

PENGARUH PENAMBAHAN LEVEL DIMETHILY SULFOXIDE (DMSO) DALAM PENGECER SPERMAX-KUNING TELUR TERHADAP KUALITAS SEMEN CAIR BABI DUROC

Oktavianus Jabu¹, Agustinus R Riwu², Kirenus Uly³, Aloysius Marawali⁴

alfinjabu85@gmail.com¹

Universitas Nusa Cendana

ABSTRAK

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh level dimethyl sulfoxide (DMSO) dalam pengencer spermax terhadap kualitas semen cair Babi duroc. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan tersebut terdiri dari P0 = DMSO + Spermax 100%, P1 = DMSO + Spermax-KT+1%, P2 = DMSO + Spermax-KT + 2%, P3 = DMSO + Spermax-KT + 3%. Semen yang telah diencerkan disimpan dalam styrofoam box pada suhu 18 sampai 200 C. Evaluasi terhadap motilitas, viabilitas, abnormalitas dan daya tahan hidup dilakukan setiap 12 jam penyimpanan spermatozoa babi duroc. Penambahan DMSO sebanyak 2% dalam pengencer spermax – KT Merupakan perlakuan terbaik dalam mempertahankan motilitas, viabilitas, abnormalitas dan daya tahan hidup spermatozoa babi duroc, dengan nilai motilitas spermatozoa ($46,20 \pm 1,78$) diikuti oleh P1($32,40 \pm 1,67$), viabilitas spermatozoa ($52,04 \pm 2,36$ %), abnormalitas spermatozoa ($4,98 \pm 0,65$ %) dan daya tahan hidup ($54,36 \pm 0,94$ jam). Jadi kesimpulannya bahwa dengan penambahan DMSO dalam pengencer spermax dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap kualitas spermatozoa babi duroc, dengan perlakuan terbaik P2=DMSO + Spermax-KT +2%.

Kata Kunci: Dimethyl Sulfoxide (DMSO), Spermax, KT, Spermatozoa.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effect of dimethyl sulfoxide (DMSO) levels in spermax diluent on the quality of liquid semen of duroc pigs. This study used an experimental method and a complete randomized design (RAL) consisting of 4 treatments and 5 replicates. The treatment consisted of: (T0), DMSO+spermax 100% (T1), DMSO+ spermax-EY 1% (T2), DMSO+spermax-EY 2% (T3) DMSO+spermax-EY 3%. The diluted semen is stored in a styrofoam box at a temperature of 18 to 200 C. Evaluation of motility, viability, abnormality and survival is carried out every 12 hours of storage of spermatozoa of duroc pigs. The addition of DMSO of 2% in egg yolk spermax diluent is the best treatment in maintaining motility, viability, abnormality and survival of duroc pig spermatozoa, with a spermatozoa motility value of 46.20% followed by T1 32.40%, spermatozoa viability of 52.04%, spermatozoa abnormality 4.98% and survival of 54.36% hours. So the conclusion is that the addition of DMSO in spermax diluent can have a positive influence on the quality of duroc pig spermatozoa.

Keywords: Pig Duroc Dimethyl Sulfoxide, (DMSO), Spermax, Egg Yolk, Spermatozoa.

PENDAHULUAN

Efektivitas inseminasi buatan (IB) pada ternak dipengaruhi oleh berbagai faktor, dengan kualitas semen sebagai penentu utama. Salah satu aspek penting yang memengaruhi kelangsungan hidup spermatozoa selama penyimpanan adalah pemilihan pengencer yang tepat. Peran pengencer adalah untuk melindungi spermatozoa dengan menjaga kualitasnya selama periode penyimpanan. Fungsi utamanya adalah untuk memasok sumber energi yang diperlukan yang memungkinkan spermatozoa mempertahankan kelangsungan hidupnya. Selain itu, pengencer menyediakan nutrisi penting yang mendukung aktivitas metabolisme spermatozoa. Dengan menggunakan pengencer yang tepat, spermatozoa dapat mempertahankan viabilitasnya dalam waktu

yang lebih lama, sehingga meningkatkan kemungkinan keberhasilan inseminasi buatan (Salisbury & Van Denmark, 1985).

Semen babi segar mengalami penurunan kualitas yang cepat, sehingga memerlukan penggunaan pengencer untuk memperpanjang masa pakainya. Namun, proses penyimpanan dan pembekuan semen menghadirkan tantangan yang signifikan yang dikenal sebagai kejutan dingin. Fenomena ini dapat menyebabkan kerusakan membran plasma, kematian spermatozoa, dan perubahan kadar air intraseluler akibat pembentukan kristal es. Faktor-faktor ini secara kolektif berkontribusi terhadap penurunan motilitas sperma dan peningkatan terjadinya abnormalitas. Salah satu pengencer yang umum digunakan adalah Spermax, pengencer komersial yang diformulasikan secara khusus untuk semen babi berkinerja tinggi. Dikembangkan oleh Magapor, Spermax dirancang untuk menjaga dan meningkatkan kualitas semen selama penyimpanan dan transportasi. Menurut Magapor (2023), Spermax mengandung glukosa sebagai sumber energi dan natrium bikarbonat, yang membantu menjaga keseimbangan selama proses pengenceran. Selain itu, Spermax berperan dalam mencegah pembentukan radikal bebas, memastikan stabilitas dan efisiensi. Formulasinya juga mengandung campuran antibiotik dan bahan tambahan seperti dimetil sulfoksida (DMSO), yang membantu menghambat pertumbuhan mikroba, sehingga memperpanjang daya tahan hidup spermatozoa untuk digunakan dalam inseminasi buatan.

Untuk meminimalkan kerusakan sel sperma, penambahan zat spesifik yang dikenal sebagai krioprotektan sangat penting dalam pemanjangan air mani. Salah satu krioprotektan yang umum digunakan dalam pengawetan semen adalah dimetil sulfoksida (DMSO). Senyawa ini berfungsi sebagai zat pelindung membran sel sperma dengan cara menembus dan berdifusi ke dalam sel. Valerdi dkk. (2009) menggambarkan DMSO sebagai krioprotektan yang menstabilkan membran sel dan membantu mengatur keseimbangan osmotik, sehingga mengurangi laju perubahan konsentrasi. Ketika dimasukkan secara optimal ke dalam pemanjangan air mani, DMSO membantu mempertahankan motilitas sperma. Namun, jumlah DMSO yang berlebihan dapat mengganggu tekanan osmotik, yang menyebabkan dehidrasi di dalam sel sperma karena kehilangan cairan. Hal ini pada akhirnya dapat mengakibatkan peningkatan kematian sel yang disebabkan oleh kerusakan organel sel (Han et al., 2005).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimental dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari empat perlakuan dengan lima kali pengulangan. Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- P0 = 100% Spermax-KT
- P1 = Spermax-KT + 1% DMSO
- P2 = Spermax-KT + 2% DMSO
- P3 = Spermax-KT + 3% DMSO

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Semen Babi Duroc Segar

Evaluasi kualitas semen segar melibatkan analisis makroskopis dan mikroskopis. Penilaian makroskopis berfokus pada atribut fisik seperti volume, warna, konsistensi, dan pH. Sebaliknya, pemeriksaan mikroskopis menilai karakteristik utama sperma, termasuk motilitas, viabilitas, abnormalitas, dan konsentrasi. Evaluasi ini secara kolektif

menentukan kualitas air mani secara keseluruhan, memastikan kesesuaiannya untuk diproses lebih lanjut. Temuan dari analisis makroskopis dan mikroskopis semen babi Duroc segar dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kualitas semen segar babi duroc

Pemeriksaan	Hasil pengamatan	Stand. Dev
Volume (mL)	207 mL	13,03
Warna	Putih susu	Putih susu
Konsistensi	Encer	Encer
pH	6,52	0,16
Motilitas (%)	77,5	5
Viabilitas (%)	92,86	4,65
Abnormalitas (%)	3,20	0,74
Konsentrasi ($10^6/\text{mL}$)	268,4	23,74

Volume semen yang diamati dalam penelitian ini ($207 \pm 13,03$ mL) sebanding dengan temuan yang dilaporkan oleh Parera dan Lenda (2023), yang mendokumentasikan volume $203,33 \pm 24,73$ mL. Namun, sedikit berbeda dengan penelitian Lawa dkk. (2021), yang menemukan volume rata-rata $198 \pm 21,05$ mL. Variabilitas volume semen dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk stimulasi selama penampungan, kualitas pakan, frekuensi ejakulasi, dan usia pejantan (Lawa et al., 2021).

Terkait evaluasi mikroskopis, motilitas sperma rata-rata $77,5 \pm 5\%$, dengan viabilitas $92,86 \pm 4,65\%$. Nilai motilitas ini sesuai dengan temuan Tamoës dkk. (2014), yang melaporkan $78 \pm 2,74\%$, tetapi lebih rendah dari 90% yang dilaporkan oleh Parera dan Lenda (2023). Menurut AX dkk. (2000) dan Knox (2006), nilai motilitas sperma $\geq 70\%$ dikategorikan baik, yang mengindikasikan bahwa sampel dalam penelitian ini memenuhi standar kualitas semen. Viabilitas yang rata-rata $92,86 \pm 4,65\%$, lebih tinggi dibandingkan dengan $87,28 \pm 1,71\%$ yang dilaporkan oleh Tamoës dkk. (2014), namun lebih rendah dibandingkan dengan 99% yang dilaporkan oleh Parera dan Lenda (2023). Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas sperma antara lain konsentrasi, motilitas, dan pH (Sumardani, 2008).

Konsentrasi sperma semen segar tercatat $268,4 \pm 23,74 \times 10^6/\text{mL}$. Knox (2006) menyoroti pentingnya perhitungan konsentrasi sperma yang akurat dan penggunaan pengencer yang tepat untuk memperpanjang daya tahan hidup sperma. Tingkat abnormalitas sperma yang diamati adalah $3,20 \pm 0,74\%$, yang berada dalam kisaran normal dan sejalan dengan Johnson dkk. (2000), yang menyatakan bahwa sperma berkualitas tinggi harus menunjukkan tingkat abnormalitas $\leq 20\%$. Berdasarkan temuan ini, sampel semen segar dalam penelitian ini dianggap layak untuk diproses lebih lanjut, seperti pengenceran.

2. Pengaruh Perlakuan terhadap Motilitas Sperma

Motilitas sperma, indikator penting dari kualitas semen, sangat penting untuk keberhasilan inseminasi buatan (Bintara, 2011). Motilitas progresif, atau kemampuan sperma untuk bergerak maju secara efisien, berkaitan erat dengan kesuburan. Nilai rata-rata motilitas sperma pada berbagai pengenceran perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Motilitas Sperma pada Pengenceran Perlakuan yang Berbeda (%)

WP	Perlakuan				P value
	P0	P1	P2	P3	
0	$76,00 \pm 2,23^a$	$76,00 \pm 2,23^a$	$76,00 \pm 2,23^a$	$76,00 \pm 2,23^a$	1,00
12	$69,00 \pm 2,23^a$	$69,20 \pm 1,09^a$	$71,60 \pm 3,20^a$	$70,00 \pm 3,53^a$	0,43
24	$62,20 \pm 2,28^a$	$63,80 \pm 2,16^a$	$64,60 \pm 2,88^a$	$61,60 \pm 2,19^a$	0,21

36	52,20±2,28 ^b	52,80±2,28 ^b	59,40±2,60 ^a	51,80±2,48 ^b	0,00
48	42,40±1,67 ^b	43,40±1,94 ^b	54,40±2,50 ^a	41,20±1,78 ^b	0,00
60	30,00±1,41 ^b	32,40±1,67 ^b	46,20±1,78 ^a	29,60±3,28 ^b	0,00
72	21,60±1,67 ^{bc}	22,80±2,28 ^b	38,40±1,67 ^a	20,00±1,41 ^c	0,00

Analisis data menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($P>0,05$) dalam motilitas antar perlakuan dari jam ke-0 hingga jam ke-24. Hal ini menunjukkan bahwa sel sperma masih beradaptasi dengan pengencer Spermax yang ditambahkan DMSO, dan efek perlindungannya belum terlihat. Namun, perbedaan yang signifikan ($P<0,05$) diamati dari jam ke-36 hingga jam ke-72, yang menunjukkan bahwa DMSO, yang digunakan sebagai krioprotektan, mempengaruhi motilitas dari waktu ke waktu.

Pada jam ke-60, motilitas tertinggi diamati pada perlakuan P2 ($46,20 \pm 1,78\%$), diikuti oleh P1 ($32,40 \pm 1,67\%$), P0 ($30,00 \pm 1,41\%$), dan P3 ($29,60 \pm 3,28\%$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi DMSO 2% pada perlakuan P2 adalah yang paling efektif dalam mempertahankan motilitas sperma. Agung dkk. (2013) menjelaskan bahwa motilitas sperma bergantung pada metabolisme ATP yang dipengaruhi oleh integritas membran sel dan aktivitas antioksidan. Meskipun DMSO bukan merupakan antioksidan langsung, namun interaksinya dengan lingkungan seluler membantu mengurangi kerusakan oksidatif selama pengenceran. Menurut Tamoos dkk. (2014), kejutan dingin terutama mengurangi motilitas dan viabilitas sperma dengan mengubah permeabilitas membran dan komposisi lipid.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa motilitas sperma menurun secara progresif setelah pengenceran. Penurunan yang paling signifikan terjadi pada P3, diikuti oleh P0 dan P1, yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P<0,05$) dibandingkan dengan P2. Rendahnya motilitas pada perlakuan ini mungkin disebabkan oleh konsentrasi DMSO yang tidak sesuai, yang dapat mengganggu respirasi mitokondria dan meningkatkan kadar kalsium intraseluler, yang menyebabkan kerusakan sel (Ivanov et al., 2001). Studi oleh Arakawa dkk. (2007) dan Gurtovenko dkk. (2007) lebih lanjut menunjukkan bahwa konsentrasi DMSO yang berlebihan dapat mengganggu stabilitas membran dan menginduksi apoptosis pada sel sperma. Dengan demikian, pengenceran DMSO 2% pada perlakuan P2 terbukti paling efektif dalam mempertahankan motilitas.

3. Pengaruh Perlakuan terhadap Viabilitas Sperma

Viabilitas sperma merupakan penentu utama kualitas semen, karena mencerminkan proporsi sel sperma yang hidup. Viabilitas dinilai dengan membedakan spermatozoa hidup dan mati berdasarkan afinitasnya terhadap zat pewarnaan, dengan sel mati tampak merah dan sel hidup tetap jernih (Zhou et al., 2004). Viabilitas sperma pada berbagai pengenceran perlakuan dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Viabilitas Sperma pada Pengenceran Perlakuan yang Berbeda (%)

	Perlakuan				P Value
	WP P0	P1	P2	P3	
0	93,07±4,98 ^a	93,03±4,90 ^a	93,16±4,94 ^a	93,20±4,88 ^a	1,00
12	86,47±5,61 ^a	87,35±5,58 ^a	87,81±5,51 ^a	87,31±5,48 ^a	0,98
24	74,39±5,15 ^a	76,00±4,63 ^a	76,17±4,91 ^a	74,24±4,84 ^a	0,88
36	64,24±3,63 ^b	64,46±4,34 ^b	69,81±2,97 ^a	63,55±4,26 ^b	0,00
48	55,80±3,88 ^b	55,93±2,82 ^b	60,98±0,98 ^a	53,72±5,05 ^b	0,00
60	41,98±1,98 ^b	42,62±6,59 ^b	52,04±2,36 ^a	41,94±3,21 ^b	0,00
72	30,60±0,88 ^b	30,79±1,41 ^b	44,00±2,88 ^a	28,35±1,79 ^b	0,00

Berdasarkan data pada Tabel 3, analisis menunjukkan bahwa antara pengamatan awal (0 jam) dan jam ke-24, tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik yang

ditemukan di antara perlakuan ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa pengencer masih mengandung sejumlah besar nutrisi, yang membantu mempertahankan kelangsungan hidup spermatozoa babi Landrace. Namun, perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) muncul antara perlakuan dari jam ke-36 hingga jam ke-72 pengamatan. Temuan ini menyiratkan bahwa viabilitas sperma dipengaruhi oleh konsentrasi DMSO yang ditambahkan ke dalam pengencer Spermax.

Analisis ini juga menunjukkan penurunan viabilitas sperma secara bertahap dari waktu ke waktu, mulai dari jam ke-0 hingga jam ke-72 pasca-pengenceran. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh stres oksidatif selama penyimpanan, yang berdampak negatif terhadap viabilitas sperma. Susilawati (2011) mendukung pandangan ini, dengan menyatakan bahwa proses pendinginan menginduksi stres fisik dan kimiawi pada membran sel yang dapat menurunkan fungsi sperma. Pereira dkk. (2010) lebih lanjut menekankan bahwa kejutan dingin yang terjadi pada suhu rendah dapat menyebabkan kerusakan pada membran plasma dan akrosom, yang pada akhirnya mengurangi viabilitas sperma. Demikian pula, Gundogan dkk. (2010) menyoroti bahwa kerusakan sperma yang berkontribusi terhadap penurunan viabilitas ditandai dengan berkurangnya aktivitas metabolisme, gangguan motilitas, degradasi membran plasma, dan penurunan viabilitas secara keseluruhan.

Dibandingkan dengan ternak lainnya, membran sel sperma babi mengandung konsentrasi asam lemak tak jenuh yang tinggi, sehingga sangat rentan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh spesies oksigen reaktif (ROS) melalui peroksidasi lipid. Proses ini menyebabkan kekakuan membran, mengganggu pengikatan enzimatis, mengganggu fungsi pompa ion, menghambat aktivitas reseptor membran, dan mengurangi permeabilitas membran (Sanocka & Kurpisz, 2004; Best, 2006).

Pengujian lebih lanjut pada jam ke-60 pengamatan menunjukkan bahwa viabilitas sperma tertinggi tercatat pada perlakuan P2 ($52,04 \pm 2,36$), diikuti P1 ($42,62 \pm 6,59$), P0 ($41,98 \pm 1,98$), dan P3 ($41,94 \pm 3,21$). Berdasarkan hasil uji Duncan, perlakuan P2 menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($P < 0,05$) dibandingkan dengan P1, P0, dan P3 pada jam ke-36 hingga jam ke-72 pengamatan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada jam ke-60, perlakuan yang paling efektif adalah P2, yaitu dengan penambahan 2% DMSO, yang menghasilkan tingkat viabilitas sebesar $52,04 \pm 2,36\%$. Tingginya viabilitas yang diamati pada perlakuan ini kemungkinan besar disebabkan oleh sifat krioprotektif dari 2% DMSO, yang membantu melindungi lipid membran plasma pada spermatozoa babi Duroc dari kerusakan oksidatif. Selain itu, zat-zat pelindung seperti buffer dan karbohidrat berkontribusi dalam menjaga keseimbangan protein, yang selanjutnya mendukung kelangsungan hidup sperma. Tingkat viabilitas yang diamati dalam penelitian ini sebanding dengan yang dilaporkan oleh Ngongo dkk. (2024), yang menggunakan pengencer Spermax dengan berbagai jenis kuning telur pada semen babi Landrace, yang mencapai viabilitas rata-rata $53,12 \pm 1,86\%$. Namun, temuan ini sedikit lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Hasni dkk. (2024), yang mencatat viabilitas rata-rata $50,20 \pm 5,06\%$.

4. Pengaruh Pengobatan terhadap Abnormalitas Sperma

Abnormalitas sperma merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas sperma, karena tingkat abnormalitas yang lebih tinggi biasanya berhubungan dengan penurunan kualitas sperma. Penilaian abnormalitas sperma dilakukan secara mikroskopis dengan menggunakan pewarna eosin, dilanjutkan dengan menghitung persentase sperma abnormal (Arifianti, 2012). Rata-rata persentase abnormalitas sperma yang diamati dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4:

Tabel 4. Rata-rata Persentase Abnormalitas Sperma Tabel 4. Rerata Persentase Abnormalitas Sperma pada Berbagai Perlakuan (%)

WP	Perlakuan				P value
	P0	P1	P2	P3	
0	3,11±0,67 ^a	3,24±0,70 ^a	3,20±0,70 ^a	3,19±0,62 ^a	0,99
12	3,47±0,74 ^a	3,54±0,71 ^a	3,63±0,64 ^a	3,44±0,66 ^a	0,97
24	3,75±0,74 ^a	3,83±0,72 ^a	3,84±0,61 ^a	3,71±0,70 ^a	0,99
36	3,98±0,82 ^a	4,07±0,79 ^a	4,20±0,62 ^a	3,99±0,59 ^a	0,95
48	4,35±0,86 ^a	4,67±0,74 ^a	4,85±0,65 ^a	4,68±0,66 ^a	0,97
60	4,65±0,83 ^a	4,67±0,74 ^a	4,86±0,65 ^a	4,68±0,66 ^a	0,96
72	4,97±0,88 ^a	4,98±0,65 ^a	4,28±0,66 ^a	4,96±0,66 ^a	0,85

Analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan dimetil sulfoksida (DMSO) pada pengencer Spermax tidak berpengaruh secara signifikan ($P>0,05$) terhadap persentase abnormalitas sperma. Persentase abnormalitas tertinggi tercatat pada perlakuan P1 pada 72 jam ($4,98\pm0,65\%$), sedangkan yang terendah tercatat pada perlakuan P0 pada 0 jam ($3,11\pm0,67\%$). Tingkat abnormalitas yang tercatat pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hasni dkk. (2024) yang melaporkan tingkat abnormalitas antara $2,80\pm0,84\%$ hingga $8,80\pm0,44\%$ dan Ngongo dkk. (2024) yang melaporkan tingkat abnormalitas antara $3,57\pm0,95\%$ hingga $6,70\pm0,81\%$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat abnormalitas sperma masih berada dalam standar yang dapat diterima, seperti yang direkomendasikan oleh Jahnsen dkk. (2000), yaitu di bawah 20%.

Sperma yang abnormal tidak mampu membuahi sel telur, sehingga mempengaruhi kualitas sperma secara keseluruhan untuk inseminasi buatan (Partodihardjo, 1992). Menurut Arifiantini dan Ferdian (2006), abnormalitas sperma dapat terjadi karena faktor genetik, stres, kondisi lingkungan, penyakit, atau proses pembekuan semen. Selain itu, Suyadi dkk. (2013) menyoroti peroksidasi lipid dan preparasi sampel sebagai faktor penyebab, di mana reaksi antara asam lemak tak jenuh dan radikal bebas mengganggu membran plasma, terutama di bagian tengah yang bertanggung jawab untuk produksi energi.

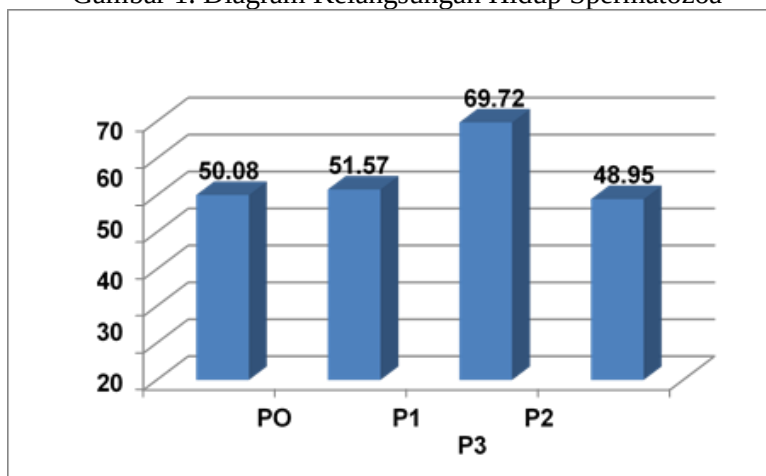
Fafo dkk. (2016) lebih lanjut menjelaskan bahwa peroksidasi lipid dapat merusak membran plasma, mengganggu pembentukan energi yang diperlukan untuk kelangsungan hidup sperma. Demikian pula, Agung dkk. (2023) mengkonfirmasi bahwa peroksidasi lipid merupakan penyebab signifikan peningkatan abnormalitas sperma.

Untuk menjaga integritas membran sperma, zat pelindung membran ekstraseluler, seperti sukrosa, digunakan untuk menstabilkan reseptor membran plasma (Anwar & Jiyanto, 2019). Munazaroh dkk. (2013) mengkategorikan kelainan sperma menjadi tiga jenis: kelainan primer (terjadi selama spermatogenesis atau karena disfungsi testis), kelainan sekunder (muncul ketika sperma melakukan perjalanan melalui saluran reproduksi), dan kelainan tersier (timbul setelah ejakulasi selama penanganan). Penelitian ini terutama mengamati kelainan sekunder, seperti ekor melingkar, leher patah, dan kepala terfragmentasi.

5. Pengaruh Perlakuan terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Spermatozoa

Viabilitas spermatozoa mengacu pada kemampuan spermatozoa untuk tetap berfungsi selama penyimpanan, yang ditandai dengan motilitas yang berkelanjutan (Septiani & Effendi, 2017). Hine dkk. (2014) mendefinisikan viabilitas sebagai durasi (dalam jam) yang diperlukan untuk motilitas progresif spermatozoa untuk menurun sebesar 40%.

Gambar 1. Diagram Kelangsungan Hidup Spermatozoa



(Catatan: Superskrip yang berbeda abc dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan, $P < 0,05$.)

Analisis statistik menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) dari perlakuan terhadap kelangsungan hidup spermatozoa. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P2 berbeda nyata dengan P0, P1, dan P3. Waktu bertahan hidup terpanjang tercatat pada perlakuan P2 ($69,72 \pm 2,48$ jam), sedangkan waktu bertahan hidup terpendek tercatat pada perlakuan P3 ($48,95 \pm 1,49$ jam). Tingkat kelangsungan hidup yang lebih rendah pada perlakuan P3 mungkin disebabkan oleh efek toksik dari konsentrasi DMSO yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan Wang dkk. (2007), yang melaporkan bahwa DMSO yang berlebihan mengganggu struktur membran bilayer dan menginduksi apoptosis pada sel limfoma (Liu dkk., 2001) dan osteoklas (Lemieux dkk., 2011). Demikian pula, Ivanov (2001) mencatat bahwa konsentrasi DMSO yang tidak tepat dapat mengganggu respirasi mitokondria dan meningkatkan kadar kalsium sistolik.

Penurunan tingkat kelangsungan hidup juga dapat dipengaruhi oleh keberadaan DMSO dalam jumlah kecil, yang mengganggu proses metabolisme karena peningkatan peroksidasi lipid dan permeabilitas membran sel, yang mengarah pada percepatan kematian sel sperma (Zakir et al., 2010). Secara khusus, tingkat kelangsungan hidup dalam penelitian ini melampaui yang dilaporkan oleh Hasni dkk. (2024), di mana spermatozoa tetap bertahan hidup hanya selama $54,36 \pm 0,94$ jam.

KESIMPULAN

Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa memasukkan dimetil sulfoksida (DMSO) ke dalam pemanjang Spermax mempengaruhi kualitas spermatozoa babi Duroc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi DMSO 2% dalam ekstender memberikan hasil terbaik dalam mempertahankan motilitas, viabilitas, tingkat abnormalitas, dan tingkat kelangsungan hidup spermatozoa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, B., Handang dan M. Mirandy. 2013. Peningkatan Kualitas Post Thawing Spermatozoa Epididimis Sapi Dengan Suplementasi Catechin Sebagai Antioksidan Pada Pengencer Semen. *Jurnal Ilmu Ternak*. 13(2): 34-38.
- Arakawa T, Kita Y, Timasheff SN. 2007. Protein precipitation and denaturation by dimethyl sulfoxide.
- Arifiantini RI, Purwantara B, Yusuf TL, Sajuthi D. 2009. Peranan fruktosa, rafinosa, dan trehalosa pada kriopreservasi semen kuda. *Media Peternakan* 32(3): 171-178.

- Arifiantini, R. L. 2012. Teknik Koleksi dan Evaluasi Semen Pada Hewan. Bogor. IPB Press
- Ax R.L., Dally M Didion B.A, Lenz R.W. Love C.C, Varner D.D, Hafez B, Bellin M.E. 2000. Semen evaluation. In: Hafez ESE, editor. *Reprod in Farm Anim.* 7th Ed. Philadelphia (US): Lippincott Williams and Wilkins. PP 365-389.
- Banic B, Nipic D, Suput D, Milisav I. 2011. DMSO modulates the pathway of apoptosis triggering. *Cell Mol Biol Lett* 16: 328-341.
- Best, B. 2006. Viability, cryoprotectant toxicity and chilling injury in cryogenics. www.benbest.com/resources/cryopreservation.pdf.
- Bintara S. 2011. Rasio X:Y dan kualitas sperma pada kambing kacang dan peranakan etawa. *Jurnal Sains Peternakan*. 9(2): 65-71.
- Biophys Chem 131: 62-70.
- Fafo, M., Hine, T. M., 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.
- Foeh, N., Gaina, C., Tophianong, T., 2022. Kualitas Semen Segar Dan Semen Cair Babi Landrace Asal Naioni Kabupaten Kupang Dengan Sistem Pemeliharaan Intensif. *J. Kaji. Vet.* 10, 61–66. <https://doi.org/10.35508/jkv.V10i1.6701>
- Gundogan M, Yeni D, Avdatek FA, Fidan F. 2010. Influence of sperm concentration on the motility, morphology, membrane and DNA integrity along with oxidative stress parameters of ram sperm during liquid storage. *J Anim Reprod Sci* 122 (3) : 200-207.
- Gurtovenko AA, Anwar J. 2007. Modulating the structure and properties of cell membranes: The molecular mechanism of action of dimethyl sulfoxide. *J Phys Chem B* 6(111): 10453–10460.
- Han, D., et al. 2005. Effects of cryoprotectants on spermatozoa motility and membrane integrity. *Journal of Andrology*, 26(4), 471-479.
- Hasni Y, Bette Y Y., Marawali A, Uly K., 2024. Pengaruh Level Dimethyl Sulfoxide (DmsO) Dalam Pengencer Tris Kuning Telur Terhadap Kualitas Semen Cair Babi Landrace. *Jurnal Penelitian Ilmu Humaniora*. 7 (7); 9-16.
- Hine T M, Uly K, Nalley W M, Armadioanto H., 2019. Kualitas Sperma Beku Sapi Bali dalam Pengencer Air Kelapa Modifikasi dengan Berbagai Aras Dimethyl Sulfoxide. *Jurnal Veteriner*. 20 (1) : 93-100.
- Ivanov IT. 2001. Rapid method for comparing the cytotoxicity of organic solvents and their ability to destabilize proteins of the erythrocyte membrane. *Pharmazie* 56: 808-809.
- Jhonson LA, Weize KF, Fiser P, Maxwell WMC. 2000. Storage of boar semen. *Journal Animals Reproduction Science* 629(1): 143-172.
- Knox R. 2006. Semen Processing, Extending dan Storage for Artificial Insemination in Swine. Departement of Animal Sciences University of Illinois Publications, 1-7.
- Lawa, A. B., Hine, T. M., Nalley, W. M. 2021. Pengaruh Penambahan Virgin Coconut Oil, Minyak Ikan dan Minyak Zaitun dalam Pengencer Tris terhadap Kualitas Semen Cair Babi Landrace. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 16 (2): 135-141.
- Lemieux JM, Wu G, Morgan JA, Kacena MA. 2011. DMSO regulates osteoclast development in vitro. *In Vitro Cell Dev Biol Anim* 47: 260-267.
- Liu J, Yoshikawa H, Nakajima Y, Tasaka K. 2001. Involvement of mitochondrial permeability transition and caspase-9 activation in dimethyl sulfoxide-induced apoptosis of EL-4 lymphoma cells. *Int Immunopharmacol* 1: 63-74.
- Mattson MP, Chan SL. 2003. Calcium orchestrates apoptosis. *Nat Cell Biol* 5: 1041-1043.
- Munazaroh, A.M., S. Wahyuningsih, dan G. Ciptadi. 2013. Uji Kualitas Spermatozoa Kambing Boer Hasil Pembekuan Menggunakan Mr. Frosty ® pada Tingkat Pengenceran Andromed® Berbeda. *J. Ternak Tropika* .14. (2) : 63-71.
- Ngongo D B, Hine T M, Riwu A R, Nalley W M., 2024. Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis Kuning Telur Dalam Pengencer. *Jurnal Penelitian Ilmu Humaniora*. 7 (7): 17-28
- Parera, H., Lenda, V., 2023. Evaluasi Motilitas, Viabilitas dan Abnormalitas Spermatozoa Babi dalam Berbagai Modifikasi Pengencer. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 11(1): 13-33

- Partohardjo, S. 1992. Ilmu Reproduksi Hewan. Sumber Widya. Jakarta.
- Pereira, G.R., E.G. Becker, L.C. Siqueira, R. Ferreira, C.K. Severo, V.S. Truzzi, J.F.C. Oliveira, & P.B.D. Goncalves. 2010. Assessment of bovine spermatozoa viability using different cooling protocols prior to cryopreservation. *Italian J Anim Sci* 9(4):234-237.
- Sanocka D, Kurpisz M. Reactive oxygen species and sperm cells. 2004. *Reproductive Biology and Endocrinology* 2{ 1-7
- Septiani, D., Effendi, E. M. 2017. Penyimpanan Spermatozoa Pada Suhu Preservasi dan Berbagai Pengencer Semen Terhadap Daya Tahan Hidup Spermatozoa. *Jurnal Ekologia*. 17(2): 18-23.
- Sumardani N. L. G., Tuty L.Y, Pollung HS. 2008. Viabilitas spermatozoa babi dalam pengencer BTS (Beltsville Thawing Solution) yang dimodifikasi pada penyimpanan berbeda. *Jurnal Media Peternakan*. 31(2): 81-86.
- Susilawati, T. 2011. *Spermatology*. UB Press. Universitas Brawijaya. Malang
- Suyadi, A. Rachmawati, N. Iswanto. 2013. Pengaruh ATocopherol Yang Berbeda Dalam Pengencer Dasar Tris Aminomethane-Kuning Telur Terhadap Kualitas Semen Kambing Boer Yang Disimpan Pada Suhu 5°C. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*. 22 (3):1 -8.
- Tamoes, J.A., W.M. Nalley. T.M Hine. 2014. Fertlitas spermatozoa babi Landrace dalam pengencer modifikasi zorlesco dengan susu kacang kedelai. *Jurnal Sains Peternakan*, 12 (1): 20-30.
- Valerdi, F., et al. 2009. The role of cryoprotectants in sperm preservation. *Journal of Reproductive Medicine*, 45(3), 125-130.
- Zakir, M.I. 2010. Pengaruh perbandingan Semen Dengan Pengencer Campuran Sari Kacang Hijau – Sitrat Dan Lama Penyimpanan Terhadap Daya Hidup Spermatozoa Kambing Kacang capra 12(2) 30-40.
- Zhou JB, Yuek KZ, Luo MJ, Chang ZL, Liang H, Wang ZY, Tan JH. 2004. Effect of extender and temperatures on sperm viability and fertility capacity of harbin white boar semen during long-term liquid storage. *Asian-Aus J Anim Sci*. 17 (11):1501-1508.