



KONTRIBUSI ABNORMALITAS SPERMATOZOA TERHADAP MOTILITAS SPERMATOZOA SEMEN BEKU SAPI BALI

Risna F Lumbantoruan¹⁾, Teguh Sumarsono²⁾, Bayu Rosadi³⁾

¹⁾ Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Email: risnafero@gmail.com

²⁾ Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Email: teguh@gmail.com

³⁾ Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Email: bayu@gmail.com

Abstract

This study aimed to determine the contribution of spermatozoa abnormalities to total motility and progressive motility in frozen Bali cattle (*Bos javanicus*) semen. The materials used consisted of 30 straws of frozen Bali cattle semen obtained from the Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB) Singosari. Analysis was carried out using Computer Assisted Sperm Analysis (CASA) to measure sperm motility and determine the levels of secondary and tertiary abnormalities. The data were analyzed using multiple linear regression with SPSS software. The results showed that no primary abnormalities were found in the observed samples. Secondary abnormalities had a negative and significant effect on total motility ($p < 0.05$), with a determination coefficient value of 62.5%, indicating that secondary and tertiary abnormalities together explained 62.5% of the variation in total motility. Secondary abnormalities had the largest effective contribution of 70% to the decrease in motility total. In contrast, tertiary abnormalities did not significantly affect either total motility or progressive motility. These results indicate that secondary abnormalities are the dominant factor influencing the decrease in the quality of Bali cattle frozen semen, particularly in terms of sperm motility. The conclusion of this study is that since no primary abnormalities were found, secondary abnormalities contribute to total motility, but not to progressive motility, and tertiary abnormalities do not contribute to either total or progressive motility in Bali cattle frozen semen.

Keywords : Frozen semen, Spermatozoa, Abnormalities, Motility, Bali cattle.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kontribusi abnormalitas spermatozoa terhadap motilitas total dan motilitas progresif pada semen beku sapi Bali (*Bos javanicus*). Materi yang digunakan berupa 30 straw semen beku sapi Bali yang diperoleh dari Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB) Singosari. Analisis dilakukan menggunakan Computer Assisted Sperm Analysis (CASA) untuk mengukur motilitas spermatozoa serta menentukan tingkat abnormalitas sekunder dan tersier. Data dianalisis dengan regresi linear berganda menggunakan program SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ditemukan abnormalitas primer pada sampel yang diamati. Abnormalitas sekunder berpengaruh negatif dan signifikan terhadap motilitas total ($p < 0,05$), dengan nilai koefisien determinasi sebesar 62,5%, yang menunjukkan bahwa abnormalitas sekunder dan tersier bersama-sama menjelaskan 62,5% variasi motilitas total. Abnormalitas sekunder memiliki sumbangan efektif terbesar sebesar 70% terhadap penurunan motilitas total. Sebaliknya, abnormalitas tersier tidak berpengaruh signifikan terhadap motilitas total maupun motilitas progresif. Hasil ini mengindikasikan bahwa abnormalitas sekunder merupakan faktor dominan yang memengaruhi penurunan kualitas semen beku sapi Bali, khususnya pada aspek motilitas spermatozoa. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa tidak ditemukannya abnormalitas primer pada penelitian ini, abnormalitas sekunder berkontribusi terhadap motilitas total, namun tidak terhadap motilitas progresif dan abnormalitas tersier tidak berkontribusi terhadap motilitas total maupun motilitas progresif pada spermatozoa semen beku sapi Bali.

Kata Kunci : Semen beku, Spermatozoa, Abnormalitas, Motilitas, Sapi Bali.



PENDAHULUAN

Sapi Bali (*Bos javanicus*) merupakan salah satu kekayaan genetik asli Indonesia yang berperan penting dalam mencukupi kebutuhan protein hewani nasional serta mendukung perekonomian peternak, khususnya di wilayah Indonesia bagian timur. Sapi ini berasal dari Banteng (*Bibos banteng*) yang telah dijinakkan sejak berabad-abad yang lalu (Adinata et al., 2016). Jenis sapi ini terkenal akan kemampuannya yang tinggi dalam beradaptasi dengan iklim tropis, memiliki ketahanan tubuh yang baik terhadap berbagai penyakit, serta efisiensi pakan yang lebih unggul dibandingkan sapi impor. Oleh sebab itu, pelestarian dan pengembangannya menjadi prioritas dalam pembangunan peternakan berkelanjutan di Indonesia.

Salah satu teknologi yang digunakan untuk mempercepat peningkatan kualitas genetik sapi Bali adalah Inseminasi Buatan (IB), yaitu teknologi bioteknologi dalam bidang reproduksi ternak yang memungkinkan perkawinan betina dilakukan tanpa kehadiran pejantan (Fania et al., 2020). Dengan metode ini, genetik pejantan unggul dapat disebarluaskan secara efektif tanpa harus memindahkan pejantan ke berbagai tempat. Keberhasilan IB sangat bergantung pada mutu semen beku yang digunakan. Semen beku merupakan semen yang telah melalui proses kriopreservasi dan disimpan dalam nitrogen cair pada suhu -196°C (Putra et al., 2019). Semen beku yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari BBIB Singosari, yang telah memenuhi standar mutu nasional sesuai SNI 4869.1:2017 (BSN, 2017), yaitu memiliki motilitas spermatozoa minimal 40% setelah pencairan dan mengandung minimum 25 juta sel spermatozoa per dosis. Kualitas semen beku ditentukan oleh parameter utama yaitu motilitas dan abnormalitas spermatozoa. Motilitas merupakan kemampuan gerak maju progresif spermatozoa, dan menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas semen (Binangkari et al., 2022). Motilitas total menggambarkan persentase seluruh sperma yang bergerak, sedangkan motilitas progresif menggambarkan sperma yang bergerak maju lurus menuju sel telur.

Sementara itu, abnormalitas spermatozoa adalah kelainan morfologi sel sperma yang dapat menghambat proses pembuahan dan menurunkan fertilitas (Istiqomah et al., 2023). Abnormalitas dibedakan menjadi tiga kategori yaitu primer, sekunder, dan tersier (Danang et al., 2012). Abnormalitas primer terjadi selama proses spermatogenesis di testis, sekunder muncul selama

pematangan di epididimis, dan tersier terjadi akibat perlakuan fisik atau kimia saat penanganan semen. Abnormalitas yang tinggi berbanding terbalik dengan motilitas, sehingga dapat menurunkan potensi fertilisasi (Ariantje et al., 2013).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kontribusi antara abnormalitas spermatozoa terhadap motilitas spermatozoa semen beku sapi Bali. Rumusan masalah penelitian ini meliputi, Berapa tingkat abnormalitas spermatozoa (primer, sekunder, tersier), motilitas total, dan motilitas progresif dalam semen beku sapi Bali, Bagaimana kontribusi abnormalitas terhadap motilitas spermatozoa dalam semen beku sapi Bali dan Jenis abnormalitas spermatozoa apa yang paling berpengaruh terhadap penurunan motilitas spermatozoa dalam semen beku sapi Bali. Hipotesis yang diajukan adalah terdapat kontribusi signifikan antara abnormalitas terhadap motilitas spermatozoa dalam semen beku sapi Bali. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kontribusi abnormalitas spermatozoa terhadap penurunan motilitas spermatozoa semen beku sapi Bali. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat motilitas dan abnormalitas spermatozoa serta jenis abnormalitas yang paling memengaruhi motilitas spermatozoa semen beku sapi Bali.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Peternakan Universitas Jambi yang berlangsung pada tanggal 11 Agustus 2025

Materi dan Peralatan

Materi yang digunakan yaitu 30 straw semen beku sapi Bali dari BBIB Singosari dan alat yang digunakan adalah Computer Assisted Sperm Analysis (CASA).

Metoda Penelitian

Cara kerja yang dilakukan yaitu sampel dicairkan dengan cara dimasukkan ke dalam air bersuhu 37°C selama 30 detik. Setelah itu, ujung straw dipotong dan semen ditetaskan sebanyak satu tetes ke atas objek glass, kemudian ditutup dengan cover glass dengan ketebalan yang tidak terlalu tebal maupun terlalu tipis. Preparat tersebut kemudian diletakkan pada alat CASA. Tombol load pada alat ditekan untuk memulai analisis. Sistem akan



membagi bidang pandang menjadi beberapa zona (A, B, C, dan D). Zona yang diamati adalah zona yang dapat mewakili sampel. Sistem akan menganalisis pergerakan spermatozoa secara otomatis.

Peubah yang Diamati

Berikut variabel yang akan di amati pada penelitian ini adalah Abnormalitas Primer, Abnormalitas Sekunder, Abnormalitas Tersier, Motilitas Total dan Motilitas Progresif

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis Regresi Multiple (Berganda) dibantu dengan program SPSS.Menggunakan Regresi Linear Berganda dengan model $Y=a+ b^1 X^1+b^2 X^2+ b^3 X^3+e$. dimana Y =Motilitas spermatozoa (%), X_1 = Abnormalitas primer (%), X_2 =Abnormalitas sekunder (%), X_3 = Abnormalitas tersier (%), a = Konstanta, b_1 , b_2 , b_3 = Koefisien regresi dan e = error. Penelitian ini juga menggunakan analisis Korelasi untuk mendapatkan nilai sumbangan efektif. Dimana sumbangan efektif adalah ukuran yang menunjukkan seberapa besar kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat dalam analisis regresi. Dengan menggunakan rumu $SE= \text{Koefisien Beta} \times \text{nilai korelasi} \times 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian Kontribusi Abnormalitas Spermatozoa terhadap Motilitas Spermatozoa Semen Beku Sapi Bali yaitu bentuk abnormalitas yang ditemukan meliputi bent tail (ekor bengkok), coiled tail (ekor melingkar), DMR (Distal Midpiece Reflex), proximal droplet dan distal droplet, yaitu sisa sitoplasma yang terletak di bagian leher dan ekor. Bentuk kelainan ini dibagi menjadi abnormalitas sekunder dan tersier. Abnormalitas sekunder ditandai dengan adanya butiran protoplasma pada pangkal ekor sperma tepatnya di caput epididimis (Danang et al., 2012). Abdurrahman et al. (2019) menyatakan bahwa abnormalitas spermatozoa tersier memiliki ciri mirip dengan abnormalitas sekunder seperti ekor atau kepala yang terpisah atau patah, namun terjadi akibat proses preparasi saat pengamatan. Pendapat ini diperkuat oleh Wijayanti et al. (2023) bahwa peningkatan abnormalitas selama proses pembekuan umumnya berupa abnormalitas sekunder seperti ekor

melingkar atau terputus akibat perbedaan tekanan osmotik, cold shock, dan teknik preparasi. DMR termasuk kelainan sekunder sesuai pendapat Hopper (2015) yang menyatakan bahwa Distal Midpiece Reflex merupakan kelainan paling umum pada ekor sperma.

Pada penelitian ini tidak ditemukan abnormalitas primer. secara biologis, hal ini dikaitkan dengan mutu semen beku yang digunakan karena semen dari BIB telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 4869.1:2017), di mana abnormalitas tidak boleh melebihi 20% sebelum semen dinyatakan layak edar. Semen beku yang dihasilkan oleh BIB memiliki kualitas terbaik dan abnormalitas primer yang sangat rendah (Susilawati, 2011). Rata-rata hasil analisis menunjukkan motilitas total 80,87% dan motilitas progresif 25,21%, nilai ini melampaui standar minimal SNI yaitu 40% motilitas pasca pencairan (BSN, 2017), menandakan bahwa mutu semen beku sapi Bali masih sangat baik.

Kontribusi Abnormalitas terhadap Motilitas Total

Tabel 1. Hasil Uji Regresi Linear Berganda Motilitas Total

Variabel	Rata-rata	SD	Koefisien Terstandarisasi (Beta)	t	Sig .
Motilitas Total	80,87	12,70	–	–	–
Abnormalitas Sekunder	4,30	3,29	-0,890	4,531	0,000
Abnormalitas Tersier	14,63	7,41	0,129	0,658	0,516

Analisis regresi berganda antara abnormalitas sekunder dan tersier terhadap motilitas total ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan tabel 1 hasil analisis regresi linear berganda pada motiltas total diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y= 92,422 -0,890 X_1 + 0,129 X_2 + e$$

Uji F menunjukkan bahwa model regresi signifikan, artinya variabel X (abnormalitas sekunder dan tersier) secara bersama berpengaruh nyata terhadap motilitas total. Hasil uji t menunjukkan bahwa abnormalitas sekunder berkontribusi secara signifikan terhadap motilitas total, sedangkan abnormalitas tersier tidak signifikan. Koefisien determinasi sebesar 62,5%, menunjukkan bahwa abnormalitas sekunder dan tersier berpengaruh sebesar 62,5% terhadap motilitas total, sisanya 37,5% dipengaruhi variabel lain.



Abnormalitas sekunder berpengaruh negatif dan signifikan terhadap motilitas total spermatozoa. Hasil ini sejalan dengan Susilawati (2011) bahwa abnormalitas sekunder seperti bent tail, proximal dan distal droplet memengaruhi kemampuan sperma bergerak maju. Sesuai Sumarni et al. (2023), Perbedaan persentase motilitas tersebut dapat dipengaruhi faktor lingkungan pada saat penampungan semen dan saat evaluasi semen, serta perlakuan pada ternak seperti pemberian pakan. Ismaya et al. (2017) juga menyatakan bahwa meningkatnya abnormalitas sekunder berbanding terbalik dengan motilitas total semen beku.

Abnormalitas tersier berpengaruh positif namun tidak signifikan terhadap motilitas total, mengindikasikan tidak adanya kontribusi nyata. Hal ini diduga karena persentase abnormalitas tersier kecil dan terjadi akibat proses pengolahan semen. Menurut Kristiyawan et al. (2024), abnormalitas tersier tidak konsisten memengaruhi motilitas karena sebagian sperma dengan kelainan ini masih mampu bergerak. Sumardani et al. (2019) menambahkan bahwa motilitas dipengaruhi oleh umur, pakan, frekuensi ejakulasi, dan kondisi lingkungan.

Tabel 2. Sumbangan Efektif

Variabel	Koefisien Beta	R Korelasi	Sumbangan Efektif
Abnormalitas Sekunder	-0,890	-0,787	0,700 (70,0%)
Abnormalitas Tersier	0,129	-0,583	-0,075 (7,5%)

Terlihat pada tabel 2 diatas bahwa variabel abnormalitas sekunder mempunyai sumbangan efektif lebih besar terhadap motilitas total yaitu sebesar 70% sedangkan abnormalitas tersier sebesar 7,5%. Ini membuktikan bahwa yang lebih memiliki keterkaitan terhadap motilitas total adalah abnormalitas sekunder.

Kontribusi Abnormalitas terhadap Motilitas Progresif

Tabel 3. Hasil Uji Regresi Linear Berganda Motilitas Progresif

Variabel	Rata-rata	SD	Koefisien Terstandarisasi (Beta)	t	Sig.
Motilitas Progresif	25,21	14,55	–	–	–
Abnormalitas Sekunder	4,30	3,29	-0,384	-1,297	0,206

Variabel	Rata-rata	SD	Koefisien Terstandarisasi (Beta)	t	Sig.
Abnormalitas Tersier	14,63	7,41	-0,005	-0,017	0,987

Kontribusi abnormalitas spermatozoa terhadap motilitas progresif semen beku sapi Bali dapat dilihat pada tabel 3.

Berdasarkan tabel 4 hasil analisis regresi linear berganda pada motilitas progresif diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 32,656 - 0,384 X_1 - 0,005 X_2 + e$$

Hasil uji F menunjukkan model regresi tidak signifikan, artinya abnormalitas sekunder dan tersier secara bersama sama tidak berkontribusi terhadap motilitas progresif. Hal ini sesuai Rombe et al. (2023) bahwa tingginya abnormalitas menurunkan motilitas karena kerusakan pada struktur ekor dan kepala sperma yang mengganggu mekanisme gerak. Hasil uji t menunjukkan bahwa abnormalitas sekunder dan abnormalitas tersier tidak berkontribusi signifikan terhadap motilitas progresif. Koefisien determinasi sebesar 15%, berarti hanya 15% variasi motilitas progresif dijelaskan oleh abnormalitas sekunder dan tersier, sedangkan 85% oleh faktor lain, Sumarni et al. (2023) menyatakan bahwa Faktor lain yang dapat mempengaruhi motilitas ternak yaitu bangsa ternak dan waktu pemeriksaan.

Abnormalitas sekunder berpengaruh negatif namun tidak signifikan terhadap motilitas progresif. Peningkatan abnormalitas sekunder cenderung menurunkan motilitas progresif, tetapi pengaruhnya lemah. Kontribusi efektif abnormalitas sekunder kecil, sebesar 2,2%. Menurut Hopper (2015), kelainan pada leher atau ekor dapat mengurangi efisiensi gerak tanpa sepenuhnya menghambat pergerakan sperma. Mutu semen beku yang baik, seperti yang berasal dari BIB (Susilawati, 2011), juga menjadi faktor yang menyebabkan spermatozoa normal tetap dominan sehingga pengaruh abnormalitas sekunder terhadap motilitas progresif tidak signifikan.

Abnormalitas tersier berkontribusi negatif namun tidak signifikan terhadap motilitas progresif, kontribusi efektifnya sangat kecil yaitu 0,2%. Menurut Lestari et al. (2014), abnormalitas tersier muncul akibat pengaruh eksternal selama penanganan semen, sehingga tidak selalu menurunkan motilitas progresif. Pendapat ini sejalan dengan penelitian Fazrien et al. (2020) yang menyatakan



bahwa kelainan akibat faktor teknis tidak selalu berdampak signifikan pada motilitas sperma.

Tabel 4. Sumbangan Efektif

Variabel	Koefisien Beta	R Korelasi	Sumbangan Efektif
Abnormalitas Sekunder	-0,384	-0,388	0,149 (14,9%)
Abnormalitas Tersier	-0,005	-0,312	0,002 (0,2%)

Terlihat pada tabel 4 bahwa variabel sekunder mempunyai sumbangan efektif lebih besar terhadap motilitas progresif yaitu sebesar 14,9% sedangkan abnormalitas tersier 0,2%. Ini membuktikan bahwa yang lebih memiliki keterkaitan terhadap motilitas progresif adalah abnormalitas sekunder.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan abnormalitas primer pada spermatozoa semen beku sapi Bali. Hal ini menunjukkan bahwa proses spermatogenesis pada ternak penelitian berlangsung secara normal, sehingga tidak terjadi kelainan morfologi primer yang umumnya terbentuk selama pembentukan spermatozoa di dalam testis. Abnormalitas primer diketahui memiliki hubungan yang erat dengan gangguan fertilitas karena bersifat permanen dan berkaitan langsung dengan proses pembentukan sel germinal (Hafez & Hafez, 2000).

Hasil analisis selanjutnya menunjukkan bahwa abnormalitas sekunder berkontribusi terhadap motilitas total spermatozoa, namun tidak memberikan kontribusi terhadap motilitas progresif. Abnormalitas sekunder umumnya terjadi akibat faktor pasca-ejakulasi, seperti penanganan semen, proses pengenceran, pendinginan, dan pembekuan. Kontribusi abnormalitas sekunder terhadap motilitas total mengindikasikan bahwa perubahan morfologi tertentu masih memengaruhi kemampuan gerak spermatozoa secara umum, tetapi tidak cukup kuat untuk memengaruhi gerakan maju yang berhubungan langsung dengan potensi fertilisasi (Salisbury et al., 1978; Watson, 2000).

Sementara itu, abnormalitas tersier tidak memberikan kontribusi terhadap motilitas total maupun motilitas progresif spermatozoa semen beku sapi Bali. Abnormalitas tersier biasanya bersifat sementara dan sering muncul

sebagai akibat dari perlakuan mekanis selama preparasi atau pengamatan semen. Tidak adanya kontribusi yang signifikan menunjukkan bahwa abnormalitas tersier yang teramati dalam penelitian ini tidak memengaruhi kualitas gerak spermatozoa secara fungsional (Ax et al., 2008).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa motilitas spermatozoa semen beku sapi Bali lebih dipengaruhi oleh abnormalitas sekunder dibandingkan abnormalitas tersier, sementara abnormalitas primer tidak menjadi faktor pembatas dalam kualitas semen beku pada kondisi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M., Saleh, D. M., & Haryoko, I. (2019). Pengaruh lama thawing dan post thawing dengan air hangat (37°C) terhadap kualitas spermatozoa sapi peranakan ongole. *Journal of Animal Science and Technology*, 1(3), 234–240.
- Adinata, Y., Affandhy, L., & Rasyid, A. (2016). Model pembibitan sapi bali di Kabupaten Barru Propinsi Sulawesi Selatan. *Maduranch*, 1(1), 41–46.
- Ariantje, O.S., Yusuf, T.L., Sajuthi, D., Arifiantini, R.I., (2013). Pengaruh krioprotektan gliserol dan dimethylformamida dalam pembekuan semen kambing peranakan etawah menggunakan pengencer tris modifikasi. *Jurnal ilmu ternak dan veteriner* 18, 239–250.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Semen beku – Bagian 1: Sapi (SNI 4869.1:2017). Jakarta: BSN. [Online]
<https://id.scribd.com/document/458776303/SNI-4869-1-2017-Semen-beku-Bagian-1-Sapi-pdf>
- Binangkari, I. R., Widnyana, G. N. P., & Loliwu, Y. A. (2022). Kualitas spermatozoa semen beku sapi bali pada suhu thawing yang berbeda. *Agropet*, 19(2), 30–35.
- Danang DR, Isnaini N, Trisunuwati P. (2012). Pengaruh lama simpan semen terhadap kualitas spermatozoa ayam kampung dalam pengencer ringer's pada suhu 400c. *Jurnal ternak tropika*, 13(1):47-5.
- Fania, B., Trilaksana, I. G. N. B., & Puja, I. K. (2020). Keberhasilan inseminasi buatan (ib) pada sapi bali di Kecamatan Mengwi, Badung, Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(2), 177–186.
- Fazrien, W. A., Herwijanti, E., & Isnaini, N. (2020). Pengaruh variasi individu terhadap kualitas semen



- segar dan beku pejantan unggul Sapi Bali. *Sains Peternakan: Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan*, 18(1), 60-65.
- Hopper, R. (2015). Semen evaluation and overview of common sperm abnormalities. *Clinical Theriogenology*, 7(3), 261-268.
- Ismaya, I., Taufik, E., & Herdis. (2017). Pengaruh frekuensi ejakulasi terhadap kualitas semen beku sapi Simmental. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 22(4), 197-206.
- Istiqomah, H. N., Ervandi, M., Korompot, I., Repi, T., & Buhang, I. S. (2023). Kualitas semen beku sapi bali (bos sondaicus) pada lama thawing yang berbeda di dinas pertanian provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmu Dan Industri Peternakan*, 9(1), 20-30.
- Kristiyawan, A., Abdurrahman, Z. H., & Purwadi, P. (2024). Pengaruh perbedaan metode thawing terhadap kualitas semen beku dan keberhasilan inseminasi buatan (ib) pada sapi pfh di kecamatan tengaran kabupaten semarang. *Tropical Animal Science*, 6(2), 60-72.
- Lestari, T. P., Ihsan, M. N., & Isnaini, N. (2014). Pengaruh waktu simpan semen segar dengan pengencer andromed pada suhu ruang terhadap kualitas semen kambing Boer. *ternak tropika Journal of Tropical Animal Production*, 15(1), 43-50.
- Putra, I., Syafrizal, & Dianti, D. (2019). Pengaruh frekuensi pengambilan straw semen beku terhadap motilitas spermatozoa dan angka kebuntingan inseminasi buatan sapi turunan simmental di Kecamatan Lintau Buo Utara. *Jurnal Embrio*, 2, 9-15.
- Rombe, I. S., Purwaningsih & Tethool, A. N. (2023). Kualitas spermatozoa cauda epididimis sapi bali pada kelompok umur yang berbeda. *Jambura Journal of Animal Science*, 5(2), 23-31.
- Sumardani, N. L. G., Budaarsa, K., Putri, T. I., & Puger, A. W. (2019). Umur Memengaruhi volume semen dan motilitas spermatozoa babi landrace di Balai Inseminasi Buatan Baturiti, Tabanan, Bali. *Jurnal Veteriner*, 20(3), 324-329.
- Sumarni, D., Rasad, R. S. D., & Sujana, E. (2023). Pengaruh berbagai konsentrasi kuning telur dalam pengencer tyrode terhadap motilitas dan abnormalitas sperma pada semen cair dingin entog (cairina moschata). *Jurnal Produksi Ternak Terapan (JPTT)*, 04(1), 28-38.
- Susilawati, T. (2011). *Spermatologi*. Malang: Universitas Brawijaya Press (UB Press).
- Wijayanti, A., Suprayogi, T. W., Prastiya, R. A., Hernawati, T., Sardjito, T., Saputro, A. L., Amaliya, A., & Sulistyowati, D. (2023). Pengaruh penambahan ekstrak teh hijau (camellia sinensis) dalam diluter tris kuning telur terhadap kualitas spermatozoa sapi bali (bos sondaicus) setelah pembekuan. *Jurnal Medik Veteriner*, 6(1), 66-74.