

Pengaruh Penggunaan Karbohidrat yang Berbeda dalam Pengencer Tris Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Cair Kambing Boer

Wisda Fouri Syahputra^{1*}, Sri Suharyati¹, Madi Hartono², Siswanto Siswanto¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Email: wisdafourisyahputra@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bermaksud guna mengetahui pengaruh penggunaan glukosa, fruktosa, dan sukrosa dalam bahan pengencer Tris Kuning Telur terhadap kualitas semen cair kambing boer serta menentukan perlakuan terbaik dalam menjaga kualitas semen selama penyimpanan pada suhu ruang. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan karbohidrat, yaitu P1 (glukosa 2,5 g), P2 (fruktosa 2,5 g), dan P3 (sukrosa 2,5 g), setiap perlakuan terdiri atas lima kali ulangan. Parameter yang diamati ialah abnormalitas, motilitas individu, dan viabilitas spermatozoa yang diperiksa setiap jam mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-4 yang disimpan pada suhu ruang. Jenis karbohidrat yang berbeda menunjukkan bahwa penambahan beragam jenis karbohidrat signifikan ($P < 0,01$) terhadap motilitas individu jam ke-0 dan viabilitas jam ke-1 hingga jam ke-4. Selain itu, perlakuan juga signifikan ($P < 0,05$) pada motilitas individu jam ke-1 hingga jam ke-3 dan viabilitas jam ke-0, namun tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap abnormalitas spermatozoa kambing boer. Perlakuan P2 (fruktosa) menunjukkan kualitas terbaik dibandingkan perlakuan lainnya dengan mempertahankan rata-rata motilitas sebesar $44,00 \pm 2,24\%$ dan viabilitas $65,16 \pm 1,32\%$ hingga jam ke-3 penyimpanan.

Kata Kunci: Kambing Boer, Karbohidrat, Kualitas spermatozoa, Tris Kuning Telur.

1. Pendahuluan

Kambing merupakan komoditas ternak potensial di Indonesia dengan keunggulan adaptasi, reproduksi, dan sifat prolifrik (Maesya dan Rusdiana, 2018). Pemanfaatan kambing Boer sebagai pejantan unggul untuk persilangan menjadi strategi utama dalam meningkatkan mutu genetik dan produktivitas nasional (Zaenuri *et al.*, 2022). Keberhasilan program Inseminasi Buatan (IB) sangat ditentukan oleh kemampuan bahan pengencer dalam menjaga kualitas spermatozoa selama penyimpanan (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2023; Susilawati, 2013). Guna menjaga integritas membran spermatozoa, pengencer berbasis kuning telur lazim digunakan karena mengandung lesitin

dan fosfolipid yang tinggi sebagai pelindung membran sel (Toelihere, 1993).

Kualitas semen cair tetap berisiko menurun akibat paparan radikal bebas selama preservasi, sehingga penambahan karbohidrat eksogen seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa diperlukan sebagai sumber energi dan krioprotektan ekstraseluler (Herdis *et al.*, 2005). Mengingat terbatasnya informasi mengenai pengaruh spesifik ketiga jenis karbohidrat tersebut pada semen cair kambing Boer, penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penggunaan glukosa, fruktosa, dan sukrosa dalam pengencer Tris kuning telur terhadap motilitas, viabilitas, dan abnormalitas spermatozoa yang disimpan pada suhu ruang (27°C), serta menentukan jenis

karbohidrat terbaik untuk mendukung efisiensi implementasi teknologi IB di Indonesia.

2. Materi dan Metode

2.1. Materi

Penelitian dilaksanakan pada 19 November – 23 Desember 2025 di Peternakan Sinau Farm, Metro, Lampung. Alat yang digunakan meliputi vagina buatan, mikroskop, hemocytometer, tabung penampung semen, dan timbangan analitik digital. Bahan penelitian terdiri atas semen kambing Boer, kuning telur, glukosa, fruktosa, sukrosa, Tris aminomethan, asam sitrat, gliserol, aquabides 100 ml, vaselin, NaCl, larutan eosin 2%, alkohol 70%, serta antibiotik penisilin dan streptomisin.

2.2. Metode

2.2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan jenis karbohidrat dan 5 ulangan, yaitu: P1 (Tris kuning telur + 2,5 gr glukosa); P2 (Tris kuning telur + 2,5 gr fruktosa); dan P3 (Tris kuning telur + 2,5 gr sukrosa).

2.2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi pengumpulan semen kambing, pembuatan pengencer menggunakan Tris kuning telur, proses pengenceran semen, serta pemeriksaan kualitas semen pascapengenceran yang kemudian disimpan pada suhu ruang (27°C). Pemeriksaan kualitas semen dilakukan secara berkala setiap jam, mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-4

2.2.3. Parameter yang diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini mencakup motilitas individu, viabilitas, dan abnormalitas

spermatozoa pascapengenceran. Pengamatan dilakukan secara berkala setiap jam mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-4. Batas akhir pengamatan pada jam ke-4 ditentukan karena rata-rata persentase motilitas individu spermatozoa telah mencapai ambang batas minimal kelayakan untuk Inseminasi Buatan (IB), yaitu $\leq 40\%$ berdasarkan standar Badan Standardisasi Nasional (BSN, 2023).

2.2.4. Analisis Data

Data diuji secara statistik dengan *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika perlakuan memberikan pengaruh nyata, analisis dilanjutkan dengan Uji Wilayah Berganda Duncan pada taraf signifikansi 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemeriksaan Semen Segar Kambing Boer

Hasil evaluasi makroskopis dan mikroskopis semen segar menunjukkan kualitas prima dan disajikan pada Tabel 1. Semen segar memiliki motilitas massa aktif (++), motilitas individu 85%, dan viabilitas 86,64%, melampaui standar kelayakan minimum (70%–80%) berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2023). Tingkat abnormalitas awal tercatat sangat rendah (4,3%), berada jauh di bawah ambang batas maksimal kerusakan yang diizinkan (15%).

Volume ejakulasi mencapai 1,5 ml. Hasil ini lebih rendah dibandingkan laporan Mokoagow *et al.* (2021) pada balai inseminasi (2,30–2,64 ml), yang diduga dipengaruhi oleh faktor umur pejantan yang masih tergolong muda (1 tahun) sehingga perkembangan kelenjar aksesori belum seoptimal pejantan dewasa. Namun, volume tersebut tetap normal secara biologis (0,5–2,0 ml). Warna putih kekuningan dan konsistensi kental mencerminkan tingginya

konsentrasi sperma serta plasma seminal yang sehat (Kostaman dan Utama, 2006; Susilawati, 2013; Toelihere, 1993). Derajat keasaman netral (pH 7,0) juga sesuai dengan standar fisiologis semen normal (Rizal dan Herdis, 2008; Toelihere, 1997).

Pengamatan motilitas massa menunjukkan hasil yang baik (++) dengan pergerakan gelombang sperma yang cepat dan aktif. Toelihere (1993) menegaskan bahwa pola motilitas massa yang aktif tersebut mencerminkan tingginya proporsi spermatozoa yang bergerak progresif secara simultan, sejalan dengan konsentrasi spermatozoa yang mencapai 4.130×10^6 sel/ml. Motilitas individu dan viabilitas spermatozoa juga mencatatkan persentase yang sangat baik, yaitu

berturut-turut sebesar 85% dan 86,64%. Capaian motilitas individu tersebut telah memenuhi syarat mutu yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (2023), yang mensyaratkan tingkat motilitas minimal sebesar 70% agar semen segar layak untuk diproses lebih lanjut. Tingkat abnormalitas spermatozoa ditemukan sangat rendah yakni hanya sebesar 4,3%. Berdasarkan standar Badan Standardisasi Nasional (2023), ambang batas maksimal abnormalitas yang ditoleransi adalah 15%, sehingga rendahnya persentase abnormalitas dalam penelitian ini menunjukkan bahwa morfologi spermatozoa berada dalam kondisi prima untuk meminimalkan risiko kegagalan reproduksi akibat kecacatan struktural sel.

Tabel 1. Hasil evaluasi semen segar kambing boer

Karakteristik Semen	Nilai Penelitian	Standar/Rujukan	Sumber
Makroskopis			
Volume	1,5 ml	0,5 – 2,0 ml	Bandar standarisasi nasional (2023)
Warna	Putih Kekuningan	Krem kekuningan	Toelihere (1993)
Konsistensi	Kental	Kental	Toelihere (1993)
Bau	Khas	Khas (Anyir)	Hafez (2000)
pH	7,0	5,9 – 7,3	Bandar standarisasi nasional (2023)
Mikroskopis			
Motilitas Massa	++	++	Toelihere (1993)
Konsentrasi	4.130×10^6 sel/ml	$> 2.000 \times 10^6$ sel/ml	Pamungkas dan Batubara (2007)
Motilitas Individu	85%	$\geq 70\%$	Badan Standardisasi Nasional (2023)
Viabilitas	86,64%	$\geq 70\%$	Badan Standardisasi Nasional (2023)
Abnormalitas	4,3%	$\leq 15\%$	Badan Standardisasi Nasional (2023)

Keterangan : Motilitas massa (++) : Pergerakan gelombang spermatozoa yang cepat dan aktif.

3.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Motilitas Spermatozoa Pascapengenceran

Hasil pengamatan motilitas individu spermatozoa kambing Boer pada perlakuan jenis karbohidrat yang berbeda selama 4 jam penyimpanan pada suhu ruang (27°C) disajikan pada Tabel 2. Hasil motilitas dipengaruhi oleh penambahan berbagai jenis karbohidrat ke dalam pengencer Tris kuning telur selama 4 jam penyimpanan pada suhu ruang (27°C). Menurut Putra *et al.* (2019), kelompok monosakarida seperti glukosa (P1) dan fruktosa (P2) terbukti lebih efisien dalam mempertahankan daya gerak sel karena struktur molekulnya yang sederhana memungkinkan substrat langsung ditransportasikan melalui membran sel menuju jalur glikolisis untuk segera dikonversi menjadi energi (ATP) bagi pergerakan spermatozoa. Fruktosa secara konsisten memberikan hasil paling optimal karena merupakan gula heksosa fisiologis alami utama di dalam plasma semen, sehingga pemanfaatannya oleh spermatozoa berjalan sangat efisien melalui jalur fruktolisis tanpa memerlukan tahapan pemecahan molekul yang kompleks. Pengamatan hingga jam ke-2 menunjukkan bahwa tingkat motilitas pada perlakuan glukosa dan fruktosa masih berada di atas angka 40%. Jika mengacu pada standar minimum kualitas semen segar layak proses berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2023) mengenai Semen Beku Bagian 3: Kambing dan Domba, motilitas awal minimum yang disyaratkan adalah tidak kurang dari 70%, sedangkan untuk aplikasi inseminasi semen cair di lapangan, angka 40% merupakan ambang batas minimal kelayakan

operasional. Namun, saat memasuki jam ke-3, performa perlakuan sukrosa (P3) mengalami penurunan signifikan hingga menyentuh angka 37% sehingga tidak lagi layak diaplikasikan. Rendahnya motilitas pada perlakuan sukrosa disebabkan karena sukrosa merupakan jenis disakarida, sedangkan spermatozoa tidak memiliki enzim sukrase ekstraseluler yang adekuat untuk menghidrolisis ikatan tersebut menjadi gula sederhana di luar sel.

3.3. Pengaruh Perlakuan pada Viabilitas Spermatozoa Pascapengenceran

Data hasil pengamatan rerata viabilitas spermatozoa kambing boer untuk setiap perlakuan periode pengamatan bisa dilihat pada Tabel 3. Analisis ragam memperlihatkan bahwasanya penambahan berbagai jenis karbohidrat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap viabilitas spermatozoa kambing Boer pada jam ke-0. Perlakuan P2 (fruktosa: $77,33^b \pm 0,67$) dan P1 (glukosa: $76,89^b \pm 1,29$) menunjukkan persentase hidup yang lebih tinggi secara nyata dibandingkan P3 (sukrosa: $75,08^a \pm 1,74$). Meskipun terjadi penurunan persentase dari standar semen segar pascakoleksi, nilai viabilitas yang berada di kisaran 75-77% ini menegaskan bahwa semen cair tersebut memiliki ketahanan struktural membran yang baik. Meskipun parameter konvensional seperti viabilitas mencerminkan keutuhan struktural membran dan tidak serta-merta menjamin kapasitas motilitas progresif maupun tingkat fertilitas di lapangan, terjaganya keutuhan membran ini merupakan prasyarat mutlak bagi spermatozoa untuk dapat bertahan hidup selama masa preservasi.

Tabel 2. Rerata ($\pm$ SD) motilitas individu spermatozoa semen cair kambing Boer pada pengencer Tris kuning telur dengan penambahan jenis karbohidrat yang berbeda

Perlakuan	Periode Observasi			
	Jam ke-0	Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-3
	------(%)-----			
P1	68,00 $\pm$ 6,99 ^b	59,00 $\pm$ 2,24 ^a	51,00 $\pm$ 4,18 ^b	43,00 $\pm$ 2,74 ^a
P2	72,00 $\pm$ 2,24 ^b	62,00 $\pm$ 2,74 ^b	52,00 $\pm$ 2,74 ^b	44,00 $\pm$ 2,24 ^b
P3	60,00 $\pm$ 7,07 ^a	55,00 $\pm$ 5,00 ^a	45,00 $\pm$ 5,00 ^a	37,00 $\pm$ 4,47 ^a

Tabel 3. Rerata ($\pm$ SD) viabilitas spermatozoa pascapengenceran semen cair kambing Boer pada pengencer Tris kuning telur dengan penambahan jenis karbohidrat yang berbeda

Perlakuan	Periode Observasi				
	Jam ke-0	Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-3	Jam ke-4
	------(%)-----				
P1	76,89 $\pm$ 1,29 ^b	71,55 $\pm$ 1,25 ^a	67,95 $\pm$ 0,58 ^b	63,32 $\pm$ 1,16 ^b	57,83 $\pm$ 1,77 ^b
P2	77,33 $\pm$ 0,67 ^b	74,16 $\pm$ 1,05 ^b	70,02 $\pm$ 1,07 ^b	65,16 $\pm$ 1,32 ^b	59,35 $\pm$ 1,74 ^b
P3	75,08 $\pm$ 1,74 ^a	70,02 $\pm$ 1,53 ^a	65,48 $\pm$ 2,83 ^a	61,4 $\pm$ 1,58 ^a	55,55 $\pm$ 1,22 ^a

Tabel 4. Rerata ($\pm$ SD) abnormalitas spermatozoa pascapengenceran semen cair kambing Boer pada pengencer Tris kuning telur dengan penambahan jenis karbohidrat yang berbeda

Perlakuan	Periode Observasi				
	Jam ke-0	Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-3	Jam ke-4
	------(%)-----				
P1	2,39 $\pm$ 0,75	1,77 $\pm$ 1,11	2,09 $\pm$ 0,64	2,92 $\pm$ 0,92	1,58 $\pm$ 1,11
P2	1,30 $\pm$ 1,01	2,01 $\pm$ 1,39	2,39 $\pm$ 1,29	1,92 $\pm$ 0,76	1,72 $\pm$ 1,43
P3	2,76 $\pm$ 1,35	2,13 $\pm$ 1,19	1,85 $\pm$ 0,85	2,05 $\pm$ 0,66	1,93 $\pm$ 0,66

Keterangan :

SD : Standar Deviasi

P1 : Pengencer tris kuning telur dengan penggunaan 2,5 g glukosa;

P2 : Pengencer tris kuning telur dengan penggunaan 2,5 g fruktosa;

P3 : Pengencer tris kuning telur dengan penggunaan 2,5 g sukrosa.

Huruf superscript kecil (a, b) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji Duncan.

Memasuki jam ke-1 penyimpanan semen cair pada suhu ruang (27°C), fruktosa (P2) menunjukkan keunggulan yang nyata dengan viabilitas tertinggi sebesar 74,16% dibandingkan glukosa (P1) dan sukrosa (P3). Putra *et al.* (2019) menjelaskan bahwa keunggulan ini terjadi karena fruktosa merupakan gula heksosa fisiologis alami utama di dalam plasma semen yang diserap secara efisien oleh reseptor spesifik spermatozoa untuk memproduksi ATP. Memasuki jam ke-2, efektivitas kelompok monosakarida semakin

terlihat ketika glukosa (67,95%) dan fruktosa (70,02%) mampu mempertahankan viabilitas secara lebih baik dan berbeda nyata dibandingkan dengan sukrosa (65,48%). Glukosa dan fruktosa bertindak sebagai bahan bakar utama seluler yang dimetabolisme secara cepat melalui jalur glikolisis. Sebaliknya, perlakuan sukrosa mengalami penurunan persentase viabilitas yang lebih cepat karena struktur disakarida tidak dapat dihidrolisis secara ekstraseluler oleh spermatozoa akibat ketiadaan enzim

sukrase yang adekuat. Efek kurang menguntungkan dari molekul disakarida terhadap kelangsungan hidup sel ini sejalan dengan laporan Santos *et al.* (2007), di mana ketiadaan pasokan energi siap pakai memicu terjadinya kelaparan seluler (*starvasi*) yang lambat laun merusak struktur membran plasma spermatozoa.

Pada jam ke-3 hingga jam ke-4, perlakuan monosakarida tetap memperlihatkan stabilitas viabilitas yang lebih baik secara nyata ($P < 0,01$) dibandingkan disakarida. Pola ini menegaskan bahwa kecepatan suplai energi pada penyimpanan suhu ruang sangat krusial untuk mempertahankan pompa ion pada membran guna melawan stres oksidatif seluler. Meskipun sukrosa memiliki keunggulan fungsional sebagai krioprotektan ekstraseluler non-permeabel pada proses pembekuan semen (Aisen *et al.*, 2002), namun untuk keperluan preservasi semen cair, kemudahan akses energi dari glukosa dan fruktosa terbukti jauh lebih efektif. Seluruh perlakuan masih menunjukkan nilai viabilitas di atas 50% pada akhir pengamatan jam ke-4. Jika merujuk pada prinsip dasar kelayakan pengolahan semen segar yang mengadopsi standar Badan Standardisasi Nasional (2023) mengenai Semen Beku Kambing, persentase hidup berkisar 55-59% pada jam ke-4 ini mengonfirmasi bahwa jumlah sel yang utuh secara struktural masih mencukupi kebutuhan dosis inseminasi semen cair. Secara keseluruhan, penggunaan pengencer Tris kuning telur dengan penambahan glukosa maupun fruktosa terbukti mampu mempertahankan viabilitas spermatozoa kambing Boer dalam kategori layak hingga 4 jam penyimpanan pada suhu ruang (27°C), dengan fruktosa sebagai pilihan prioritas untuk menjaga kestabilan parameter mutu semen.

3.4. Dampak perlakuan abnormalitas spermatozoa pascapengenceran

Tabel 4 menampilkan persentase rerata abnormalitas pada sampel yang diberi perlakuan glukosa, fruktosa, serta sukrosa dalam pengencer Tris-kuning telur sesudah pengenceran. Tingkat abnormalitas spermatozoa kambing Boer dari 0 hingga 4 jam penyimpanan pada suhu ruang (27°C) tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) oleh penambahan berbagai jenis karbohidrat (glukosa, fruktosa, serta sukrosa) ke dalam pengencer Tris kuning telur berlandaskan hasil analisis ragam. Tidak adanya pengaruh nyata ini dikarenakan bahan pengencer yang digunakan tidak bersifat toksik. Hasil ini memperkuat teori bahwa persentase abnormalitas spermatozoa lebih dominan dipengaruhi oleh faktor internal pejantan selama proses pembentukan sel dibandingkan faktor eksternal lingkungan pengencer. Sesuai dengan klasifikasi oleh Toelhihere (1993), abnormalitas spermatozoa terbagi menjadi abnormalitas primer yang cacat sejak dalam proses spermatogenesis di dalam testis (faktor genetik), serta abnormalitas sekunder yang terjadi selama proses transportasi di dalam epididimis maupun akibat faktor mekanis akibat kesalahan penanganan pascakoleksi.

Hal ini menegaskan bahwa komposisi karbohidrat di dalam media pengencer murni berfungsi sebagai substrat penyedia energi eksogen dan penjaga keseimbangan lingkungan luar sel, tanpa memengaruhi ataupun mengubah struktur morfologi spermatozoa yang telah terbentuk sempurna sejak sebelum proses ejakulasi. Oleh karena itu, penurunan kualitas semen cair selama penyimpanan pada suhu ruang (27°C) tidak tercermin pada perubahan bentuk fisik sel, melainkan lebih terpusat pada aspek

kelelahan energi glikolitik yang menurunkan motilitas serta kerusakan permeabilitas membran plasma yang menurunkan viabilitas. Karakteristik morfologi yang stabil ini dibuktikan dengan persentase abnormalitas spermatozoa yang cenderung konstan, seragam, dan bertahan dengan sangat baik di bawah ambang batas kerusakan maksimal (15%) hingga akhir pengamatan jam ke-4.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa penambahan berbagai jenis karbohidrat (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) ke dalam bahan pengencer Tris kuning telur secara umum berpengaruh sangat nyata terhadap motilitas individu dan viabilitas spermatozoa, namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap persentase abnormalitas spermatozoa kambing Boer. Secara khusus, penggunaan fruktosa (P2) terbukti menjadi perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan kualitas mutu semen cair kambing Boer secara paling optimal dibandingkan glukosa dan sukrosa hingga jam ke-3 penyimpanan pada suhu ruang (27°C).

4.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan suhu penyimpanan yang berbeda (suhu rendah) untuk mengevaluasi efektivitas jenis karbohidrat ini dalam menjaga daya tahan spermatozoa.

Daftar Pustaka

- Aisen, E. G., V. H. Medina, & A. Venturino. (2002). Cryopreservation and post-thawed fertility of ram semen frozen in different trehalose concentrations. *Theriogenology*, 57(7): 1801–1808.
[https://doi.org/10.1016/S0093-619X\(02\)00653-2](https://doi.org/10.1016/S0093-619X(02)00653-2)
- Badan Standardisasi Nasional. (2023). *SNI 4869-3:2023 Semen Beku - Bagian 3: Kambing dan Domba*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Peternakan & Kesehatan Hewan. (2023). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2023*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Hamdi, T. P. A., R. Setiawan, & N. Solihati. (2024). Pengaruh pemberian glukosa dalam proses glikolisis terhadap viabilitas sperma domba. *Jurnal Produksi Ternak Terapan*, 5(2): 82–91. <https://doi.org/10.24198/jptt.v5i2.57687>
- Herdis, M. R. Toelihere, Supriatna, B. Purwantara, & R. Adikara. (2005). Optimalisasi kualitas semen cair domba Garut (*Ovis aries*) melalui penambahan maltosa ke dalam pengencer semen Tris kuning telur. *Media Kedokteran Hewan*, 21(2): 88–93. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/30704>
- Herdis, I. W. A. Darmawan, & M. Rizal. (2016). Penambahan beberapa jenis gula dapat meningkatkan kualitas spermatozoa beku asal epididimis ternak domba. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 10(2): 200–204. <https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v10i2.5139>
- Kostaman, T., & I. K. Utama. (2006). Studi motilitas dan daya hidup spermatozoa kambing Boer pada pengencer Tris sitrat fruktosa. *Jurnal Sains Veteriner*, 24(1): 58–64. <https://doi.org/10.22146/jsv.352>

- Maesya, A., & S. Rusdiana. (2018). Prospek pengembangan usaha ternak kambing dan memacu peningkatan ekonomi peternak. *Agriekonomika (Jurnal Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian)*, 7(2): 173–183. <https://doi.org/10.21107/agriekonomika.v7i2.4459>
- Mokoagow, Z., N. Solihati, & S. D. Rasad. (2021). Karakteristik semen segar jantan unggul berbagai bangsa kambing di Balai Inseminasi Buatan. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 21(1): 45–52. <https://doi.org/10.35792/zot.41.1.2021.31622>
- Mukminat, A., S. 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(3): 87–92. <https://doi.org/10.23960/jipt.v2i2.p0%25p>
- Putra, L. M., & N. Ducha. (2019). Viabilitas spermatozoa kambing Boer pasca pembekuan dalam pengencer Tris dasar soya dengan kombinasi gula. *LenteraBio*, 8(1): 31–35. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/28426>
- Rizal, M., & Herdis. (2008). *Inseminasi Buatan pada Domba*. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Santos, F. M. R., P. F. Martínez, M. V. García, M. C. Estes, A. J. Soler, P. de Paz, L. Anel, & J. J. Garde. (2007). Extender osmolality and sugar supplementation exert a complex effect on the cryopreservation of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) epididymal spermatozoa. *Theriogenology*, 67(4): 738–753. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.10.005>
- Susilawati, T. (2013). *Pedoman Inseminasi Buatan pada Ternak*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Toelihere, M. R. (1993). *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Angkasa, Bandung.
- Toelihere, M. R. (1997). *Fisiologi Reproduksi pada Ternak (Edisi Revisi)*. Angkasa, Bandung.
- Zaenuri, L. A., I. W. L. Sumadiasa, & Rodiah. (2022). Upaya peningkatan produktifitas kambing melalui persilangan kambing lokal dengan kambing Boer di Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Tengah. *Jurnal Abdi Insani*, 9(2): 618–626. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v9i2.545>