

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

Dimas Prayoga^{1*}, Sri Suharyati¹, Madi Hartono², Siswanto¹

¹Program Studi Peternakan, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

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

*Email: dimasprayg4@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan fruktosa, glukosa, dan sukrosa 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 diantaranya motilitas individu, viabilitas, dan abnormalitas spermatozoa yang diperiksa setiap jam mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-4. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa penggunaan jenis karbohidrat yang berbeda dalam pengencer sitrat kuning telur pada kambing Boer tidak signifikan ($P>0,05$) terhadap motilitas dan viabilitas pada penyimpanan jam ke-0, signifikan ($P<0,05$) terhadap motilitas dan viabilitas penyimpanan jam ke-1, serta sangat signifikan ($P<0,01$) terhadap motilitas dan signifikan ($P<0,05$) terhadap viabilitas pada penyimpanan jam ke-2. Selain itu, perlakuan ini signifikan ($P<0,05$) 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 signifikan ($P>0,05$) 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 suhu ruang.

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

1. Pendahuluan

Subsektor peternakan memiliki peran penting dalam pembangunan pertanian karena berkontribusi terhadap penyediaan protein hewani bagi masyarakat. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2024), populasi kambing di Indonesia menunjukkan potensi yang besar untuk mendukung ketahanan pangan nasional. Kambing Boer memiliki pertumbuhan relatif cepat, namun produktivitasnya masih rendah karena keterbatasan pejantan unggul.

Upaya untuk meningkatkan populasi dan mutu genetik kambing Boer adalah melalui Inseminasi Buatan. 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, 1993). Semen harus dipertahankan melalui proses pengenceran yang berfungsi menyediakan lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup spermatozoa serta melindunginya dari kerusakan selama penyimpanan suhu rendah. Salah satu pengencer yang umum digunakan adalah sitrat kuning telur.

Sitrat kuning telur memiliki kemampuan melindungi membran spermatozoa dari kerusakan akibat pendinginan, namun penggunaannya perlu dilengkapi dengan sumber energi tambahan seperti karbohidrat. Beberapa karbohidrat yang umum digunakan

dalam pengencer semen adalah fruktosa, glukosa, dan sukrosa. Menurut Nuralamsyah *et al.* (2024), penambahan sumber karbohidrat dalam bahan pengencer dapat mempertahankan kualitas spermatozoa. Oleh karena itu, evaluasi penggunaan berbagai jenis karbohidrat dalam pengencer sitrat kuning telur diperlukan untuk memperoleh formulasi yang lebih efektif dalam mempertahankan kualitas semen cair kambing Boer.

2. Materi dan Metode

2.1. Materi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode November hingga Desember 2025 bertempat di Peternakan Sinau Farm, Kelurahan Karang Rejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro, Provinsi Lampung.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa vagina buatan, batang pengaduk, termometer, wadah plastik, nampan, erlenmeyer, kertas label, kertas saring, aluminium foil, pH meter, gelas ukur, mikroskop, pemisah telur, hemocytometer, tali tambang, kaca objek, kaca penutup, gelas beker, pipet tetes, tisu, timbangan digital analitik, dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa air panas bersuhu 92°C, semen segar dari pejantan Kambing Boer umur 1 tahun, NaCl 0,9%, larutan eosin 2%, alkohol 70%, glukosa, sukrosa, dan fruktosa, aquabidest, natrium sitrat, vaselin, penisilin, streptomisin, serta kuning telur ayam.

2.2. Metode

2.2.1. Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan RAL yang terdiri atas tiga perlakuan dengan lima kali ulangan. Adapun perlakuan meliputi P1 : Penggunaan fruktosa 2,5 g dalam pengencer, P2 : Penggunaan glukosa 2,5 g dalam pengencer, P3 :

Penggunaan sukrosa 2,5 g dalam pengencer.

2.2.2. Prosedur penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu penampungan semen kambing, pembuatan pengencer sitrat kuning telur, pengenceran semen dan pemeriksaan kualitas semen pascapengenceran dan disimpan pada suhu ruang. Pemeriksaan dilakukan setiap 0, 1, 2, 3 jam dan seterusnya hingga motilitasnya $\leq 40\%$.

2.2.3. Peubah yang diamati

Peubah yang diamati yaitu motilitas, viabilitas, dan abnormalitas spermatozoa pascapengenceran setiap 0, 1, 2, 3 jam dan seterusnya hingga motilitas spermatozoa $\leq 40\%$. Penilaian motilitas dilakukan dengan meneteskan satu tetes semen yang sudah diencerkan di object glass, lalu ditutup menggunakan kaca penutup dan diamati dengan perbesaran mikroskop 10 x10 pada beberapa lapang pandang. Pengamatan dilakukan dengan membandingkan pergerakan spermatozoa yang bergerak progresif terhadap yang tidak progresif, dan dinilai dalam persentase 0-100%. Standar Nasional Indonesia (SNI) menetapkan bahwa motilitas minimal yang dipersyaratkan untuk pelaksanaan IB adalah 40% (Badan Standardisasi Nasional, 2017).

Pemeriksaan viabilitas spermatozoa dilakukan dengan mencampurkan satu tetes semen dan satu tetes eosin 2% di atas kaca objek, kemudian diratakan menggunakan kaca objek lain hingga membentuk preparat tipis. Preparat tersebut selanjutnya diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x40 untuk membedakan spermatozoa hidup dan mati. Spermatozoa hidup tampak transparan, sedangkan spermatozoa mati

berwarna merah hingga merah muda. Jumlah spermatozoa yang diamati minimal 210 sel. Persentase

spermatozoa hidup kemudian dihitung berdasarkan rumus yang dikemukakan oleh Hartono *et al.* (2023).

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

Penilaian abnormalitas spermatozoa dilakukan dengan mencampurkan satu tetes semen beku dan satu tetes eosin 2% pada kaca objek, kemudian diratakan menggunakan kaca objek lain hingga homogen. Preparat selanjutnya diamati menggunakan

mikroskop dengan perbesaran 10×40 untuk mengidentifikasi bentuk abnormal sesuai kriteria yang telah ditetapkan. Jumlah spermatozoa yang diamati minimal 210 sel berdasarkan Hartono *et al.* (2023).

$$\text{Abnormalitas spermatozoa(\%)} = \frac{\text{Jumlah spermatozoa abnormal}}{\text{Jumlah spermatozoa keseluruhan}} \times 100\%$$

2.2.4. Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis statistika menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf 1% dan atau 5% dilanjutkan dengan uji *Duncan* untuk peubah yang berbeda nyata.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Evaluasi Semen Segar

Berdasarkan hasil pemeriksaan makroskopis semen segar menunjukkan kualitas yang baik. Volume semen yang diperoleh sebesar 0,5 ml, masih berada dalam kisaran fisiologis normal menurut Salisbury dan VanDemark (1985), serta menunjukkan kemampuan ejakulasi yang baik. Secara visual, semen berwarna putih kekuningan dengan konsistensi kental, yang mencerminkan kondisi fisiologis reproduksi normal dan berkaitan dengan tingginya konsentrasi spermatozoa dalam ejakulat. Menurut Susilawati (2013) dan Feradis (2010), karakteristik tersebut merupakan ciri umum semen kambing yang sehat. Selain itu, nilai pH yang diperoleh sebesar 7,0 masih berada dalam kisaran normal menurut Toelihere (1993) dan berperan dalam menjaga stabilitas

membran plasma serta mendukung metabolisme spermatozoa. Dengan demikian, berdasarkan parameter volume, warna, konsistensi, dan pH, semen kambing Boer pada penelitian ini memiliki kualitas makroskopis yang baik dan layak untuk dievaluasi lebih lanjut secara mikroskopis.

Hasil pemeriksaan mikroskopis menunjukkan bahwa semen segar kambing Boer memiliki kualitas yang baik. Motilitas massa berada pada kategori (++), yang menandakan adanya gelombang pergerakan spermatozoa aktif dengan konsentrasi sel yang relatif tinggi. Motilitas individu mencapai 85%, sehingga berada di atas batas minimal 70% yang direkomendasikan oleh Evans dan Maxwell (1987) untuk kelayakan inseminasi buatan. Konsentrasi spermatozoa sebesar 4.130 juta/ml menunjukkan proses spermatogenesis berlangsung optimal dan didukung oleh viabilitas sebesar 86,64%, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar spermatozoa masih hidup serta memiliki integritas membran yang baik. Selain itu, persentase abnormalitas sebesar 4,3% masih berada di bawah batas toleransi normal yaitu dibawah 15% (Toelihere, 1993), sehingga menunjukkan bahwa

sebagian besar spermatozoa memiliki morfologi yang normal.

3.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Motilitas Spermatozoa Pascapengenceran

Hasil motilitas spermatozoa untuk setiap perlakuan periode pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil penelitian pada jam penyimpanan ke-0, rata-rata motilitas spermatozoa pada tiap perlakuan masih menunjukkan nilai yang relatif tinggi. Perlakuan P1 memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan P2 dan P3 yang memiliki nilai rata-rata yang sama sehingga tidak adanya signifikansi antar perlakuan. Kondisi tersebut

menunjukkan bahwa pada fase awal penyimpanan spermatozoa masih berada dalam keadaan fisiologis yang stabil karena masih memanfaatkan cadangan energi intraseluler untuk mempertahankan aktivitas gerakannya. Selain itu, sumber energi dari ketiga jenis karbohidrat dalam pengencer belum menunjukkan perbedaan kemampuan dalam mempertahankan motilitas spermatozoa. Pendapat ini sejalan dengan Yulnawati dan Setiadi (2005) yang menyatakan bahwa pada jam-jam awal penyimpanan spermatozoa masih memiliki energi yang cukup untuk mempertahankan pergerakan progresif.

Tabel 1. Hasil evaluasi semen segar kambing Boer

Karakteristik Semen	Nilai
Volume (ml)	0,5
Warna	Putih kekuningan
Konsistensi	Kental
Bau	Khas
pH	7
Motilitas massa	++
Konsentrasi (juta/ml)	4.130
Motilitas individu (%)	85
Viabilitas (%)	86,64
Abnormalitas (%)	4,3

Keterangan: Motilitas massa (++): Baik, terlihat adanya gelombang kecil, agak tipis, jarang, kurang jelas dan bergerak lambat (Mila *et al.*, 2021)

Tabel 2. Persentase motilitas pascapengenceran

Jam	Perlakuan		
	P1	P2	P3
	(%).....		
0	77±2,74	75±3,54	75±3,54
1	71±2,24 ^b	68±2,74 ^{ab}	66±2,24 ^a
2	64±2,24 ^b	61±2,74 ^b	57±2,24 ^a
3	54±2,24 ^b	52±2,74 ^{ab}	49±2,24 ^a
4	44±2,24 ^b	42±2,74 ^{ab}	37±5,70 ^a

Keterangan:

P1: Penggunaan fruktosa dalam bahan pengencer

P2: Penggunaan glukosa dalam bahan pengencer

P3: Penggunaan sukrosa dalam bahan pengencer

Superskrip dengan huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan adanya signifikansi antar perlakuan (P<0,05)

Tabel 3. Persentase viabilitas pascapengenceran

Jam	Perlakuan		
	P1	P2	P3
	(%).....		
0	79,52±1,80	76,56±2,35	76,28±2,58
1	74,51±2,41 ^b	71,72±2,17 ^{ab}	70,31±2,22 ^a
2	70,64±2,89 ^b	68,84±2,29 ^{ab}	65,85±2,32 ^a
3	67,09±2,55 ^b	63,96±4,60 ^{ab}	61,34±1,80 ^a
4	62,73±2,93 ^b	59,92±4,44 ^{ab}	55,91±4,01 ^a

Keterangan:

P1: Penggunaan fruktosa dalam bahan pengencer

P2: Penggunaan glukosa dalam bahan pengencer

P3: Penggunaan sukrosa dalam bahan pengencer

Tabel 4. Persentase abnormalitas pascapengenceran

Jar	Perlakuan		
	P1	P2	P3
	(%).....		
0	2,55±1,70	2,41±1,91	1,75±0,79
1	2,34±1,37	1,62±1,18	2,31±1,63
2	3,37±1,81	2,56±2,27	2,69±1,46
3	1,63±1,06	2,09±1,07	2,07±1,06
4	2,12±1,11	2,39±1,88	2,62±1,31

Keterangan:

P1: Penggunaan fruktosa dalam pengencer

P2: Penggunaan glukosa dalam pengencer

P3: Penggunaan sukrosa dalam pengencer

Perlakuan jam ke-1 hingga jam ke-4, P1 menunjukkan nilai rata-rata tertinggi, diikuti P2, dan nilai rata-rata terendah pada perlakuan P3. Perlakuan P1 menunjukkan kemampuan paling baik dalam mempertahankan motilitas spermatozoa karena fruktosa merupakan monosakarida yang secara alami terdapat dalam plasma semen dan dapat langsung dimanfaatkan sebagai substrat metabolisme energi untuk menghasilkan adenosin trifosfat (ATP) yang diperlukan dalam pergerakan flagel spermatozoa. Menurut Hammerstedt (1993), gula sederhana seperti fruktosa dan glukosa berperan penting dalam menghasilkan energi yang mendukung aktivitas motilitas, dan hal ini diperkuat oleh Bustani dan Baiee (2021) yang menyatakan bahwa fruktosa dalam semen extender mampu menyediakan energi metabolik secara langsung

sehingga motilitas dapat dipertahankan lebih lama.

Perlakuan P2 memiliki nilai rata-rata yang lebih rendah dibanding P1, akan tetapi lebih tinggi dibanding P3 karena glukosa juga termasuk monosakarida yang dapat langsung digunakan sebagai sumber energi oleh spermatozoa. Sebaliknya, perlakuan P3 cenderung menghasilkan motilitas lebih rendah karena sukrosa merupakan disakarida yang harus mengalami hidrolisis terlebih dahulu menjadi glukosa dan fruktosa sebelum digunakan dalam metabolisme sel, sehingga pemanfaatan energinya berlangsung lebih lambat. Menurut Mukminat *et al.* (2014), monosakarida lebih cepat dimetabolisme oleh spermatozoa dibandingkan disakarida sehingga lebih efektif dalam mempertahankan motilitas selama penyimpanan. Meskipun demikian, sukrosa tetap memiliki fungsi

fisiologis sebagai osmoregulator dan krioprotektan ekstraseluler yang membantu menjaga stabilitas membran plasma spermatozoa selama penyimpanan (Syaifullah *et al.*, 2022).

3.3 Pengaruh Perlakuan terhadap Viabilitas Spermatozoa Pascapengenceran

Hasil viabilitas spermatozoa kambing Boer untuk setiap perlakuan periode pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil penelitian pada jam penyimpanan ke-0, rata-rata viabilitas spermatozoa pada tiap perlakuan masih memiliki rata-rata nilai yang tidak berbeda jauh. Perlakuan P1 memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan P2 dan P3 yang memiliki nilai rata-rata yang sama sehingga tidak adanya signifikansi antar perlakuan. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada fase awal penyimpanan kualitas membran plasma spermatozoa masih relatif stabil karena sel masih memanfaatkan cadangan energi endogen yang tersedia dalam plasma semen, sehingga pengaruh jenis karbohidrat dalam pengencer belum tampak secara nyata. Hussain *et al.* (2018) menyatakan bahwa fosfolipid dan lipoprotein dalam kuning telur mampu melindungi membran spermatozoa dari perubahan lingkungan selama penyimpanan sehingga kerusakan struktur membran plasma spermatozoa tetap terjaga.

Penyimpanan pada jam ke-1 sampai jam ke-4, P1 secara konsisten menghasilkan nilai rata-rata viabilitas tertinggi, diikuti P2, sedangkan P3 menunjukkan nilai rata-rata terendah. Kemampuan fruktosa dalam mempertahankan viabilitas spermatozoa lebih baik dibandingkan sukrosa, fruktosa sebagai monosakarida yang dapat secara langsung dimanfaatkan dalam metabolisme energi sel

spermatozoa. Fruktosa dan glukosa dapat masuk ke jalur glikolisis untuk menghasilkan adenosin trifosfat (ATP) yang berperan dalam mempertahankan aktivitas metabolik, keseimbangan ion, dan ketahanan membran plasma spermatozoa selama penyimpanan. Metabolisme glukosa dan fruktosa pada spermatozoa berlangsung melalui jalur metabolisme energi yang menghasilkan ATP sebagai sumber energi utama bagi kelangsungan hidup sel (Qiu *et al.*, 2016). Rahayu dan Ducha (2022) menyatakan bahwa fruktosa dalam bahan pengencer semen mampu meningkatkan produksi ATP sehingga kualitas spermatozoa dapat dipertahankan selama penyimpanan. Sebaliknya, sukrosa sebagai disakarida harus mengalami hidrolisis terlebih dahulu menjadi monosakarida sebelum dapat dimanfaatkan, sehingga ketersediaan energinya berlangsung lebih lambat yang mempengaruhi nilai viabilitasnya.

3.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Abnormalitas Spermatozoa Pascapengenceran

Data hasil pengamatan Abnormalitas spermatozoa kambing Boer untuk setiap perlakuan periode pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata abnormalitas spermatozoa selama penyimpanan jam ke-0 hingga jam ke-4 berkisar antara 3,37-1,62%. Nilai abnormalitas yang relatif rendah di seluruh perlakuan menunjukkan bahwa perbedaan jenis karbohidrat tidak menyebabkan perubahan morfologi spermatozoa. Karbohidrat dalam pengencer lebih berfungsi sebagai sumber energi untuk mendukung metabolisme sel, terutama dalam mempertahankan motilitas dan viabilitas, bukan memengaruhi struktur

morfologi spermatozoa. Hal ini karena bentuk spermatozoa telah terbentuk secara permanen selama proses spermatogenesis di testis dan pematangan di epididimis sebelum ejakulasi. Temuan ini sejalan dengan Sellem *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa abnormalitas spermatozoa pada ternak lebih banyak dipengaruhi oleh kualitas spermatogenesis dan faktor genetik pejantan dibandingkan perlakuan yang diberikan setelah ejakulasi. Selama penyimpanan semen berlangsung pada kondisi lingkungan yang stabil, penggunaan jenis karbohidrat yang berbeda dalam pengencer sitrat kuning telur cenderung tidak menimbulkan perubahan morfologi spermatozoa yang signifikan.

4. Kesimpulan

4.1. Kesimpulan

Fruktosa, glukosa, dan sukrosa, tidak signifikan ($P > 0,05$) terhadap motilitas dan viabilitas sperma pada jam ke-0, tetapi signifikan hingga sangat signifikan terhadap motilitas dan viabilitas selama penyimpanan jam ke-1 sampai jam ke-4. Sementara itu, penambahan berbagai jenis karbohidrat tersebut tidak signifikan ($P > 0,05$) terhadap persentase abnormalitas sperma kambing pada masa penyimpanan pada suhu ruang. Di antara perlakuan yang diuji, fruktosa merupakan perlakuan terbaik dalam mempertahankan kualitas semen cair hingga jam ke-4, dengan nilai motilitas sebesar $44 \pm 2,24\%$ dan viabilitas sebesar $62,73 \pm 2,93\%$.

4.2. Saran

Disarankan penelitian lanjutan mengenai penggunaan berbagai karbohidrat dalam pengencer susu skim selama penyimpanan suhu ruang.

Daftar Pustaka

- 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.
- 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.
- 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.
- Feradis. (2010). *Bioteknologi Reproduksi pada Ternak*. Alfabeta. Bandung.
- 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., Suharyati, S., & Siswanto. (2023). Penuntun Praktikum Teknologi Reproduksi Ternak. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- 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>
- 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.
- Nuralamsyah, M., Mansur, M., & Armayani, M. (2024). The Effect of Adding Glucose to Andromed Diluent on Limousin Cow Semen During the Cryopreservation Period. *Jurnal Peternakan Lokal*, 6(1), 26–39.
- 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.
- 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.
- Salisbury, G. W., & VanDemark, N. L. (1985). *Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle*. W. H. Freeman & Co. San Francisco.
- 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.
- Susilawati, T. (2013). *Pedoman Inseminasi Buatan pada Ternak*. UB Press. Malang.
- Syaifulah, F., Khaeruddin, K., & Agus, A. (2022). Viabilitas Post-Ekuilibrase dan Recovery Rate Spermatozoa Sapi Simmental dengan Penambahan Laktosa dan Sukrosa dalam Pengencer. *JANHUS: Journal of Animal Husbandry Science*, 7(1), 34–42.
- Toelihere, M. R. (1993). *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Angkasa. Bandung.
- 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>