

# Evaluasi Kualitas Semen Sapi Pesisir Berdasarkan Variasi Waktu Ekuilibirasi Pasca Thawing

## Evaluation of Pesisir Cattle Semen Quality Based on Variation in Equilibration Time After Thawing

Nadia Rahma <sup>1\*</sup>, Suci Febrianti <sup>2</sup>, Fadilla Meidita <sup>1</sup>, Dwi Ananta <sup>1</sup>, Rahmat Gusri <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Produksi Ternak, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

<sup>2</sup> Fakultas Peternakan, Universitas Andalas

<sup>3</sup> Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana

\*corresponding author: [nadiarahma@politanipky.ac.id](mailto:nadiarahma@politanipky.ac.id)

Received : 22 Juni 2025  
Accepted : 20 Agustus 2025  
Published : 20 Februari 2026

**Abstrak :** Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas semen sapi pesisir berdasarkan variasi waktu ekuilibirasi pasca thawing. Semen dikoleksi dengan metode vagina buatan, diencerkan menggunakan AndroMed, lalu dilakukan proses filling, sealing, dan ekuilibirasi pada suhu 5°C dengan durasi P<sub>1</sub>=2jam, P<sub>2</sub>=4jam, P<sub>3</sub>=6jam, P<sub>4</sub>=8jam, dan P<sub>5</sub>=10jam. Variabel yang diamati adalah persentase hidup spermatozoa, motilitas spermatozoa, persentase abnormalitas spermatozoa, dan membran plasma utuh spermatozoa. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan polynomial regression. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang nyata ( $P>0,05$ ) antara waktu ekuilibirasi terhadap kualitas semen sapi pesisir pasca thawing. Motilitas spermatozoa berkisar antara 44% hingga 58%, dengan nilai tertinggi pada ekuilibirasi 8 jam dan terendah pada 2 jam. Persentase hidup spermatozoa berkisar antara 61,2% hingga 70,5%, dengan nilai tertinggi pada ekuilibirasi 10 jam. Persentase abnormalitas spermatozoa menurun seiring bertambahnya waktu ekuilibirasi, dengan nilai terendah pada ekuilibirasi 8 jam (28,5%) dan tertinggi pada 2 jam (41,7%). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa persentase motilitas tertinggi dan abnormalitas terendah didapat pada (P<sub>4</sub>). Persentase hidup spermatozoa tertinggi pada perlakuan (P<sub>5</sub>), sedangkan persentase membran plasma utuh tertinggi didapat pada waktu ekuilibirasi (P<sub>2</sub>).

**Kata Kunci:** sapi pesisir, ekuilibirasi, semen beku, inseminasi buatan, kualitas spermatozoa

**Abstract :** This study aimed to evaluate the semen quality of pesisir cattle based on variations in equilibration time post-thawing. Semen was collected using an artificial vagina method, diluted with AndroMed, and then processed through filling, sealing, and equilibration at 5°C with durations of P<sub>1</sub>=2 hours, P<sub>2</sub>=4 hours, P<sub>3</sub>=6 hours, P<sub>4</sub>=8 hours, and P<sub>5</sub>=10 hours. The observed variables included spermatozoa viability, sperm motility, sperm abnormalities, and intact plasma membrane percentage. Data were analyzed using ANOVA and polynomial regression. The results showed no significant effect ( $P>0.05$ ) of equilibration time on the semen quality of pesisir cattle post-thawing. Sperm motility ranged from 44% to 58%, with the highest value observed at 8 hours and the lowest at 2 hours of equilibration. Sperm viability ranged from 61.2% to 70.5%, with the highest value at 10 hours of equilibration. The percentage of sperm abnormalities decreased with increasing equilibration time, with the lowest value at 8 hours (28.5%) and the highest at 2 hours (41.7%). Based on the results, the highest motility percentage and lowest abnormality rate were observed in P<sub>4</sub>. The highest sperm viability was found in P<sub>5</sub>, while the highest percentage of intact plasma membranes was recorded at P<sub>2</sub>.

**Keywords:** pesisir cattle, equilibration, frozen semen, aartificial insemination, spermatozoa quality

### 1. Pendahuluan

Sapi pesisir merupakan salah satu rumpun sapi lokal Indonesia yang telah ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 2908/Kpts/Ot.140/6/2011 sebagai plasma nutfah ternak yang perlu dilestarikan dan dikembangkan. Sapi ini

secara fenotipik memiliki ukuran tubuh yang relatif kecil dibandingkan dengan rumpun sapi lokal lainnya seperti sapi bali, madura, aceh, dan Peranakan Ongole (PO) [1], namun diketahui memiliki tingkat adaptabilitas yang tinggi terhadap lingkungan tropis serta sistem pemeliharaan tradisional yang bersifat ekstensif [2, 3]. Keunggulan ini menjadikan sapi pesisir

sebagai salah satu sumber daya genetik ternak yang potensial untuk dikembangkan dalam mendukung ketahanan pangan berbasis sumber daya lokal. Meskipun demikian, sapi pesisir saat ini mengalami penurunan produktivitas yang disebabkan oleh rendahnya mutu genetik dan lemahnya sistem manajemen pemeliharaan, termasuk tidak adanya program seleksi yang terstruktur baik pada pejantan maupun betina [4]. Selain itu, praktik perkawinan acak (*random mating*) yang tidak terkontrol secara turun-temurun juga menjadi penyebab penurunan kualitas genetik [5]. Dalam konteks ini, pelestarian dan pengembangan sapi pesisir menuntut pendekatan yang terintegrasi, tidak hanya melalui konservasi in situ, tetapi juga melalui penerapan teknologi reproduksi berbasis ilmu pengetahuan modern.

Salah satu teknologi reproduksi yang berperan penting dalam pelestarian dan peningkatan mutu genetik ternak lokal adalah inseminasi buatan (IB) [6]. Teknologi ini memungkinkan pemanfaatan pejantan unggul secara luas dan efisien dan dapat diarahkan untuk pelestarian plasma nutfah melalui produksi semen beku. Namun, keberhasilan IB sangat ditentukan oleh kualitas semen beku yang digunakan yang bergantung pada setiap tahapan proses pengolahannya, termasuk penampungan, pengenceran, pendinginan, ekuilibrase, pembekuan, dan pencairan (*thawing*) [7].

Tahapan ekuilibrase memegang peranan penting dalam menjaga viabilitas spermatozoa selama proses kriopreservasi. Pada tahap ini, spermatozoa diberikan waktu adaptasi terhadap pengencer dan zat krioprotektan pada suhu rendah (sekitar 5°C) untuk menghindari shock osmotik dan kerusakan struktural membran akibat proses pembekuan [8]. Lamanya waktu ekuilibrase berpengaruh terhadap kestabilan membran plasma dan integritas sel spermatozoa [9], sehingga menjadi faktor krusial yang menentukan kualitas akhir dari semen beku. Beberapa studi telah melaporkan variasi waktu ekuilibrase yang optimal untuk berbagai jenis ternak, mulai dari 30 menit hingga lebih dari 4 jam, tergantung pada spesies, jenis pengencer, serta karakteristik spesifik spermatozoa [10]. Namun, hingga saat ini, belum terdapat kajian ilmiah yang secara khusus mengevaluasi pengaruh waktu ekuilibrase terhadap kualitas semen beku pejantan sapi pesisir. Hal ini menunjukkan adanya *research gap* yang penting untuk dijawab, mengingat belum adanya standar teknis spesifik bagi kriopreservasi semen sapi pesisir sebagai plasma nutfah lokal. Padahal, optimalisasi proses pembekuan semen merupakan langkah awal yang penting dalam pengembangan program IB berbasis genetik lokal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi waktu ekuilibrase terhadap kualitas semen beku pejantan sapi pesisir, dengan parameter evaluasi meliputi motilitas spermatozoa, viabilitas, abnormalitas morfologi, serta integritas membran plasma. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah dalam formulasi protokol pembekuan semen yang spesifik untuk sapi pesisir, sekaligus mendukung pelestarian dan pemanfaatan plasma nutfah ternak lokal secara berkelanjutan melalui pendekatan bioteknologi reproduksi.

## 2. Materi dan Metode

Penelitian ini menggunakan tiga ekor sapi pesisir jantan dari BPTU-HPT Padang Mengatas. Sapi yang digunakan berumur sekitar tiga tahun dengan bobot tubuh berkisar antara 200 hingga 250 kg. Semen dikoleksi menggunakan metode vagina buatan. Bahan utama dalam penelitian ini meliputi pengencer AndroMed, aquadestilat, eosin 2%, fruktosa, natrium sitrat, serta air.

Rancangan percobaan yang diterapkan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima perlakuan waktu ekuilibrase ( $P_1=2$ jam,  $P_2=4$ jam,  $P_3=6$ jam,  $P_4=8$ jam, dan  $P_5=10$ jam setelah thawing), tiga kelompok (berdasarkan individu sapi pesisir yang digunakan), serta dua kali ulangan (berdasarkan ejakulasi setiap sapi). Data dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji polynomial regression.

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Motilitas spermatozoa
2. Persentase hidup spermatozoa
3. Persentase abnormalitas spermatozoa
4. Keutuhan membran plasma spermatozoa

Prosedur penelitian terdiri dari:

1. Pengambilan semen. Semen dikoleksi menggunakan metode vagina buatan
2. Pengenceran semen. Semen segar diencerkan menggunakan pengencer AndroMed dengan mempertimbangkan konsentrasi serta motilitas spermatozoa. Volume larutan pengencer yang ditambahkan ke dalam semen dihitung dengan rumus:

$$\text{Vol Pengencer} = \frac{(\text{Vol.Semen} \times \text{Kons.Sperma} \times \text{motilitas})}{\text{Kons.Sperma yang diinginkan/ml}}$$

3. Pengisian dan penyegelan straw.
4. Ekuilibrase semen. Setelah proses *filling* dan *sealing*, straw berisi semen disimpan dalam pendingin (*cool top*) pada suhu 5°C selama waktu sesuai perlakuan. Selanjutnya, semen dibekukan dengan cara ditempatkan di atas uap nitrogen cair selama 13 menit sebelum disimpan didalam kontainer berisi nitrogen cair suhu -196°C.
5. Proses thawing. Straw yang telah dibekukan dicairkan dengan cara direndam dalam water bath suhu 37°C selama 30 detik.
6. Evaluasi kualitas semen. Kualitas semen beku dievaluasi secara mikroskopis untuk menilai beberapa parameter seperti variabel pada penelitian ini.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Persentase Motilitas Spermatozoa

Rataan motilitas spermatozoa semen sapi pesisir pada waktu ekuilibriasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rataan motilitas spermatozoa semen sapi pesisir pada waktu ekuilibriasi yang berbeda

| Perlakuan | Kelompok |      |       | Total (%) | Rataan (%) |
|-----------|----------|------|-------|-----------|------------|
|           | I        | II   | III   |           |            |
| P1        | 41,5     | 43   | 47,5  | 132       | 44         |
| P2        | 53       | 55,5 | 39    | 147,5     | 49,2       |
| P3        | 45       | 54,5 | 39    | 138,5     | 46,2       |
| P4        | 52,5     | 67,5 | 54    | 174       | 58         |
| P5        | 61,5     | 52,5 | 54    | 168       | 56         |
| Total     | 253,5    | 273  | 233,5 | 760       |            |

Ket: P1= 2 jam, P2= 4 jam, P3= 6 jam, P4= 8 jam, P5 = 10 jam

Rerata motilitas spermatozoa yang diamati berkisar antara 44% hingga 58%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa variasi waktu ekuilibriasi, yaitu (P1), (P2), (P3), (P4), dan (P5), tidak berpengaruh secara signifikan ( $P>0,05$ ) terhadap motilitas spermatozoa pasca thawing pada semen sapi pesisir. Rerata persentase motilitas tertinggi tercatat pada waktu ekuilibriasi (P4), sedangkan nilai terendah ditemukan pada ekuilibriasi selama (P1).

Tidak signifikan hasil penelitian ini disebabkan oleh rentang waktu ekuilibriasi yang masih dalam batas aman sehingga memungkinkan spermatozoa untuk beradaptasi dengan pengencer sebelum proses pembekuan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [11] yang juga menemukan bahwa motilitas semen sapi Aceh tidak mengalami perbedaan nyata setelah pembekuan dengan waktu ekuilibriasi 6 jam.

Analisa statistik dengan polynomial regression menunjukkan adanya peningkatan motilitas spermatozoa seiring dengan bertambahnya durasi ekuilibriasi dari 2 hingga 10 jam setelah thawing. Hubungan antara waktu ekuilibriasi dan motilitas spermatozoa pasca thawing membentuk pola kuadratik dengan persamaan regresi  $y = 0,0089x^2 + 1,5345x + 41,067$ , dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 72,28% dan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 85,01%. Dalam persamaan ini, Y mewakili rerata persentase motilitas spermatozoa pasca thawing, sedangkan X merupakan durasi ekuilibriasi (2 - 10 jam). Nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 85,01% menunjukkan hubungan yang cukup kuat antara waktu ekuilibriasi dan persentase motilitas spermatozoa. Sementara itu, nilai  $R^2$  sebesar 72,28% mengindikasikan bahwa variasi dalam waktu ekuilibriasi memberikan pengaruh sebesar 72,28% terhadap motilitas spermatozoa pasca thawing.

Proses ekuilibriasi sangat penting bagi spermatozoa untuk menyesuaikan diri dengan pengencer guna mencegah kerusakan akibat

pembekuan [12]. Perbedaan durasi ekuilibriasi dapat berdampak pada tingkat motilitas spermatozoa setelah pembekuan. Kerusakan sel spermatozoa selama proses ini dapat disebabkan karena terjadinya dehidrasi, pembentukan kristal es intraseluler dan peningkatan konsentrasi elektrolit sehingga mengurangi kemampuan spermatozoa untuk bergerak (motilitas) [13].

Rerata persentase motilitas spermatozoa yang diperoleh dalam penelitian ini berada dalam kisaran 44% hingga 58%. Persentase ini telah memenuhi standar kelayakan untuk inseminasi buatan yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional Indonesia dengan mensyaratkan motilitas individu semen beku pasca thawing minimal 40% agar layak digunakan dalam program inseminasi buatan [14].

#### 3.2. Persentase Hidup Spermatozoa

Rataan persentase hidup spermatozoa semen sapi pesisir pada waktu ekuilibriasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2.** Rataan persentase hidup semen sapi pesisir pada waktu ekuilibriasi yang berbeda

| Perlakuan | Kelompok |       |     | Total (%) | Rataan (%) |
|-----------|----------|-------|-----|-----------|------------|
|           | I        | II    | III |           |            |
| P1        | 64       | 53,5  | 66  | 183,5     | 61,2       |
| P2        | 71       | 69    | 62  | 202       | 67,3       |
| P3        | 55       | 61,5  | 68  | 184,5     | 61,5       |
| P4        | 68       | 73,5  | 69  | 210,5     | 70,2       |
| P5        | 79,5     | 56    | 76  | 211,5     | 70,5       |
| Total     | 337,5    | 313,5 | 341 | 992       |            |

Ket: P1= 2 jam, P2= 4 jam, P3= 6 jam, P4= 8 jam, P5 = 10 jam

Rerata persentase hidup spermatozoa dalam penelitian ini berkisar antara 61,2 – 70,5%. Perlakuan ekuilibriasi pada (P5) menghasilkan persentase hidup spermatozoa tertinggi, sedangkan ekuilibriasi pada (P1) mencatatkan nilai terendah. Jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya, seperti (P2), (P3), dan (P4). Peningkatan terlihat seiring bertambahnya durasi ekuilibriasi. Namun, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan antar perlakuan tidak signifikan ( $P>0,05$ ). Hal ini disebabkan karena waktu ekuilibriasi memberikan pengaruh yang belum cukup besar untuk menciptakan perbedaan nyata dalam persentase hidup spermatozoa. Penelitian ini sejalan dengan penelitian [11] yang menyatakan bahwa semakin pendek waktu ekuilibriasi, semakin rendah pula persentase hidup spermatozoa. Hal ini disebabkan oleh tekanan suhu yang turun secara drastis dapat menghambat kemampuan spermatozoa untuk beradaptasi sebelum pembekuan, sehingga meningkatkan angka kematian sel [14].

Analisis menggunakan polynomial regression menunjukkan bahwa semakin lama durasi ekuilibriasi dari 2 jam hingga 10 jam setelah thawing, semakin tinggi persentase hidup spermatozoa yang diperoleh. Persamaan regresi yang dihasilkan adalah  $y = 0,0506x^2$

+ 0,4679x + 61,1 dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 56,44% dan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 75,12%. Dalam persamaan ini,  $Y$  merepresentasikan persentase hidup spermatozoa setelah thawing, sedangkan  $X$  adalah durasi ekuilibrasi (2–10 jam). Koefisien korelasi yang cukup tinggi (75,12%) menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara waktu ekuilibrasi dengan tingkat kelangsungan hidup spermatozoa. Sementara itu, nilai  $R^2$  sebesar 56,44% mengindikasikan bahwa durasi ekuilibrasi memiliki pengaruh sebesar 56,44% terhadap persentase hidup spermatozoa pasca thawing.

Jika dibandingkan dengan motilitas spermatozoa, persentase hidup spermatozoa cenderung lebih tinggi. Hal ini dapat dijelaskan oleh hubungan erat antara kelangsungan hidup spermatozoa dan integritas membran plasma. Membran plasma yang utuh berperan dalam melindungi organel sel spermatozoa, menjaga ketersediaan nutrisi, serta mendukung metabolisme seluler, yang berkontribusi terhadap tingginya persentase hidup spermatozoa [15]. Namun, meskipun spermatozoa tetap hidup setelah proses pembekuan, kualitasnya tetap mengalami penurunan yang signifikan. Diketahui bahwa hampir 50% spermatozoa mengalami kematian selama pembekuan, sedangkan spermatozoa yang bertahan umumnya mengalami penurunan fertilitas.

### 3.3. Persentase Abnormalitas Spermatozoa

Rataan abnormalitas spermatozoa semen sapi pesisir pada waktu ekuilibrasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3

**Tabel 3.** Rataan abnormalitas spermatozoa semen sapi pesisir pada waktu ekuilibrasi yang berbeda

| Perlakuan | Kelompok |       |       | Total (%) | Rataan (%) |
|-----------|----------|-------|-------|-----------|------------|
|           | I        | II    | III   |           |            |
| P1        | 38,5     | 45    | 41,5  | 125       | 41,7       |
| P2        | 17       | 28,5  | 42,5  | 88        | 29,3       |
| P3        | 33       | 44    | 28    | 105       | 35         |
| P4        | 24,5     | 25,5  | 35,5  | 85,5      | 28,5       |
| P5        | 27       | 22,5  | 38    | 87,5      | 29,2       |
| Total     | 140      | 165,5 | 185,5 | 491       |            |

Ket: P1= 2 jam, P2= 4 jam, P3= 6 jam, P4= 8 jam, P5 = 10 jam

Perlakuan ekuilibrasi pada (P4) menunjukkan persentase abnormalitas spermatozoa terendah dibandingkan dengan (P2), (P3), dan (P5). Sementara itu, perlakuan (P1) mencatatkan persentase abnormalitas tertinggi. Persentase abnormalitas yang rendah menunjukkan kualitas yang spermatozoa yang lebih baik karena semakin sedikit spermatozoa yang mengalami kelainan struktural.

Analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan antar perlakuan tidak signifikan ( $P > 0,05$ ). Ketidaksignifikanan ini kemungkinan besar disebabkan oleh pengaruh suhu selama proses ekuilibrasi, pembekuan, serta pencairan kembali (thawing). Fluktuasi suhu yang terjadi dalam proses

tersebut dapat meningkatkan persentase abnormalitas spermatozoa. Faktor utama penyebab kelainan ini adalah paparan suhu rendah serta ketidakseimbangan tekanan osmotik yang terus berlangsung selama penyimpanan pada suhu 5°C. Abnormalitas spermatozoa mengacu pada perubahan morfologi sel sperma yang dapat mengurangi kemampuan fertilisasi [16]. Faktor lingkungan dan prosedur penyimpanan, termasuk tahapan ekuilibrasi, diduga berkontribusi terhadap peningkatan abnormalitas ini.

Hasil analisis menggunakan polynomial regression menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekuilibrasi (2–10 jam), semakin rendah persentase abnormalitas spermatozoa setelah thawing. Persamaan regresi yang dihasilkan adalah  $y = 0,247x^2 - 4,256x + 47,4$ , dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 63,24% dan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 79,52%. Dalam persamaan ini,  $Y$  menunjukkan persentase abnormalitas spermatozoa pasca thawing, sedangkan  $X$  merupakan durasi ekuilibrasi (2–10 jam). Nilai  $r$  sebesar 79,52% menandakan adanya hubungan yang kuat antara waktu ekuilibrasi dan tingkat abnormalitas spermatozoa, sementara nilai  $R^2$  sebesar 63,24% mengindikasikan bahwa durasi ekuilibrasi memengaruhi 63,24% dari variabilitas abnormalitas spermatozoa pasca thawing.

Menurut Badan Standardisasi Nasional (BSN), semen sapi yang memenuhi standar SNI harus memiliki persentase abnormalitas di bawah 20%. Namun, dalam penelitian ini, rata-rata abnormalitas spermatozoa pasca thawing tercatat di atas 28% yang berarti masih berada di atas batas standar untuk inseminasi buatan.

### 3.4. Persentase Membran Plasma Utuh

Rataan membran plasma utuh spermatozoa semen sapi pesisir pada waktu ekuilibrasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Rataan membran plasma utuh spermatozoa semen sapi pesisir pada waktu ekuilibrasi yang berbeda

| Perlakuan | Kelompok |       |      | Total (%) | Rataan (%) |
|-----------|----------|-------|------|-----------|------------|
|           | I        | II    | III  |           |            |
| P1        | 48,5     | 49,5  | 36,5 | 134,5     | 44,83      |
| P2        | 47,5     | 61    | 47,5 | 156       | 52         |
| P3        | 39       | 43    | 48,5 | 130,5     | 43,5       |
| P4        | 37       | 39    | 50,5 | 126,5     | 42,2       |
| P5        | 42       | 28    | 46   | 116       | 38,7       |
| Total     | 214      | 220,5 | 229  | 663,5     |            |

Ket: P1= 2 jam, P2= 4 jam, P3= 6 jam, P4= 8 jam, P5 = 10 jam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (P2) memiliki persentase membran plasma utuh spermatozoa tertinggi, yaitu 52,00% dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sebaliknya, waktu ekuilibrasi (P5) menghasilkan persentase terendah, yaitu 38,67%. Analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan antarperlakuan tidak signifikan ( $P > 0,05$ ).



Hal ini disebabkan karena adanya proses pendinginan dan pembekuan (freezing) yang dialami spermatozoa selama penyimpanan.

Uji keutuhan membran plasma bertujuan untuk mengevaluasi fungsi dan integritas membran spermatozoa [17]. Membran plasma yang utuh menandakan kondisi spermatozoa yang lebih baik, karena kerusakan membran dapat mengganggu proses metabolisme, menghambat sintesis ATP, serta menurunkan motilitas dan daya tahan hidup sperma. Penurunan keutuhan membran plasma spermatozoa (MPU) kemungkinan disebabkan oleh pengaruh suhu rendah yang menyebabkan lapisan fosfolipid mengalami pengerasan sehingga mengurangi fleksibilitas membran sel [18].

Hasil analisis menggunakan polynomial regression menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekuilibrasi maka semakin rendah persentase membran plasma utuh spermatozoa. Persamaan regresi yang diperoleh adalah  $y = -0,253x^2 + 1,9274x + 43,8$ , dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 65,79% dan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 81,1%. Dalam persamaan ini,  $Y$  menunjukkan persentase membran plasma utuh spermatozoa pasca thawing, sedangkan  $X$  merupakan durasi ekuilibrasi (2–10 jam). Nilai  $r$  sebesar 81,1% mengindikasikan hubungan yang cukup kuat antara lama ekuilibrasi dan persentase membran plasma utuh spermatozoa, sedangkan  $R^2$  sebesar 65,79% menunjukkan bahwa durasi ekuilibrasi memengaruhi 65,79% dari variabilitas keutuhan membran plasma spermatozoa pasca thawing.

Membran plasma yang utuh memiliki korelasi dengan motilitas spermatozoa. Kerusakan pada membran plasma menyebabkan terganggunya fungsi metabolisme sperma, yang pada akhirnya mengakibatkan hilangnya motilitas dan kematian spermatozoa. Selain itu, komposisi bahan pengencer juga berperan dalam menjaga integritas membran selama penyimpanan pada suhu 5°C. Membran plasma yang masih utuh umumnya memiliki motilitas dan tingkat kelangsungan hidup yang lebih baik dibandingkan dengan spermatozoa yang mengalami kerusakan pada membrane [19].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan durasi ekuilibrasi selama 2, 4, 6, 8, dan 10 jam tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas semen beku sapi pesisir setelah proses thawing. Motilitas spermatozoa tertinggi dan tingkat abnormalitas spermatozoa terendah diperoleh pada perlakuan ekuilibrasi selama 8 jam sedangkan persentase hidup spermatozoa tertinggi ditemukan pada ekuilibrasi selama 10 jam. Sementara itu, persentase membran plasma utuh tertinggi diamati pada ekuilibrasi 4 jam.

#### 5. Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan parameter evaluasi seperti integritas DNA spermatozoa, aktivitas mitokondria, dan kemampuan fertilisasi in vitro untuk memperoleh gambaran kualitas semen yang lebih komprehensif.

#### Referensi

- [1] Mahmudi, R. Priyanto, Jakaria. 2019. Karakteristik Morfometrik Sapi Aceh, Sapi PO dan Sapi Bali Berdasarkan Analisis Komponen Utama (AKU). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 07(1): 35 – 40
- [2] Arfa'I dan B. A. Putra. 2025. Strategi dan Kebijakan Pengembangan Sapi Lokal Pesisir di Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. *Wahana Peternakan*. 9(1): 172 – 186
- [3] Putri, A. E., A. Farajallah., D. Perwitasari. 2019. The Origin of Pesisir Cattle based on D-Loop Mitochondrial DNA. *Biodiversitas*. 29(9): 2569 – 2575
- [4] Indrayani, I., A. Andri., T. Edwin. 2024. Farming Sustainability of Beef Cattle in Pesisir Selatan, West Sumatera, Indonesia. *Adv. Anim. Vet. Sci.*, 12(3): 573-580.
- [5] Efendy, J and F. Firdaus. 2021. Deskripsi dan Fenomena yang terjadi pada perkawinan alami sapi Peranakan Ongole (PO) dengan sapi Bali di Kandang Percobaan Loka Penelitian Sapi Potong. *Livestock and Animal Research*. 19(1) : 54 – 64
- [6] Wahyuni, R dan R. A Dewi. 2018. Teknologi Tepat Guna Mendukung Pengembangan Sapi Lokal Pesisir Sumatera Barat. *Jurnal Litbang Pertanian*. 37 (2): 49 – 58
- [7] Tethool, A. N., G. Ciptadi., S. Wahjuningsih., T. Susilawati. 2022. Karakteristik dan Jenis Pengencer Semen Sapi Bali: Suatu Review. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis*. 12 (1): 45 – 57
- [8] Syaifulla, F., Khaeruddin., Agus., A. Mangalisu., R. Faridah., S. Farida., Junaedi. 2022. Viabilitas Post Ekuilibrasi dan Recovery Rate Spermatozoa Sapi Simmental dengan Penambahan Laktosa dan Sukrosa dalam Pengencer Andromed. *Jurnal Ilmu Peternakan*. 7(1) : 38 – 48
- [9] Ardiana, L., Hardijanto., R. Damayanti., T. Sardjito., I. Mustofa., B. Utomo. 2018. Pengaruh Lama Waktu Perhitungan Straw dan Posisi Jarak Straw Diatas Permukaan Nitrogen Cair terhadap Motilitas dan Viabilitas Semen Beku Sapi Madura Post Thawing. *Ovozoa*. 7(2) : 114 – 119
- [10] Mahyuda, U. J. S dan D. Hariani. 2023. Pemberian Soya dalam Pengencer Air Kelapa Kuning Telur pada Suhu 3-4°C terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Simmental Sebelum Pembekuan. *LenteraBio*. 12(2): 150 – 161
- [11] Lakotani, JW, Rajab, dan BJ. Papilaya. 2024. Ukuran Populasi Efektif dan Laju Silang dalam

- Per Generasi Sapi Bali di Kecamatan Teon Nila Serua. 2024. Jurnal Peternakan Nusantara. 10(1): 47 - 54
- [12] Zhang, L., X. Wang., C. Jiang., T. Sohail., Y. Sun., X. Sun., J. Wang and Y. Li. 2024. Effects of Different Diluents and Freezing Methods on Cryopreservation of Hu Ram Semen. Vet. Sci. 11(6): 251 - 260
- [13] Setyawan, F., T. W. Suprayogi., R. A. Prasitya., T. I. Restiasi., A. L. Saputro dan B. Agustono. 2019. Pengaruh Perbedaan Waktu Ekuilibrasi Sebelum Pembekuan terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Rambon Banyuwangi menggunakan Pengencer Tris Kuning Telur. Jurnal Medik Veteriner. 2(2) : 101 - 107
- [14] Neno, M. E., N.D. F. K. Foeh., C. D. Gaina. 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 - 130
- [15] Dianti, D, S. D. G. Putih, Junaidi, Geswari. 2022. Pengaruh Suhu Thawing terhadap Kualitas Spermatozoa Semen Beku Sapi Simental dan Brahman. Jurnal Inspirasi Peternakan. 2(3): 359-367
- [16] South, A. A, R. R. H. Rumende dan A. Papu. 2022. Integritas Membran Spermatozoa pada Proses Sexing dengan Pemberian Kuning Telur. Jurnal Bios Logos. 13(3): 134-140
- [17] Aliyah, S. N, H. Santoso, dan H. Zayadi. 2022. Analisis Normalitas dan Abnormalitas Spermatozoa Segar Sapi Limousin (*Bos Taurus*) dan Sapi Bali (*Bos Sondaicus*) sebelum Proses Pembekuan di Balai Besar Inseminasi Buatan Singosari Malang. Sciscitatio. 3(1): 47-55
- [18] Arsiwan, T. Saili, L.O. Baa dan S. Rahadi. 2014. Membran Plasma utuh Spermatozoa Epididimis Kambing Peranakan Ettawa dalam Natrium Klorida dengan Konsentrasi Berbeda. JITRO. 1(1):79-87
- [19] Syafi'i, T. M dan B. Rosadi. 2022. Daya Tahan Tudung Akrosom dan Membran Plasma Spermatozoa Sapi Bali yang Dipaparkan pada Suhu Ruang. Jurnal Produksi Ternak Terapan. 3(2): 41-46