

PENGARUH LAMA SIMPAN DALAM NITROGEN CAIR TERHADAP KUALITAS SEMEN BEKU KAMBING SAANEN

THE EFFECT OF STORAGE DURATION IN LIQUID NITROGEN ON THE QUALITY OF FROZEN SAANEN GOAT SEMEN

Hendrikus Demong Sogen¹, Ajat Sudrajat^{1*}, Setyo Utomo¹, dan Raden Febrianto Christi²

^{1*} Prodi Peternakan, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta
Jl. Wates Km 10, Yogyakarta 55753, Indonesia.

² Faculty of Animal Husbandry, Padjadjaran University, Jatinangor - Sumedang.
Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Jatinangor, Sumedang, West Java 45363

*e-mail korespondensi : ajat@mercubuana-yogya.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.20884/1.angon.2025.7.2.p206-215>

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas semen beku kambing Saanen dengan umur simpan yang berbeda. Penelitian dilakukan di Balai Inseminasi Buatan Lembang, Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Desember 2025 hingga Januari 2026. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah menggunakan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan meliputi P0 (masa simpan 0 hari), P1 (masa simpan 1.1 tahun), P2 (masa simpan 1.6 tahun), P3 (masa simpan 2 tahun). Variabel yang diamati meliputi motilitas, viabilitas dan abnormalitas sperma. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) dan apabila terdapat perbedaan diantara perlakuan, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan pada P0, P1, P2 dan P3 secara berturut-turut untuk Motilitas yaitu 74.4%, 63.5%, 49.3% dan 65.3%. Viabilitas secara berturut-turut yaitu 75.4%, 63.5%, 71.7% dan 67.4%, Abnormalitas secara berturut-turut yaitu 2.36%, 2.63%, 1.83% dan 1.91%. Hasil analisis variansi motilitas dan viabilitas menunjukkan berbeda nyata ($P < 0.05$), namun pada abnormalitas menunjukkan berbeda tidak nyata ($P > 0.05$). Disimpulkan bahwa masa simpan semen beku Kambing Saanen dalam nitrogen cair (N₂) yang disimpan hingga 2 tahun memiliki kualitas baik dan layak untuk Inseminasi Buatan (IB).

Kata kunci: Semen Beku, Kambing Saanen, Mortalitas, Viabilitas, Abnormalitas

ABSTRACT

This study aimed to determine sperm quality during freezing with different storage periods. The study was conducted at the Artificial Insemination Center in Lembang, West Bandung, West Java Province. The study lasted for one week, from December 2025 to January 2026. The experimental method used was a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications. The treatments were P0 (0-day storage period), P1 (1.1-year storage period), P2 (1.6-year storage period), and P3 (2-year storage period). Observed variables included sperm motility, viability, and abnormalities. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), and if significant differences were found between treatments, Duncan's Multiple Range Test (DMRT) was used. The results of the study at P0, P1, P2, and P3 showed that motility was 74.4%, 63.5%, 49.3%, and 65.3%, respectively. Viability was 75.4%, 63.5%, 71.7%, and 67.4%, respectively. Abnormalities were 2.36%, 2.63%, 1.83%, and 1.91%, respectively. Analysis of variance for motility and viability showed significant differences ($P < 0.05$), but abnormalities showed no significant differences ($P > 0.05$). It can be concluded that the shelf life of frozen Saanen goat semen in liquid nitrogen (N₂) stored for up to 2 years has good quality and is suitable for Artificial Insemination (AI).

Keywords: Frozen Semen, Saanen Goat, Mortality, Viability, and Abnorm

PENDAHULUAN

Kesadaran akan kebutuhan makanan bergizi menjadi salah satu landasan utama meningkatnya kebutuhan pangan di Indonesia. Makanan bergizi meliputi empat sehat lima sempurna. Kebutuhan ini terdiri dari beberapa macam yakni: makanan pokok seperti nasi, jagung, umbi-umbian. Lauk pauk merupakan sumber protein seperti daging, ikan, telur. Sayur-sayuran sebagai sumber vitamin, mineral, dan serat. Buah-buahan sebagai sumber vitamin, mineral, dan antioksidan. Susu merupakan sumber kalsium dan protein tambahan. Salah satu penghasil protein hewani yang potensial adalah susu dan daging kambing.

Kambing merupakan komoditi peternakan yang potensial dan banyak dikembangkan sebagai komoditi untuk meningkatkan pendapatan dan meningkatkan kesehatan masyarakat dengan pemanfaatan produknya (susu dan daging). Kambing terbagi menjadi dua tipe yaitu kambing perah dan kambing pedaging. Kambing perah mudah dipelihara dan memiliki potensi yang besar jika dikembangkan, karena memiliki produksi susu untuk pendapatan harian dan produksi daging untuk pendapatan musiman (Sudrajat *et al.* 2023). Air susu kambing dapat sebagai obat berbagai penyakit dan mengatasi malnutrisi pada anak-anak (Nata, 2022). Air susu dapat diproduksi setelah kambing beranak dan laktasi (Sudrajat *et al.* 2021). Amran Sulaiman dalam pidato kementerian yang dirilis 9 Agustus 2024, menjelaskan bahwa Kebutuhan nasional untuk susu mencapai 4,7 juta ton per tahun, namun produksi nasional baru sekitar 1 juta ton. Sedangkan kebutuhan daging sapi nasional sebesar 0,77 juta ton per tahun, dan produksi nasional hanya 0,37 juta. Untuk meningkatkan produksi dalam negeri diperlukan pengembangan genetika ternak.

Pada umumnya produktivitas kambing lokal relatif masih rendah dibandingkan bangsa kambing yang berasal dari daerah sub-tropis. Rendahnya produktivitas kambing lokal banyak dipengaruhi oleh belum terspesialisasi sesuai dengan tujuan produksinya. Salah satu kambing perah yang cukup baik produksi susunya adalah kambing saanen. Budidaya kambing saanen sebagai sebuah langkah strategis mengembangkan mutu genetika ternak kambing yang sesuai dengan prospek pengembangannya.

Upaya meningkatkan mutu genetika ternak terus ditingkatkan. Salah satunya adalah menerapkan teknologi inseminasi buatan (IB). Teknologi inseminasi buatan (IB) merupakan salah satu teknologi dalam reproduksi ternak yang sudah dikenal meluas dimasyarakat, memiliki manfaat dalam mempercepat peningkatan mutu genetika ternak (Munazaroh, Wahyuningsih, and Ciptadi 2013). Inseminasi Buatan (IB) merupakan salah satu teknologi alternatif dalam upaya peningkatan produktivitas dan populasi ternak. Perkawinan dengan IB menggunakan semen dari seekor pejantan yang digunakan untuk mengawini banyak betina. IB bertujuan untuk memperkecil bahaya penularan penyakit melalui perkawinan alami dan spermatozoa yang digunakan berasal dari pejantan yang telah diseleksi (pejantan unggul). Salah satu keberhasilan perkawinan dengan IB sangat dipengaruhi oleh kualitas sperma beku.

Sperma beku memiliki banyak manfaat salah satu diantaranya meningkatkan kualitas genetika ternak. Sperma beku dapat digunakan kapanpun dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Sperma beku dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Akan tetapi penanganan kurang tepat akan mempengaruhi kualitas sperma beku tersebut. Penelitian mengenai kualitas sperma beku kambing saanen yang disimpan dalam waktu berbeda belum banyak dilakukan, sehingga perlu adanya penelitian mengenai kualitas sperma beku tersebut. Sperma beku menjadi salah satu bahan utama yang digunakan dalam IB. Untuk mengevaluasi kualitas sperma beku maka perlu pengujian kualitas sperma beku kambing saanen pada masa simpan yang berbeda

untuk mengetahui perbandingan kualitasnya.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di Balai Inseminasi Buatan Lembang yang terletak di Jl. Kayu Ambon No. 78 Kayu ambon, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Desember 2025 hingga Januari 2026.

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu semen segar, straw beku yang berjumlah 36 buah dengan 3 waktu yang berbeda. Adapun 4 waktu penyimpanan yang digunakan yaitu 0 hari, 1.1 tahun, 1.6 tahun dan 2 tahun. Terdapat juga beberapa bahan pendukung yang digunakan yaitu Air dengan suhu 37°C, NaCl Fisiologis dan larutan eosin.

Mesin dan Peralatan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian antara lain container, deckglass, corong mikropipet, preparat glass, objek glass, rak straw, lemari pendingin, water bath, tabung sperma, mikroskop dan homocytometer, *Rocmed Veterinary Sperm Analyser*.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah menggunakan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon(i)j$$

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai hasil pengamatan perlakuan ke I ulangan ke j dalam penelitian

μ : Konstanta, rata-rata pengamatan dalam penelitian

α_i : Pengaruh perlakuan ke I dalam penelitian

$\epsilon(i)j$: Galat percobaan

I : Ulangan ke i

I : 1, 2, 3...

J : Ulangan ke j

J : 1, 2, 3...

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Simpan Dalam Nitrogen Cair Terhadap Kualitas Motilitas (%) Sperma Beku Kambing Saanen

Motilitas atau daya gerak sperma merupakan ukuran kesanggupan untuk pembuahan sel telur. Semen yang berkualitas baik adalah semen yang memiliki kandungan sperma hidup dan bergerak maju ke depan dalam jumlah yang banyak (motil progresif). Motilitas normal pada kambing yaitu 60-80% (Mokoagow *et al.* 2021). Pergerakan sperma tergantung pada fungsi mitokondria. Kerusakan mitokondria berhubungan dengan perubahan suhu yang dapat menurunkan motilitas sperma (Sukmawati dkk., 2014). Penurunan prosentasi motilitas sperma dapat dipengaruhi beberapa hal seperti pengaruh perlakuan sebelum dan sesudah dijadikan semen beku. Data Pengaruh Masa simpan dalam nitrogen cair (N2) terhadap motilitas (%) sperma beku kambing saanen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Masa simpan dalam nitrogen cair (N₂) terhadap motilitas (%) sperma beku kambing saanen

Perlakuan	U1	U2	U3	Rata-Rata
P0	72	74	78	74.7±3,0 ^a
P1	62	64	63	63.0±1.0 ^b
P2	48	51	49	49.3 ±1.5 ^b
P3	73	71	52	65.3 ±11.5 ^b

Keterangan: Rerata dengan superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P<0,05$).

Berdasarkan pada Tabel 1 diketahui bahwa motilitas tertinggi terdapat pada P0 (semen segar) dengan rata-rata motilitas 74.7 %. Sedangkan motilitas terendah pada P2 (1, 6 tahun) dengan rata-rata 49.3%. Hasil analisis statistik menunjukkan perlakuan P2 berbeda nyata ($P<0,05$) dengan P0, P1 dan P3. Perbedaan motilitas ini dikarenakan motilitas semen segar kambing saanen memiliki persentase yang tinggi. Hal ini sesuai dengan motilitas normal pada kambing yaitu 60-80% (Mokoagow *et al.* 2021), sedangkan motilitas semen beku kambing saanen berada pada minimal 40% setelah proses thawing (pencairan) pada suhu 37°C-38°C sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 4869.3:2023).

Motilitas sperma beku mengalami penurunan setelah penyimpanan disebabkan adanya perbedaan suhu yang sangat signifikan. Selain itu sperma mengalami kekurangan nutrisi yang dapat berakibat pada menurunnya daya gerak progresif dan mengalami kematian. Nutrisi yang tidak memenuhi kebutuhan maupun ketidak sesuaian antara sperma dan nutrisi yang diberikan menjadi faktor penting yang menyebabkan kematian pada sperma.

Perbedaan nyata ($P<0,05$) antara P2 terhadap P0, P1, P3 dipengaruhi oleh Proses pengenceran dan pembekuan sperma. Hal ini dapat mempengaruhi motilitas dan kelangsungan hidup sperma. Proses ini juga dapat menyebabkan kerusakan pada sperma, terutama jika suhu yang digunakan terlalu rendah. Pembekuan juga memiliki risiko stres oksidatif dan pembentukan senyawa beracun yang dapat merusak sperma (Leo *et al.* 2023). Perbedaan motilitas pada setiap perlakuan juga disebabkan oleh perbedaan waktu pengambilan. Perbedaan ini juga dapat disebabkan dengan pengaruh lain seperti cuaca, kesehatan ternak dan tingkat stres pada pejantan. segar (74.7 %), 418 hari (63 %), 590 hari (49.3 %), membuktikan bahwa lama masa simpan dalam Nitrogen cair (N₂) tetap dapat mempertahankan motilitas spermatozoa sesuai dengan standar. Suhu yang sangat rendah (-196°C) efektif menghentikan aktivitas metabolisme sperma, sehingga dapat mempertahankan kualitas yang baik dan disimpan dalam jangka waktu lama tanpa mengurangi kualitas sperma (Chakraborty dan Saha, 2022). Kualitas semen beku yang baik dan memenuhi standar ini layak untuk digunakan dalam proses inseminasi buatan guna meningkatkan kualitas genetik ternak. Motilitas spermatozoa post thawing dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Motilitas spermatozoa post thawing

Pengaruh Lama Simpan Dalam Nitrogen Cair Terhadap Kualitas Viabilitas (%) Sperma Beku Kambing Saanen

Viabilitas merupakan salah satu indikator penentu kualitas semen karena berhubungan dengan daya hidup spermatozoa. Sekosi, Kusumswati, dan Krisnaningsih (2016) menyatakan bahwa standar minimum bagi kualitas semen yang dapat dipakai untuk inseminasi buatan adalah minimal mengandung 50% persentase viabilitas spermatozoa yang motil. Viabilitas diharapkan memiliki prosentasi yang lebih tinggi atau minimal sama dengan prosentasi motilitas. Viabilitas memiliki hubungan erat dengan motilitas. Kematian pada sel sperma dipengaruhi oleh rusaknya membran plasma menyebabkan metabolisme spermatozoa dan proses fisiologis terganggu menyebabkan kematian spermatozoa (Berbagai *et al.* 2025). Pengaruh masa simpan dalam nitrogen cair terhadap kualitas viabilitas semen beku kambing saanen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengaruh masa simpan dalam nitrogen cair (N₂) terhadap viabilitas (%) sperma beku kambing saanen

Perlakuan	U1	U2	U3	Rata-Rata
P0	73.9	81.0	71.4	75.4 ± 5.1 ^c
P1	62.5	62.9	65.0	63.5 ± 1.1 ^a
P2	72.5	70.0	72.5	71.7 ± 1.7 ^{bc}
P3	70.1	65.5	66.7	67.4 ± 2.0 ^{ab}

Keterangan: Rerata dengan superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa rerata viabilitas tertinggi terdapat pada P0 (semu segar) dengan rata-rata 75.4 %. Sedangkan viabilitas terendah terdapat perlakuan P1 (1.1 tahun) dengan nilai rata-rata 63.5 %. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$) antara P0 dengan P1 dan P3 sedangkan P0 berbeda tidak nyata dengan P2 ($P > 0,05$). Hal ini diduga karena viabilitas spermatozoa dipengaruhi oleh nilai motilitas, sehingga apabila nilai motilitasnya tinggi maka nilai viabilitas juga akan sama. Selain itu viabilitas juga dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh sperma. Menurut Sekosi, Kusumswati dan Krisnaningsih (2016) perbedaan kualitas viabilitas spermatozoa juga dipengaruhi oleh kualitas motilitas pada spermatozoa kambing saanen yang telah mengalami beberapa tahap dari penampungan hingga pembekuan spermatozoa.

Perbedaan kualitas viabilitas sperma pada setiap perlakuan dapat disebabkan oleh perlakuan sebelum dan sesudah pembekuan. Proses pembekuan dan penyimpanan sperma akan menimbulkan satu permasalahan yaitu *cold shock* yang akan menimbulkan rusaknya membran plasma sel. Penurunan persentase viabilitas spermatozoa disebabkan oleh kondisi membran plasma yang telah rusak. Membran plasma spermatozoa berfungsi sebagai penjaga organel sel dan pengatur keseimbangan elektrolit dalam metabolisme (Salmah, 2014). Apabila membran plasma mengalami kerusakan membuat metabolisme spermatozoa akan terganggu dan spermatozoa kehilangan kemampuan fertilitasnya dikarenakan komponen seluler lepas dan kehilangan daya inaktivasi komponen protein enzim penting di dalam akrosom. Kejadian ini membuat spermatozoa mengalami kematian dan akan berdampak pada viabilitas spermatozoa (Adolph 2016). Viabilitas spermatozoa dapat dilihat pada Gambar 2. Rerata viabilitas spermatozoa berdasarkan gambar 7 yaitu P0 (semen segar) 75.4 %, P1(1.1 tahun) 63.5 %, P2 (1,6 tahun) 71.7 %, P3 (2 Tahun) 67.4 %. Dari data yang diperoleh ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Sekosi, Kusumswati, and Krisnaningsih (2016), yang menyatakan bahwa viabilitas sperma minimal mengandung 50% dari persentase sperma motil.



Gambar 2. Viabilitas spermatozoa

Pengaruh Lama Simpan Dalam Nitrogen Cair Terhadap Kualitas Abnormalitas (%) Sperma Beku Kambing Saanen

Spermatozoa yang memiliki morfologi yang normal merupakan syarat bagi terjadinya fertilisasi. Abnormalitas merupakan keadaan dimana spermatozoa mengalami kecacatan pada salah satu atau seluruh bagian tubuh spermatozoa. Abnormalitas primer terjadi sewaktu proses spermatogenesis maupun adanya gangguan testikuler, abnormalitas sekunder terjadi setelah spermatozoa meninggalkan tubuli seminiferi menuju saluran reproduksi jantan, sedangkan abnormalitas tersier terjadi setelah ejakulasi sampai pada proses *handling*. (Munazaroh, Wahyuningsih, and Ciptadi 2013).

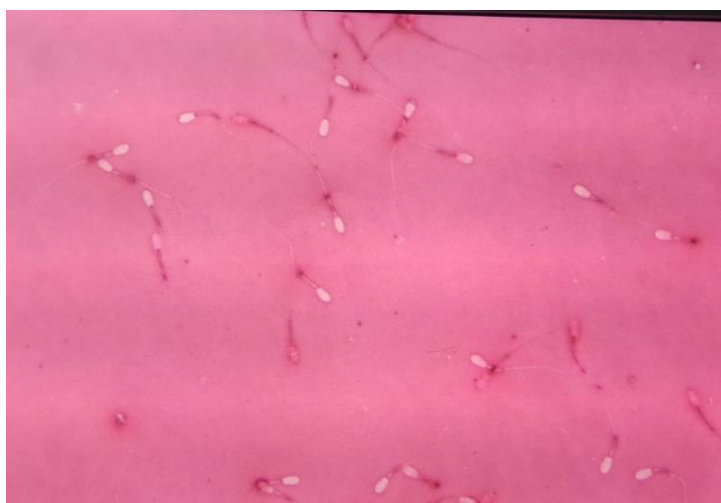
Kelainan sperma adalah kelainan fisik pada sperma yang terjadi pada saat proses spermatogenesis di dalam tubulus seminiferus (kelainan primer) atau akibat pergerakan sperma melalui saluran-saluran kelamin pejantan. Abnormalitas spermatozoa berkorelasi positif dengan fertilitas pejantan, ketika pejantan mengejakulasikan semennya dan terdapat spermatozoa abnormal, dengan prosentasi 20% atau lebih maka fertilitas pejantan tersebut tergolong rendah

(Pokhrel 2024). Data Pengaruh Masa simpan dalam nitrogen cair (N2) terhadap abnormalitas (%) sperma beku kambing saanen disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh masa simpan dalam nitrogen cair (N2) terhadap abnormalitas (%) sperma beku kambing saanen

Perlakuan	U1	U2	U3	Rata-Rata ^{ns}
P0	2	4	1	2.30±1.3
P1	3	2	3	2.63±0.3
P2	2	2	2	1.83±0.2
P3	1	1	3	1.91±0.8

Keterangan: ns= non signifikan.



Gambar 3. Abnormalitas spermatozoa

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa abnormalitas sperma kambing Saanen relatif hampir sama. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan P0, P1, P2, P3 menunjukkan berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Abnormalitas pada spermatozoa berdasarkan hasil penelitian tergolong dalam abnormalitas sekunder dan tersier. Abnormalitas sekunder terjadi pada ekor yang terputus yang disebabkan oleh tekanan antar sel sperma yang memiliki konsentrasi tinggi dalam proses ejakulasi. Sedangkan kelainan tersier dilihat dengan putusanya kepala dan leher. Rerata abnormalitas spermatozoa kambing Saanen dari penelitian ini termasuk dalam kategori normal karena berada di bawah 5%. Hasil ini sesuai dengan pendapat Garner dan Hafez (2000) yang menyatakan bahwa abnormalitas semen kambing pada umumnya memiliki persentase spermatozoa abnormal antara 5% - 20%. Hasil penelitian sesuai dengan SNI 4869.3:2014, yang menetapkan batas maksimal abnormalitas spermatozoa berkisar antara 10-15%.

Hasil penelitian menunjukkan hasil abnormalitas yang sangat rendah dengan rata-rata Hasil rata-rata masing-masing perlakuan yaitu P0 (2.30 %), P1(2.63 %), P2 (1.83 %) dan P3 (1.91 %). Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semen kambing saanen yang digunakan tergolong layak untuk digunakan dalam proses inseminasi buatan. Abnormalitas spermatozoa dapat dilihat pada Gambar 3.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: Lama simpan semen Kambing Saanen berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap motilitas dan viabilitas namun tidak berpengaruh ($P>0,05$) terhadap abnormalitas spermatozoa. Masa simpan semen beku Kambing Saanen dalam

nitrogen cair (N₂) hingga 2 tahun memiliki kualitas baik dan layak untuk Inseminasi Buatan (IB).

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhani, F., Mufidah, H., Samsuriati, R., & Putra, H. P. (2020). Efek lama penyimpanan semen beku sapi Bali pada pos inseminasi buatan terhadap membran plasma, tudung akrosom utuh, dan DNA spermatozoa. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 3(2), 58-66.
- Barek, Maria Epifania, Kirenus Uly, Thomas Mata Hine, Wilmientje Marlene Nalley, and Henderiana L.L. Belli. 2020. Pengaruh Penambahan Sari Wortel Dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur Terhadap Kualitas Spermatozoa Kambing Bligon (The Effect of Carrot Juice Supplementation in Citrate - Egg Yolk Extender on Spermatozoa Quality of Bligon Goat). *Jurnal Nukleus Peternakan* 7 (2): 109–17. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v7i2.3152>.
- Cahyadi, T. R. T. (2016). Persentase Hidup dan Abnormalitas Sel Spermatozoa Kambing Peranakan Ettawah (PE) dengan Pakan yang Disuplementasi Daun Binahong (Anredera Cordifolia (Ten.) Steenis). *Animal Agriculture Journal*, 5(4), 23-32.
- Handayani, Eva, Imam Supriatna, Ligaya ITA Tumbelaka, and Ekayanti Mulyawati Kaiin. 2021. Analisis Komparatif Kualitas Semen Beku Yang Telah Dan Belum Bersertifikasi Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Veteriner* 22 (2): 207–15. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.2.207>.
- Hanifi, Hirzi, Muhammad Nur Ihsan, and Trinil Susilawati. 2016. Pengaruh Lama Ekuilibrasi Pada Proses Pembekuan Terhadap Kualitas Semen Sapi Wagyu Menggunakan Pengencer Andromedif. *Ternak Tropika Journal of Tropical Animal Production* 17 (1): 31–41. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2016.017.01.4>.
- Husin, Noprida, Tatik Suteky, and Kususiayah Kususiayah. 2007. Uji Kualitas Semen Kambing Nubian Dan Peranakannya (Kambing Nubian X PE) Serta Kambing Boer Berdasarkan Lama Penyimpanan. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* 2 (2): 57–64. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.2.2.57-64>.
- Kii, M. B., Hine, T. M., Bette, Y. Y., & Nalley, W. M. (2025). Evaluasi Kualitas Semen Beku Babi Landrace Dalam Pengencer Spermax Modifikasi Dengan Waktu Pre-Freezing Yang Berbeda (Assessment of Landrace Boar Frozen Semen Quality in Modified Spermax Diluent Under Varying Pre-freezing Durations). *Jurnal Nukleus Peternakan*, 12(1), 57-67.
- Khoirunnisa, A., Utomo, S., & Sudrajat, A. (2024). Effect of Shelf Life in Liquid Nitrogen on Frozen Sperm Quality of Ongole Crossbreed Cow: Pengaruh Masa Simpan Dalam Nitrogen Cair Terhadap Kualitas Sperma Beku Sapi Peranakan Ongole. *Teknopro: Journal Of Animal Production Technology*, 1(2), 73-84.
- Kusumawati, D. E., A. T. N. Krisnaningsih, and R. R. Romadlon. 2016. Kualitas Spermatozoa Semen Beku Sapi Simental Dengan Suhu Dan Lama Thawing Yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 26 (3): 38–41. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2016.026.03.06>.
- Leo, S. J. S. R., W. M. Nalley, K. Uly, and H. L. L. Belli. 2023. Pengaruh Penambahan Laktosa Di Dalam Pengencer Tris Dan Sitrat Terhadap Kualitas Semen Cair Sapi Angus. *Jurnal Nukleus Peternakan Juni 2023* 10 (1): 77–87.
- Leyn, M. F., Belli, H., Nalley, W. M., Kune, P., & Hine, T. M. (2021). Kualitas Spermatozoa Kambing Bligon Dalam Pengencer Tris-Kuning Telur Dengan Penambahan Berbagai Level Ekstrak Kulit Buah Naga (Spermatozoa quality of bligon goat in tris-egg yolk diluent added with various levels of dragon fruit peel extract). *Jurnal Nukleus Peternakan*, 8(1), 23-32.
- Mangalla, H. E. (2024). Pengaruh Lama Sentrifugasi dan Kuning Telur Berbeda pada Pengencer Tris Aminomethane Terhadap Viabilitas dan Abnormalitas Spermatozoa Kambing Saanen=

- Effect of Centrifugation Duration and Different Egg Yolks in Tris Aminomethane Diluent on Viability and Abnormality of Saanen Goat Spermatozoa (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Masyitoh, H., Suprayogi, T. W., Praja, R. N., Srianto, P., Madyawati, S. P., & Saputro, A. L. (2018). Persentase motilitas dan viabilitas spermatozoa kambing sapera dalam pengencer tris kuning telur dan susu skim kuning telur before freezing. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(3), 105-112.
- Masyitoh, Herlina, Tri Wahyu Suprayogi, Ratih Novita Praja, Pudji Srianto, Sri Pantja Madyawati, and Amung Logam Saputro. 2018. Persentase Motilitas Dan Viabilitas Spermatozoa Kambing Sapera Dalam Pengencer Tris Kuning Telur Dan Susu Skim Kuning Telur Before Freezing. *Jurnal Medik Veteriner* 1 (3): 105. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol1.iss3.2018.105-112>.
- Mokoagow, F., E. Pudjihastuti, M.J Hendrik, and U. Paputungan. 2021. Makroskopik Semen Segar Kambing Bangsa Peranakan Etawa (PE), Boer Dan Saanen Di Balai Inseminasi Buatan Lembang. *Zootec* 41 (1): 150. <https://doi.org/10.35792/zot.41.1.2021.32462>.
- Munazaroh, Anis Mei, Sri Wahyuningsih, and Gatot Ciptadi. 2013. Uji Kualitas Spermatozoa Kambing Boer. *Jurnal Ternak Tropika* 14 (2): 63-71.
- Nisfimawardah, Lailatun, Firdaus Husein, Erlina Astuti, Monasdir, Riskayanti, Antonius Adhityawan Nugroho1. 2025. Penggunaan Berbagai Pengencer Terhadap Kualitas Semen Kambing Saanen. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 13 (March): 179-93.
- Nur, Nur Eni, Nursamsi Nursamsi, Darmawati Darmawati, and Muhammad Yusuf. 2023. Pengaruh Pengencer Tris Kuning Telur Itik Terhadap Kualitas Semen Sapi Bali Dengan Konsentrasi Spermatozoa Berbeda. *JAGO TOLIS: Jurnal Agrokompleks Tolis* 3 (2): 53. <https://doi.org/10.56630/jago.v3i2.297>.
- Nyuwita, Annisa, Trinil Susilawati, and Nurul Isnaini. 2015. Kualitas Semen Segar Dan Produksi Semen Beku Sapi Simmental Pada Umur Yang Berbeda. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production* 16 (1): 61-68. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2015.016.01.10>.
- Prabowo, Agung. 2010. *Budidaya Ternak Kambing*. Bogor: Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Putra, L. M., & Ducha, N. (2019). Viabilitas Spermatozoa Kambing Boer Pasca Pembekuan dalam Pengencer Tris Dasar Soya dengan Kombinasi Gula yang Berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 8(1).
- Saputra, R. D., Sudrajat, A., Susiati, A. M., & Christi, R. F. (2023). Hubungan antara litter size dan berat induk terhadap masa laktasi Kambing Peranakan Etawah (PE). *Jurnal Sumber Daya Hewan*, 4(1), 8-11.
- Sekosi, Philipus Pati Pelang, Enike Dwi Kusumswati, and Aju Tjatur Nugroho Krisnaningsih. 2016. Motilitas Dan Viabilitas Semen Segar Kambing Peranakan Etawa (Pe) Dengan Menggunakan Pengencer Cauda Epididymal Plasma (Cep-2) Pada Lama Dan Suhu Simpan Yang Berbeda. *Jurnal Sains Peternakan* 4 (1): 34-39.
- Soi, M. N. J. (2016). Uji viabilitas spermatozoa sapi Bali jantan dengan menggunakan larutan natrium clorida (NaCl) yang berbeda level. *JAS*, 1(2), 28-29.

