Ford, W. C. L. (2006). Glycolysis and Sperm Motility: Does a Spoonful of Sugar Help the Flagellum Go Round? *Human Reproduction Update*, 12(3), 269–274. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmi053>
- Gacem, S., Mocé, E., Gozalbo, C., & Albuixech-Benetó, M. (2025). The Effects of Extender Energetic Substrate Type on Goat Sperm Stored at 17 °C. *Biology*, 14(7), 782.
- Garner, D. L., & Hafez, E. S. E. (2000). *Spermatozoa and Seminal Plasma* (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.
- Hafez, B., & Hafez, E. S. E. (2000). *Reproduction in Farm Animals* (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.
- Hafez, E. S. E. (1993). *Reproduction in Farm Animals* (7th ed.). Lea & Febiger.
- Hammerstedt, R. H. (1993). Maintenance of Bioenergetic Balance in Sperm and Prevention of Lipid Peroxidation: A Review. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, 47, 363–370.
- Hartono, M. (2008). Optimalisasi Penambahan Vitamin E dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur untuk Mempertahankan Kualitas Semen Kambing Boer. *Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 33(1), 11–19.
- Hartono, M., Suharyati, S., Santosa, P. E., & Siswanto. (2020). *Buku Penuntun Praktikum Teknologi Reproduksi Ternak*. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Herdis. (2005). Optimalisasi Kualitas Semen Cair Domba Garut melalui Penambahan Maltosa ke dalam Pengencer Tris. *Media Kedokteran Hewan*, 21(2), 88–93.
- Herdis. (2013). Peran Krioprotektan dalam Mempertahankan Kualitas Semen Beku Ternak. *Jurnal Litbang Pertanian*, 32(4), 145–152.
- Hunter, R. H. F. (1995). *Fisiologi dan Teknologi Reproduksi Hewan Betina Domestik*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hussain, S., Andrabi, S. M. H., & Ullah, N. (2018). Effect of Egg Yolk Based Extenders on Sperm Quality during Semen Preservation. *Veterinary World*, 11(2), 253–259. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.253-259>

- Ismail, M. (2020). Carbohydrate Metabolism and Glycolysis Pathway. *Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences*, 1(5), 186–191.
- Khaeruddin, K., Syamsuryadi, B., & Fattah, A. H. (2025). *Teknologi Reproduksi Ternak Jantan*. Penerbit AgroMedia. Jakarta.
- Kostaman, T., & Utama, I. K. (2006). Studi Motilitas dan Daya Hidup Spermatozoa Kambing Boer pada Pengencer Tris-Sitrat-Fruktosa. *Jurnal Sain Veteriner*, 24(1), 58–63.
- Lestari, T. P., Ihsan, M. N., & Isnaini, N. (2014). Pengaruh Waktu Simpan Semen Segar dengan Pengencer Andromed terhadap Kualitas Semen Kambing Boer. *Ternak Tropika*, 15(2), 32–38.
- Lukman, H. Y., Zaenuri, A. L., Rodiah, Yuliani, E., & Sumadiasa, I. W. L. (2024). Pemanfaatan Semen Kambing Boer untuk Meningkatkan Produktivitas Kambing Lokal di Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(3), 982–987.
- Mann, T. (1946). Studies on the Metabolism of Semen: Fructose as a Normal Constituent of Seminal Plasma. *Biochemical Journal*, 40(4), 481–491. <https://doi.org/10.1042/bj0400481>
- Maxwell, W. M. C., & Salamon, S. (1993). Liquid Storage of Ram Semen: A Review. *Reproduction, Fertility and Development*, 5(6), 613–638.
- Mila, F. K. N. H., Kaka, A., & Ina, Y. S. (2021). Karakteristik dan Kualitas Semen Sapi Sumba Ongole dalam Pengencer Tris yang Disuplementasi dengan Susu Skim yang Disimpan pada Suhu 3–5 °C. *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, 3(1), 12–18.
- Mukminat, A., Suharyati, S., & Siswanto. (2014). Pengaruh Penambahan Berbagai Sumber Karbohidrat pada Pengencer Skim Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Beku Sapi Bali. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2(2), 28–36.
- Mulyono, S. (1998). *Teknik Pembibitan Kambing dan Domba*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mumu, M. I. (2009). *Viabilitas Semen Sapi Simmental yang Dibekukan Menggunakan Krioprotektan Gliserol*. Skripsi. Universitas Tadulako. Palu.
- Naing, S. W., Wahid, H., Azam, K. M., Rosnina, Y., Zuki, A. B. Z., Kazhal, S., Bukar, M. M., Thein, M., & Kyaw, T. (2010). Effect of Sugars on Characteristics of Boer Goat Semen after Cryopreservation. *Animal Reproduction Science*, 122(1-2), 23–28.

- Nurcholis, N., Pamungkas, F. A., & Yulnawati. (2018). Evaluasi Morfologi Spermatozoa Kambing Peranakan Etawa. *Jurnal Ilmu Ternak*, 18(2), 67–73.
- Nurlia, A., Yusuf, T. L., & Ihsan, M. N. (2011). Pengaruh Jenis Gula terhadap Kualitas Semen Sapi Bali yang Disimpan pada Suhu 5°C. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 12(3), 207–214.
- Panglowhapan, S., Rodjan, P., & Pongsawat, S. (2003). Effects of Sugars on Motility and Plasma Membrane Integrity of Frozen-Thawed Boar Spermatozoa. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 33(4), 283–292.
- Parera, H., & Lenda, V. (2023). Evaluation of Motility, Viability and Abnormality of Boar Spermatozoa in Various Modified Extenders. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 11(1), 13-33.
- Partodihardjo, S. (1992). *Ilmu Reproduksi Hewan*. Mutiara Sumber Widya. Jakarta.
- Pubiandara, S., Suharyati, S., & Hartono, M. (2016). Pengaruh Penambahan Dosis Rafinosa dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur terhadap Motilitas, Persentase Hidup, dan Abnormalitas Spermatozoa Sapi Ongole. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(4), 292–299.
- Puspitasari, I. F., Isnaini, N., Yekti, A. P. A., & Susilawati, T. (2018). Tampilan Reproduksi Sapi Rambon Betina pada Paritas yang Berbeda. *Ternak Tropika Journal of Tropical Animal Production*, 19(2), 80–86.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2018.019.02.2>
- Putra, E. R., Khaeruddin, K., & Armayanti, A. K. (2022). Kualitas Spermatozoa Sapi Peranakan Limousin dalam Pengencer AndroMed yang Ditambahkan Berbagai Level Glukosa. *Musamus Journal of Livestock Science*, 5(1), 6-15.
- Qiu, Y., Yang, H., Zhang, H., & Zhou, G. (2016). The Role of Energy Metabolism in Sperm Motility and Fertility. *Animal Reproduction Science*, 169, 86–92.
- Raharjo, D. (2002). *Daya Tahan Spermatozoa Semen Cair Sapi FH dalam Kemasan Straw Mini Menggunakan Pengencer Sitrat Kuning Telur dan Skim Kuning Telur dengan Penambahan Fruktosa*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Rahayu, J. D., & Ducha, N. (2022). The Effect of Sugarcane Water Substitution as a Candidate Substitute for Fructose in CEP Diluent on Spermatozoa Quality of Friesian Holstein Bull during Frozen Storage. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(2), 209-231.
- Ridwan. (2007). Pengaruh Pengencer Semen terhadap Abnormalitas dan Daya Tahan Hidup Spermatozoa Kambing Lokal pada Penyimpanan Suhu 5°C. *Jurnal Agroland*, 16(2), 187–192.
- Rizal, M. (2007). Peranan Fruktosa dalam Mempertahankan Motilitas Spermatozoa Selama Penyimpanan. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 2(1), 41–45.
- Rizal, M. (2008). Kualitas Spermatozoa Epididimis Sapi Peranakan Ongole dalam Berbagai Jenis Pengencer yang Ditambahkan Kuning Telur. *Animal Production*, 10(1), 1–7.
- Rizal, M., & Herdis. (2007). Peningkatan Kualitas Spermatozoa Epididimis Kerbau Belang yang Dikriopreservasi dengan Beberapa Konsentrasi Sukrosa. *Jurnal Veteriner*, 8(4), 188–193.
- Rizal, M., Herdis, & Isnaini, N. (2006). Peranan Gula sebagai Krioprotektan pada Pengencer Semen Cair Sapi Bali. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 11(2), 124–131.
- Saili, T., Arifiantini, R. I., & Toelihere, M. R. (2000). Pengaruh Beberapa Jenis Gula dalam Pengencer Tris terhadap Kualitas Semen Beku Sapi Bali. *Media Peternakan*, 23(2), 36–42.
- Salisbury, G. W., & VanDemark, N. L. (1985). *Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle*. W. H. Freeman & Co. San Francisco.
- Selk, G. (2007). *Artificial Insemination for Beef Cattle*. Division of Agricultural Sciences. Oklahoma.
- Sellem, E., Broekhuijse, M. L. W. J., Chevrier, L., Camugli, S., Schmitt, E., Schibler, L., & Koenen, E. P. C. (2016). Use of Combinations of In Vitro Quality Assessments to Predict Fertility of Bovine Semen. *Theriogenology*, 84(9), 1447–1454.
- Setiawan, R., Rizal, M., & Herdis. (2006). Pengaruh Jenis Sumber Energi dalam Pengencer terhadap Kualitas Semen Kambing selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 11(3), 168–174.

- Setiono, N., Suharyati, S., & Santosa, P. E. (2015). Kualitas Semen Beku Sapi Brahman dengan Dosis Krioprotektan Gliserol yang Berbeda dalam Bahan Pengencer Tris Sitrat Kuning Telur. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(2), 61–69.
- Soeharsono, R., S. & Diwyanto, K. (2010). Kinerja Reproduksi Sapi Potong Lokal dan Sapi Persilangan Hasil IB di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 3-4.
- Solihati, N., Rasad, S. D., & Setiawan, R. (2008). Pengaruh Lama Penyimpanan Semen Cair Ayam Buras pada Suhu 5 °C terhadap Kualitas Spermatozoa. *Jurnal Ilmu Ternak*, 8(1), 7–11.
- Sukanto, Y. T., Foeh, N. D. F. K., & Taphianong, T. (2023). Studi Kepustakaan Pengaruh Suplementasi Madu dalam Pengencer terhadap Kualitas Semen Ayam. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 6(6), 3-10.
- Sulistiyani, N. (2006). *Kualitas Spermatozoa Kambing Boer setelah Pembekuan dengan Kadar Gliserol yang Berbeda pada Pengencer Susu Skim*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Susilawati, T. (2011). *Spermatology*. UB Press. Malang.
- Susilawati, T. (2013). *Pedoman Inseminasi Buatan pada Ternak*. UB Press. Malang.
- Susilawati, T., Isnaini, N., Wahyuningsih, S., & Nugroho, T. (2022). *Teknologi Reproduksi Ternak: Inseminasi Buatan dan Teknologi Semen*. UB Press. Malang.
- Suyadi, Rachmawati, A., & Iswanto, N. (2012). Effect of α -Tocopherol in Tris-Aminomethane-Egg Yolk on the Semen Quality during Cold Storage in Boer Goats. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 22(3), 1–8.
- Syaifullah, F., Khaeruddin, K., & Agus, A. (2022). Viabilitas Post-Ekuilibrasi dan Recovery Rate Spermatozoa Sapi Simmental dengan Penambahan Laktosa dan Sukrosa dalam Pengencer. *JANHUS: Journal of Animal Husbandry Science*, 7(1), 34–42.
- Syawal, M. (2010). Karakteristik Morfologi dan Produksi Kambing Boer, Kacang dan Persilangannya pada Umur 0–3 Bulan (Prasapih). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 616–620.
- Tambing, S. N., Toelihere, M. R., Yusuf, T. L., Purwantara, B., Utama, I. K., & Situmorang, P. Z. (2003). Kualitas Semen Beku Kambing Saanen pada Berbagai Jenis Pengencer Semen. *Jurnal Hayati*, 10(4), 146–150.
- Toelihere, M. R. (1981). *Fisiologi Reproduksi pada Ternak*. Angkasa. Bandung.

- Toelihere, M. R. (1993). *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Angkasa. Bandung.
- Triana, I. N. (2005). *Pengaruh Pemberian Hormon MPA (Medroxy Progesterone Acetate) Intravaginal Sponges terhadap Birahi dan Ovulasi pada Kambing Kacang*. Skripsi. Universitas Airlangga.
- Windayanti, A. E., & Hariani, D. (2024). Pengaruh Penambahan Ekstrak Semanggi Air (*Marsilea crenata*) dalam Pengencer Tris Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Beku Kambing Kaligesing. *LenteraBio*. Surabaya.
- Yulnawati, & Setiadi, M. A. (2005). Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa Kambing selama Penyimpanan Semen Cair. *Media Peternakan*, 28(1), 23–28. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan>