

EFEK PENAMBAHAN KUNING TELUR OMEGA-3 PADA PENGENCER AIR KELAPA MUDA TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA BABI LANDRACE

*The Effect of Adding Omega-3 Egg Yolk in Coconut Water Diluent on The Quality of
Landrace Boar Spermatozoa*

**Maria Delestrada Amfotis*, F. M. S. Telupere, Ni Made Paramita Setyani,
Aloysius Marawali**

Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia 850001

*Corresponding Author: deloamfotis@gmail.com

ABSTRACT

This study aim was to determine the effect of adding omega-3 egg yolks in coconut water diluent on the quality of Landrace boar spermatozoa. The material used was fresh semen from a Landrace boar in good condition and has been trained in a cement reservoir. The research method used was an experiment with a completely randomized design (CRD) consisting of five treatments with four replications, namely: P0: 80% Coconut Water +20% Egg Yolk Local Chicken, P1: 95% Coconut Water+5% Egg Yolk omega-3, P2: 90% Coconut Water +10% Egg Yolk omega-3, P3: 85% Coconut Water +15% Egg Yolk omega-3 and P4: 80% Coconut Water +20% Egg Yolk omega-3. The diluted semen was kept in a cool box at 18–20°C and assessed every 8 hours. The observed variables included motility, viability, abnormalities and spermatozoa survival. The collected data were analyzed using analysis of variance(ANOVA) followed by Duncan's test. The results showed that until the 32nd observation the best quality of spermatozoa was in P3 treatment with motility (46,25±2,50%), viability (54,25±2,43%), abnormalities (5,18±0,87%), survival (36,43±0,60%) and P4 treatment with motility (41,25±2,50%), viability (53,04±4,67%) abnormalities (5,04±0,92%), survival (33,11±2,22%). It can be concluded that the addition of 15–20% Egg Yolk Omega-3 in Coconut Water diluent can maintain the quality of Landrace boar spermatozoa, especially the motility and viability of spermatozoa but not with abnormalities and survival of spermatozoa.

Keywords: Coconut water, Landrace boars, Omega-3 egg yolk, Spermatozoa.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kuning telur omega-3 dalam pengencer air kelapa muda terhadap kualitas spermatozoa babi Landrace. Bahan yang digunakan adalah semen segar dari seekor babi Landrace jantan dalam kondisi sehat dan telah dilatih dalam penampungan semen. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dengan empat ulangan, yaitu: P0: 80% Air Kelapa Muda+20% Kuning Telur Ayam Lokal, P1: 95% Air Kelapa Muda +5% Kuning Telur omega-3, P2: 90% Air Kelapa Muda +10% Kuning Telur omega-3, P3: 85% Air Kelapa Muda +15% Kuning Telur omega-3 dan P4: 80% Air Kelapa Muda +20% Kuning Telur omega-3. Semen yang sudah diencerkan, disimpan dalam *cool box* dengan suhu 18–20°C dan dievaluasi setiap 8 jam. Variabel penelitian yang diamati adalah: motilitas, viabilitas, abnormalitas dan daya tahan hidup spermatozoa. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *analysis of variance* dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai jam pengamatan ke-32 kualitas spermatozoa terbaik adalah pada perlakuan P3 dengan motilitas (46,25±2,50%), viabilitas (54,25±2,43%), abnormalitas (5,18±0,87%), daya tahan hidup (36,43±0,60%) dan perlakuan P4 dengan motilitas (41,25±2,50%), viabilitas (53,04±4,67%), abnormalitas (5,04±0,92%), daya tahan hidup (33,11±2,22%). Dapat disimpulkan bahwa penambahan Kuning Telur Omega-3 sebanyak 15–20% dalam pengencer Air Kelapa Muda mampu menjaga kualitas spermatozoa babi Landrace terutama motilitas dan viabilitas namun tidak dengan abnormalitas dan daya tahan hidup spermatozoa.

Kata kunci: Air kelapa muda, Babi landrace, Kuning telur omega-3, Spermatozoa.

PENDAHULUAN

Inseminasi buatan (IB) adalah salah satu teknologi inovasi yang diadopsi oleh peternak dalam meningkatkan usahanya (Sabat *et al.*, 2023). Teknologi inseminasi buatan menggunakan semen cair guna memperbaiki kualitas genetik dan produksi ternak (Putri *et al.*, 2020). Penggunaan inovasi ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pejantan dalam mengawini betina, sehingga betina yang dikawini dalam kuantitas yang besar (Setyani *et al.*, 2017). Pemanfaatan teknologi inovasi ini, sering kali mengalami permasalahan dalam penyimpanan semen cair yaitu kecukupan energi dan nutrisi serta pengaruh kejutan dingin bagi spermatozoa. Guna meningkatkan masa simpan semen cair agar dapat bertahan lebih lama, memerlukan preservasi yang bertujuan untuk mempertahankan kualitas spermatozoa, yaitu dengan menambahkan pengencer yang mengandung nutrisi yang memadai bagi spermatozoa, bersifat isotonis, sebagai *buffer* (penyangga), dapat menghambat pertumbuhan bakteri, melindungi dari kejutan dingin (*cold shock*), tidak bersifat toksik serta mampu meningkatkan volume sehingga memungkinkan terjadinya inseminasi pada ternak betina dalam kuantitas besar (Rizal dan Thahir., 2016).

Berbagai jenis bahan pengencer yang dimanfaatkan untuk mengencerkan semen seperti kuning telur yang mengandung omega-3 atau yang biasanya disebut kuning telur omega-3 dan air kelapa muda. Air kelapa muda mengandung karbohidrat, seperti glukosa, fruktosa, sukrosa, serta mineral, vitamin, dan protein. Komponen-komponen ini diperlukan untuk memenuhi kebutuhan fisik dan kimia yang dibutuhkan oleh sperma, dengan demikian air kelapa muda dapat menjaga kualitas spermatozoa (Sulabda dan Puja, 2010), namun air kelapa tidak efektif dalam memberikan

perlindungan terhadap sperma dari suhu dingin, untuk itu harus ditambahkan kuning telur yang mengandung omega-3.

Omega-3 adalah jenis asam lemak tak jenuh ganda, seperti *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA), *Docosahexaenoic Acid* (DHA), dan *Eicosa Pentaenoic Acid* (EPA) yang berperan dalam mempertahankan membran sel spermatozoa. Telur ayam yang mengandung omega-3 memiliki 31,18% PUFA, 31 mg DHA, dan 2966 mg SFA (Polat *et al.*, 2013). Kandungan omega-3 PUFA dan DHA dapat memberikan efek perlindungan membran plasma spermatozoa dari kejutan dingin (Nurcholis *et al.*, 2016). Penggunaan kuning telur omega-3 pada semen segar babi masih terbatas informasinya. Berlandaskan hal tersebut, tujuan penelitian ini guna menemukan efek penambahan kuning telur omega-3 pada pengencer air kelapa muda terhadap kualitas spermatozoa babi Landrace.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama lima minggu yang dibagi dalam periode persiapan dan periode pengumpulan data. Penelitian ini dilakukan di laboratorium di Sekase, Desa Oelnasi, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), yang berada di bawah naungan Yayasan Williams dan Laura.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan adalah semen segar dari seekor babi pejantan jenis Landrace yang sudah pubertas, berusia dua tahun dan dalam keadaan sehat. Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari lima perlakuan dan empat ulangan oleh karena itu diperoleh 20 unit percobaan, digunakan dalam penelitian ini. Dengan masing-masing perlakuan sebagai berikut:

- P0: 80% Air Kelapa Muda+20%, Kuning
Telur Ayam Lokal
P1: 95% Air Kelapa Muda +5%, Kuning
Telur omega-3
P2: 90% Air Kelapa Muda +10% Kuning
Telur omega-3
P3: 85% Air Kelapa Muda +15% Kuning
Telur omega-3
P4: 80% Air Kelapa Muda +20% Kuning
Telur omega-3.

Variabel Penelitian

Variabel penelitiannya adalah; motilitas, viabilitas, abnormalitas dan daya tahan hidup spermatozoa.

Motilitas spermatozoa merupakan salah satu indeks utama dalam menetapkan kualitas semen dan hasil produksi (Zulyazaini *et al.*, 2016). Sperma yang tak bergerak terus menerus dan tetap berada ditempatnya dapat digolongkan sebagai sperma mati, sebaliknya yang bergerak terus menerus merupakan spermatozoa hidup.

Viabilitas spermatozoa adalah daya hidup spermatozoa, dan mempunyai koherensi dengan motilitas yang dipatok oleh daya membran plasma spermatozoa (Azzahra *et al.*, 2016). Rumus perhitungan Viabilitas spermatozoa yaitu:

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

Abnormalitas spermatozoa dapat ditetapkan berdasarkan kondisi kepala putus, ekor putus, atau ekor melingkar (Yendraliza *et al.*, 2019). Rumus untuk menghitung jumlah spermatozoa abnormal adalah:

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

Daya tahan hidup spermatozoa adalah kemampuan bertahan hidup spermatozoa dari pengaruh perlakuan suhu yang diamati setiap harinya setiap 8 jam sekali sampai spermatozoa mati atau tidak bergerak. Rumus perhitungan daya tahan hidup spermatozoa adalah:

$$\text{DTH} = \frac{A+B}{A-C} \times D+E$$

Keterangan; A: Motilitas diatas standar, B: Motilitas standar, C: Motilitas dibawah standar, D: Rentang waktu pengamatan, E: Jam penyimpanan dengan motilitas diatas standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Semen Segar Babi Landrace

Evaluasi semen segar bermaksud guna menentukan kelayakan semen segar yang cocok untuk kriopreservasi serta menentukan jumlah pengencer yang akan digunakan. Dari hasil evaluasi terlihat bahwa kualitas dan kuantitas semen yang diperoleh cukup bagus dengan motilitas sperma >70% dan konsentrasi di atas 200×10^7 sel spermatozoa/mL. Hasil evaluasi terlihat dalam Tabel 1.

Rerata volume semen yang diperoleh adalah $132,50 \pm 78,89$ mL. Hasil pemeriksaan ini lebih baik daripada penelitian Banamtuan *et al.* (2021) yang mencapai $101,75 \pm 20,46$ mL, namun lebih rendah dari hasil penelitian Tamoës *et al.* (2014) yang memperoleh nilai rata-rata volume semen sebanyak $212 \pm 10,95$ mL.

Disimilaritas rata-rata volume semen antar penelitian disebabkan oleh macam ternak, umur, bobot badan, keseringan penampungan semen, lingkungan, serta cara penampungan semen (Sangma *et al.*, 2020).

Tabel 1. Karakteristik semen segar babi Landrace

Karakteristik Semen	Rerata± Standar Deviasi
Makroskopis	
Volume (mL)	132,50±78,89
Warna	Putih Susu
Konsistensi	Encer
Bau	Khas
pH	6,55±0,17
Mikroskopis	
Motilitas Spermatozoa (%)	77,50±5,00
Viabilitas Spermatozoa (%)	91,83±3,28
Abnormalitas Spermatozoa (%)	3,81±0,93
Konsentrasi Spermatozoa (10^7 sel/mL)	270,75±13,67

Rerata kadar derajat keasaman (pH) yang didapatkan yaitu $6,55 \pm 0,17$. Hasil ini menyandingi hasil penelitian Mega *et al.* (2022) yang mendapatkan rerata nilai pH $6,63 \pm 0,15$, namun lebih rendah dari hasil penelitian Butta *et al.* (2021) dengan pH $7,4 \pm 0,05$ dan Seran *et al.* (2023) yaitu $7,43 \pm 0,02$. Nilai pH dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti, usia, stimulasi, frekuensi ejakulasi, kondisi lingkungan, serta kandungan nutrisi pada pakan (Tamoës *et al.*, 2014).

Hasil evaluasi mikroskopis semen segar memperlihatkan persentase motilitas sebesar $77,50 \pm 5,00\%$. Semen itu mempunyai mutu bagus, karena sperma yang bagus mempunyai persentase motilitas 50–80% (Garner dan Hafez, 2000). Hasil yang didapatkan ini lebih rendah, dibandingkan hasil yang didapatkan Neno *et al.* (2019) dengan perolehan motilitas sebesar $84,50 \pm 0,50\%$, akan tetapi mendekati hasil penelitian Foeh (2015) dengan nilai $80,85 \pm 0,72\%$. Beberapa aspek yang berpengaruh terhadap motilitas spermatozoa adalah jenis ternak, *breed*, usia, kuantitas ejakulasi, serta pergantian suhu.

Hasil evaluasi viabilitas memperlihatkan nilai $91,83 \pm 3,28\%$. Hasil evaluasi ini lebih baik dari hasil evaluasi Tamoës *et al.* (2014) dengan nilai $87,28 \pm 1,71\%$, dan hampir sama dengan Garner and Hafez (2000) yang melaporkan nilai viabilitas spermatozoa berada pada

kisaran 70–90%. Viabilitas spermatozoa yang lebih tinggi persentasenya dibandingkan motilitas spermatozoa, karena tak semua sperma yang hidup mampu terus bergerak secara aktif (Kostaman dan Sutarna, 2006). Berbagai hal yang berpengaruh terhadap nilai viabilitas spermatozoa antara lain konsentrasi, motilitas serta kadar pH.

Berlandaskan hasil evaluasi yang dilakukan, semen yang digunakan tergolong layak, sebab mempunyai persentase abnormalitas yang relatif rendah yaitu sebesar $3,81 \pm 0,93\%$. Ax *et al.* (2000) melaporkan persentase normal abnormalitas spermatozoa yaitu $<20\%$. Hasil ini sangat baik dari hasil yang diperoleh Mere *et al.* (2019) dengan perolehan nilai abnormalitas $12,67 \pm 2,90\%$ dan Neno *et al.* (2019) yang hasil abnormalitasnya berkisar antara 8–18% dengan rata-rata $13,60 \pm 1,72\%$.

Konsentrasi spermatozoa yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu; $270,75 \pm 13,67 \times 10^7$ sel/mL, yang searah dengan laporan Garner and Hafez (2000) dan Sumardani *et al.* (2008) yang melaporkan bahwa konsentrasi spermatozoa yaitu berada pada kisaran $200-300 \times 10^7$ sel/mL. Perbedaan individu ternak, kondisi ternak, ras, kualitas keturunan, jumlah ejakulasi, usia, kualitas pakan, dan suhu dapat menyebabkan perbedaan nilai konsentrasi spermatozoa (Johnson *et al.*, 2000).

Motilitas Spermatozoa Babi Landrace

Motilitas adalah daya gerak spermatozoa yang terus menerus. Daya gerak yang terus menerus atau maju ke depan ini merupakan parameter penting, karena pengenceran dimaksudkan untuk digunakan dalam proses inseminasi buatan. Motilitas merupakan parameter penting dalam mengukur kemampuan spermatozoa melewati saluran reproduksi

babi betina dan membuahi ovum. Ndeti *et al.* (2015) menyatakan bahwa kualitas spermatozoa dalam kaitannya dengan tingkat kesuburan ditentukan oleh kemampuan spermatozoa untuk bergerak aktif. Rerata nilai motilitas spermatozoa babi Landrace pada setiap perlakuan setelah pengenceran terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rerata motilitas spermatozoa babi Landrace

	Motilitas (%)					P-Value
	P0	P1	P2	P3	P4	
0	77,50±5,00 ^a	1,00				
8	72,50±5,00 ^a	1,00				
16	61,25±2,50 ^a	61,25±2,50 ^a	61,25±2,50 ^a	62,50±2,88 ^a	61,25±2,50 ^a	0,94
24	58,75±4,78 ^a	58,75±4,78 ^a	58,75±4,78 ^a	58,75±4,78 ^a	57,50±2,88 ^a	0,36
32	38,75±4,78 ^a	38,75±4,78 ^a	38,75±4,78 ^a	46,25±2,50 ^b	41,25±2,50 ^{ab}	0,08
40	22,50±6,45 ^a	22,50±6,45 ^a	23,75±6,29 ^a	33,75±2,50 ^b	27,50±5,00 ^{ab}	0,05

Ket: ^{a,b} Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P0: 80% AKM+20% KT Ayam Lokal, P1: 95% AKM+5%, KT omega-3, P2: 90% AKM+10% KT omega-3, P3: 85% AKM+15% KT omega-3, P4: 80% AKM+20% KT omega-3.

Pada Tabel 2 menunjukkan adanya penurunan nilai motilitas spermatozoa secara bertahap disetiap perlakuan dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS) yang tinggi terjadi seiring lama semen disimpan, sehingga menimbulkan *oxidative stress* yang berdampak pada metabolisme energi, hal ini dikarenakan ROS mampu merusak sel sel spermatozoa, termasuk mitokondria, tempat diproduksinya *Adenosine Triphosphate* (ATP) saat respirasi sel. Pada jam ke-0 dan jam ke-8 persentase motilitas spermatozoa untuk setiap perlakuan adalah sama yaitu sebesar 77,50±5,00% pada jam ke-0 dan 72,50±5,00% pada jam ke-8. Ini menunjukkan bahwa kualitas spermatozoa tidak berubah selama penyimpanan awal sampai observasi jam ke-8. Kurangnya sumber energi yang terkandung dalam pengencer serta efek zat-zat beracun yang

dihasilkan oleh metabolisme spermatozoa dapat menurunkan motilitas sperma.

Hasil analisis statistik terlihat bahwa pada jam ke-0 hingga jam ke-24, tidak ada perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) antar semua perlakuan. Akan tetapi terdapat perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada jam ke-32 antar perlakuan yaitu perlakuan P3 dengan perlakuan P0, P1, dan P2. Perbedaan motilitas antara perlakuan terjadi karena adanya penambahan level kuning telur omega-3 yang berbeda dalam pengencer air kelapa muda.

Pada Tabel 2, terlihat bahwa P3 secara keseluruhan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan penggunaan level AKM 85%+KT Omega-3 15% dapat menjaga motilitas spermatozoa paling tinggi pada jam ke-32 dengan persentase 46,25±2,50%, kemudian diikuti oleh P4 dengan motilitas sebesar 41,25±2,50% dan di ikuti oleh P0, P1, P3 dengan jumlah motilitas yang sama pada jam ke-32 sebesar 38,75±4,78%. Penambahan AKM 85%+KT Omega-3 15% dapat mengimbangi motilitas

spermatozoa perindividu dengan baik setelah perlakuan, hal ini berarti 85% AKM+15% KT Omega-3 dapat memberikan nutrisi pada metabolisme spermatozoa serta mampu bertahan dalam waktu yang lama dari pengencer perlakuan lainnya karena memiliki kemampuan konservasi terbaik. Hasil ini lebih baik daripada penelitian Butta *et al.* (2021) yang memanfaatkan campuran pengencer Air Kelapa 85% + KT Ayam Lokal 15% +*water jacket* dapat menjaga motilitas semen babi dijam yang sama dengan motilitas $40.00 \pm 0.00\%$. Serta lebih baik daripada hasil yang didapatkan Mere *et al.* (2019), dengan memanfaatkan Air Kelapa dengan penambahan madu yang disimpan pada *refrigerator* (5°C) hanya mampu mempertahankan motilitas sebesar $35 \pm 18,2\%$ pada jam ke-32.

Cold shock pada sel spermatozoa juga menurunkan motilitas serta viabilitas, sel *permeable* dan perubahan komponen lipid pada membran (Tamoos *et al.*, 2014). Suasana asam laktat menyebabkan rusaknya organel sel dan mengganggu metabolisme produksi energi. Kadar kalsium (Ca), yang tinggi berpengaruh juga terhadap kerentanan sperma dari kejutan dingin karena menyebabkan kerusakan langsung pada *cell membrane*, terhadap struktur dan fungsi sel, seperti menurunnya proses metabolisme spermatozoa.

Perlakuan P3 dan P4 mampu mempertahankan nilai motilitas selama 32 jam. Hal ini diyakini karena kandungan nutrisi di dalam bahan pengencer dengan penggunaan level yang optimal sehingga dapat menjaga motilitas sperma lebih lama dari perlakuan lainnya. Kombinasi AKM 85%+KT Omega-3 15% dan AKM 80%+KT Omega-3 20% memberikan perbedaan yang signifikan dalam mempertahankan motilitas selama 32 jam penyimpanan berbeda dengan kombinasi perlakuan P0, P1 dan P3. Hal ini menandakan adanya dampak baik setelah kombinasi AKM 85%+KT Omega-3 15%

dan AKM 80%+KT Omega-3 20% terhadap motilitas spermatozoa selama 32 jam penyimpanan.

Standar motilitas yang digunakan untuk menginseminasi ternak yaitu 40%, untuk setiap perlakuan bila diamati pada waktu yang berbeda. Berdasarkan Tabel 2. jika dikaitkan dengan IB maka pada perlakuan P0, P1, P2, dan P3 bisa digunakan untuk inseminasi pada penyimpanan jam ke-24, perlakuan P3 dan P4 digunakan hingga penyimpanan jam ke 32.

Viabilitas Spermatozoa Babi Landrace

Viabilitas spermatozoa ditetapkan dengan menggunakan pewarnaan eosin-nigrosin. Aslam *et al.* (2014) melaporkan bahwa reaksi berantai akan menyebabkan kerusakan peroksidatif dan berpengaruh terhadap viabilitas spermatozoa. Sperma mati berwarna merah dan sperma yang hidup tidak berwarna (tampak ransparan) (Bebas *et al.*, 2016). Rerata viabilitas spermatozoa setiap perlakuan setelah pengenceran terlihat dalam Tabel 3.

Hasil analisis statistik terlihat bahwa penyimpanan pada jam ke-0 sampai jam ke-16 pada semua perlakuan tak signifikan ($P > 0,05$). Akan tetapi pada jam ke-24 hingga jam ke-40 menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) antara perlakuan P3 dengan perlakuan P0 dan P1. Perbedaan persentase viabilitas ini diyakini disebabkan oleh jumlah *protektive agent* lipoprotein dan lesitin yang berbeda pada masing-masing tingkat penambahan kuning telur. Walaupun lipoprotein dan lesitin pada kuning telur bermanfaat dalam menjaga spermatozoa terhadap *cold shock*, namun kualitas sperma semakin menurun seiring dengan lama penyimpan. Hal ini mungkin terjadi karena dua aspek, seperti penurunan mutu pengencer (menjadi lebih asam) sebab penumpukkan asam laktat produk sampingan dari metabolisme, dan munculnya radikal bebas (Kewilaa *et al.*, 2014).

Tabel 3. Rerata viabilitas babi Landrace

Jam ke	Viabilitas (%)					P-Value
	P0	P1	P2	P3	P4	
0	86,90±6,27 ^a	87,99±4,44 ^a	88,74±4,27 ^a	89,34±6,18 ^a	89,36±4,58 ^a	0,96
8	79,74±4,39 ^a	79,91±2,80 ^a	80,33±4,08 ^a	82,44±3,19 ^a	80,52±3,50 ^a	0,38
16	69,51±3,81 ^a	72,22±5,52 ^a	70,50±3,43 ^a	75,03±3,31 ^a	72,76±3,46 ^a	0,84
24	59,34±4,72 ^a	60,83±3,35 ^{ab}	60,66±2,36 ^{ab}	65,35±1,53 ^b	62,46±2,30 ^{ab}	0,11
32	46,82±5,50 ^a	47,97±3,21 ^{ab}	49,67±1,99 ^{abc}	54,25±2,43 ^c	53,04±4,67 ^{bc}	0,06
40	32,21±4,12 ^a	34,36±4,28 ^{ab}	35,75±1,98 ^{ab}	43,70±3,03 ^c	38,89±2,01 ^{bc}	0,00

ket: ^{a,b,c} Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P0: 80% AKM+20% KT Ayam Lokal, P1: 95% AKM+5%, KT omega-3, P2: 90% AKM+10% KT omega-3, P3: 85% AKM+15% KT omega-3, P4: 80% AKM+20% KT omega-3.

Hasil analisis terlihat bahwa perlakuan P3 mampu mempertahankan viabilitas lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya selama 32 jam yaitu sebesar 54,25±2,43%, di ikuti oleh viabilitas P4 53,04±4,67%, viabilitas P2 49,67±1,99%, viabilitas P1 47,97±3,21%, dan terendah pada viabilitas P0 yaitu sebesar 46,82±5,50%. Sperma yang hidup tidak selalu bergerak, sedangkan sperma yang bergerak tentu hidup, akibatnya persentase viabilitas spermatozoa lebih tinggi daripada persentase motilitasnya (Kostaman dan Utama, 2006). Tingginya komposisi air kelapa (90%–95%) dan rendahnya kuning telur (5%–10%), diduga berkontribusi terhadap penurunan persentase viabilitas spermatozoa dan umur simpan yang lebih pendek dari perlakuan P1 dan P2. Kandungan fruktosa yang tinggi dalam air kelapa mudah dimetabolisme oleh spermatozoa, akibatnya menghasilkan asam laktat yang tinggi sebagai produk sampingan (Sumardani *et al.*, 2008). Selain itu kandungan kuning telur yang sangat sedikit, membuatnya tidak mampu menjaga keutuhan kelubung membran plasma sperma. Kedua komponen yang menyebabkan kerusakan dan kematian pada spermatozoa berlangsung lebih cepat selama penyimpanan, seperti yang ditunjukkan pada penilaian motilitas.

Jika dibandingkan dengan viabilitas spermatozoa semen segar (91,83±3,28%)

maka persentase viabilitas cenderung mengalami penurunan. Semakin lama waktu penyimpanan menyebabkan penurunan persentase viabilitas spermatozoa, yang mengakibatkan penurunan ketersediaan nutrisi untuk dimetabolisme menjadi energi. Ini karena motilitas dan kemampuan daya hidup spermatozoa membutuhkan energi dari hasil metabolisme (Audia *et al.*, 2017). Hal ini sejalan dengan pendapat Utomo dan Sumaryati (2000) bahwa lama waktu penyimpanan sangat mempengaruhi kualitas spermatozoa, dan lebih lama penyimpanan, lebih sedikit nutrisi yang terdapat dalam bahan pengencer.

Lebih lanjut Tamoës *et al.* (2014) menyatakan selama penyimpanan pada suhu dingin, spermatozoa mengalami stress oksidatif, yang menyebabkan penurunan viabilitas. Hal ini didukung oleh pernyataan Susilawati (2011) bahwa proses pendinginan dapat menyebabkan penurunan aktivitas metabolisme spermatozoa yang mengakibatkan berkurangnya produksi energi yang bisa dimanfaatkan sebagai energi mekanik (pergerakan) maupun sebagai energi kimiawi (biosintesis). Spermatozoa yang mati selama proses pengenceran dapat mengeluarkan racun atau zat-zat berbahaya yang disebut sebagai produk degradasi sel. Zat-zat racun ini dapat meracuni spermatozoa yang masih hidup dan menurunkan presentase daya hidup

spermatozoa secara keseluruhan. Oleh karena itu menjaga spermatozoa selama proses penyimpanan dan preservasi sangat penting untuk memastikan fertilitas dan viabilitas yang optimal (Campbell *et al.*, 2003).

Abnormalitas Spermatozoa Babi Landrace

Abnormalitas spermatozoa sangat penting karena ketidaknormalan tersebut

mempengaruhi kualitas spermatozoa yang akan digunakan dalam inseminasi buatan (Banamtuan *et al.*, 2021). Kelainan dalam bentuk sel spermatozoa bisa mengakibatkan masalah dan kesulitan selama proses fertilisasi, yang dapat mengakibatkan rendahnya angka implantasi dan kebuntingan. Rerata abnormalitas spermatozoa setelah pengenceran terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata abnormalitas spermatozoa babi Landrace

Jam ke	Abnormalitas (%)					P-Value
	P0	P1	P2	P3	P4	
0	3,83±1,01	3,71±0,98	3,72±0,83	3,56±1,05	3,51±1,06	0,99
8	4,13±0,76	4,03±0,92	3,96±0,77	4,12±0,93	3,93±1,04	0,99
16	4,40±0,79	4,39±0,97	4,39±1,09	4,44±0,89	4,15±0,98	0,99
24	4,47±0,79	4,75±1,01	4,76±1,08	4,75±0,90	4,51±1,04	0,99
32	4,85±0,75	5,12±0,97	5,89±2,01	5,18±0,87	5,04±0,92	0,78
40	5,18±0,67	5,38±0,94	5,62±1,11	5,60±0,85	5,34±0,81	0,95

Ket: P0: 80% AKM+20% KT Ayam Lokal, P1: 95% AKM+5%, KT omega-3, P2: 90% AKM+10% KT omega-3, P3: 85% AKM+15% KT omega-3, P4: 80% AKM+20% KT omega-3.

Hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan yang tak signifikan ($P > 0,05$) pada semua perlakuan terhadap abnormalitas spermatozoa babi Landrace. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya penambahan KT Omega-3 dalam pengencer air kelapa yang mengandung lesitin sebagai anti *cold shock* dapat menjaga bentuk normal spermatozoa. Pamungkas dan Anwar (2013) memaparkan bahwa penambahan anti kejutan dingin diperlukan untuk melindungi spermatozoa dari temperatur yang berubah-ubah, yang dapat mengakibatkan perubahan permeabilitas membran sel spermatozoa, sehingga berakibat pada meningkatnya kejadian spermatozoa yang abnormal.

Rerata abnormalitas tertinggi dari hasil analisis adalah pada P2 jam ke-32 yaitu 5,62±1,11% dan terendah pada P0 jam ke-40 yaitu 5,18±0,67%. Hasil ini masih sangat baik jika dibandingkan dengan beberapa penelitian seperti Baku *et al.* (2022) yang memperoleh persentase

abnormalitas spermatozoa babi mencapai 9,25% dan 9,175% serta Foeh *et al.* (2015) dimana persentase abnormalitas spermatozoa babi 11,1± 4,0% dan 8,0±4,1%, sebaliknya Johnson *et al.* (2000) menyatakan bahwa persentase abnormalitas babi tidak boleh melebihi 20%. Menurut Rohmah *et al.* (2020) lama waktu penyimpanan mempengaruhi peningkatan abnormalitas spermatozoa karena berkurangnya cadangan energi dan tidak ada suplai nitrogen. Pada Tabel 4. juga terlihat bahwa persentase abnormalitas spermatozoa mengalami fluktuasi atau tidak konsisten pada perlakuan P2, yang mengalami peningkatan pada jam ke-32 sebesar 5,89±2,01% dan mengalami penurunan pada jam ke-40 sebesar 5,62±1,11%. Ketidakstabilan persentase abnormalitas spermatozoa disebabkan karena spermatozoa yang mengalami penuaan alami selama proses penyimpanan yang mempengaruhi struktur dan fungsi pada membran plasma. Kerusakan pada membran plasma dapat menyebabkan

peningkatan morfologi abnormal spermatozoa dan kematian sel spermatozoa. Hal ini menandakan bahwa persentase abnormalitas tak dapat digunakan sebagai satu-satunya tumpuan untuk menilai kualitas spermatozoa yang layak untuk inseminasi buatan.

Rata-rata abnormalitas spermatozoa semen segar adalah sebesar $3,81 \pm 0,93\%$. Namun, abnormalitas rata-rata meningkat sesudah pengenceran dan penyimpanan. Rohmah *et al.* (2020), menduga bahwa peningkatan ini diduga diakibatkan oleh faktor-faktor seperti terjadinya *cold shock*, dan ketidakseimbangan nutrisi dalam pengencer, serta peroksida lipid yang dapat merusak membran plasma spermatozoa pada bagian tengah atau *midpiece* yang

mengandung mitokondria, penting untuk produksi energi, dan metabolisme asam lemak. Meskipun persentase abnormalitas pada setiap perlakuan meningkat selama penyimpanan, namun kualitas spermatozoa masih dianggap baik karena persentase abnormalitas tetap berada di bawah 20%.

Daya Tahan Hidup Spermatozoa Babi Landrace

Daya tahan hidup spermatozoa adalah ketahanan spermatozoa agar tetap hidup selama penyimpanan dengan mempertahankan motilitas di atas 40%. Rerata daya tahan hidup spermatozoa masing-masing perlakuan setelah pengenceran terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Daya tahan hidup spermatozoa babi Landrace

Perlakuan	Jam
P0	$31,50 \pm 5,13$
P1	$31,50 \pm 2,96$
P2	$31,50 \pm 3,37$
P3	$36,00 \pm 0,60$
P4	$32,72 \pm 2,22$
Pvalue	0,00

Ket: P0: 80% AKM+20% KT Ayam Lokal, P1: 95% AKM+5%, KT omega-3, P2: 90% AKM+10% KT omega-3, P3: 85% AKM+15% KT omega-3, P4: 80% AKM+20% KT omega-3.

Hasil analisis statistik memperlihatkan tidak adanya perbedaan signifikan ($P > 0,05$) antara semua perlakuan terhadap daya tahan hidup spermatozoa babi Landrace. Kemungkinan hal ini diakibatkan karena tingginya jumlah karbohidrat dalam pengencer, sehingga terjadinya asidosis laktat, dan menyebabkan rusaknya organel dalam sel, terganggunya metabolisme yang diperlukan untuk produksi energi, serta terjadinya penurunan daya tahan hidup spermatozoa yang dapat mempercepat kematian spermatozoa (Wawang *et al.*, 2024). Hal ini sejalan dengan pendapat Sumardani *et al.* (2008) yang mengemukakan bahwa perbedaan temperatur dan tekanan osmotik bisa berpengaruh terhadap bentuk dan

komposisi membran plasma, yang kemudian memengaruhi daya tahan hidup spermatozoa.

Hasil analisis statistik memperlihatkan tidak adanya perbedaan signifikan ($P > 0,05$), namun berdasarkan Tabel 5. terlihat bahwa P3 mampu mempertahankan daya tahan hidup lebih lama selama $36,00 \pm 0,60$ jam, di ikuti P4, P0, P2 dan P1 yaitu $32,72 \pm 2,22$ jam, $31,50 \pm 5,13$ jam, $31,50 \pm 3,37$ jam, dan $31,50 \pm 2,96$ jam. Menurut Tamoës *et al.* (2014), menurunnya nilai motilitas menjadi salah satu efek terjadinya *cold shock* dan adanya peningkatan konsentrasi asam laktat. Dampak elementer kejut dingin pada spermatozoa meliputi menurunnya motilitas dan daya tahan hidup, perubahan permeabilitas membran serta perubahan

komponen lipid membran. Berkurangnya metabolisme, produksi energi lebih sedikit dan memengaruhi motilitas serta daya tahan hidup spermatozoa. Kondisi ini mungkin diakibatkan oleh tingginya kandungan karbohidrat dalam pengencer, yang menyebabkan asidosis laktat, dan mengganggu keseimbangan lingkungan internal sel sehingga memperlajui kematian spermatozoa. Selain itu, variasi komposisi nutrisi yang terdapat dalam setiap pengencer juga memengaruhi tingkat perlindungan terhadap spermatozoa (Wawang *et al.*, 2024).

Daya tahan hidup berhubungan erat dengan nilai motilitas. Jika nilai motilitas tinggi maka daya tahan hidupnya juga tinggi demikian juga sebaliknya nilai motilitas rendah maka daya tahan hidupnya rendah. Sugiarto *et al.* (2014) menjelaskan bahwa daya tahan hidup spermatozoa sangat tergantung pada integritas membran plasma, kerusakan pada membran plasma dapat mengganggu proses metabolisme intraseluler, selanjutnya melemahkan spermatozoa dan bahkan dapat menyebabkan kematian.

Menurut Colenbrander *et al.* (1992), kerusakan pada membran plasma bagian ekor dapat menyebabkan pelepasan enzim *aspartat-aminotransferase* (AspaT). Hal ini mengakibatkan berhentinya produksi ATP di mitokondria, yang esensial untuk pergerakan spermatozoa. Siswanto (2006) memperjelas bahwa kerusakan pada mitokondria dapat mengganggu rantai oksidatif, sehingga mitokondria tidak dapat berfungsi optimal sebagai penghasil energi, dapat memusnahkan mikrotubulus akibat gesekan ini spermatozoa dapat bergerak terus menerus.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penambahan 15–20% KT Omega-3 dalam pengencer AKM

dapat menjaga kualitas spermatozoa babi Landrace sampai 32 jam penyimpanan.

Saran

Meneliti lebih lanjut efek jangka panjang dan pengaruh terhadap fertilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslam, H. A., Dasrul, dan Rosmaidar. 2014. Pengaruh penambahan Vitamin C dalam pengencer Andromed terhadap persentase motilitas dan membran plasma utuh spermatozoa sapi Aceh setelah pembekuan. *Jurnal Medika Veterinaria*, 8(1), 20-26.
- Audia, R. P., Salim, M. A., Isnaini, N. dan Susulawati, T. 2017. Pengaruh Perbedaan Kematangan Air Kelapa Hijau sebagai Bahan Pengencer yang Ditambah 10% Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Cair Kambing Boer. *Jurnal Ternak Tropika*, 18(1), 58-68.
- Ax R.L., Dally M., Didion B.A., Lenz R.W., Love C.C., Varner D.D., Hafez B., and Bellin M.E. 2000. *Semen evaluation*. In: Hafez, B. and Hafez, E.S.E., editor. *Reproduction in Farm Animal*, 7th Ed, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, pp 365-389.
- Azzahra, F.Y., E.T. Setiatin dan D. Samsudewa. 2016. Evaluasi Motilitas dan Persentase Hidup Semen Segar Sapi PO Kebumen Pejantan Muda. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 11(2), 99–107.
- Baku, A., Dethan, A. A., dan Tahuk, P. K. 2022. Kualitas Semen Babi Landrace dalam Pengencer Semen Sitrat-Kuning Telur yang Ditambah Glukosa dengan Konsentrasi Berbeda. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 4 (1): 42–55.

- Banamantuan, 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 Sains Peternakan Indonesia*, 16(1), 41–48.
- Bebas W, Buyona GL., dan Budiassa MK. 2016. Penambahan Vitamin E Pada Pengencer BTS terhadap Daya Hidup dan Motilitas Spermatozoa Babi Landrace Pada penyimpanan 15°. *Buletin Veteriner Undayana*, 8 (1), 1-7.
- Bei, Selviana, M. B., Foeh, N. D. F. K., dan Gaina, C. D. 2021. Kualitas Spermatozoa Babi dalam Pengencer Air Buah Lontar dan Kuning Telur Ayam Kampung dengan Metode Penyimpanan yang Berbeda. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 4(1), 1-15.
- Butta, C. A., Gaina, C. D., dan Foeh, N. D. 2021. Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa Babi dalam Pengencer Air Kelapa-Kuning Telur Ayam Kampung. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 4(1), 1-11.
- Campbell, J. R., Kenealy, M, and Campbell, K. L. 2003. Anatomy and Physiology of Farm Animals. *Animal Sciences. The Biology, Care and Production of Domestic Animals. 4th Edition. McGraw Hill Company Inc. New York*, 179– 202.
- Colenbrander, B., Fazeli, A. R., van Buiten, A., Parlevliet, J., & Gadella, B. M. (1992). Assessment of sperm cell membrane integrity in the horse. *Acta veterinaria Scandinavica Supplementum*, 88, 49–58.
- Foeh, N. D. F. K. 2015. Kualitas Semen Beku Babi dalam Pengencer BTS Dan MIII Menggunakan Krioprotektan Dimethylacetamide dan Gliserol dengan Sodium Dodecyl Sulphate. *Thesis. IPB. Bogor*.
- Foeh, N., Gaina, C., dan Tophianong, T. 2022. Kualitas Semen Segar dan Semen Cair Babi Landrace Asal Naioni Kabupaten Kupang dengan Sistem Pemeliharaan Intensif. *Jurnal Kajian Veteriner*, 10(1), pp 61–66.
- Garner, D. L., and Hafez, E. S. E., 2000. Spermatozoa and seminal plasma. In :Hafez B. Hafez ESE (Editor) *Reproduction in Farm Animals. 7th Ed. Philadelphia (US). Lippincott E Williams and Wilkins*. 96–109.
- Johnson, L. A., Weitze, K. F., Fiser, P., and Maxwell, W. M. C. 2000. Storage of boar semen. *Animal Reproduction Science*, 62(1-3): 143-172.
- Kostaman, T. dan Utama, I. K. 2006. Studi Motilitas dan Daya Hidup Spermatozoa Kambing Boer pada Pengencer Tris Sitrat-Fruktosa. *Jurnal Sains Vet*, 24(1): 58-64.
- Mega, M. G., Nalley, W. M., Marawali, A., dan Belly, H. L. L. 2022. Pengaruh Perbedaan Waktu Ekuilibrasi terhadap Kualitas Semen Beku Babi Landrace dalam Pengencer Durasperm Modifikasi dengan Air Buah Lontar. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 9(1), 57-65.
- Mere, C.Y.L., Gaina, C. D., dan Foeh, N. D. F. K. 2019. Air Kelapa dan Air Buah Lontar Sebagai Pengencer Alternatif Pada Semen babi Landrace. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 2(2), 20-29.
- Ndeta, A. K., Belli, H. L. L., dan Uly, K. 2015. Pengaruh Sari Wortel dengan Level yang Berbeda pada Pengencer Sitrat Kuning Telur terhadap Motilitas, Viabilitas, Derajat Keasaman Spermatozoa Babi

- Landrace. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 2(2), 117-128.
- Neno, Maryo E. W., Foeh, Nancy D. F. K., dan Gaina, Cynthia D. 2019. Pengaruh Pengencer Komersial dengan Metode Water Jacket dan Non Water Jacket terhadap Kualitas Semen Babi Landrace di UPT Pembibitan dan Pakan Ternak Tarus. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 2(2), 118-128.
- Nichols, P. D., Glencross, B., Petrie, J. R., and Singh, S. P. 2014. Readily available sources of long-chain omega-3 oils: Is Farmed Australian Seafood a Better Source of the Good Oil than Wild-Caught Seafood. *Nutrients* 6(3): 1063-1079.
- Nurcholis, N., Arifiantin, R., dan Yamin, M. 2016. Kriopreservasi Semen Domba Garut Menggunakan Tris Kuning Telur yang Disuplementasi Omega-3 Minyak Ikan Salmon *Jurnal Veteriner*, 17(2) 309–315.
<https://doi.org/10.19087/jveteriner.2016.17.2.309>
- Pamungkas, F. A., dan Anwar. 2013. Daya Tahan Hidup Spermatozoa Kambing Boer dalam Pengencer Tris Kuning Telur yang Disimpan pada Temperatur Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner*. Bogor, 4–5.
- Polat, E. S., Cital, O. B., and Garip, M. 2013. Fatty acid composition of yolk of nine poultry species kept in their natural environment. *Animal Science Papers and Reports*, 31(4), 363–368.
<https://doi.org/10.22219/aras.v2i2.12821>
- Putri, R.F., Hermawan, D.H dan Suyadi, S. 2020. Kualitas Semen Cair Kambing Boer selama Penyimpanan Suhu Ruang dengan Penambahan Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum sanctum*). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 334-344.
<https://doi.org/10.14334/pros.semnas.tpv-2019-p.334-344>
- Rizal, M., dan Thahir, M. 2016. Daya Hidup Spermatozoa Kambing Peranakan Etawa Yang Dipreservasi Dengan Berbagai Jenis Pengencer. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis*, 3(3), 81.
<https://doi.org/10.33772/jitro.v3i3.2572>
- Rohmah, Q., Santoso, H., dan Zayadi, H. 2020. Pengaruh Kombinasi Bahan Pengencer Air Kelapa, Kuning Telur dan Gliserol terhadap Normalitas Spermatozoa Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). *e-Jurnal Ilmiah Sains Alami*, 2(2), 28-38.
- Sabat, D. M., Setyani, N. M. P., Sogen, J. G. 2023. Karakteristik Peternak dalam Adopsi Teknologi pada Peternakan Babi Rakyat di Kota Kupang. *Jurnal Planet Peternakan*, 2 (2) : 494 – 499.
- Sangma, T. F. M., Ahmed, K., Choudhury, M. D., Galib, Z. U., Ahmed, N., and Das, A. 2020. Characteristics of fresh crossbred hampshire boar semen. *Haryana Veteriner* 59(1): 98-101.
- Seran, S. H., Foeh, N. D. F. K., dan Ndaong, N. A. 2023. Pengaruh Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap Daya Tahan Hidup Spermatozoa Babi. *Jurnal kajian veteriner*, 19(2), 174–184.
- Setyani, N.M.P., Sarini, N.P., Oka, I G. L. 2017. Heterogenitas Kuantitas Dan Kualitas Semen Sapi Bali Pejantan Di Unit Pelaksana Teknis Inseminasi Buatan Daerah Baturiti, Tabanan.

- Journal of Tropical Animal Science*, 5(1): 91-104.
- Siswanto. 2006. Kualitas Semen dalam Pengencer Tris dan Natrium Sitrat dengan Berbagai Sumber Karbohidrat dan Level Gliserol pada Kriopreservasi Semen Rusa Timor (*Cervus Timorensis*). *Thesis*. IPB. Bogor.
- Sugiarto, N., Susilawati, T., dan Wahyuningsih, S. 2014. Kualitas Semen Cair Sapi Limousin Selama Pendinginan Menggunakan Pengencer CEP-2 dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi Sari Kedelai. *Journal of Tropical Animal Production*, 15(1), 51–58.
- Sulabda, I. N., dan Puja, I. K. 2010. Pengaruh Substitusi Air Kelapa Utomo, S., dan Sumaryati. 2000. Pengaruh Suhu Penyimpanan 5°C terhadap Sperma Kambing dan Domba dengan Muda Dengan Pengencer Sitrat Kuning Telur Terhadap Motilitas Dan Persentase Hidup Spermatozoa Anjing. *Buletin Veteriner Udayana*, 2(2), 109–117.
- Sumardani, N. L. G., Tuty, L. Y., dan Siagian, P. H. 2008. Viabilitas Spermatozoa Babi dalam Pengencer BTS (Beltsville Thawing Solution) yang Dimodifikasi pada Penyimpanan Berbeda. *Media Peternakan*, 31(2), 81–86.
- Tamoes, J. A., Nalley, W. M., dan Hine, T. M. 2014. Fertilitas Spermatozoa Babi Landrace dalam Pengencer Modifikasi Zorlesco dengan Susu Kacang Kedelai. *Jurnal Sains Peternakan*, 12(1), 20–30.
- Pengencer Susu Skim. *Buletin Pertanian dan Peternakan*, 8 (2):70-79
- Teknologi Peternakan Tropis*, 6(2), 239.
<https://doi.org/10.33772/jitro.v6i2.5936>
- Wawang, S. K., Nalley, M., dan Hine, T. M. 2024. Babi Landrace dalam Pengencer Sitrat-Kuning Telur dengan Substitusi Sari Buah Melon. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(11), 4689–4699.
- Yendraliza, Y., Musyrihin, M., Elviriadi, E., Zumarni, Z., dan Rodiallah, M. 2019. Viabilitas Spermatozoa Sapi Bali Menggunakan Pengencer Andromed dengan Penambahan Konsentrasi Sari Wortel yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Dan*
- Zulyazaini, Z., Dasrul, D., Wahyuni, S., Akmal, M., dan Abdullah, M. A. N. 2016. Karakteristik Semen dan Komposisi Kimia Plasma Seminalis Sapi Aceh yang Dipelihara di BIBD Saree Aceh Besar. *Jurnal Agripet*, 16(2), 121–130.
<https://doi.org/10.17969/agripet.v16i2.5803>