

PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK DAUN KELOR DALAM PENGENCER *BELTSVILLE THAWING SOLUTION* TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA BABI LANDRACE

Arsenius Yusto Daputra Natam¹, Kirenus Uly², Alvrado Bire Lawa³, Petrus Kune⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan,
Universitas Nusa Cendana

Email : yustonatam078@gmail.com

Published: April , 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daun kelor (EDK) dalam pengencer *Beltsville Thawing Solution* (BTS) terhadap kualitas spermatozoa babi Landrace. Materi penelitian adalah semen segar yang ditampung dari seekor babi Landrace jantan berumur 2,5 tahun. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan: P0 = BTS-Kuning Telur (kontrol); P1 = BTS-KT + EDK 2%; P2 = BTS-KT + EDK 4%; P3 = BTS-KT + EDK 6%. Semen dipreservasi pada suhu 18°C dan dievaluasi setiap 8 jam terhadap motilitas, viabilitas, abnormalitas, dan daya tahan hidup (DTH) spermatozoa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hingga jam ke-40 preservasi, perlakuan P1 menghasilkan motilitas, viabilitas, dan daya tahan hidup spermatozoa tertinggi dibandingkan perlakuan lain ($P < 0,05$), sedangkan abnormalitas tidak berbeda nyata antar perlakuan ($P > 0,05$). Kualitas spermatozoa P1 pada jam ke-40: motilitas (46,00%), viabilitas (54,54%), abnormalitas (5,39%), dan DTH (44,75 jam). Disimpulkan bahwa penambahan EDK 2% dalam pengencer BTS-Kuning Telur mampu mempertahankan kualitas spermatozoa babi Landrace sampai jam ke-40 preservasi.

Kata kunci: antioksidan; *Beltsville Thawing Solution*; daun kelor; spermatozoa babi Landrace; preservasi semen

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of Moringa leaf extract (MLE) addition in *Beltsville Thawing Solution* (BTS) diluent on the quality of Landrace boar spermatozoa. Research material was fresh semen collected from a 2.5-year-old male Landrace boar. A Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications was employed: P0 = BTS-Egg Yolk (control); P1 = BTS-EY + 2% MLE; P2 = BTS-EY + 4% MLE; P3 = BTS-EY + 6% MLE. Semen was preserved at 18°C and evaluated every 8 hours for motility, viability, abnormality, and longevity (LON). Results showed that up to 40 hours of preservation, P1 yielded the highest motility, viability, and longevity ($P < 0.05$), while abnormality showed no significant difference among treatments ($P > 0.05$). Sperm quality parameters for P1 at 40 hours: motility (46.00%), viability (54.54%), abnormality (5.39%), and longevity (44.75 hours). It is concluded that addition of 2% MLE to BTS-Egg Yolk diluent effectively maintains Landrace boar sperm quality up to 40 hours of preservation.

Keywords: *antioxidant; Beltsville Thawing Solution; Landrace boar spermatozoa; Moringa leaf; semen preservation*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Babi Landrace merupakan salah satu bangsa babi yang banyak digunakan dalam program inseminasi buatan (IB) karena memiliki laju pertumbuhan yang cepat, konversi pakan yang efisien, dan litter size tinggi berkisar 8–14 ekor per kelahiran (Knap *et al.*, 2023). Namun, produktivitas peternakan babi di Indonesia masih terkendala oleh praktik perkawinan tradisional (kawin alam) di

tingkat peternak kecil. Inseminasi buatan menjadi solusi strategis untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

Keberhasilan IB sangat ditentukan oleh kualitas semen yang digunakan. Proses preservasi semen memerlukan pengencer yang mampu mempertahankan viabilitas dan motilitas spermatozoa. Pengencer *Beltsville Thawing Solution* (BTS) merupakan salah satu pengencer instan yang paling banyak digunakan untuk preservasi semen babi karena harganya terjangkau dan efektif (Bebas *et al.*, 2016; Yeste *et al.*, 2017). BTS mengandung glukosa sebagai sumber energi, EDTA untuk mencegah kapasitas dini, natrium bikarbonat dan natrium sitrat sebagai buffer, serta antibiotik. Namun, BTS tidak mengandung lesitin sehingga perlu penambahan bahan protektif membran, seperti kuning telur.

Salah satu faktor penurunan kualitas spermatozoa selama penyimpanan adalah serangan radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang merusak asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) pada membran plasma spermatozoa (Aitken dan Baker, 2020). Membran spermatozoa babi mengandung PUFA tingkat tinggi sehingga sangat rentan terhadap peroksidasi lipid. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan penambahan antioksidan dalam pengencer.

Daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) diketahui kaya antioksidan berupa flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, vitamin C, vitamin E, dan berbagai senyawa fenolik (Leone *et al.*, 2016; Devi *et al.*, 2023). Beberapa penelitian telah melaporkan potensi ekstrak daun kelor dalam pengencer berbasis sitrat untuk semen babi Landrace (Aplugi *et al.*, 2020; Gena *et al.*, 2019). Namun penelitian penggunaannya dalam pengencer BTS-Kuning Telur masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan EDK pada berbagai konsentrasi dalam pengencer BTS-Kuning Telur terhadap kualitas spermatozoa babi Landrace selama preservasi.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama dua bulan di Laboratorium Yayasan Williams dan Laura, Tilog, Desa Oelnasi, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Materi Penelitian

Materi penelitian adalah semen segar yang ditampung dari seekor babi Landrace jantan berumur 2,5 tahun, sehat, dan memiliki organ reproduksi normal. Bahan pengencer yang digunakan adalah BTS komersial (Minitube, Germany), kuning telur, dan ekstrak daun kelor (EDK) etanol 70%.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan:

P0 = BTS + Kuning Telur (kontrol, tanpa EDK)

P1 = BTS + Kuning Telur + EDK 2%

P2 = BTS + Kuning Telur + EDK 4%

P3 = BTS + Kuning Telur + EDK 6%

Pembuatan Ekstrak Daun Kelor

Daun kelor segar 260 gram dimaserasi dengan 1 liter etanol 70% selama 24 jam. Filtrat disaring, kemudian dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C hingga diperoleh ekstrak semi-solid yang siap digunakan.

Persiapan Pengencer BTS-Kuning Telur

BTS ditimbang 5 gram dan dilarutkan dalam 100 mL aquabides, dihomogenkan menggunakan stirrer. Larutan BTS (80 mL) dicampur dengan kuning telur 20% (20 mL) dan dihomogenkan. EDK ditambahkan sesuai konsentrasi perlakuan sebelum pengenceran semen.

Penampungan dan Pengenceran Semen

Semen ditampung dari babi jantan terlatih menggunakan metode pengurutan dengan bantuan betina buatan (dummy). Semen yang memenuhi standar kualitas (motilitas $\geq 70\%$) diencerkan sesuai perlakuan dan dipreservasi pada suhu 18°C. Evaluasi dilakukan setiap 8 jam.

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati meliputi: Motilitas spermatozoa, yaitu persentase spermatozoa bergerak progresif yang diamati secara subjektif di bawah mikroskop perbesaran 10×40; Viabilitas spermatozoa, yaitu persentase spermatozoa hidup menggunakan pewarnaan eosin, di mana spermatozoa mati akan menyerap warna merah; Abnormalitas spermatozoa, yaitu persentase spermatozoa dengan morfologi abnormal; Daya tahan hidup (DTH), yaitu lama spermatozoa bertahan dengan motilitas $\geq 40\%$ yang dihitung menggunakan rumus interpolasi (Blegur *et al.*, 2020).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) sesuai RAL. Apabila terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji Duncan menggunakan software SPSS 25 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Semen Segar

Karakteristik semen segar babi Landrace yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik semen segar babi Landrace

Parameter	Nilai Rataan $\pm$ SD
Volume (mL)	157,75 $\pm$ 17,51
Warna	Putih Susu
Konsistensi	Encer
pH	6,55 $\pm$ 0,17
Motilitas (%)	78,75 $\pm$ 4,78
Viabilitas (%)	91,69 $\pm$ 3,37
Abnormalitas (%)	3,98 $\pm$ 0,57
Konsentrasi ($\times 10^6$ sel/mL)	255,75 $\pm$ 11,78

Semua parameter memenuhi standar kelayakan untuk IB, dengan motilitas 78,75%, viabilitas 91,69%, dan abnormalitas 3,98% (di bawah batas maksimum 20%) (SNI, 2023). Konsentrasi spermatozoa $255,75 \times 10^6$ sel/mL berada dalam kisaran normal semen babi (Kaka, 2020).

Pengaruh Perlakuan terhadap Motilitas Spermatozoa

Hasil pengamatan motilitas spermatozoa selama preservasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap motilitas spermatozoa (%)

Jam ke-	P0	P1	P2	P3	P-value
0	78,75 $\pm$ 4,79 ^a	78,75 $\pm$ 4,79 ^a	78,75 $\pm$ 4,79 ^a	78,75 $\pm$ 4,79 ^a	1,000
8	70,75 $\pm$ 2,99 ^a	74,25 $\pm$ 3,34 ^a	71,25 $\pm$ 2,50 ^a	70,50 $\pm$ 2,99 ^a	0,404
16	62,75 $\pm$ 2,21 ^a	69,00 $\pm$ 4,54 ^b	64,50 $\pm$ 3,79 ^{ab}	61,25 $\pm$ 2,98 ^a	0,043
24	54,00 $\pm$ 2,82 ^{ab}	62,00 $\pm$ 4,32 ^c	58,00 $\pm$ 4,00 ^{bc}	50,50 $\pm$ 1,00 ^a	0,002
32	45,25 $\pm$ 1,90 ^{ab}	55,25 $\pm$ 3,40 ^c	48,50 $\pm$ 2,51 ^b	43,50 $\pm$ 3,41 ^a	0,000
40	37,25 $\pm$ 2,21 ^a	46,00 $\pm$ 3,26 ^c	41,50 $\pm$ 3,41 ^b	36,25 $\pm$ 1,25 ^a	0,001
48	28,00 $\pm$ 2,44 ^a	36,25 $\pm$ 2,06 ^c	31,50 $\pm$ 1,91 ^b	26,25 $\pm$ 2,06 ^a	0,000

Keterangan: Superskrip berbeda (^a, ^b, ^c) pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$). P0=BTS+KT; P1=BTS+KT+EDK 2%; P2=BTS+KT+EDK 4%; P3=BTS+KT+EDK 6%.

Pada jam ke-0 dan ke-8, motilitas tidak berbeda nyata ($P>0,05$) antar perlakuan, namun mulai jam ke-16 hingga ke-48 terdapat perbedaan nyata ($P<0,05$). Perlakuan P1 (BTS-KT + EDK 2%) secara konsisten menghasilkan persentase motilitas tertinggi.

Tingginya motilitas pada P1 disebabkan kandungan antioksidan EDK pada konsentrasi 2% cukup optimal menghambat peroksidasi lipid pada membran plasma spermatozoa. Membran spermatozoa babi mengandung PUFA tingkat tinggi sehingga sangat rentan terhadap serangan ROS (Aitken dan Baker, 2020). Daun kelor mengandung berbagai senyawa antioksidan seperti flavonoid, alkaloid, tannin, vitamin C, dan vitamin E yang mampu menginaktivasi reaksi oksidasi radikal bebas (Leone *et al.*, 2016).

Penurunan motilitas pada P3 (EDK 6%) diduga karena antioksidan berlebihan bersifat prooksidan, ditambah kandungan vitamin C yang tinggi meningkatkan keasaman pengencer (Arsadana *et al.*, 2025). Motilitas pada semua perlakuan terus menurun seiring waktu akibat berkurangnya glukosa sebagai sumber energi, akumulasi asam laktat hasil metabolisme anaerob yang menurunkan pH, serta kerusakan membran plasma (Ina Mato *et al.*, 2024; Irvanto *et al.*, 2020). Motilitas P1 dan P2 masih di atas 40% hingga jam ke-40, sehingga masih layak untuk IB (Knox, 2016).

Peran kuning telur dalam pengencer turut mendukung hasil ini. Kuning telur mengandung lipoprotein dan lesitin yang melindungi spermatozoa dari dampak negatif *cold shock* (Priharyanthi *et al.*, 2021). Lotu *et al.* (2024) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi motilitas antara lain ketersediaan ATP, usia sperma, kondisi medium, dan perubahan temperatur.

Pengaruh Perlakuan terhadap Viabilitas Spermatozoa

Hasil pengamatan viabilitas spermatozoa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap viabilitas spermatozoa (%)

Jam ke-	P0	P1	P2	P3	P-value
0	91,66±3,19 ^a	91,59±3,13 ^a	91,58±3,17 ^a	91,67±3,20 ^a	1,000
8	80,03±3,28 ^a	85,71±1,84 ^a	83,36±2,31 ^a	80,96±3,60 ^a	0,062
16	72,38±1,97 ^a	79,59±4,84 ^b	74,11±3,61 ^{ab}	71,13±4,13 ^a	0,038
24	62,08±3,60 ^a	71,82±4,78 ^b	67,46±5,43 ^{ab}	61,43±1,52 ^a	0,012
32	53,07±3,64 ^a	63,98±6,23 ^b	57,20±3,60 ^{ab}	54,00±3,56 ^a	0,018
40	44,39±2,30 ^a	54,54±5,40 ^b	49,00±4,62 ^{ab}	43,70±0,79 ^a	0,005
48	36,62±4,32 ^{ab}	44,07±3,10 ^c	40,50±2,07 ^{bc}	35,52±1,23 ^a	0,005

Keterangan: Superskrip berbeda (^{a, b, c}) pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$).

Pada jam ke-0 dan ke-8 tidak terdapat perbedaan nyata ($P>0,05$). Mulai jam ke-16 hingga ke-48, P1 nyata ($P<0,05$) menghasilkan viabilitas tertinggi. Pola ini sejalan dengan data motilitas, di mana P1 secara konsisten unggul dari perlakuan lainnya.

Kandungan antioksidan pada EDK 2% cukup optimal untuk melindungi membran plasma spermatozoa dari serangan ROS. Hal ini menjaga integritas membran sehingga spermatozoa tidak menyerap pewarna eosin dan tetap dikategorikan hidup. Viabilitas spermatozoa selalu lebih tinggi dibandingkan motilitas, sesuai pernyataan bahwa tidak semua spermatozoa yang hidup bergerak secara progresif (Pereira, 2017).

Kuning telur berperan besar dalam mempertahankan viabilitas melalui kandungan *low-density lipoprotein* (LDL) yang mencegah kerusakan membran plasma akibat protein plasma semen (Priharyanthi *et al.*, 2021). Penurunan viabilitas pada semua perlakuan disebabkan oleh stres oksidatif selama penyimpanan suhu dingin, akumulasi asam laktat hasil metabolisme anaerob, dan berkurangnya substrat energi (Arsadana *et al.*, 2025; Amtiran *et al.*, 2020).

Pengaruh Perlakuan terhadap Abnormalitas Spermatozoa

Hasil pengamatan abnormalitas spermatozoa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap abnormalitas spermatozoa (%)

Jam ke-	P0	P1	P2	P3	P-value
0	3,78±0,52 ^a	3,81±0,52 ^a	3,84±0,64 ^a	3,86±0,64 ^a	0,997
8	3,98±0,59 ^a	3,95±0,60 ^a	3,89±0,72 ^a	4,12±0,65 ^a	0,964
16	4,45±0,61 ^a	4,32±0,39 ^a	4,43±0,34 ^a	4,44±0,43 ^a	0,974
24	4,72±0,27 ^a	4,52±0,22 ^a	4,63±0,30 ^a	4,67±0,39 ^a	0,823
32	5,07±0,24 ^a	5,05±0,40 ^a	5,04±0,42 ^a	4,98±0,49 ^a	0,990
40	5,37±0,09 ^a	5,39±0,20 ^a	5,41±0,24 ^a	5,51±0,25 ^a	0,786
48	5,96±0,49 ^a	5,72±0,50 ^a	5,68±0,43 ^a	5,89±0,43 ^a	0,800

Keterangan: Superskrip sama (^a) pada baris yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata ($P>0,05$).

Penambahan EDK dalam pengencer BTS-KT tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap persentase abnormalitas spermatozoa pada semua waktu pengamatan. Persentase abnormalitas berkisar antara 3,78% hingga 5,96% selama 48 jam penyimpanan, masih jauh di bawah batas maksimum 20% (SNI, 2023).

Tidak adanya pengaruh nyata pada abnormalitas menunjukkan bahwa variabel ini lebih dipengaruhi faktor intrinsik seperti genetik, kondisi fisiologis pejantan, dan penanganan semen dibandingkan komposisi pengencer (Bili *et al.*, 2024). Peningkatan abnormalitas yang terjadi seiring waktu dikaitkan dengan peroksidasi lipid yang merusak struktur morfologi spermatozoa, perubahan pH, dan cekaman dingin (Saputri, 2021). Hasil ini sejalan dengan Fafo *et al.* (2016) yang melaporkan tidak ada pengaruh nyata EDK terhadap abnormalitas spermatozoa babi Landrace.

Pengaruh Perlakuan terhadap Daya Tahan Hidup Spermatozoa

Hasil perhitungan DTH spermatozoa disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap daya tahan hidup (DTH) spermatozoa

Perlakuan	Daya Tahan Hidup (jam)
P0 (BTS + KT)	37,31 ± 2,01 ^a
P1 (BTS + KT + EDK 2%)	44,75 ± 2,07 ^c
P2 (BTS + KT + EDK 4%)	40,93 ± 2,37 ^b
P3 (BTS + KT + EDK 6%)	35,17 ± 2,70 ^a

Keterangan: Superskrip berbeda (^{a, b, c}) pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$).

Perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap DTH. Perlakuan P1 menghasilkan DTH tertinggi (44,75 jam), diikuti P2 (40,93 jam), P0 (37,31 jam), dan P3 (35,17 jam). DTH pada P1 melampaui standar minimum layak IB (motilitas $\geq 40\%$) hingga jam ke-44,75.

Rendahnya DTH pada P3 diakibatkan antioksidan berlebih yang bersifat prooksidan, sekaligus peningkatan kandungan asam akibat vitamin C tinggi dalam EDK (Arsadana *et al.*, 2025). Perlakuan P0 (kontrol) memiliki DTH lebih rendah dibanding P1 dan P2 karena tidak ada senyawa antioksidan pelindung spermatozoa dari serangan ROS. Spermatozoa yang tidak mendapat suplementasi antioksidan akan cepat mengalami kematian akibat kehabisan substrat energi dan kerusakan membran (Bili *et al.*, 2024).

Semakin lama waktu penyimpanan maka DTH semakin menurun karena metabolisme spermatozoa terus berlangsung, menghasilkan asam laktat yang menurunkan pH dan memicu kerusakan membran plasma (Ina Mato *et al.*, 2024). Hasil ini diperkuat oleh Blegur *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa DTH spermatozoa dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pengencer yang digunakan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penambahan ekstrak etanol daun kelor (EDK) sebesar 2% dalam pengencer BTS-Kuning Telur menghasilkan kualitas spermatozoa babi Landrace terbaik selama preservasi pada suhu 18°C hingga jam ke-40, dengan motilitas 46,00%, viabilitas 54,54%, abnormalitas 5,39%, dan daya tahan hidup 44,75 jam.

Saran

Disarankan untuk menggunakan EDK sebesar 2% dalam pengencer BTS-Kuning Telur pada program IB babi Landrace. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi angka kebuntingan dan litter size hasil IB menggunakan semen yang dipreservasi dengan pengencer BTS-KT + EDK 2%.

REFERENCES

- Aitken RJ, Baker MA. 2020. Oxidative stress, sperm survival and fertility control. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 518: 110–124.
- Amtiran DE, Hine TM, Uly K. 2020. Pengaruh penambahan vitamin E dalam pengencer Tris-Kuning Telur terhadap kualitas spermatozoa babi Duroc. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*. 2(4): 1111–1118.
- Aplugi M, Gaina DC, Foeh NDFK. 2020. Kualitas spermatozoa babi Landrace yang diberi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) sebagai antioksidan pada suhu penyimpanan berbeda. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 3(2): 156–160.
- Arsadana IKA, Bebas W, Sampurna IP. 2025. The extended storage of pork semen diluted with panyl fruit water egg yolk with the addition of Moringa leaf extract. *Buletin Veteriner Udayana*. 17(2): 463–474.
- Bau AE, Kune P, Lawa AB, Telupere FMS. 2025. Pengaruh penambahan sari buah jambu biji merah dalam pengencer Tris Kuning Telur terhadap kualitas spermatozoa babi Duroc. *Journal of Livestock and Animal Health*. 8(1): 16–22.
- Bebas W, Larastiyani BG, Budiasa K. 2016. Penambahan vitamin E pada pengencer BTS® terhadap daya hidup dan motilitas spermatozoa babi Landrace pada penyimpanan 15°C. *Buletin Veteriner Udayana*. 8(1): 1–7.
- Bei MSB, Foeh ND, Gaina CD. 2021. Kualitas spermatozoa babi dalam pengencer air buah lontar dan kuning telur ayam kampung dengan metode penyimpanan berbeda. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 4(1): 1–12.
- Bili VJE, Hine TM, Bette YY, Uly K. 2024. Peningkatan kualitas spermatozoa babi Landrace dalam pengencer Spermax-Kuning Telur yang disuplementasi sari wortel. *Jurnal Penelitian Ilmu Humaniora*. 7(6): 1–10.
- Blegur J, Nalley MN, Hine TM. 2020. Pengaruh penambahan virgin coconut oil dalam pengencer Tris Kuning Telur terhadap kualitas spermatozoa sapi Bali selama preservasi. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 7(2): 130–138.
- Devi PAS, Sari PMNA, Pangesti NMDP, Pratiwi NKAS, Rahmasari LPCP. 2023. Potensi daun kelor (*Moringa oleifera* L.) pada olahan makanan populer sebagai antioksidan untuk meningkatkan nilai gizi. *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi*. 2: 464–482.
- Fafo M, Nalley WM, Hine TM, Marawali A. 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 NDFK, Gaina CD, Titong AP, Butta CA, Bei MSB. 2019. Daya tahan spermatozoa dalam semen cair babi Landrace pada metode penyimpanan berbeda. *Jurnal Kajian Veteriner*. 7(1): 47–52.
- Gena MGG, Foeh NDFK, Gaina CD. 2019. Ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) sebagai antioksidan dalam pengencer semen babi Landrace berbasis air buah lontar. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 3(2): 168–175.

- Ina Mato MS, Nalley WM, Hine TM, Marawali A. 2024. Perbandingan kualitas spermatozoa babi Landrace dalam pengencer dasar natrium chloride fisiologis dengan level kuning telur berbeda. *Comserva: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 4(1): 32–44.
- Irvanto R, Hardijanto H, Paramita W, Susilowati S, Damayanti LT, Safitri E. 2020. Kualitas motilitas dan viabilitas spermatozoa dari semen afkir sapi Limousin pada pengencer susu skim kuning telursitrat dengan penambahan berbagai kadar glukosa. *Ovozoa: Journal of Animal Reproduction*. 7(2): 96–101.
- Kaka A. 2020. Karakteristik dan daya fertilitas spermatozoa babi peranakan Landrace. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 22(3): 277–283.
- Knap PW, Knol EF, Sørensen AC. 2023. Genetic and phenotypic time trends of litter size, piglet mortality, and birth weight in pigs. *Frontiers in Animal Science*. 4: 1–15.
- Knox RV. 2016. Artificial insemination in pigs: current status and future developments. *Theriogenology*. 85(1): 83–93.
- Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. 2016. *Moringa oleifera*: an overview of nutritional and medicinal properties. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(12): 2141.
- Lotu FK, Hine TM, Uly K, Marawali A. 2024. Faktor-faktor yang mempengaruhi motilitas spermatozoa pada preservasi semen babi. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*. 6(1): 1–10.
- Manehat NS, Foeh NDFK, Gaina CD. 2021. Kualitas spermatozoa babi Landrace dalam berbagai bahan pengencer. *Jurnal Kajian Veteriner*. 9(2): 1–9.
- Marlize FR, Nalley WM, Hine TM, Marawali A. 2021. Karakteristik semen segar babi Landrace di Laboratorium Williams dan Laura. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*. 3(2): 1–10.
- Nahak TDB, Hine TM, Uly K, Lawa AB. 2022. Kualitas spermatozoa babi Landrace dalam pengencer BTS dengan penambahan air kelapa muda. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 9(1): 1–8.
- Neno ER, Foeh NDFK, Gaina CD. 2019. Konsentrasi spermatozoa babi Landrace pada pengencer berbeda. *Jurnal Kajian Veteriner*. 7(2): 1–8.
- Pereira GR. 2017. Assessment of sperm viability using eosin-nigrosin staining. *Animal Reproduction Science*. 180: 1–7.
- Potret TA, Hine TM, Uly K. 2024. Kualitas spermatozoa babi Landrace dalam pengencer BTS dengan suplementasi antioksidan. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*. 6(2): 1–10.
- Priharyanthi R, Hine TM, Uly K, Marawali A. 2021. Pengaruh penambahan kuning telur dalam pengencer BTS terhadap kualitas spermatozoa babi Landrace. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 8(1): 1–8.
- Saputri ND. 2021. Abnormalitas spermatozoa dan faktor penyebabnya selama preservasi semen. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 26(3): 1–8.
- SNI. 2023. Persyaratan mutu semen cair babi. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Yeste M, Bonet S, Rodríguez-Gil JE. 2017. Sperm preservation in pigs: current status and future perspectives. *Theriogenology*. 85(1): 1–10.