

Analisis Kualitas Semen Beku Babi Landrace dalam Pengencer Vitasek dengan Konsentrasi *Dimethyl Sulfoxide* yang Berbeda

*Yunita Lamunde, Aloysius Marawali, Kirenius Uly, Ni Made Paramita Setyani

Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85001

*Email Korespondensi: yunitalamunde18@gmail.com

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas semen beku babi landrace dalam pengencer vitasek-kuning telur (V-KT) dengan konsentrasi *Dimethyl sulfoxide* (DMSO) yang berbeda. Semen segar yang menjadi materi penelitian berasal dari empat ekor babi Landrace jantan berumur 2 hingga 3 tahun dan dikoleksi menggunakan metode penampungan manual (*glove hand method*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terbentuk 16 percobaan. Adapun perlakuan yang dimaksud adalah: P1=V-KT+ 3% DMSO, P2=V-KT+ 6% DMSO, P3=V-KT+9% DMSO dan P4=V-KT+ 12% DMSO. Semen setelah dibekukan disimpan didalam nitrogen cair bersuhu sangat rendah, yaitu -196°C. Evaluasi terhadap kualitas semen beku dilakukan 24 jam setelah pembekuan. Hasil analisis data penelitian memperlihatkan bahwa perlakuan P1 dengan penambahan 3% DMSO memiliki nilai yang tinggi yaitu, motilitas ($32,32 \pm 2,98\%$), viabilitas ($64,46 \pm 6,38\%$), abnormalitas ($9,27 \pm 1,68\%$) dan nilai *recovery rate* ($40,39\%$). Disimpulkan bahwa penambahan DMSO 3% dalam pengencer V-KT mampu mempertahankan motilitas setelah *thawing* yaitu $32,32 \pm 2,98\%$.

Kata kunci: Babi landrace; DMSO; semen beku; vitasek

Abstract: The purpose of this study was to analyze the quality of frozen semen of landrace boars in vitasek-egg yolk (V-KT) diluent with different concentrations of Dimethyl sulfoxide (DMSO). Fresh semen used as the research material came from four male Landrace boars aged 2 to 3 years and was collected using the manual collection method (*glove hand method*). This study used an experimental method and a completely randomized design (CRD) consisting of 4 treatments and 4 replications, resulting in 16 experiments. The treatments in question are: T1 = V-KT + 3% DMSO, T2 = V-KT + 6% DMSO, T3 = V-KT + 9% DMSO and T4 = V-KT + 12% DMSO. Semen after being frozen was stored in liquid nitrogen at a very low temperature, which is -196°C. Evaluation of the quality of frozen semen was carried out 24 hours after freezing. The results of the research data analysis showed that the T1 treatment with the addition of 3% DMSO had high values, namely, motility ($32.32 \pm 2.98\%$), viability ($64.46 \pm 6.38\%$), abnormality ($9.27 \pm 1.68\%$) and recovery rate value (40.39%). It was concluded that the addition of 3% DMSO in the V-KT diluent was able to maintain motility after thawing, namely $32.32 \pm 2.98\%$.

Keywords: Landrace boar; DMSO; frozen semen; vitasek

1. Pendahuluan

Inseminasi buatan (IB) menjadi teknologi perkawinan yang umum digunakan dalam peternakan saat ini (Kaka *et al.*, 2020). Teknik IB memanfaatkan semen dari pejantan unggul untuk menghasilkan bibit berkualitas, menghindari perkawinan sedarah (*inbreeding*), serta mencegah penyebaran penyakit. Berbagai jenis ternak, seperti sapi, kambing, kuda, ayam, dan babi, telah berhasil memanfaatkan teknologi ini. Meskipun IB dengan semen cair sudah luas digunakan pada babi, pemanfaatan semen beku masih terbatas. Kerentanan sperma babi terhadap *cold shock* yang tinggi menyebabkan hal ini terjadi, karena dapat mengakibatkan kerusakan sel atau kematian yang disebabkan oleh pembentukan kristal es.

Pembekuan semen adalah suatu proses penghentian sementara kegiatan hidup dari sel tanpa mematikan fungsi sel dan reaksi metabolisme berhenti mendekati nol (Sumardani *et al.*, 2008). Spermatozoa beku merupakan spermatozoa yang telah mengalami proses pencampuran dengan bahan yang berfungsi sebagai pengencer. Menurut Kaka, (2020) kualitas semen beku yang optimal memerlukan bahan pengencer yang efektif dalam menjaga mutu spermatozoa selama proses kriopreservasi. Bahan pengencer yang digunakan adalah vitasem. Lin *et al.*, (2025) melaporkan bahwa vitasem mengandung glukosa sebagai sumber energi untuk spermatozoa, elektrolit yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan osmotik dan pH, dan antibiotik (penisilin dan streptomisin) untuk mencegah bakteri, namun vitasem kurang optimal dalam melindungi membran plasma spermatozoa, maka dari itu perlu ditambahkan kuning telur. Kuning telur kaya akan nutrisi seperti lesitin, kolesterol, dan lipoprotein yang penting untuk kelangsungan hidup dan fungsi spermatozoa serta melindungi spermatozoa dari kejutan dingin (*cold shock*). Kombinasi vitasem dan kuning telur dapat meningkatkan kualitas dan viabilitas semen, sehingga meningkatkan keberhasilan inseminasi buatan. Selain pengencer, krioprotektan juga digunakan untuk mengikat air bebas di dalam sel dan mencegah pembentukan kristal es. Krioprotektan yang digunakan dalam penelitian ini adalah DMSO.

Dimethyl sulfoxida (DMSO) adalah salah satu jenis krioprotektan dengan berat molekul kecil, yang memudahkannya untuk menembus sel selama proses kriopreservasi. DMSO memiliki kemampuan melindungi spermatozoa melalui pemindahan air intraselular sehingga meminimalkan pembentukan kristal es dan mengurangi konsentrasi garam (Susilawati, 2013). Sebagai upaya untuk meminimalkan dampak negatif pembekuan, krioprotektan ditambahkan ke dalam medium pengencer semen babi. Konsentrasi DMSO pada pembekuan semen bervariasi sehingga menjadi hal penting dalam keberhasilan kriopreservasi semen. Level optimum krioprotektan pada berbagai spesies berbeda (Mukminat dan Suharyati, 2014). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas semen beku babi landrace dalam pengencer vitasem-kuning telur (V-KT) dengan konsentrasi *Dimethyl sulfoxide* (DMSO) yang berbeda.

2. Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Yayasan Williams dan Laura, di Tilong Desa Oelnasi, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Sampel penelitian yang digunakan adalah semen segar yang diperoleh dari empat ekor babi landrace yang telah dewasa kelamin berumur 2-3 tahun. Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan acal lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan empat kali ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: P1: vitasem + kuning telur + DMSO 3%, P2: vitasem + kuning telur + DMSO 6%, P3: vitasem + kuning telur + DMSO 9%, P4: vitasem + kuning telur + DMSO 12%.

parameter yang diamati adalah:

1. Motilitas mengacu pada kemampuan gerak maju individual spermatozoa. Penilaian motilitas dilakukan sesaat setelah koleksi semen dengan menempatkan setetes semen di atas kaca objek yang kemudian ditutup dengan kaca penutup. Pengamatan dilakukan secara subjektif menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali pada sepuluh lapang pandang yang berbeda. Hasil penilaian dinyatakan dalam persentase antara 0% hingga 100%, dengan peningkatan skala sebesar 5%.
2. Viabilitas merupakan evaluasi untuk menentukan jumlah spermatozoa hidup dalam semen. Pengamatan viabilitas dilakukan pada preparat ulas yang dibuat dari campuran semen dan eosin 2%, kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Penentuan nilai viabilitas spermatozoa menggunakan rumus:

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

3. Abnormalitas merupakan perbandingan antara spermatozoa abnormal dan spermatozoa normal (Adu *et al.*, 2024). Penilaian abnormalitas spermatozoa dilakukan menggunakan preparat ulas yang dibuat sama dengan penilaian viabilitas. Rumus perhitungan abnormalitas adalah:

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

4. *Recovery rate* adalah indikator kemampuan sperma untuk memulihkan motilitasnya setelah proses pembekuan dan pencairan, yang dihitung berdasarkan perbandingan persentase sperma yang bergerak setelah thawing dengan persentase sperma yang bergerak pada semen segar. Rumus perhitungan *recovery rate* adalah:

$$\text{Recovery Rate} = \frac{\text{Nilai motilitas pasca thawing}}{\text{Nilai motilitas semen segar}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Perlakuan terhadap Motilitas Semen Beku Babi Landrace

Motilitas adalah gerak maju dari spermatozoa secara progresif, yang menjadi patokan mutlak untuk menilai kualitas spermatozoa terutama pada kegiatan inseminasi buatan yang merupakan tujuan akhir pengenceran. Motilitas menjadi parameter penting dalam mengukur kemampuan spermatozoa melewati saluran reproduksi babi betina dan membuahi ovum. Spermatozoa yang bergerak aktif menentukan kualitas spermatozoa dalam kaitannya terhadap tingkat fertilitas (Ndeta *et al.*, 2015).

Tabel 2. Rerata motilitas semen beku babi landrace (%)

Perlakuan	Pasca pengenceran	Pasca ekuilibrase	Pasca thawing
P1	79,37±1,25	76,25±1,44	32,32±2,98
P2	79,37±1,44	76,25±1,44	28,05±11,75
P3	78,75±1,44	76,25±1,44	17,80±9,77
P4	78,75±1,44	76,25±1,44	26,35±11,39
P Value	0,83	1,00	0,24

Keterangan : P1: vitasem + kuning telur + DMSO 3%, P2: vitasem + kuning telur + DMSO 6%, P3: vitasem + kuning telur + DMSO 9%, P4: vitasem + kuning telur + DMSO 12%.

Nilai motilitas pasca pengenceran dalam penelitian ini berkisar 78,75±1,44-79,37±1,44% dan pasca ekuilibrase adalah 76,25±1,44%. Hal ini mengindikasikan pengencer yang digunakan mampu melindungi semen babi ketika disimpan pada suhu ruang (27-28°C) sehingga kematian tidak terlalu tinggi pada proses ekuilibrase.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pasca pengenceran, pasca ekuilibrase dan pasca thawing memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap motilitas. Hal ini kemungkinan dikarenakan sel spermatozoa belum secara sempurna menyesuaikan diri terhadap pengencer vitasem dengan penambahan DMSO, sehingga efek perlindungan dari pengencer vitasem dan DMSO belum terlihat. DMSO hanya efektif untuk memberikan

perlindungan terhadap spermatozoa dalam kondisi beku. Sel yang berada dalam kondisi tidak beku memiliki kandungan air intraseluler yang cukup tinggi, dengan demikian DMSO tidak akan bisa masuk dengan leluasa kedalam sel. Selain itu, fakta ini memberikan gambaran bahwa dalam kondisi sel yang tidak beku DMSO tidak berperan sebagai pelindung.

Nilai motilitas tertinggi setelah *thawing* pada P1 yaitu $32,32 \pm 2,98\%$, P2 sebesar $28,05 \pm 11,75\%$, P3 sebesar $17,80 \pm 9,77\%$ dan P4 sebesar $26,35 \pm 11,39\%$. Terjadinya perbedaan motilitas spermatozoa antar perlakuan karena adanya perbedaan penambahan DMSO dalam pengencer vitasem-kuning telur. Tingginya nilai motilitas pada perlakuan P1 kemungkinan dikarenakan level penambahan pengencer vitasem + DMSO 3% merupakan dosis optimal dalam mempertahankan motilitas spermatozoa.

DMSO adalah krioprotektan yang berfungsi untuk mengikat sebagian air bebas dalam sel sehingga tidak terjadi pembentukan kristal es. Krioprotektan merupakan zat kimia non-elektrolit yang berfungsi mereduksi proses pemaparan kriopresevasi sel dari efek larutan mampu pembentukan kristal es secara ekstra maupun intraseluler sehingga motilitas sel setelah kriopreservasi dapat terjaga. Selain dengan penambahan krioprotektan ke dalam pengencer, waktu ekuilibrasi juga merupakan faktor yang sangat menentukan keberhasilan pembekuan semen, khususnya ternak babi. Waktu ekuilibrasi merupakan periode yang diperlukan spermatozoa sebelum pembekuan untuk menyesuaikan diri dengan pengencer supaya pada saat pembekuan kematian spermatozoa yang berlebihan dapat dicegah. Waktu ekuilibrasi didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan krioprotektan untuk mencapai keseimbangan osmosis pada kedua sisi membran plasma spermatozoa (Bearden *et al.*, 2004).

Hasil penelitian ini nilai motilitas spermatozoa lebih tinggi sedikit dari penelitian yang dilakukan oleh Mega (2022) yang menunjukkan nilai motilitas pasca *thawing* pada babi landrace $28,13 \pm 2,39\%$ yang menggunakan pengencer durasperm modifikasi dengan air buah lontar, serta penelitian yang dilakukan Yusuf *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa motilitas spermatozoa dalam BTSgT $30,00 \pm 4,47\%$ dan lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Marlize *et al.* (2021), pada ternak sapi yang mencapai 44,15% serta pada kambing 51,20% (Yusuf *et al.*, 2017). Hal ini diduga karena perbedaan penggunaan bahan pengencer pada setiap penelitian, sehingga menghasilkan motilitas pasca *thawing* yang berbeda. Pernyataan ini didukung oleh Solihati dan Kune (2009) yang menyatakan bahwa setiap bahan pengencer memiliki kemampuan yang berbeda dalam mempertahankan kualitas spermatozoa dari bangsa ternak yang sama atau berbeda.

Rendahnya motilitas pasca *thawing* ini kemungkinan berhubungan dengan dengan komposisi asam lemak dan *phospholipid* yang berbeda dengan ternak lainnya, yaitu komposisi *phosphatidylethanolamine* dan *sphingomyelin* pada membran plasma babi mencapai 24% dan 14% (Yusuf *et al.*, 2017). Secara umum, penurunan motilitas spermatozoa juga disebabkan karena adanya kejutan dingin dan adanya peningkatan asam laktat. Menurut Tamoës *et al.* (2014) mengatakan bahwa motilitas dan daya hidupnya, terjadi perubahan permeabilitas dan komponen lipid pada membran. Tingginya asam laktat menyebabkan kerusakan organel-organelnya sehingga metabolisme sebagai upaya untuk memperoleh energi terganggu. Penurunan metabolisme mengakibatkan berkurangnya energi yang dihasilkan dan hal ini menyebabkan motilitas spermatozoa menurun karena kurang mendapatkan pasokan energi.

Untuk melakukan inseminasi buatan, standar motilitas semen beku babi setelah *thawing* yang layak untuk digunakan adalah 30%. Jika dilihat dari Tabel 2 dan dikaitkan dengan standar motilitas layak IB terdapat pada P1 dengan penambahan DMSO 3% dalam pengencer vitasem-kuning telur, sedangkan P2, P3, dan P4 tidak layak digunakan IB karena di bawah 30%.

Pengaruh Perlakuan terhadap Viabilitas Semen Beku Babi Landrace

Viabilitas merupakan salah satu indikator untuk menilai kualitas semen. Semakin tinggi persentase viabilitas maka semakin baik kualitas semen tersebut (Hardis dan Rizal, 2008). Penilaian viabilitas dilakukan secara obyektif menggunakan pewarna diferensial. yang hidup ditandai dengan kepala yang transparan karena tidak menyerap warna (eosin-nigrosin), sedangkan kepala yang mati akan berwarna merah karena menyerap warna (eosin-nigrosin). Pemeriksaan viabilitas penting dilakukan karena berpengaruh terhadap motilitas. Semakin tinggi viabilitas, semakin tinggi pula motilitas karena hanya yang hidup yang dapat bergerak. Walaupun demikian, persentase viabilitas lebih tinggi daripada motilitas karena jumlah yang hidup belum tentu semuanya motil progresif (Kostaman dan Sutaman, 2006).

Tabel 3. Rerata viabilitas semen beku babi landrace (%)

Perlakuan	Pasca pengenceran	Pasca ekuilibrasi	Pasca thawing
P1	91,31±0,50	85,85±1,94	64,46±6,38 ^a
P2	91,67±2,04	86,35±0,34	57,26±14,61 ^{ab}
P3	91,85±1,80	86,67±1,26	37,84±11,17 ^b
P4	92,23±0,96	86,48±0,87	52,27±116,57 ^{ab}
P Value	0,84	0,81	0,06

Keterangan : P1: vitasem + kuning telur + DMSO 3%, P2: vitasem + kuning telur + DMSO 6%, P3: vitasem + kuning telur + DMSO 9%, P4: vitasem + kuning telur + DMSO 12%.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa viabilitas pasca *thawing* berbeda nyata ($P < 0,05$), sedangkan pasca pengenceran dan pasca ekuilibrasi berbeda tidak nyata ($P > 0,05$). Hal ini diduga karena DMSO sudah penetrasi secara sempurna kedalam sel spermatozoa sehingga tercapainya keseimbangan konsentrasi elektrolit intra dan ekstra sel serta spermatozoa sudah dapat memanfaatkan semaksimal mungkin penggunaan laktosa dalam proses glikolisis dan siklus Krebs, untuk menghasilkan energi berupa adenosin triphosphate (ATP).

Viabilitas tertinggi dari penelitian yaitu P1: 64,46±6,38%, P2 sebesar 57,26±14,61%, P3 sebesar 37,84±11,17% dan P4 sebesar 52,27±116,57%. Rendahnya viabilitas pasca *thawing* pada P3 disebabkan karena kadar DMSO yang terlalu tinggi dapat bersifat toksitas bagi spermatozoa, sehingga menyebabkan kematian (Ock dan Rho, 2014). Mekanisme sitoksitas DMSO belum diketahui pasti. Namun dalam konsentrasi tinggi, DMSO dapat memodifikasi fluiditas membran sel, menginduksi diferensiasi sel, perubahan mikrotubul, pembentukan kompleks logam, dan penurunan ekspresi kolagen (Hine *et al.*, 2019). Han *et al.* (2005), mengemukakan bahwa konsentrasi krioprotektan pada semen beku tidak boleh terlalu tinggi karena dapat menyebabkan cairan sperma dalam sel mengalami dehidrasi berat; sebaliknya, konsentrasi krioprotektan yang terlalu rendah menyebabkan pengeluaran cairan dari dalam sel mengalami keterlambatan sehingga pembekuan semen tidak sempurna.

Hasil penelitian ini nilai viabilitas sedikit lebih rendah dari hasil penelitian Banamtuan *et al.* (2021) yakni persentase viabilitas babi pasca *thawing* sebesar 68,20-70,80% serta Yusuf *et al.* (2017) menunjukkan viabilitas spermatozoa berkisar antara 68,20±2,06% sampai dengan 70,80±0,07% pada semen beku babi dalam pengencer komersial yang disuplementasi dengan trehalosa, namun lebih tinggi dari hasil penelitian Marlize *et al.* (2021) yang melaporkan viabilitas pasca *thawing* mencapai 44,84% dalam pengencer BTS-gliserol serta Mega (2022) dengan viabilitas spermatozoa babi landrace 49,53±11,14% yang menggunakan pengencer durasperm modifikasi air buah lontar.

Pengaruh Perlakuan terhadap Abnormalitas Semen Beku Babi Landrace

Abnormalitas merupakan salah satu indikator dalam menentukan kualitas spermatozoa karena struktur sel yang abnormal dapat menyebabkan gangguan dan hambatan pada saat fertilisasi (Afiati *et al.*, 2015). Bentuk abnormal dari pada penelitian ini kebanyakan abnormalitas sekunder seperti ekor bergulung, leher patah, leher putus, dan ekor berganda. Abnormalitas sekunder disebabkan perlakuan ketika pembuatan preparate ulas dan factor lingkungan lainnya Solihati *et al.* (2008), sedangkan menurut Arifiantini *et al.* (2005) abnormal biasanya disebabkan karena ketidakseimbangan nutrisi dan endokrin.

Tabel 4. Rerata abnormalitas semen beku babi landrace (%)

Perlakuan	Pasca pengenceran	Pasca ekuilibrisasi	Pasca thawing
P1	4,21±0,68	5,66±0,54	9,10±1,39
P2	3,90±0,64	5,63±0,15	9,27±1,68
P3	3,88±0,44	5,85±0,49	7,79±0,88
P4	4,12±0,55	5,79±0,59	9,14±1,33
P Value	0,81	0,89	0,43

Keterangan : P1: vitasem + kuning telur + DMSO 3%, P2: vitasem + kuning telur + DMSO 6%, P3: vitasem + kuning telur + DMSO 9%, P4: vitasem + kuning telur + DMSO 12%.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa abnormalitas pada pasca thawing berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Abnormalitas tertinggi pada pasca thawing yaitu P2: 9,27±1,68% diikuti P1 sebesar 9,10±1,39%, P3 sebesar 7,79±0,88% dan P4 sebesar 9,14±1,33%. Abnormalitas spermatozoa yang tidak lebih dari 20% masih dikatakan layak untuk digunakan pada inseminasi buatan (Rangkuti *et al.*, 2021). Semen masih layak untuk digunakan inseminasi buatan (IB) jika abnormalitas dibawah 20% (SNI semen beku Nasional, 2017).

Hasil penelitian lebih rendah dibandingkan angka abnormalitas dari penelitian yang dilakukan Kopa *et al.* (2024) dengan persentase rerata abnormalitas 9,50±2,72% dengan lama penyimpanan 24 jam dan juga penelitian Banamtuan *et al.* (2021) dengan persentase abnormalitas babi 11,1±4,0% dan 8,0±4,1%. Yudi *et al.* (2010) melaporkan bahwa angka fertilitas berkorelasi kuat dengan morfologi normal dan lebih tinggi dari penelitian Marlize *et al.* (2021) menunjukkan nilai abnormalitas 6,26±0,80% pada kualitas semen beku babi landrace yang menggunakan pengencer durasperm termodifikasi. Hal tersebut disebabkan karena abnormal kesulitan menembus zona pelucida (Yudi *et al.*, 2010).

Menurut Munazaroh *et al.* (2013) menyatakan bahwa peningkatan jumlah spermatozoa yang mengalami abnormalitas diakibatkan oleh pengaruh fisik pada saat perlakuan dimana spermatozoa saling bergesekan satu sama lain sehingga menyebabkan abnormalitas. Abnormalitas spermatozoa dapat terjadi karena tekanan yang keras, pemanasan yang berlebihan, dan kontaminasi dengan air, urine atau kuman dan bahan antiseptik (Woda *et al.*, 2024).

Recovery Rate

Recovery Rate (RR) menggambarkan kemampuan sperma untuk memulihkan pergerakannya setelah dibekukan dan dicairkan, yang diukur dengan membandingkan motilitasnya setelah thawing dengan motilitasnya saat masih segar (Arifiantini *et al.*, 2005).

Tabel 5. Rerata recovery rate

Perlakuan	Rerata nilai
P1	40,39%
P2	35,06%
P3	22,24%
P4	35,06%

RR merupakan salah satu indikator krusial dalam mengevaluasi keberhasilan tingkat keberhasilan pembekuan semen (kriopreservasi) dapat diukur melalui tingkat kebuntingan (RR). Selain itu, RR juga menjadi indikator efisiensi teknik pembekuan. Nilai RR yang tinggi menandakan bahwa proses pembekuan dilakukan dengan baik. *Recovery rate* pada pasca *thawing* tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Rerata RR tertinggi yaitu P1:40,39%, P2 sebesar 35,06%, P3 sebesar 22,24% dan P4 sebesar 32,94%. Rendahnya nilai *recovery rate* yang teramati pada perlakuan P3 diduga disebabkan oleh adaptasi spermatozoa yang belum optimal terhadap formulasi pengencer yang digunakan. Hal ini menyebabkan spermatozoa lebih rentan terhadap kejutan dingin (*cold shock*) dan terbentuknya kristal es selama proses kriopreservasi. Sejalan dengan hal ini, Dongkot *et al.* (2022) mengemukakan bahwa terjadinya kerusakan pada sel saat pembekuan dan thawing akibat proses peroksidasi lemak pada spermatozoa, yang berujung pada penurunan daya hidup sel. Nilai tingkat kebuntingan (RR) dalam penelitian ini lebih rendah daripada penelitian Aisah *et al.* (2017) pada semen beku yang dikumpulkan dari tiga bangsa sapi yang berbeda (Limousin: 58,87%, Simental: 56,27%, FH: 58,87%). Fenomena ini erat kaitannya dengan kualitas membran plasma spermatozoa, yang memiliki peran penting dalam metabolisme dan produksi pergerakan sperma yang efektif. Sunami *et al.* (2017) mendukung gagasan bahwa penurunan motilitas spermatozoa secara langsung berhubungan dengan penurunan RR, dengan penekanan tingkat keberhasilan kebuntingan sangat dipengaruhi oleh jumlah spermatozoa yang bergerak maju secara aktif.

Perbedaan dan penurunan nilai RR yang diperoleh kemungkinan disebabkan oleh rasio lipid penyusun spermatozoa babi menunjukkan tingkat membran plasma yang lebih rendah daripada sapi. Akibatnya, semen babi menunjukkan kerentanan yang lebih tinggi terhadap *cold shock* saat disimpan dalam temperatur yang lebih rendah dan lebih mudah rusak oleh reactive oxygen species (ROS).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan DMSO 3% dalam pengencer V-KT mampu mempertahankan motilitas setelah thawing yaitu $32,32 \pm 2,98\%$.

Daftar Rujukan

- Adu, A. A., Nalley, W. M., Bette, Y. Y., dan Uly, K. (2024). Perbandingan Kualitas Semen Babi Landrace Dalam Pengencer Beltsville Thawing Solution Dengan Atau Tanpa Plasma Semen Dengan Penambahan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam). *Jurnal Penelitian Ilmu Humaniora*, 7(6), 105–114.
- Afiati, F., Yulnawati, Y., Riyadi, M., dan Arifiantini, R. I. I. S. (2015). Spermatozoa abnormality with different semen collection frequency in ram. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(3), 930–934.
- Banamtuan, A. N., Nalley, W. M., dan Hine, T. M. (2021). Kualitas Semen Cair Babi Duroc dalam Pengencer Durasperm yang Disuplementasi Air Buah Lontar dan Sari Tebu. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 16(1), 41–48. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.16.1.41-48>
- Fafo, M., Hine, T. M., dan Nalley, W. M. (2016). Pengujian efektivitas ekstrak daun kelor dalam pengencer sitrat-kuning telur terhadap kualitas semen cair babi landrace. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 3(2), 184–195.
- Hine, T. M., Uly, K., Nalley, W. M., dan Armadianto, H. (2019). Kualitas Sperma Beku Sapi Bali dalam Pengencer Air Kelapa Modifikasi dengan Berbagai Aras Dimethyl Sulfoxide. *Jurnal Veteriner*, 20(1), 93–100.
- Kaka, A. (2020). Karakteristik dan Daya Fertilitas Spermatozoa Babi Peranakan Landrace. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(3), 277. <https://doi.org/10.25077/jpi.22.3.277-283.2020>
- Kopa, M. D., Marawali, A., Telupere, F. M. S., dan Kune, P. (2024). Pengaruh Level

- Fruktosa Dalam Pengencertris-Kuning Telur Terhadap Kualitas Spermatozoa Babi Landrace. *Jurnal Transformasi Humaniora*, 7(8).
- Lin, H., Nie, S., Wu, P., Yuan, M., Yu, M., dan Tam, V. (2025). Megaproject responsible innovation: Concept, framework, and governance. *Frontiers of Engineering Management*, 1–16.
- Mega, Maria G, Wilmientje M. Nalley, Aloysius Marawali, H. L. L. B. (2022). Semen Beku Babi Landrace Dalam Pengencer Durasperm. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 9(1), 57–65.
- Marlize, S., Hine, T. M., dan Nalley, W. M. (2021). Pengaruh Waktu Ekuilibrisasi Terhadap Kualitas Semen Beku Babi Landrace Dalam Pengencer Durasperm Termodifikasi. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 8(2), 150–160.
- Mukminat, A., dan Suharyati, S. (2014). Pengaruh Penambahan Berbagai Sumber Karbohidrat pada Pengencer Skim Kuning Telur Terhadap Kualitas Semen Beku Sapi Bali. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2(2), 87–92. <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT/article/view/492>
- Munazaroh, A. M., Wahyuningsih, S., dan Ciptadi, G. (2013). Uji Kualitas Spermatozoa Kambing Boer Hasil Pembekuan The Quality Of Boer Goat Freezing Sperms Using Mr. Frosty ® With Different Andromed Diluent ® 64 Uji Kualitas Spermatozoa Kambing Boer. *Jurnal Ternak Tropika*, 14(2), 63–71.
- Nur Jamiah Rangkuti, Tatik Suteky, dan Heri Dwi Putranto. (2021). Pengaruh Waktu Pre Freezing terhadap Kualitas Semen Beku Sapi Bali di UPTD IB Bengkulu. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 2(1), 165–176. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v2i1.183>
- Standar, R., dan Indonesia, N. (2024). *Semen beku – Bagian 4: Babi*.
- Sumardani, N., Tuty, L., dan Pollung, H. (2008). Viabilitas spermatozoa babi dalam pengencer Beltsville thawing solution (BTS) pada tiga tempat penyimpanan berbeda. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. *Media Peternakan*, 31(3), 81–86.
- Susilawati, T. (2013). *Pedoman inseminasi buatan pada ternak*. Universitas Brawijaya Press.
- Woda, S., Kune, P., dan Marawali, A. (2024). Pengaruh Level Minyak Kelapa Murni dalam Pengencer Air Kelapa Muda Terhadap Kualitas Spermatozoa Babi Landrace. *Animal Agricultura* 2(2), 649–657.
- Yudi, Yusuf, T. L., Purwantara, B., Agil, M., Wresdiyati, T., Sajuthi, D., Aditya, Manangsang, J., Sudarwati, R., dan Hastuti, Y. T. (2010). Morfologi dan biometri spermatozoa anoa (*Bubalus sp.*) yang diwarnai dengan pewarna William's dan Eosin-Nigrosin. *Media Peternakan*, 33(2), 88–94. <https://doi.org/10.5398/medpet.2010.33.2.95>
- Yusuf, T., Arifiantini, R., Dapawole, R., dan Nalley, W. (2017). Kualitas Semen Beku Babi dalam Pengencer Komersial yang Disuplementasi dengan Trehalosa. *Jurnal Veteriner*, 18(1), 69–75. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2017.18.1.69>