


Post Thawing Motility Semen Sapi Bali Pada Waktu Ekuilibrasi Yang Berbeda

Nur Sya Baniati¹, Zumarni^{1*} dan Restu Misrianti¹

¹ Prodi Peternakan Fakultas pertanian dan Peternakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Riau, Indonesia.

*Email Co-Authors: zumarni@uin-suska.ac.id

Info Artikel	
Kata Kunci: <i>Post Thawing motility,</i> Sapi Bali, waktu ekuilibrasi	Abstrak: Sapi bali (<i>Bos Sundaicus</i>) merupakan plasma nuftah yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Pengawetan semen adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas bibit. Proses pengawetan semen dipengaruhi oleh pejantan, bahan pengencer yang digunakan, metode pengenceran dan waktu ekuilibrasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui <i>post thawing motility</i> semen sapi bali pada waktu ekuilibrasi yang berbeda. Analisis data dalam penelitian menggunakan uji-T dengan perlakuan (Ekuilibrasi 4 Jam dan Ekuilibrasi 24 Jam), dan 10 ulangan. Peubah yang amati pada penelitian adalah motilitas, persentase hidup, dan abnormalitas. Hasil penelitian menunjukkan nilai motilitas dan abnormalitas pada waktu ekuilibrasi 4 jam ($77,36 \pm 11,46$; $3,25 \pm 1,91$) berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap waktu ekuilibrasi 24 jam ($62,04 \pm 20,69$; $5,73 \pm 2,94$) dan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada persentase hidup ($81,94 \pm 10,55$; $67,11 \pm 18,12$). Dapat disimpulkan bahwa waktu ekuilibrasi 4 jam memberikan kualitas terbaik pada semen sapi bali <i>post thawing</i> .
Riwayat Artikel: Diterima: 20 April 2025 Revisi: 10 Mei 2025 Diterima: 30 Mei 2025	Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC-BY-SA . 

PENDAHULUAN

Sapi Bali (*Bos sundaicus*) merupakan jenis sapi potong yang berasal dari hasil domestikasi banteng liar, dan termasuk salah satu sumber daya genetik lokal yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Sapi ini dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik terhadap lingkungan (Zafitra *et al.*, 2020). Permintaan terhadap sapi potong untuk memenuhi konsumsi daging di Indonesia terus mengalami peningkatan. Populasi sapi potong di Sumatera pada tahun 2018 mencapai 7,16 juta ekor dan mengalami penurunan populasi menjadi 5,05 juta ekor pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024). Terlihat bahwa pertumbuhan jumlah sapi potong tersebut masih belum mampu mengimbangi peningkatan kebutuhan daging sapi oleh masyarakat. Untuk itu, dibutuhkan penerapan teknologi yang dapat mendorong peningkatan produksi dan produktivitas ternak setiap tahunnya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui penerapan program Inseminasi Buatan (IB).

Keberhasilan IB dipengaruhi oleh kualitas semen yang digunakan, salah satu langkah yang dilakukan untuk menjaga kualitas semen melalui proses pengawetan semen. Proses pembekuan semen dapat memengaruhi kualitas spermatozoa setelah

pencairan (*thawing*), salah satu faktor penentunya adalah durasi waktu ekuilibrase. Tahap ekuilibrase berfungsi untuk membantu spermatozoa beradaptasi dengan bahan pengencer, sehingga dapat menurunkan tingkat kematian sel yang berlebihan. Selanjutnya dilakukan proses pembekuan (*freezing*) yang bertujuan untuk memungkinkan penyimpanan semen dalam jangka panjang tanpa mengurangi kualitasnya.

Waktu penampungan yang bervariasi dan produksi semen yang melebihi target berakibat terhadap lama waktu ekuilibrase dan jam kerja, sehingga proses ekuilibrase akan dilanjutkan pada hari berikutnya. Rijanto *et al.* (2021) menyarankan penggunaan durasi waktu ekuilibrase yang pendek (4-5 jam). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas (motilitas, persentase hidup, dan abnormalitas) semen sapi bali post thawing pada waktu ekuilibrase yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan adalah semen segar sapi bali dengan nilai motilitas 70% yang diperoleh secara langsung di UPT Inseminasi Buatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru, larutan pengencer dengan formulasi pengencer buffer, antibiotik (*penicillin dan streptomycin*), kuning telur dan gliserol. Formulasi larutan buffer (*aquabides, tris aminomethan, asam sitrat, fruktosa*) dan nitrogen cair.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Vagina Buatan (VB) untuk menampung semen, waterbath, mikroskop elektrik, androvision, timbangan analitik, labu ukur, objek glass, cover glass, filing dan sealing, kertas lakmus, refrigerator, magnetic stirrer, erlmeyer, aluminium foil, tisu, spuit, mikropipet, rak tabung reaksi, *cool top* dan *styrofoam container*.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen, terdiri dari 2 perlakuan (A1: waktu ekuilibrase 4 jam dan A2: waktu ekuilibrase 24 jam) dengan 10 kali ulangan.

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menentukan nilai rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi (SD). Untuk melihat perbedaan antar perlakuan digunakan uji Tukey (uji-t) menggunakan Minitab Statistical Software.

Parameter yang diamati:

Parameter yang diamati adalah:

1. Motilitas

Motilitas spermatozoa dihitung menggunakan *Computer Assisted Sperm Analysis* (CASA) atau AndroVision (Minitube) berdasarkan pada analisis gambar spermatozoa yang bergerak maju (progresif) ke depan oleh software computer yang terkoneksi dengan mikroskop. Sample yang sudah di thawing ditetaskan diatas objek glass yang

bersih dan ditutup dengan cover glass. Kemudian dilakukan pengamatan dengan mikroskop pada pembesaran 200-400 kali.

2. Persentase Hidup

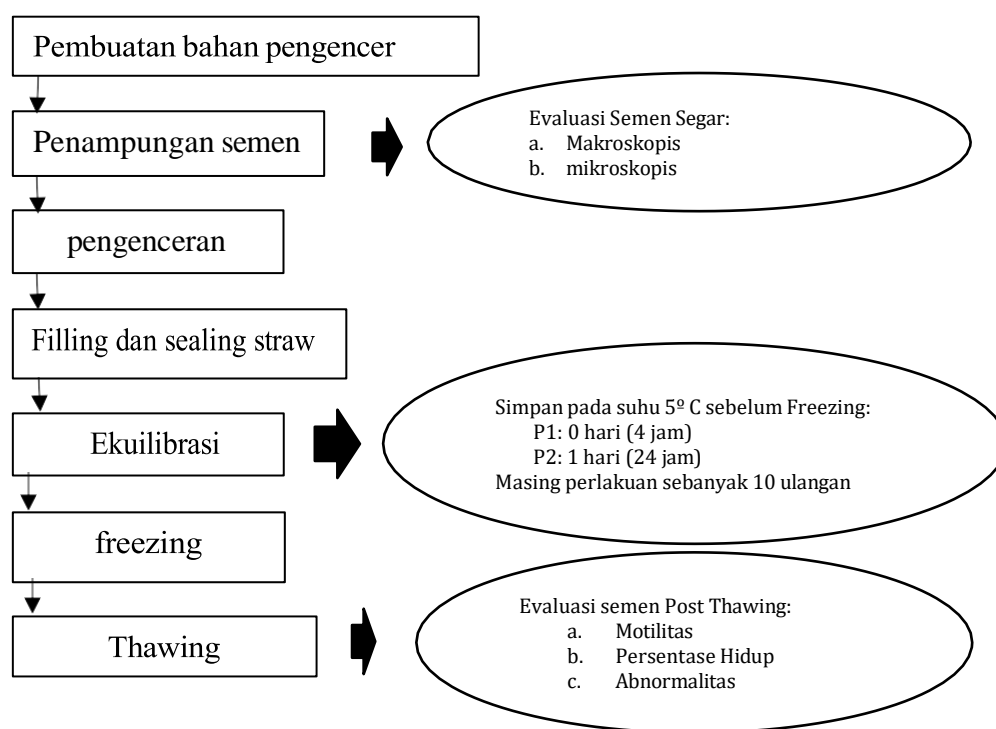
Persentase hidup spermatozoa dihitung menggunakan *Computer Assisted Sperm Analysis (CASA)* atau AndroVision (Minitube) berdasarkan analisis pada software computer yang terkoneksi dengan mikroskop. Sample yang sudah di thawing ditetaskan ke atas objek glass yang bersih dan ditutup dengan cover glass. Kemudian dilakukan pengamatan dengan mikroskop pada pembesaran 200-400 kali.

3. Abnormalitas

Abnormalitas spermatozoa dihitung menggunakan *Computer Assisted Sperm Analysis (CASA)* atau AndroVision (Minitube) berdasarkan analisis pada software computer yang terkoneksi dengan mikroskop. Sample yang sudah di thawing ditetaskan ke atas objek glass yang bersih dan ditutup dengan cover glass. Kemudian dilakukan pengamatan dengan mikroskop pada pembesaran 200-400 kali.

Pengujian dilakukan pada empat lapang pandang secara otomatis sesuai prosedur di UPT Inseminasi Buatan Ternak, Tenayan Raya, Kota Pekanbaru

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Bagan alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Semen Segar Sapi Bali

Pemeriksaan semen segar sapi bali dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pemeriksaan semen secara makroskopis meliputi volume, pH, warna dan kekentalan. Pemeriksaan semen secara mikroskopis meliputi konsentrasi, motilitas, gerakan massa

dan gerakan individu, persentase hidup dan abnormalitas. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kelayakan kualitas semen yang akan di produksi menjadi semen beku. Hasil pemeriksaan semen segar secara makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik semen segar sapi bali

Karakteristik	Rataan \pm Standar Deviasi
Jenis ternak	Sapi Bali
Umur	7,5 tahun
Makroskopis	
Volume	6,34 \pm 1,59
pH	6,18 \pm 0,40
Warna	Putih Susu
Kekentalan	Sedang
Mikroskopis	
Konsentrasi (ml/Juta Sel Sperma)	1108,8 \pm 524,53
Motilitas (%)	81,2 \pm 6,09
Gerakan Massa (+)	++
Gerakan Individu	3,1 \pm 0,57
Persentase Hidup (%)	87,32 \pm 8,98
Abnormalitas (%)	2,13 \pm 1,41

Sumber: Data penelitian

Hasil pemeriksaan semen segar sapi bali secara makroskopis dan mikroskopis pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa nilai rataan volume semen adalah 6,34 \pm 1,59 ml. volume semen yang diperoleh berada pada kisaran normal. Hal ini Sesuai dengan SNI (2017) menyatakan bahwa volume semen sapi berkisar antara 4-8 ml. Volume ini relatif sama dengan hasil penelitian Kushariyanto *et al.* (2021) menyatakan bahwa rataan volume semen segar sapi bali adalah 6,14 \pm 0,75 ml.

Volume ejakulasi yang berbeda dipengaruhi oleh faktor umur, suhu, bangsa, tingkatan makanan, frekuensi ejakulasi, dan ukuran testis. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nyuwita *et al.* (2015) bahwa produksi semen terjadi peningkatan seiring dengan pertambahan umur, pejantan akan memproduksi semen secara maksimal pada umur 7-8 tahun.

Rataan derajat keasaman (pH) semen segar sapi bali adalah 6,18 \pm 0,40. Rataan nilai pH hasil penelitian relatif sama dengan hasil penelitian Mila *et al.* (2022) dan Fazrien *et al.* (2020) bahwa rataan nilai pH semen pada sapi sumba ongole berkisar antara 6,2-6,8 dan rataan nilai pH semen segar sapi bali adalah 6,5. Setiap individu mempunyai kemampuan dalam melaksanakan mekanisme metabolismenya, hal ini menyebabkan perubahan pH semen yang berdampak pada kualitas semen. Sundari *et al.* (2013) menyatakan bahwa kualitas semen dipengaruhi oleh faktor aktivitas spermatozoa dalam menguraikan fruktosa sehingga nilai pH menurun. Tingginya aktivitas yang dilakukan oleh spermatozoa dalam menguraikan sumber energi yang berasal dari fruktosa akan meningkatkan produksi asam laktat dalam semen sehingga pH menjadi lebih asam. Selanjutnya Aisah *et al.* (2017) menyatakan bahwa konsentrasi spermatozoa yang tinggi

menyebabkan semen lebih asam daripada semen dengan konsentrasi spermatozoa yang rendah. pH semen dapat digunakan sebagai indikator metabolisme semen, pH yang tinggi atau rendah dapat mengakibatkan penurunan motilitas spermatozoa yang berakibat pada fertilitas (Zhou *et al.*, 2015).

Warna semen segar yang diperoleh dari hasil penelitian adalah putih susu. Hasil ini menandakan bahwa warna semen sapi dapat dikatakan normal sesuai dengan pendapat Adhyatma *et al.* (2013) menyatakan bahwa warna semen sapi yang normal berwarna putih susu atau krem keputihan. Susilawati (2013) menyatakan bahwa warna semen sapi berwarna putih kekuningan atau seperti putih susu karena terdapat kandungan riboflavin yang mempunyai sifat autosomal resesif.

Konsistensi atau kekentalan merupakan salah satu sifat semen yang berkaitan dengan nilai konsentrasi spermatozoa. Kekentalan semen dapat diketahui dengan cara menggoyangkan tabung semen. Menurut Susilawati (2013) nilai konsistensi berkorelasi dengan konsentrasi spermatozoa. Penilaian konsistensi encer memiliki nilai konsentrasi berkisar ($<1000 \times 10^6$ spermatozoa/ml semen), sedang (1.000×10^6 - 1.500×10^6 spermatozoa/ml semen) dan pekat/kental ($>1.500 \times 10^6$ spermatozoa/ml semen). Konsistensi sedang dengan rata-rata konsentrasi ($1108,8 \times 10^6$ spermatozoa/ml semen).

Konsentrasi spermatozoa dipengaruhi oleh faktor lingkaran skrotum, pejantan dengan lingkaran skrotum besar akan memiliki potensi produksi spermatozoa lebih baik. Sesuai dengan hasil penelitian Saputra *et al.* (2017) bahwa lingkaran skrotum mempengaruhi konsentrasi spermatozoa sebesar 36%.

Motilitas merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas semen dan keberhasilan fertilitas. Rata-rata nilai motilitas semen segar sapi bali pada penelitian diperoleh $81,2 \pm 6,09$ (Tabel 1.). Nilai rata-rata motilitas yang diperoleh dalam keadaan normal dan dapat digunakan untuk produksi semen beku. Hal ini sesuai dengan Badan Standardisasi Nasional (2017) bahwa motilitas spermatozoa untuk dipreservasi harus memiliki angka minimal 70%. Selanjutnya Maria (2016) menyatakan bahwa motilitas semen segar sapi berkisar 70-90%.

Penilaian terhadap daya gerak spermatozoa dibagi menjadi dua yaitu gerakan massa dan gerak individu. Pada penelitian ini diperoleh nilai rata-rata gerakan massa yaitu positif dua (++) dan Gerakan individu 3,1. Hasil tersebut menunjukkan semen sapi bali yang ditampung dalam keadaan baik dan layak untuk diproses selanjutnya menjadi semen beku.

Persentase hidup (viabilitas) spermatozoa adalah kemampuan spermatozoa untuk bertahan hidup. Rata-rata persentase hidup semen segar sapi bali dalam penelitian diperoleh 87,32%. Rata-rata pada penelitian ini hasilnya tidak berbeda jauh dengan penelitian Mardan (2021) bahwa rata-rata persentase hidup 84,96%. Hasil yang diperoleh sesuai Badan Standardisasi Nasional, (2017) bahwa persentase hidup semen segar berkisar antara 60-90%. Nilai persentase hidup lebih tinggi dari motilitas dikarenakan bahwa spermatozoa yang hidup tidak motil progresif, tetapi sebenarnya masih hidup sehingga tidak terpapar pada saat fiksasi.

Abnormalitas spermatozoa merupakan kelainan fisik dari spermatozoa yang terjadi saat proses pembentukan spermatozoa dalam tubuli seminiferi maupun karena proses perjalanan spermatozoa melalui saluran-saluran organ kelamin jantan. Rataan abnormalitas semen segar sapi bali yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 2,13%. Rataan abnormalitas pada penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Mardan (2021) dengan rataannya 2,68%. Rataan tersebut menandakan abnormalitas yang didapat dalam keadaan normal dan dapat digunakan untuk produksi semen beku sesuai dengan Badan Standardisasi Nasional, (2017) bahwa abnormalitas spermatozoa harus <20% untuk diproduksi menjadi semen beku.

Post Thawing Semen Sapi Bali pada Waktu Ekuilibrasi berbeda

Pemeriksaan semen beku biasa disebut juga dengan Post Thawing Motility (PTM). Tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui apakah semen beku layak didistribusikan kepada petugas IB yang dilapangan, apabila hasil PTM masih di >40% maka semen beku masih layak didistribusikan. Pada pemeriksaan semen beku peubah yang diamati meliputi motilitas, persentase hidup, gerak individu dan abnormalitas. Hasil pemeriksaan semen post thawing dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan nilai Mikroskopis Semen Sapi bali *Post Thawing*

Peubah yang Diamati	4 Jam	24 Jam
Motilitas (%)	77,36 ^a ±11,46	62,04 ^b ±20,69
Persentase Hidup (%)	81,94±10,55	67,11±18,12
Abnormalitas (%)	3,25 ^a ±1,91	5,73 ^b ±2,94

Superskrip: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menyatakan Berbeda nyata (P<0,05)

Motilitas Semen Sapi Bali Post Thawing

Rataan persentase motilitas spermatozoa *post thawing* menunjukkan hasil berbeda nyata (P<0,05). Persentase motilitas spermatozoa pasca post thawing pada waktu ekuilibrasi 4 jam dengan rataannya 77,3±11,46% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 24 jam dengan rataannya 62,04±20,69%. Hal ini diduga disebabkan terjadinya kerusakan membran plasma pada saat ekuilibrasi yang terlalu lama.

Akredianto (2014) menyatakan bahwa penurunan persentase motilitas spermatozoa pada waktu ekuilibrasi dapat terjadi karena tenaga yang dibutuhkan spermatozoa berasal dari perombakan ATP (AdenosinTri-Phospat) yang berada didalam selubung mitokondria teraktifkan oleh enzim tertentu sehingga ikatan fosfat yang mengandung banyak energi terurai dan melepaskan energi, akan tetapi penyimpanan spermatozoa pada suhu dingin dan terlalu lama membuat membran spermatozoa rusak dan menyebabkan enzim untuk merobak ATP hilang sehingga mengakibatkan motilitas yang rendah.

Hasil penelitian yang diperoleh tergolong baik dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (2017) bahwa standar minimal motilitas untuk IB adalah 40%. Penelitian ini mendapatkan hasil yang lebih baik dari penelitian Setyawan dkk (2019)

bahwa *post thawing motility* (PTM) sapi rambon pada waktu ekuilibrase 4 jam mendapatkan hasil rata-rata 67,00%. Begitu juga hasil penelitian Muzakkir *et al.* (2017) bahwa nilai PTM sapi Aceh pada waktu ekuilibrase 4 jam mendapatkan nilai rata-rata 45,53. Hasil terbaik untuk melakukan ekuilibrase yaitu pada waktu ekuilibrase 4 jam.

Persentase Hidup Semen Sapi Bali Post Thawing

Rataan persentase hidup spermatozoa setelah pembekuan menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada waktu ekuilibrase yang berbeda. Rataan persentase hidup spermatozoa post thawing setelah ekuilibrase 4 jam diperoleh $81,94\pm 10,55\%$, lebih tinggi dibandingkan dengan persentase hidup spermatozoa post thawing dengan waktu ekuilibrase 24 jam; $67,11\pm 18,12\%$. Nilai persentase hidup terdiri dari nilai sperma motil dan sperma non motil.

Perbedaan waktu ekuilibrase akan menyebabkan perbedaan persentase hidup spermatozoa setelah pembekuan. Upaya mempertahankan keadaan sel spermatozoa, gliserol membutuhkan waktu yang cukup untuk masuk ke dalam membran sel dan menjaga organel-organel sel dari kerusakan akibat pembekuan spermatozoa.

Abnormalitas Semen Sapi Bali Post Thawing

Nilai rata-rata abnormalitas spermatozoa setelah pembekuan menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$) pada waktu ekuilibrase yang berbeda. Rataan nilai abnormalitas semen sapi bali post thawing pada waktu ekuilibrase 4 jam adalah $3,25\pm 1,91\%$ lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan ekuilibrase 24 jam, dengan rata-rata nilai abnormalitas $5,73\pm 2,94\%$. Hal ini diduga terjadi karena pengaruh waktu ekuilibrase yang berbeda, diikuti proses pembekuan yang mengakibatkan cekaman dingin/cold shock, dan pencairan kembali spermatozoa (thawing) saat akan digunakan.

Solihati dan Kune (2011) menyatakan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, maka persentase abnormalitas akan semakin tinggi hal inilah yang menyebabkan nilai abnormalitas pada ekuilibrase 24 jam lebih tinggi dari pada ekuilibrase 4 jam. Hasil penelitian ini masih tergolong normal sesuai dengan peraturan sesuai dengan SNI (2017) bahwa semen beku yang diproduksi dan diedarkan harus mempunyai abnormalitas $\leq 20\%$. Jika abnormalitas spermatozoa melewati 30 sampai 35% maka menunjukkan adanya infertilitas hasil penelitian ini lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ardhani *et al.* (2020) pada sapi bali dengan rata-rata $12,87\pm 1,09\%$. Penelitian serupa juga dilakukan oleh telnoni dkk. (2022) pada sapi bali dengan nilai rata-rata $4,45\pm 0,35\%$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa waktu ekuilibrase 4 jam memberikan kualitas terbaik pada semen sapi bali *post thawing*.

REFERENSI

Adhyatma, M., Isnaini, N., & Nuryadi. (2013). Pengaruh bobot badan terhadap kualitas dan kuantitas semen sapi Simmental. *Jurnal Ternak Tropika*, 14(2), 53–62.

- Aisah, S., N. Isnaini., & S. Wahyuningsih. (2017). Kualitas Semen Segar dan Recovery Rate Sapi Bali pada Musim yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(1),63-79.
- Akredianto, B.R.D. 2014. Pengaruh Waktu Equilibrasi terhadap Motilitas dan Viabilitas Kambing Gembrong Post Thawing dalam Pengencer Skim Kuning Telur. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. p9-14.
- 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.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Peternakan Dalam Angka 2024. Volume 9. 2024. ISSN 2714-8416.
- Fazrien, W. Alif, E. Herwijanti., & N. Isnaini. (2020). Pengaruh Variasi Individu terhadap Kualitas Semen Segar dan Beku Pejantan Unggul Sapi Bali. Sains Peternakan. *Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan*, 18(1), 60-65.
- Kushariyanto., Sunaryo., & Sumartono. (2021). Evaluasi Semen Sapi Limousin dan Simental Umur Sebelas Tahun, *Jurnal Dinamika Rekasatwa*, 4(2), 282-289.
- Mardan, L. P., P. Kune., K. Uly., & W. M. Nalley. 2021. Pengaruh Penambahan Filtrat Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* linn) dalam Pengencer Tris Kuning Telur terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Bali. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 3(1),1309-1323.
- Maria, N. J. S. (2016). Uji Viabilitas Spermatozoa Sapi Bali Jantan dengan menggunakan Larutan Natrium Clorida (NaCl) yang berbeda Level. *Journal of Animal Science*, 1(2),28-29.
- Mila, F. N. H., Y. T. Ina., & A. Kara. (2022). Karakteristik dan Kualitas Semen Sapi Sumba Ongole dalam Pengencer Tris yang disuplementasi dengan Susu Skim pada Suhu 3-5 C. *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, 3(1),12-18.
- Muzzakir, D., Wahyuni, S., Akmal, M., & Sabri, M. (2017). Pengaruh lama ekuilibrasi terhadap kualitas spermatozoa sapi aceh setelah pembekuan menggunakan pengencer Andromed®. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 5(2), 115-128.
- Nyuwita., Annisa., T. Susilawati., & N. Isnaini. (2015). Kualitas Semen Segar dan Produksi Semen Beku Sapi Simental pada Umur yang berbeda. *Jurnal Ternak Tropika*, 16(1),61-68.
- Rijanto, A., R. Aka., & Sahili T. (2021). Pengaruh Lama Ekuilibrasi terhadap Daya hidup, Motil dan Abnormalitas Spermatozoa Beku Sapi Peranakan Ongole. *Jurnal ilmiah Peternakan Halu Leo*, 3(4), 369-373.
- Saputra, D.A., Maskur., & Rozi.T. (2019). Karakteristik morfometrik (ukuran linier dan lingkaran tubuh) sapi Bali yang dipelihara secara semi intensif di kabupaten Sumbawa (Morphometric characteristics (linear size and body circle) of Bali cattle that are raised semiintensively in Sumbawa Regency). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*. 5, 67-75. <http://jitpi.unram.ac.id/index.php/jitpi/article/view/53>.
- Setyawan, F., Prastiya. R.A., Saputro. A.L., Suprayogi. T.W., Restiadi, T.I., & B. Agustono. (2019). "Pengaruh Perbedaan Waktu Ekuilibrasi Sebelum Pembekuan Terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Rambon Banyuwangi Menggunakan Pengencer Tris Kuning Telur." *Jurnal Medik Veteriner* 2.2: 101-107.
- Solihati, N., dan P. Kune. 2011. Pengaruh jenis pengencer terhadap motilitas dan daya tahan hidup spermatozoa semen cair sapi Simmental. http://pustaka.unpad.ac.id/wpcontent/uploads/2009/03/pengaruh_jenis_pengencer_terhadap_motilitas.pdf. Sundari, T.W., T.R. Tagam., & Maidaswar. 2013. Korelasi

- kadar pH semen segar dengan kualitas semen sapi Limousin di Balai Inseminasi Buatan Lembang Bandung. *Journal Ilmiah Peternakan*, 1(3), 1043-1049.
- Standar Nasional Indonesia. (2017). SNI 4869-1-2017 Semen Beku-Bagian 1: Sapi. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Susilawati, T. 2013. Pedoman Inseminasi Buatan. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Telnoni, S. P., Fahik, M., & Baon, G. Y. (2022). Kualitas Spermatozoa Sapi Bali (*Bos Sondaicus*) pada Pengencer Tris Kuning Telur dengan Penambahan L-glutathione. *Flobamora Biological Journal*, 1(2): 8-15
- Zafitra, A., Gushairiyanto., H. Ediyanto., & Depison. (2020). Karakteristik Morfometrik dan Bobot Badan pada Sapi Bali dan Simbal di Kecamatan Bangko Kabupaten Merangin. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 23(2), 66-71.
- Zhou, J., Chen, L., Li, J., Li, H., Hong, Z., Xie, M., & Drevet, J. R. (2015). The semen pH affects sperm motility and capacitation. *PLoS ONE*, 10(7), 1-15. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0132974>.