

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Penanganan Semen Beku pada Depo Kabupaten/Kota

Hasil pengamatan penanganan dan distribusi semen beku pada depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Penanganan Semen Beku pada Depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat.

Kabupaten/Kota	Kriteria (Skor)							Rata-Rata	Kriteria
	A	B	C	D	E	F	G		
Lima Puluh Kota	95,00	94,00	100	80,00	80,00	65,00	100	87,71	Baik
Tanah Datar	91,67	94,00	80,00	86,67	72,86	65,00	60,00	78,60	Cukup
Sawahlunto	85,00	90,00	80,00	80,00	65,71	65,00	60,00	75,10	Cukup
Padang Pariaman	95,00	74,00	88,00	80,00	72,86	65,00	60,00	76,41	Cukup
Padang	96,67	94,00	88,00	80,00	72,86	85,00	50,00	80,93	Baik
Agam	96,67	90,00	94,00	80,00	72,86	85,00	50,00	81,22	Baik
Pasaman Barat	80,00	90,00	85,00	73,33	72,86	85,00	60,00	78,03	Cukup
Pasaman	91,67	90,00	88,00	80,00	72,86	85,00	60,00	81,07	Baik
Dharmasraya	90,00	92,00	94,00	80,00	80,00	85,00	60,00	83,00	Baik
Kota Solok	96,67	90,00	88,00	80,00	72,86	85,00	60,00	81,79	Baik
Padang Panjang	100	96,00	100	86,67	80,00	100	100	94,67	Sangat Baik
<b>Rata-Rata</b>	92,58	90,36	89,55	80,61	74,16	79,09	65,45	81,88	
<b>Kriteria</b>	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Baik	Cukup	Cukup	Cukup	Baik	

Ket: A: Kondisi kontainer, B: Ruang penyimpanan kontainer, C: Penanganan semen beku, D: Penanganan Nitrogen cair, E: Sarana Pendukung, F: Transportasi, G: Pelatihan petugas.

#### 1. Kondisi Kontainer dan Ruang Penyimpanan Kontainer

Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi kontainer dan kondisi ruang penyimpanan kontainer semen beku di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kriteria yang sangat baik. Hasil penelitian ditemukan 2 depo Kabupaten/Kota dengan kondisi kontainer dalam kategori baik yaitu Kota Sawahlunto dan Kabupaten Pasaman Barat, sedangkan depo Kabupaten/Kota lainnya berada pada kategori sangat baik. Kondisi ruang penyimpanan kontainer ditemukan 1 depo Kabupaten/Kota berada pada kategori cukup yaitu Kabupaten Padang Pariaman, sedangkan depo Kabupaten/Kota lainnya berada pada kategori sangat baik.

Kondisi kontainer diidentifikasi memiliki tangki utuh, tidak ada kerusakan struktural, tidak berkarat, aman digunakan, sumbat gabus rapat dan tidak retak, goblet dan canister lengkap dan bersih, semen terendam nitrogen cair dengan baik, tidak terkena sinar matahari langsung, dan memiliki pelindung.

Kondisi ruang penyimpanan kontainer diidentifikasi memiliki ventilasi sangat ideal, tersedia alat ukur suhu, pencahayaan cukup dan cahaya tidak langsung mengenai kontainer, kontainer tidak ditempatkan langsung di atas lantai (menggunakan alas), dan suhu ruang penyimpanan kontainer stabil  $<28^{\circ}\text{C}$ .

Kondisi kontainer dan kondisi ruang penyimpanan kontainer merupakan faktor penting dalam penanganan dan distribusi semen beku. Hal ini dijelaskan oleh Berutu dan Kurniawan, (2025) bahwa pengangkutan semen beku memerlukan kondisi penyimpanan yang tepat, yaitu menggunakan kontainer yang berisi nitrogen cair pada suhu  $-196^{\circ}\text{C}$  untuk mempertahankan kualitas semen. Selama pengangkutan, kontainer semen akan mengalami guncangan yang menyebabkan ketidakstabilan permukaan nitrogen cair sehingga dapat menyebabkan fluktuasi suhu semen beku. Fluktuasi suhu ini selama distribusi dan pengangkutan semen beku akan merusak kualitas semen (Lieberman *et al.*, 2016), sehingga kondisi kontainer merupakan faktor penting dalam mempertahankan kualitas semen beku.

Kontainer semen beku harus disimpan di tempat yang kering, cukup terang, dan berventilasi baik, jauh dari sinar matahari langsung baik dalam transportasi maupun pada ruang penyimpanan. Penyimpanan kontainer harus berada pada suhu ruangan yang normal (Bahmid *et al.*, 2023), yaitu berkisar  $28-30^{\circ}\text{C}$ . Aklilu *et al.* (2018) menjelaskan kontainer harus ditempatkan lebih tinggi dari lantai beton, kondisi dimana permukaan basah dan berventilasi buruk dapat menyebabkan korosi pada bagian luar akan memperpendek umur fungsional kontainer serta dapat menyebabkan kerusakan kontainer. Salah satu tanda eksternal utama kerusakan kontainer adalah penumpukan embun beku (terutama di sekitar leher), yang menunjukkan hilangnya vakum (Sathe, 2021). Sehingga kondisi kontainer dan kondisi ruang penyimpanan kontainer merupakan faktor penting dalam distribusi dan penanganan semen beku.

## **2. Penanganan Semen Beku dan Nitrogen Cair**

Hasil penelitian ini menunjukkan penanganan semen beku di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori sangat baik dan penanganan nitrogen cair berada pada kategori baik. Hasil penelitian ditemukan 7 depo Kabupaten/Kota dengan penanganan semen beku dalam kategori baik dan 4 depo Kabupaten/Kota berada pada kategori sangat baik. Penanganan nitrogen cair ditemukan 1 depo

Kabupaten/Kota berada pada kategori cukup yaitu Kabupaten Pasaman Barat, sedangkan depo Kabupaten/Kota lainnya berada pada kategori baik.

Penanganan semen beku diidentifikasi pemindahan semen dilakukan dengan mendekatkan mulut kontainer, pemindahan menggunakan forcep, dan pemindahan semen dilakukan secepat mungkin. Penanganan nitrogen cair diidentifikasi pemeriksaan nitrogen cair dilakukan 1 kali/minggu, tinggi nitrogen cair  $\geq 13,3$  cm dari dasar kontainer, dan tersedianya form pemeriksaan nitrogen cair.

Penanganan semen beku dan penanganan nitrogen cair merupakan faktor penting yang memengaruhi kualitas semen beku. Penanganan semen seperti penindahan semen antar kontainer yang tidak dilakukan dengan benar merupakan faktor yang tampak sederhana tapi memiliki dampak signifikan terhadap penurunan kualitas semen beku. Sebagaimana disampaikan oleh Lieberman *et al.* (2016) bahwa mengekspos semen beku ke kondisi lingkungan mungkin tidak mencairkan semen beku, tapi secara signifikan memengaruhi kualitas semen beku. Penanganan yang buruk merupakan salah satu dari beberapa faktor yang memengaruhi kualitas semen dan keberhasilan IB (Lieberman *et al.*, 2016), sehingga penanganan semen beku merupakan faktor penting dalam mempertahankan kualitas semen dan menunjang keberhasilan IB. Kualitas semen beku harus dipertahankan dengan menangani semen beku dalam wadahnya dengan benar (Bahmid *et al.*, 2023).

Penanganan nitrogen cair merupakan faktor penting untuk memastikan semen beku yang disimpan selalu dalam keadaan baik untuk mencegah kerusakan dan mempertahankan kualitasnya. Depo semen beku di Kabupaten Pasaman Barat berdasarkan penelitian ini perlu mengevaluasi dan meningkatkan penanganan nitrogen cair. Hal penting dalam penanganan nitrogen cair yang meliputi penyimpan wadah di ruangan yang kering dan berventilasi baik, jangan letakkan wadah aluminium di lantai beton (lantai beton dapat memicu korosi pada kontainer dan dapat menyebabkan kerusakan), simpan wadah di area yang dapat diperiksa secara visual setiap hari, periksa level nitrogen cair seminggu sekali dan catat hasil pengukuran untuk menentukan tingkat penguapan pada setiap wadah, jangan biarkan ketinggian cairan turun di bawah 5 cm, dan periksa leher gabus secara berkala untuk melihat adanya kerusakan (Loomis, 2001).

### 3. Sarana Pendukung

Hasil penelitian ini menunjukkan ketersediaan sarana pendukung penanganan semen beku di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori cukup. Hasil penelitian ditemukan 3 depo Kabupaten/Kota dengan ketersediaan sarana pendukung dalam kategori baik yaitu Kabupaten Lima Puluh Kota, Kabupaten Dharmasraya, dan Kota Padang Panjang, sedangkan Kabupaten/Kota lainnya berada pada kategori cukup. Ditemukan bahwa sebagian besar depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat ditemukan harus melengkapi ketersediaan sarana pendukung dalam penanganan semen beku, sarana pendukung ini meliputi pinset, forcep, sarung tangan, kacamata pelindung, termometer, dan alat ukur nitrogen.

Peralatan yang lengkap merupakan faktor penting dalam menunjang penanganan yang sesuai pada semen beku. Secara keseluruhan depo semen beku di Sumatera Barat berdasarkan penelitian ini perlu meningkatkan dan melengkapi sarana pendukung dalam distribusi dan penanganan semen beku. Lieberman *et al.* (2016) menyampaikan bahwa peralatan yang lengkap pada teknisi semen beku merupakan faktor penting untuk menunjang penanganan yang tepat. Kerusakan semen kemungkinan besar sebagian disebabkan oleh akses semen beku yang tidak tepat karena kekurangan peralatan penanganan semen beku (Lieberman *et al.*, 2016). Sarana pendukung yang lengkap pada depo Kabupaten/Kota merupakan faktor penting dalam menunjang penanganan semen beku. Amidia *et al.* (2021) menegaskan bahwa semakin lengkap fasilitas pendukung, maka akan memiliki peluang besar untuk mempertahankan kualitas semen beku lebih baik. Diskin, (2018) menyampaikan bahwa sarana pendukung penanganan semen merupakan faktor penting yang memengaruhi penanganan dan kualitas semen beku. Sehingga sarana pendukung yang kurang memadai dapat menjadi salah satu penyebab menurunnya kualitas semen.

### 4. Transportasi Semen Beku

Hasil penelitian ini menunjukkan transportasi semen beku di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori cukup. Hasil penelitian ditemukan hanya

1 depo Kabupaten/Kota yang melakukan transportasi semen beku dalam kategori sangat baik yaitu Kota Padang Panjang, ditemukan 4 depo Kabupaten/Kota dengan transportasi dalam kategori cukup yaitu Kabupaten Lima Puluh Kota, Kabupaten Tanah Datar, Kota Sawahlunto, dan Kabupaten Padang Pariaman, sedangkan depo Kabupaten/Kota lainnya berada pada kategori baik. Penelitian ini ditemukan secara keseluruhan transportasi semen beku di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori cukup. Transportasi semen beku diidentifikasi menggunakan pickup dengan penutup atau kendaraan lain, kontainer tegak dengan baik dan terikat dengan aman, dan apabila menggunakan motor perlu disediakan cadangan nitrogen cair.

Transportasi merupakan faktor penting yang dapat menimbulkan berbagai resiko penurunan kualitas semen. Depo semen beku yang melakukan transportasi semen beku dalam kategori cukup meliputi Kabupaten Lima Puluh Kota, Kabupaten Tanah Datar, Kota Sawahlunto, dan Kabupaten Padang Pariaman berdasarkan penelitian ini perlu melakukan evaluasi dan perbaikan dalam proses transportasi semen beku. Transportasi semen beku yang tidak sesuai standar dapat mengekspos semen beku ke suhu yang dapat menyebabkan kerusakan sel atau bahkan kematian spermatozoa sehingga menurunkan kualitas semen beku. Kerusakan dari setiap paparan bersifat kumulatif dan kontainer nitrogen cair juga dapat rusak (Llanto, 2018).

Kontainer yang sering dibuka tutup akan menyebabkan terjadinya penguapan nitrogen cair lebih tinggi, serta adanya pengaruh sinar, debu, sabun, dan air secara langsung akan menurunkan kualitas semen (Amidia *et al.*, 2021). Petugas membawa semen beku dengan nitrogen cair dan menjaga semen tetap terendam oleh nitrogen cair merupakan faktor penting dalam mempertahankan kualitas semen selama transportasi semen beku. Thibier dan Wagner (2002) menyampaikan bahwa peningkatan suhu yang signifikan selama transportasi dapat menyebabkan penurunan viabilitas dan motilitas semen beku. Sehingga transportasi semen beku merupakan faktor penting dalam mempertahankan kualitas semen beku.

## 5. Pelatihan Petugas

Hasil penelitian ini menunjukkan pelatihan petugas penanganan semen beku di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori cukup. Hasil penelitian ditemukan hanya 2 Kabupaten/Kota dengan pelatihan petugas dalam kategori sangat baik yaitu Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Padang Panjang, sedangkan Kabupaten/Kota lainnya berada pada kategori cukup. Penelitian ini ditemukan secara keseluruhan pelatihan petugas penanganan semen beku di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori cukup, dimana sebagian petugas belum pernah ikut pelatihan formal dan hanya belajar dilapangan.

Pelatihan petugas merupakan faktor penting sebagai acuan bagi petugas depo dalam menangani semen semen beku. Depo semen beku di Sumatera Barat berdasarkan penelitian ini perlu meningkatkan kemampuan petugas dan petugas harus ikut serta dalam pelatihan penanganan semen beku. Lieberman *et al.*, (2016) menyampaikan pelatihan petugas dalam handling semen beku misalnya membatasi paparan semen beku terkena udara hingga delapan, lima, atau bahkan tiga detik. Aturan ini ditekankan selama pelatihan teknisi karena paparan yang sangat singkat terhadap suhu sekitar dapat menyebabkan fluktuasi suhu yang besar di dalam straw (Lieberman *et al.*, 2016). Pelatihan sangat bermanfaat dan memperkuat kemampuan petugas dalam menangani semen beku yang berujung pada peningkatan angka konsepsi (Ndambi *et al.*, 2017). Pentingnya pelatihan penanganan semen beku karena penanganan yang buruk berdampak pada keberhasilan IB (Mijena *et al.*, 2024).

### B. Penanganan Semen Beku pada Pos IB

Hasil pengamatan distribusi dan penanganan semen beku pada pos IB Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Penanganan Semen Beku pada Pos IB di Sumatera Barat.

Kabupaten/Kota	Kriteria (Skor)							Rata-Rata	Kriteria
	A	B	C	D	E	F	G		
Lima Puluh Kota	100	96,00	98,00	80,00	71,43	50,00	100	85,06	Baik
Tanah Datar	93,89	88,00	96,00	78,89	77,14	50,00	100	83,42	Cukup
Sawahlunto	87,78	79,38	92,00	68,89	71,43	50,00	100	78,50	Cukup
Padang Pariaman	98,33	82,00	98,00	76,67	77,14	50,00	100	83,16	Cukup
Padang	92,22	84,67	96,00	74,44	75,24	50,00	100	81,80	Baik
Agam	95,00	92,00	97,00	80,00	77,14	50,00	100	84,45	Baik
Pasaman Barat	90,00	88,67	96,00	80,00	71,43	50,00	100	82,30	Cukup
Pasaman	95,83	88,00	100	80,00	71,43	50,00	100	83,61	Baik
Dharmasraya	100	88,00	98,00	78,89	77,14	50,00	100	84,58	Baik
<b>Rata-Rata</b>	94,78	87,41	96,78	77,53	74,39	50,00	100,00	82,99	
<b>Kriteria</b>	Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	Cukup	Cukup	Cukup	Sangat Baik	Baik	

Ket: A: Kondisi kontainer, B: Ruang penyimpanan kontainer, C: Penanganan semen beku, D: Penanganan Nitrogen cair, E: Sarana Pendukung, F: Transportasi, G: Pelatihan petugas.

### 1. Kondisi Kontainer dan Ruang Penyimpanan Kontainer

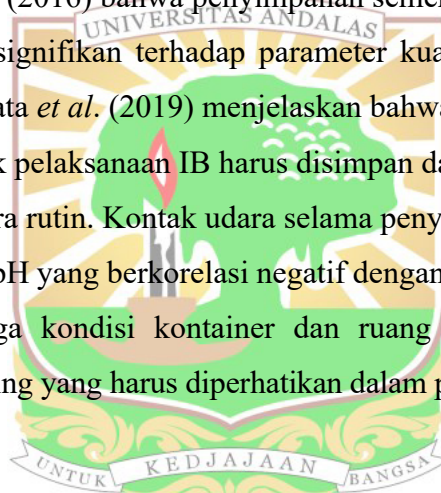
Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi kontainer semen beku pada pos IB di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kriteria yang sangat baik dan kondisi ruang penyimpanan kontainer semen beku berada pada kriteria baik. Hasil penelitian ditemukan pos IB di Kota Sawahlunto dengan kondisi kontainer dalam kategori baik sedangkan pos IB lainnya berada pada kategori sangat baik. Kondisi ruang penyimpanan kontainer ditemukan pos IB di Kota Sawahlunto berada pada kategori cukup sedangkan pos IB lainnya berada pada kategori baik dan sangat baik.

Penelitian ini ditemukan secara keseluruhan kondisi kontainer semen beku pada pos IB di Sumatera Barat dilakukan dengan sangat baik. Kondisi kontainer diidentifikasi memiliki tangki utuh, tidak ada kerusakan struktural, tidak berkarat, aman digunakan, sumbat gabus rapat dan tidak retak, goblet dan canister lengkap dan bersih, semen terendam nitrogen cair dengan baik, tidak terkena sinar matahari langsung, dan memiliki pelindung. Kondisi ruang penyimpanan kontainer diidentifikasi memiliki ventilasi cukup, tidak tersedia alat ukur suhu, pencahayaan cukup tapi langsung mengenai kontainer, kontainer disimpan di atas keramik yang kering dan rata, dan suhu ruangan berkisar 28–30°C.

Kondisi kontainer dan kondisi ruang penyimpanan kontainer merupakan faktor penting dalam mempertahankan kualitas semen beku. Pos IB di Kota Sawahlunto berdasarkan penelitian ini perlu melakukan evaluasi dan meningkatkan

kondisi ruang penyimpanan kontainer semen beku. Pemaparan semen beku pada suhu ruangan tidak boleh lebih dari beberapa detik, sehingga kondisi kontainer dan ruang penyimpanan kontainer harus diperhatikan dalam keadaan baik (Loomis, 2001). Paparan suhu lingkungan atau perubahan suhu dapat menyebabkan kerusakan dan penurunan kualitas semen beku. Hal ini disampaikan oleh O'Hara *et al.* (2010) bahwa suhu penyimpanan yang tidak stabil dapat menyebabkan kerusakan pada sperma. Penyimpanan kontainer harus berada pada suhu ruangan yang normal (Bahmid *et al.*, 2023), yaitu berkisar 28–30°C. Kondisi kontainer penting untuk dijaga dalam keadaan baik, pada kontainer yang baik dan nitrogen cair yang terkontrol, semen beku dapat bertahan hingga 6 tahun (Malik *et al.*, 2015).

Kondisi kontainer dan kondisi ruang penyimpanan kontainer penting untuk menjaga kestabilan suhu pada penyimpanan semen beku. Hal ini sesuai pendapat Ramírez-Reveco *et al.* (2016) bahwa penyimpanan semen beku pada suhu -196°C tidak memiliki efek signifikan terhadap parameter kualitas semen beku dalam jangka panjang. Nagata *et al.* (2019) menjelaskan bahwa semen beku berkualitas baik dan sesuai untuk pelaksanaan IB harus disimpan dalam wadah nitrogen cair yang dikontrol secara rutin. Kontak udara selama penyimpanan harus dihindari, karena meningkatkan pH yang berkorelasi negatif dengan motilitas sperma (Vyt *et al.*, 2007). Sehingga kondisi kontainer dan ruang penyimpanan kontainer merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam penanganan dan distribusi semen beku.



## 2. Penanganan Semen Beku dan Nitrogen Cair

Hasil penelitian ini menunjukkan penanganan semen beku pada pos IB di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori sangat baik dan penanganan nitrogen cair berada pada kategori cukup. Penanganan nitrogen cair ditemukan pos IB di Kabupaten Tanah Datar, Kota Sawahlunto, Kabupaten Padang Pariaman, Kota Padang, dan Kabupaten Dharmasraya berada pada kategori cukup, sedangkan pos IB lainnya berada pada kategori baik.

Penelitian ini ditemukan secara keseluruhan penanganan semen beku pada pos IB di Sumatera Barat berada pada kategori sangat baik dan penanganan nitrogen cair berada pada kategori cukup. Penanganan semen beku diidentifikasi

pemindahan semen dilakukan dengan mendekatkan mulut kontainer, pemindahan menggunakan forcep, dan pemindahan semen dilakukan secepat mungkin.

Penanganan nitrogen cair diidentifikasi pemeriksaan nitrogen cair dilakukan 1 kali/minggu, tinggi nitrogen cair <13,3 cm dari dasar kontainer, dan ketersediaan form pemeriksaan nitrogen cair. Penanganan semen beku dan nitrogen cair merupakan faktor penting dalam mempertahankan kualitas semen beku. Penanganan semen beku dan nitrogen cair harus dilakukan dengan baik seperti pemindahan semen beku antar kontainer dan pemeriksaan nitrogen cair secara terjadwal. Penanganan nitrogen cair pada pos IB di Sumatera Barat berdasarkan penelitian ini perlu dilakukan evaluasi dan penyesuaian karena masih belum berada pada kategori baik. Penanganan yang tidak tepat menyebabkan penurunan kualitas semen beku (Nagata *et al.*, 2019).

Tingkat nitrogen cair dalam kontainer perlu dipantau secara teratur dan ditambahkan bila perlu. Saat mengambil straw dari kontainer, canister harus dijaga serendah mungkin di dalam kontainer untuk menjaga suhu straw tetap konstan pada  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jika straw tidak dapat diambil dari atau ditempatkan di canister dalam waktu kurang dari 10 detik, canister harus diturunkan kembali ke dalam kontainer dan ditahan selama minimal 20 detik untuk mendinginkan kembali sebelum mencoba lagi (Sathe, 2021). Saat mengambil atau memindahkan straw, pastikan canister berada di bawah garis beku dan hindari mengangkat canister terlalu lama. Jika straw semen tidak dapat ditemukan dalam 10 detik, turunkan tabung ke dalam nitrogen cair sebelum melanjutkan pencarian (Diskin, 2018). Seidel (2011) merekomendasikan bahwa 3 detik merupakan waktu maksimum untuk memindahkan straw 0,25 ml dari satu tangki nitrogen cair ke tangki nitrogen cair lainnya tanpa merusak sperma. Hal ini dilakukan untuk mencegah paparan yang terlalu lama antara semen beku dengan suhu lingkungan yang berdampak pada kualitas semen beku. Penanganan semen beku dan nitrogen cair merupakan faktor krusial dalam distribusi dan penanganan semen, sehingga harus dilaksanakan dengan baik dan sesuai standar yang berlaku.

### 3. Sarana Pendukung

Hasil penelitian ini menunjukkan ketersediaan sarana pendukung penanganan semen beku pada pos IB di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori cukup. Sebagian besar pos IB di Sumatera Barat ditemukan harus melengkapi ketersediaan sarana pendukung dalam penanganan semen beku, sarana pendukung ini meliputi pinset, forcep, sarung tangan, kacamata pelindung, termometer, dan alat ukur nitrogen.

Peralatan penanganan semen merupakan faktor penting. Secara keseluruhan pos IB di Sumatera Barat berdasarkan penelitian ini perlu meningkatkan dan melengkapi sarana pendukung dalam distribusi dan penanganan semen beku. Semakin lengkap fasilitas pendukung, maka akan memiliki peluang besar untuk mempertahankan kualitas semen beku lebih baik (Wangchuk *et al.*, 2022). Hal ini juga ditegaskan oleh Lieberman *et al.* (2016) bahwa peralatan yang digunakan untuk penanganan semen beku penting untuk mendukung penanganan yang tepat.

Peralatan pendukung dalam penanganan semen yang kurang memadai pada pos IB pada penelitian ini merupakan faktor penting yang harus dilengkapi oleh pemerintah. Kurangnya sarana pendukung yang memadai untuk menangani semen beku dapat berdampak pada kerusakan atau penurunan kualitas semen beku (Waberski *et al.*, 2019). Disampaikan juga oleh Harstine *et al.* (2018) bahwa peralatan penanganan semen beku sangat penting untuk memastikan kualitas dan kelangsungan hidup spermatozoa.

### 4. Transportasi Semen Beku

Hasil penelitian ini menunjukkan transportasi semen beku pada pos IB di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori cukup. Transportasi semen beku pada pos IB di Sumatera Barat diidentifikasi posisi kontainer tidak baik dan tidak diikat, dan tidak tersedianya nitrogen cadangan selama perjalanan.

Transportasi semen beku merupakan faktor penting yang harus diperhatikan untuk mempertahankan kualitas semen beku. Pos IB di Sumatera Barat berdasarkan penelitian ini perlu melakukan evaluasi dan perbaikan dalam proses transportasi semen beku. Distribusi semen beku merupakan salah satu faktor penunjang dalam penyebaran bibit ternak khususnya berbagai bangsa sapi sehingga dapat mencapai

keseluruh wilayah di Indonesia sebagai pemenuhan kebutuhan daging sapi, sehingga proses pendistribusian harus dilakukan dengan penanganan yang baik dan benar agar terciptanya pemenuhan populasi sapi di Indonesia (Syaputri, 2020).

Transportasi semen beku harus dilakukan dengan benar, dimana kendaraan dan wadah pembawa semen beku harus diperhatikan dengan baik (Loomis, 2001). Proses transportasi yang tidak dilakukan dengan baik dapat menyebabkan fluktuasi suhu semen beku sehingga akan menurunkan kualitas semen beku. Hal ini juga disampaikan oleh Lieberman *et al.* (2016) bahwa fluktuasi suhu selama distribusi dan pengangkutan semen beku akan merusak kualitas semen. Perjalanan atau pengangkutan dari SBIP Provinsi sampai dengan Kabupaten/Kota atau pos inseminasi buatan di bawah kondisi-kondisi yang buruk seperti kepanasan atau kedinginan yang berlebihan, dan kelemahan fisik dapat menurunkan kualitas semen dan fertilitas dari materi genetik jantan (Ardhani *et al.*, 2020). Transportasi semen beku merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam mempertahankan kualitas semen beku hingga digunakan untuk IB.

## 5. Pelatihan Petugas

Hasil penelitian ini menunjukkan pelatihan petugas penanganan semen beku pada pos IB di Sumatera Barat secara keseluruhan berada pada kategori sangat baik. Hasil penelitian ditemukan semua pos IB telah mengikuti pelatihan pada kategori sangat baik. Penelitian ini menunjukkan semua petugas pos IB telah mengikuti pelatihan penanganan semen beku secara resmi dan memiliki sertifikat aktif.

Pelatihan merupakan program yang sangat penting diikuti bagi setiap petugas yang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan dan keahlian petugas, sehingga dapat membantu meningkatkan efektivitas dan produktivitas dalam kelancaran dalam penanganan semen beku (Amidia *et al.*, 2021). Schuenemann *et al.* (2011) menjelaskan pelatihan yang komprehensif harus menyediakan pengetahuan baru untuk aplikasi lapangan langsung, mendorong diskusi, mengumpulkan umpan balik, dan memungkinkan tindak lanjut peserta setelah penyampaian program. Ndambi *et al.* (2017) menegaskan pelatihan sangat bermanfaat dan memperkuat kemampuan petugas dalam menangani semen beku yang berujung pada peningkatan angka konsepsi. Pentingnya pelatihan penanganan semen beku karena penanganan yang buruk berdampak pada keberhasilan IB

(Mijena *et al.*, 2024). Kesalahan petugas dalam pemindahan semen mungkin disebabkan oleh pengalaman dan pelatihan kerja yang tidak memadai (Mijena *et al.*, 2024).

### C. Kualitas Semen Beku pada Depo Kabupaten/Kota

Hasil pengamatan kualitas semen beku pada depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Kualitas Semen Beku di Lokasi Depo.

No	Lokasi	Parameter Kualitas Semen Beku (%)		
		Motilitas	Viabilitas	Abnormalitas
1	Depo Provinsi	44,50±0,71	63,78±0,76	15,18±1,21
2	Lima Puluh Kota	41,50±0,71	53,85±1,48	16,75±1,03
3	Tanah Datar	40,50±0,71	51,11±0,93	15,95±0,16
4	Sawahlunto	41,50±0,71	48,91±0,78	17,22±0,49
5	Padang Pariaman	40,50±0,71	50,73±0,83	17,25±1,68
6	Padang	40,50±0,71	51,06±0,89	17,01±0,19
7	Agam	41,00±0,00	51,78±0,93	17,14±1,17
8	Pasaman Barat	41,00±0,00	50,24±0,89	15,64±0,78
9	Pasaman	40,50±0,71	48,84±0,24	17,21±0,35
10	Dharmasraya	40,50±0,71	49,72±0,57	15,47±0,79
11	Kota Solok	41,00±1,41	50,96±0,72	16,31±0,71
12	Padang Panjang	41,50±0,71	52,13±0,93	15,42±0,14

#### 1. Motilitas Semen Beku

Hasil penelitian ini menemukan motilitas semen beku pada depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat berkisar 40,50-41,50% (Tabel 7). Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan motilitas semen beku di Kabupaten Semarang sebesar 71,67% (Kristiyawan *et al.*, 2024). Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan motilitas semen beku di SPIB Mengwi Kabupaten Bandung yang berkisar 41,39-46,44% (Asni *et al.*, 2022). Penelitian lain di Kabupaten Rejang Lebong menemukan motilitas semen beku 46,87±4,33% (Pamungkas *et al.*, 2016). Penelitian di Kota Samarinda menemukan motilitas semen beku 44,99±2,40% (Ardhani *et al.*, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan motilitas spermatozoa semen beku secara keseluruhan menurun pada semua depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat. Penurunan motilitas semen beku dari lokasi depo Provinsi hingga depo

Kabupaten/Kota dapat disebabkan berbagai faktor. Faktor ini termasuk transportasi semen, handling semen, serta penyimpanan semen. Penurunan motilitas semen beku dapat terjadi karena perbedaan lingkungan pendinginan dan pembekuan, termasuk volume dan suhu nitrogen cair (penyimpanan) dan jauhnya jarak pengangkutan semen dari pusat produksi semen beku (Engidawork, 2018).

Kualitas semen beku juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan praktik penanganan semen beku, transportasi, fasilitas penyimpanan, dan kedekatan wilayah/kabupaten dengan pusat produksi semen beku (Engidawork, 2018). Motilitas semen beku merupakan faktor yang sangat erat kaitannya dengan keberhasilan pembuahan (Cojkic *et al.*, 2017), sehingga transportasi, handling, penyimpanan, dan penanganan semen dengan benar merupakan faktor yang sangat penting dalam mempertahankan motilitas semen beku.

## 2. Viabilitas Semen Beku

Hasil penelitian ini menemukan viabilitas semen beku pada depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat berkisar 48,84-53,85% (Tabel 7). Hasil penelitian ini lebih rendah dari penelitian terdahulu di SPIB Mengwi Kabupaten Bandung yang menemukan viabilitas semen beku berkisar 54,06%-61,21% (Asni *et al.*, 2022). Penelitian di Kabupaten Rejang Lebong menemukan viabilitas semen beku  $63,32 \pm 5,70\%$  (Pamungkas *et al.*, 2016). Penelitian di Kabupaten Semarang menemukan viabilitas semen beku 64,51% (Kristiyawan *et al.*, 2024). Penelitian di Kota Samarinda menemukan viabilitas semen beku  $55,33 \pm 2,60\%$  (Ardhani *et al.*, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi penurunan pada viabilitas semen beku dari depo provinsi hingga depo Kabupaten/Kota. Penurunan viabilitas semen beku dari depo Provinsi ke depo Kabupaten/Kota dapat disebabkan oleh transportasi semen, handling semen, serta penyimpanan semen di depo Kabupaten/Kota. Pardede *et al.* (2020) menyampaikan bahwa wadah penyimpanan, frekuensi kegiatan transportasi yang lebih tinggi, dan durasi perjalanan selama distribusi sampel akan menyebabkan perubahan suhu dan karenanya berdampak pada kualitas semen. Hal ini juga disampaikan oleh McDonald *et al.* (2011) bahwa terjadi penurunan viabilitas semen beku sebagai akibat dari kondisi abnormal dan penanganan yang buruk selama proses distribusi atau transportasi. Hal ini juga

ditegaskan oleh Asni *et al.* (2022) bahwa penurunan kualitas semen beku dapat terjadi selama proses pendistribusian dan penyimpanan akibat terjadinya serangkaian perlakuan terhadap semen beku berupa pengambilan berulang oleh petugas IB, handling dan keadaan N2 Cair.

### 3. Abnormalitas Spermatozoa

Hasil penelitian ini menemukan abnormalitas spermatozoa pada depo Kabupaten/Kota di Sumatera Barat berkisar 15,42-17,22% (Tabel 7). Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian di Kabupaten Rejang Lebong menemukan abnormalitas spermatozoa  $2,97 \pm 1,66\%$  (Pamungkas *et al.*, 2016). Hasil yang tidak jauh berbeda ditemukan di Kabupaten Semarang, dimana abnormalitas spermatozoa sebesar 17,99% (Kristiyawan *et al.*, 2024). Penelitian lain di Kota Samarinda menemukan abnormalitas semen beku  $12,87 \pm 1,09\%$  (Ardhani *et al.*, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan pada abnormalitas spermatozoa dari depo provinsi hingga depo Kabupaten/Kota. Peningkatan abnormalitas spermatozoa dari depo Provinsi ke depo Kabupaten/Kota dapat disebabkan oleh transportasi semen, handling semen, serta penyimpanan semen di depo Kabupaten/Kota. Abnormalitas pada spermatozoa dapat terjadi selama proses spermatogenesis dan perjalanan spermatozoa di epididimis (Hafez *et al.*, 2000). Abnormalitas spermatozoa juga dapat disebabkan penanganan semen beku yang salah (Hafez *et al.*, 2000).

Abnormalitas spermatozoa merupakan faktor penting dalam keberhasilan IB, hal ini karena hanya spermatozoa normal yang dapat berenang menuju sel telur dan melakukan fertilisasi. Hasil penelitian ini meskipun terjadi peningkatan abnormalitas spermatozoa, namun semen beku masih dapat digunakan karena abnormalitas spermatozoa  $<20\%$ . Hal ini sesuai pernyataan Toelihere, (2005) bahwa selama abnormalitas spermatozoa belum mencapai 20%, maka semen tersebut dapat digunakan untuk IB.

#### D. Kualitas Semen Beku pada Pos IB

Hasil pengamatan kualitas semen beku pada pos IB Kabupaten/Kota di Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Kualitas Semen Beku pada Pos IB.

No	Lokasi	Parameter Kualitas Semen Beku (%)		
		Motilitas	Viabilitas	Abnormalitas
1	Depo Provinsi	44,50±0,71	63,78±0,76	15,18±1,21
2	Lima Puluh Kota	40,50±0,55	51,28±1,11	17,96±1,11
3	Tanah Datar	41,00±0,89	50,66±1,34	17,24±1,19
4	Sawahlunto	34,67±12,11	47,03±13,34	18,50±1,10
5	Padang Pariaman	39,67±0,82	51,08±1,43	18,64±1,16
6	Padang	35,17±12,34	47,47±14,82	18,20±1,13
7	Agam	40,75±0,96	51,69±0,82	17,81±2,03
8	Pasaman Barat	40,50±0,55	50,47±1,36	17,38±0,94
9	Pasaman	39,75±1,26	50,96±1,31	18,24±1,26
10	Dharmasraya	39,83±0,98	50,51±0,77	17,47±1,06

### 1. Motilitas spermatozoa Semen Beku

Hasil penelitian ini menemukan motilitas semen beku pada pos IB di Sumatera Barat berkisar 34,67-41% (Tabel 8). Penelitian terdahulu menemukan motilitas spermatozoa semen beku di SPIB Mengwi Kabupaten Bandung berkisar 41,39-46,44% (Asni *et al.*, 2022). Penelitian lain di Kabupaten Rejang Lebong menemukan motilitas spermatozoa semen beku 46,87±4,33% (Pamungkas *et al.*, 2016), penelitian di Kabupaten Semarang menemukan motilitas semen beku 71,67% (Kristiyawan *et al.*, 2024), dan penelitian di Kota Samarinda menemukan motilitas spermatozoa semen beku 44,99±2,40% (Ardhani *et al.*, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan motilitas semen beku secara keseluruhan menurun pada semua pos IB di Sumatera Barat. Motilitas semen beku pada pos IB di Kota Sawahlunto, Kabupaten Padang Pariaman, Kota Padang, Kabupaten Pasaman, dan Kabupaten Dharmasraya ditemukan dalam kondisi tidak layak digunakan untuk IB karena memiliki nilai motilitas <40%. Faktor yang diidentifikasi menjadi penyebab rendahnya kualitas semen beku pada pos IB meliputi sarana pendukung yang tidak memadai, kondisi ruang penyimpanan kontainer yang tidak memenuhi standar, penanganan nitrogen cair yang tidak sesuai standar, dan transportasi semen beku yang dilakukan tidak sesuai standar. Engidawork, (2018) menjelaskan bahwa apabila proses transportasi semen beku tidak sesuai prosedur, handling semen yang salah, dan penyimpanan yang tidak

benar akan menyebabkan penurunan kualitas semen di pusat layanan IB regional/pos IB.

Sarana pendukung yang tidak lengkap ditambah kondisi ruang penyimpanan kontainer yang kurang memadai dan penanganan nitrogen cair yang tidak sesuai prosedur merupakan faktor yang saling berhubungan dan dapat berdampak pada penurunan motilitas semen beku. Persentase motilitas semen beku yang menurun dapat diakibatkan oleh pemindahan semen beku dari kontainer yang satu ke kontainer berikutnya untuk setiap jalur distribusi, selama proses pemindahan akan terjadi perubahan suhu lingkungan yang mengakibatkan terjadinya *cold shock* yang menurunkan kualitas semen beku (Asni *et al.*, 2022).

Transportasi semen beku juga merupakan faktor penting karena secara tidak langsung mengekspos semen beku pada kondisi lingkungan seperti cuaca dan suhu lingkungan, meskipun tidak terpapar secara langsung, hal ini tetap beresiko menurunkan kualitas semen beku. Hal ini sesuai pernyataan Toelihere, (2005) bahwa perjalanan jauh dengan kondisi buruk seperti cuaca yang sangat panas akan menurunkan kualitas semen. Faktor-faktor ini dinilai perlu menjadi evaluasi yang dilakukan secara mendalam untuk menunjang keberhasilan IB dengan mempertahankan kualitas semen hingga digunakan untuk IB.

## 2. Viabilitas Semen Beku

Hasil penelitian ini menemukan viabilitas semen beku pada pos IB di Sumatera Barat berkisar 47,03-51,69% (Tabel 8). Penelitian terdahulu menemukan viabilitas semen beku di SPIB Mengwi Kabupaten Bandung berkisar 54,06%-61,21% (Asni *et al.*, 2022). Penelitian lain di Kabupaten Rejang Lebong menemukan viabilitas semen beku  $63,32 \pm 5,70\%$  (Pamungkas *et al.*, 2016), di kabupaten Semarang ditemukan viabilitas semen beku 64,51% (Kristiyawan *et al.*, 2024), dan di Kota Samarinda ditemukan viabilitas semen beku  $55,33 \pm 2,60\%$  (Ardhani *et al.*, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi penurunan pada viabilitas semen beku pada pos IB di Sumatera Barat. Penurunan viabilitas semen beku pada pos IB dapat disebabkan oleh transportasi semen, *handling* semen, serta penyimpanan semen pada pos IB. Hafemeister *et al.* (2022) menyampaikan bahwa langkah dalam rantai produksi semen beku dapat secara signifikan memengaruhi kualitas semen.

Jarak tinggi pengangkatan straw dari permukaan nitrogen cair menyebabkan rendahnya nilai motilitas spermatozoa (Ardiana *et al.*, 2018). Dalam teknik pemindahan straw terdapat suatu proses yang dapat memengaruhi kualitas semen beku yaitu proses perhitungan semen yang diletakkan pada rak di atas permukaan nitrogen cair dengan tujuan untuk mencegah kesalahan dan jumlah cacat straw (Gafur *et al.*, 2024).

Faktor-faktor potensial yang memengaruhi kualitas semen selama distribusi diantaranya termasuk deviasi suhu, metode transportasi (sarana pengangkutan dan kondisi kontainer), dan emisi getaran juga dapat memengaruhi kualitas semen beku (Schulze *et al.*, 2018). Efek ini bergantung pada beberapa faktor seperti frekuensi dan durasi getaran, jarak distribusi, dan suhu selama pengangkutan (Paschoal *et al.*, 2021). Viabilitas semen beku adalah faktor kunci untuk analisis kualitas dan persyaratan untuk keberhasilan fertilisasi (Hossain *et al.*, 2011). Sehingga faktor yang dinilai dapat memengaruhi viabilitas semen beku harus ditangani dengan tepat untuk mempertahankan viabilitas semen beku hingga digunakan untuk IB.

### 3. Abnormalitas Spermatozoa

Hasil penelitian ini menemukan abnormalitas spermatozoa pada pos IB di Sumatera Barat berkisar 17,24-18,64% (Tabel 8). Abnormalitas spermatozoa pada pos IB di Sumatera Barat ditemukan tidak jauh berbeda dengan penelitian di Kabupaten Semarang dengan abnormalitas spermatozoa 17,99% (Kristiyawan *et al.*, 2024), namun lebih tinggi dibandingkan dengan Kota Samarinda, dimana abnormalitas spermatozoa sebesar  $12,87 \pm 1,09\%$  (Ardhani *et al.*, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan pada abnormalitas spermatozoa pada pos IB di Sumatera Barat. Peningkatan abnormalitas spermatozoa pada pos IB dapat disebabkan oleh transportasi semen, handling semen, serta penyimpanan semen pada pos IB. Pemindahan semen beku antar kontainer dan selama penyimpanan, transportasi, pengambilan semen beku yang dilakukan oleh petugas dengan tidak teliti, penguapan N<sub>2</sub> cair, dan peningkatan suhu (Asni *et al.*, 2022), sehingga dapat meningkatkan abnormalitas spermatozoa.

Abnormalitas spermatozoa merupakan faktor penting spermatozoa dalam mencapai sel telur dan melakukan fertilisasi. Penelitian ini meskipun terjadi

peningkatan abnormalitas spermatozoa, secara keseluruhan semen beku masih dapat digunakan karena abnormalitas spermatozoa <20%. Abnormalitas spermatozoa yang masih dapat ditoleransi yaitu < 20% (Kaiin *et al.*, 2017). Ardhani *et al.* (2020) menyampaikan bahwa jika abnormalitas spermatozoa >30 maka menunjukkan adanya infertilitas dan tidak layak digunakan untuk IB.

### E. Hubungan Penanganan Semen Beku dengan Kualitas Semen Beku

Hasil analisis hubungan antara penanganan semen beku di lokasi depo terhadap kualitas semen beku dapat dilihat pada Tabel 9 dan hubungan antara penanganan semen beku di pos IB terhadap kualitas semen beku dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Penanganan Semen Beku di Lokasi Depo terhadap Kualitas Semen Beku

Parameter	P Value	R	R <sup>2</sup>
<b>Motilitas</b>			
Kondisi Kontainer	0,241	0,386	0,149
Ruang Penyimpanan Kontainer	0,353	0,311	0,096
Penanganan Semen Beku	0,200	0,418	0,175
Penanganan Nitrogen Cair	0,840	0,069	0,005
Sarana Prasarana	0,004	0,785	0,616
Transportasi Semen Beku	0,008	0,746	0,556
Pelatihan Petugas	0,024	0,669	0,447
<b>Viabilitas</b>			
Kondisi Kontainer	0,183	0,433	0,188
Ruang Penyimpanan Kontainer	0,937	0,027	0,001
Penanganan Semen Beku	0,156	0,459	0,210
Penanganan Nitrogen Cair	0,684	0,139	0,019
Sarana Prasarana	0,002	0,823	0,677
Transportasi Semen Beku	0,011	0,729	0,532
Pelatihan Petugas	0,011	0,729	0,532
<b>Abnormalitas</b>			
Kondisi Kontainer	0,911	0,038	0,001
Ruang Penyimpanan Kontainer	0,311	0,337	0,114
Penanganan Semen Beku	0,104	0,516	0,266
Penanganan Nitrogen Cair	0,256	0,375	0,141
Sarana Prasarana	0,100	0,521	0,271
Transportasi Semen Beku	0,143	0,471	0,222
Pelatihan Petugas	0,429	0,266	0,071

Keterangan: P Value <0,01 (sangat signifikan), <0,05 (signifikan), >0,05 (tidak signifikan), R <0,3 (rendah), 0,3-0,7 (sedang), >0,7 (tinggi) (Ratner, 2009).

Tabel 9. Penanganan Semen Beku di Pos IB terhadap Kualitas Semen Beku

Parameter	P Value	R	R <sup>2</sup>
<b>Motilitas</b>			
Kondisi Kontainer	0,291	0,350	0,123
Penanganan Nitrogen Cair	0,167	0,504	0,254
Ruang Penyimpanan Kontainer	0,061	0,645	0,416
<b>Viabilitas</b>			
Kondisi Kontainer	0,196	0,422	0,178
Penanganan Nitrogen Cair	0,126	0,549	0,301
Ruang Penyimpanan Kontainer	0,378	0,335	0,113
<b>Abnormalitas</b>			
Kondisi Kontainer	0,817	0,079	0,006
Penanganan Nitrogen Cair	0,660	0,171	0,029
Ruang Penyimpanan Kontainer	0,231	0,278	0,077

Keterangan: P Value <0,01 (sangat signifikan), <0,05 (signifikan), >0,05 (tidak signifikan), R <0,3 (rendah), 0,3-0,7 (sedang), >0,7 (tinggi) (Ratner, 2009).

### 1. Motilitas Semen Beku

Hasil analisis regresi penanganan semen beku di depo Kabupaten/Kota pada Tabel 9 menunjukkan tidak terdapat hubungan (korelasi) antara kondisi kontainer, penanganan nitrogen cair, kondisi ruang penyimpanan kontainer, dan penanganan semen beku dengan motilitas semen beku ( $P > 0,05$ ), namun terdapat hubungan yang signifikan antara ketersediaan sarana prasarana, transportasi semen beku, dan pelatihan petugas dengan motilitas semen beku ( $P < 0,05$ ). Hasil analisis regresi penanganan semen beku di pos IB pada Tabel 10 menunjukkan tidak terdapat hubungan (korelasi) antara penanganan semen beku di pos IB dengan motilitas semen beku ( $P > 0,05$ ).

Hasil penelitian tidak adanya hubungan antara parameter penanganan semen beku di depo Kabupaten/Kota dan pos IB dengan kualitas semen karena diidentifikasi secara keseluruhan parameter ini berada pada kategori baik. Ketersediaan sarana prasarana dalam penanganan semen beku ditemukan memiliki hubungan yang signifikan terhadap motilitas semen beku. Sarana pendukung ini meliputi pinset, forcep, sarung tangan, kacamata pelindung, termometer, dan alat ukur nitrogen. Hal ini karena ketersediaan sarana prasarana merupakan faktor penting yang menunjang penanganan semen beku. Hal ini juga disampaikan oleh Wangchuk *et al.*, (2022) bahwa semakin lengkap fasilitas pendukung, maka akan memiliki peluang besar untuk mempertahankan kualitas semen beku lebih baik. Sarana prasarana yang lengkap diperlukan untuk penanganan semen beku dengan

tepat dan meminimalisir penurunan motilitas semen beku. Lieberman *et al.* (2016) menyampaikan peralatan yang digunakan untuk penanganan semen beku penting untuk mendukung penanganan semen beku dengan tepat.

Transportasi semen beku ditemukan memiliki hubungan yang signifikan dengan motilitas semen beku. Hal ini karena selama transportasi, semen beku sangat rentan terhadap fluktuasi suhu karena paparan dari suhu lingkungan, sehingga mempengaruhi motilitas semen beku. Fluktuasi suhu selama distribusi dan pengangkutan semen beku akan merusak kualitas semen (Lieberman *et al.*, 2016). Syaputri, (2020) menyampaikan bahwa distribusi semen beku harus dilakukan dengan benar untuk mempertahankan kualitas semen sepanjang rantai distribusi. Semen beku rentan mengalami fluktuasi suhu selama transportasi semen beku, sehingga kendaraan dan wadah pembawa semen beku harus diperhatikan dengan baik (Loomis, 2001). Proses transportasi yang tidak dilakukan dengan baik dapat menyebabkan fluktuasi suhu semen beku sehingga akan menurunkan kualitas semen beku.

Pelatihan petugas ditemukan memiliki hubungan yang signifikan dengan motilitas semen beku. Hal ini karena pelatihan merupakan faktor penting yang menunjang keterampilan petugas untuk melakukan penanganan semen beku sesuai dengan SOP penanganan semen beku. Amidia *et al.* (2021) menyampaikan bahwa petugas sangat penting untuk mengikuti pelatihan untuk mengembangkan kemampuan dan keahlian mereka dalam penanganan semen beku. Pelatihan yang komprehensif memberikan pengetahuan baru untuk aplikasi lapangan langsung, mendorong diskusi, mengumpulkan umpan balik, dan memungkinkan tindak lanjut peserta setelah penyampaian program (Schuenemann *et al.*, 2011). Sehingga meningkatkan kemampuan petugas dalam penanganan semen beku.

## 2. Viabilitas Semen Beku

Hasil analisis regresi penanganan semen beku di depo Kabupaten/Kota pada Tabel 9 menunjukkan tidak terdapat hubungan (korelasi) antara kondisi kontainer, penanganan nitrogen cair, kondisi ruang penyimpanan kontainer, dan penanganan semen beku dengan viabilitas semen beku ( $P > 0,05$ ), namun terdapat hubungan yang signifikan antara ketersediaan sarana prasarana, transportasi semen beku, dan

pelatihan petugas dengan viabilitas semen beku ( $P < 0,05$ ). Hasil analisis regresi penanganan semen beku di pos IB pada Tabel 10 menunjukkan tidak terdapat hubungan (korelasi) antara penanganan semen beku di pos IB dengan viabilitas semen beku ( $P > 0,05$ ).

Hasil penelitian tidak adanya hubungan antara parameter penanganan semen beku di depo Kabupaten/Kota dan pos IB dengan kualitas semen karena diidentifikasi secara keseluruhan parameter ini berada pada kategori baik. Ketersediaan sarana prasarana dalam penanganan semen beku ditemukan memiliki hubungan yang signifikan terhadap motilitas semen beku. Hal ini karena ketersediaan sarana prasarana merupakan faktor penting yang menunjang penanganan dan mempertahankan kualitas semen beku. Waberski *et al.* (2019) menyampaikan bahwa kurangnya sarana pendukung yang memadai untuk menangani semen beku dapat berdampak pada kerusakan atau penurunan kualitas semen beku. Harstine *et al.* (2018) juga menyampaikan hal yang sama bahwa peralatan penanganan semen beku sangat penting untuk memastikan kualitas dan kelangsungan hidup spermatozoa.

Transportasi semen beku ditemukan memiliki hubungan yang signifikan dengan motilitas semen beku. Hal ini karena selama transportasi, semen beku sangat rentan terhadap fluktuasi suhu karena paparan dari suhu lingkungan, sehingga mempengaruhi viabilitas semen beku. Amidia *et al.* (2021) menyampaikan bahwa fluktuasi suhu selama transportasi semen beku secara langsung akan menurunkan kualitas semen. Kendaraan yang digunakan untuk pengangkutan semen beku, kondisi kontainer yang digunakan, dan jarak distribusi merupakan faktor penting selama transportasi semen beku. Thibier dan Wagner (2002) menyampaikan bahwa peningkatan suhu yang signifikan selama transportasi dapat menyebabkan penurunan viabilitas semen beku.

Pelatihan petugas ditemukan memiliki hubungan yang signifikan dengan motilitas semen beku. Hal ini karena pelatihan merupakan faktor penting yang menunjang keterampilan petugas untuk melakukan penanganan semen beku sesuai dengan SOP penanganan semen beku. Pelatihan sangat bermanfaat dan memperkuat kemampuan petugas dalam menangani semen beku yang berujung pada peningkatan keberhasilan inseminasi buatan (Ndambi *et al.*, 2017).

Pentingnya pelatihan penanganan semen beku karena penanganan yang buruk berdampak pada keberhasilan IB (Mijena *et al.*, 2024).

### 3. Abnormalitas Semen Beku

Hasil analisis regresi penanganan semen beku di depo Kabupaten/Kota pada Tabel 9 menunjukkan tidak terdapat hubungan (korelasi) antara penanganan semen beku di depo Kabupaten/Kota dengan motilitas semen beku ( $P>0,05$ ). Hasil analisis regresi penanganan semen beku di pos IB pada Tabel 10 menunjukkan tidak terdapat hubungan (korelasi) antara penanganan semen beku di pos IB dengan motilitas spermatozoa semen beku ( $P>0,05$ ).

Hasil penelitian tidak adanya hubungan antara parameter penanganan semen beku di depo Kabupaten/Kota dan pos IB dengan kualitas semen karena abnormalitas spermatozoa terutama abnormalitas primer terjadi selama produksi spermatozoa di organ reproduksi ternak jantan. Proses spermatogenesis merupakan serangkaian tahapan yang kompleks, yang terjadi di dalam testis dan menghasilkan spermatozoa untuk di ejakulasikan oleh ternak jantan. Selama spermatogenesis, spermatozoa dapat mengalami kelainan morfologi dan struktur spermatozoa yang dapat menyebabkan penurunan kualitas semen (Li *et al.*, 2021). Kelainan spermatozoa selama spermatogenesis termasuk refleksi midpiece distal, gangguan midpiece seperti, spermatozoa melingkar, kepala yang terlepas, kepala yang meruncing, akrosom yang menonjol, kelainan nukleus, sperma mikrosefali, dan kelainan pada ekor spermatozoa (Koziol dan Palmer, 2023). Beberapa penyebab abnormalitas spermatozoa selama spermatogenesis termasuk stres, termoregulasi testis yang abnormal, racun, iskemia, kekurangan atau kelebihan nutrisi, infeksi, obstruksi aliran sperma, dan neoplasia (Koziol dan Palmer, 2023).

### F. Hubungan Lokasi Depo dan Pos IB dengan Kualitas Semen Beku

Hasil analisis hubungan antara lokasi depo terhadap kualitas semen beku dapat dilihat pada Tabel 11 dan hubungan antara lokasi pos IB terhadap kualitas semen beku dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 10. Hubungan antara jarak Lokasi Depo terhadap Kualitas Semen Beku.

Parameter	P Value	R	R <sup>2</sup>
Motilitas	0,006	0,548	0,301
Viabilitas	0,001	0,613	0,376
Abnormalitas	0,375	0,190	0,036

Keterangan: P Value <0,01 (sangat signifikan), <0,05 (signifikan), >0,05 (tidak signifikan), R <0,3 (rendah), 0,3-0,7 (sedang), >0,7 (tinggi) (Ratner, 2009).

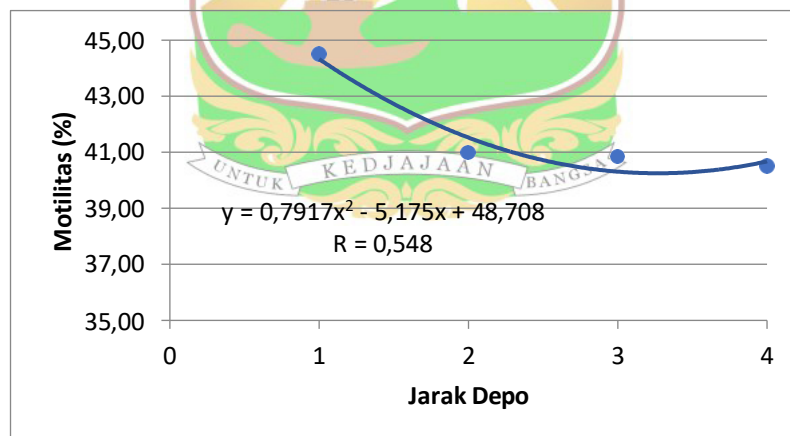
Tabel 11. Hubungan antara jarak Lokasi Pos IB terhadap Kualitas Semen Beku.

Parameter	P Value	R	R <sup>2</sup>
Motilitas	0,202	0,180	0,032
Viabilitas	0,051	0,272	0,074
Abnormalitas	0,096	0,234	0,055

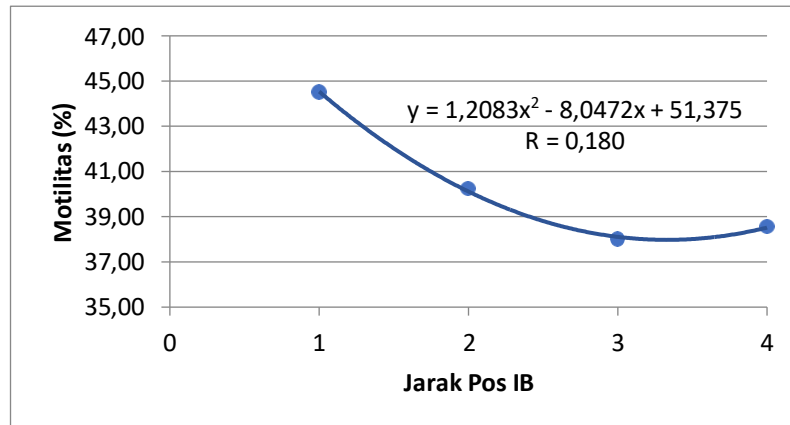
Keterangan: P Value <0,01 (sangat signifikan), <0,05 (signifikan), >0,05 (tidak signifikan), R <0,3 (rendah), 0,3-0,7 (sedang), >0,7 (tinggi) (Ratner, 2009).

### 1. Motilitas Semen Beku

Hasil analisis regresi pada Gambar 2 menunjukkan terdapat hubungan (korelasi) antara lokasi depo dengan motilitas semen beku ( $P < 0,05$ ), dengan persamaan regresi  $\hat{Y} = 0,7917x^2 - 5,175x + 48,708$  dan koefisien korelasi 0,584. Hasil analisis regresi pada Gambar 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan (korelasi) antara lokasi pos IB dengan motilitas sperma semen beku ( $P > 0,05$ ), dengan persamaan regresi  $\hat{Y} = 1,2083x^2 - 8,0472x + 51,375$  dan koefisien korelasi 0,180.



Gambar 2. Hubungan Lokasi Depo dengan Motilitas Semen Beku. 1 (Depo Provinsi), 2 (<80 km), 3 (80-150 km), 4 (>150 km).



Gambar 3. Hubungan Lokasi Pos IB dengan Motilitas Semen Beku. 1 (Depo Provinsi), 2 (<10 km), 3 (10-15 km), 4 (>15 km).

Penelitian menemukan terdapat hubungan yang signifikan pada motilitas spermatozoa semen beku di lokasi depo Kabupaten/Kota, namun tidak ada hubungan yang signifikan pada motilitas spermatozoa semen beku di pos IB. Tidak adanya hubungan yang signifikan pada motilitas semen beku di pos IB diduga karena penurunan motilitas semen beku lebih dominan terjadi selama penanganan dan distribusi pada depo Kabupaten/Kota. Motilitas spermatozoa semen beku secara umum, dianggap sebagai indikator utama kualitas semen dan fertilitas (Kathiravan *et al.*, 2011). Kualitas semen sendiri setidaknya harus memiliki motilitas spermatozoa  $\geq 40\%$  saat digunakan dalam IB. Hal ini karena jika ada 40% atau lebih spermatozoa yang bergerak aktif setelah pembekuan dan pencairan, kualitasnya dapat diterima untuk IB dengan tingkat keberhasilan yang baik (Engidawork, 2018).

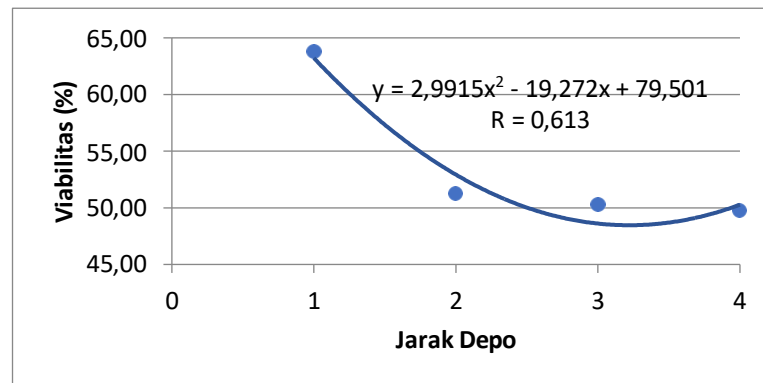
Hubungan yang signifikan pada motilitas semen beku di depo Kabupaten/Kota diidentifikasi berhubungan dengan beberapa faktor termasuk tidak lengkapnya sarana pendukung dalam penanganan semen beku, kendaraan yang digunakan untuk transportasi semen beku, dan kurangnya petugas terlatih pada depo Kabupaten/Kota (Tabel 8). Ketersediaan sarana pendukung dalam penanganan dan distribusi semen beku diidentifikasi sebagai faktor yang menjadi perhatian pada penelitian ini, dimana semua lokasi depo semen beku tidak memiliki sarana pendukung yang lengkap. Tidak lengkapnya sarana penanganan semen beku merupakan salah satu penyebab penanganan semen beku yang tidak tepat, yang akhirnya memengaruhi kualitas semen beku (Lieberman *et al.*, 2016). Sebagaimana disampaikan juga oleh Waberski *et al.* (2019) bahwa ketersediaan sarana

pendukung yang tidak memadai untuk menangani semen beku dapat berdampak pada kerusakan atau penurunan kualitas semen beku.

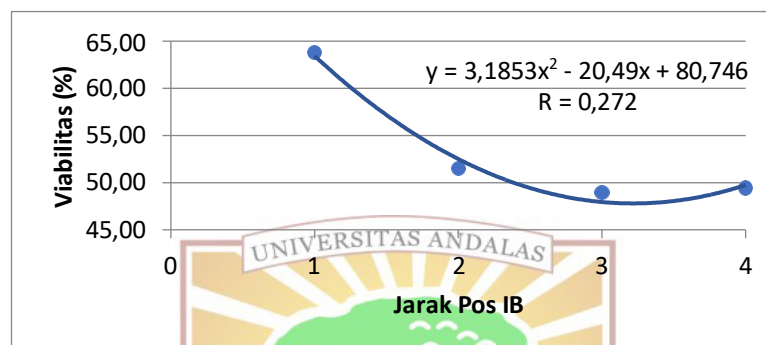
Transportasi semen beku dan pelatihan petugas penanganan semen beku juga diidentifikasi berdampak pada penurunan motilitas semen beku. Transportasi semen beku yang tidak dilakukan dengan benar serta paparan semen beku dengan suhu lingkungan menyebabkan penurunan kualitas semen beku. Llanto, (2018) menjelaskan bahwa paparan pada semen beku selama rantai distribusi dapat menurunkan kualitas semen beku. Kontainer yang sering dibuka tutup akan menyebabkan terjadinya penguapan nitrogen cair lebih tinggi serta adanya pengaruh sinar matahari secara langsung akan menurunkan kualitas semen (Amidia *et al.*, 2021). Pelatihan petugas juga merupakan faktor penting dalam menjamin penanganan dan distribusi semen beku dilakukan dengan benar. Pelatihan petugas dalam penanganan semen beku misalnya membatasi paparan semen beku terkena udara berdampak besar pada kualitas semen beku, karena paparan yang meskipun sebentar dapat menyebabkan fluktuasi suhu yang besar pada semen beku (Lieberman *et al.*, 2016). Sehingga faktor-faktor ini sangat penting untuk diperhatikan dalam penanganan dan distribusi semen beku untuk mencegah penurunan motilitas semen beku.

## 2. Viabilitas Semen Beku

Hasil analisis regresi pada Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat hubungan (korelasi) antara lokasi depo dengan viabilitas semen beku ( $P < 0,05$ ), dengan persamaan regresi  $\hat{Y} = 2,9915x^2 - 19,272x + 79,501$  dan koefisien korelasi 0,613. Hasil analisis regresi pada Gambar 5 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan (korelasi) antara lokasi pos IB dengan viabilitas semen beku ( $P > 0,05$ ), dengan persamaan regresi  $\hat{Y} = 3,1853x^2 - 20,49x + 80,746$  dan koefisien korelasi 0,272.



Gambar 4. Hubungan Lokasi Depo dengan Viabilitas Semen Beku. 1 (Depo Provinsi), 2 (<80 km), 3 (80-150 km), 4 (>150 km).



Gambar 5. Hubungan Lokasi Pos IB dengan Viabilitas Semen Beku. 1 (Depo Provinsi), 2 (<10 km), 3 (10-15 km), 4 (>15 km).

Penelitian ini ditemukan terdapat hubungan yang signifikan pada viabilitas semen beku di lokasi depo Kabupaten/Kota, namun tidak ada hubungan yang signifikan pada viabilitas semen beku di pos IB. Tidak adanya hubungan yang signifikan pada viabilitas semen beku di pos IB diduga karena penurunan viabilitas semen beku lebih dominan terjadi selama penanganan dan distribusi pada depo Kabupaten/Kota. Viabilitas semen beku sendiri setidaknya adalah 50% saat digunakan untuk IB dalam kondisi normal. Engidawork, (2018) menyampaikan bahwa untuk fungsi reproduksi normal, setidaknya 50% dari sperma harus hidup, karena setiap straw berisi 25/30 juta sel spermatozoa dan setidaknya setengah dari angka ini diharapkan hidup, sehingga tingkat keberhasilan IB tetap baik.

Hubungan yang signifikan pada viabilitas semen beku di depo Kabupaten/Kota diidentifikasi berhubungan dengan beberapa faktor termasuk tidak lengkapnya sarana pendukung dalam penanganan semen beku, kendaraan yang digunakan untuk transportasi semen beku, dan kurangnya petugas terlatih pada depo Kabupaten/Kota (Tabel 8). Sarana pendukung dalam penanganan semen beku yang tidak lengkap juga memengaruhi penanganan semen beku dengan benar dan

tepat. Sarana pendukung merupakan faktor penting karena semakin lengkap fasilitas pendukung, maka akan memiliki peluang besar untuk mempertahankan kualitas semen beku lebih baik (Amidia *et al.*, 2021). Sarana pendukung penanganan semen merupakan faktor penting yang memengaruhi penanganan dan kualitas semen beku (Diskin, 2018). Disampaikan juga oleh Lieberman *et al.* (2016) bahwa peralatan yang digunakan untuk penanganan semen beku penting untuk mendukung penanganan yang tepat.

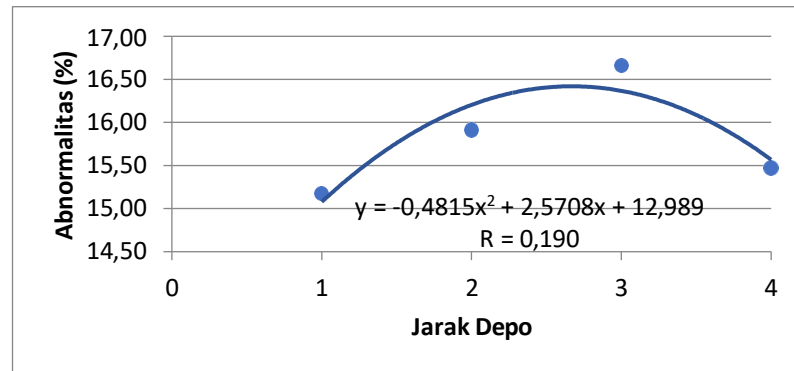
Faktor transportasi semen beku dan pelatihan petugas penanganan semen beku juga diidentifikasi berperan dalam penurunan viabilitas semen beku pada penelitian ini. Transportasi semen beku yang tidak dilakukan dengan benar atau sesuai prosedur memiliki dampak besar pada kualitas semen beku. Transportasi semen beku harus dilakukan dengan benar, dimana kendaraan dan wadah pembawa semen beku harus diperhatikan dengan baik (Loomirats, 2001). Transportasi semen beku sangat rentan terhadap fluktuasi suhu semen beku. Perubahan suhu yang signifikan selama transportasi dapat menyebabkan penurunan viabilitas semen beku (Thibier dan Wagner, 2002).

Faktor pelatihan petugas dalam penanganan semen beku juga diidentifikasi sebagai faktor penting yang memengaruhi kualitas semen beku. Pelatihan sangat bermanfaat dan memperkuat kemampuan petugas dalam menangani semen beku yang berujung pada peningkatan angka konsepsi (Ndambi *et al.*, 2017). Pentingnya pelatihan penanganan semen beku karena penanganan yang buruk berdampak pada kualitas semen beku (Mijena *et al.*, 2024). Aini *et al.* (2014) menyampaikan bahwa penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan perubahan suhu yang drastis menjadikan proses metabolisme tetap berjalan sehingga daya gerak spermatozoa menurun yang berakibat pada kematian sel spermatozoa dan penurunan viabilitas. Sehingga faktor-faktor ini sangat penting untuk diperhatikan dalam penanganan dan distribusi semen beku untuk mencegah penurunan viabilitas semen beku.

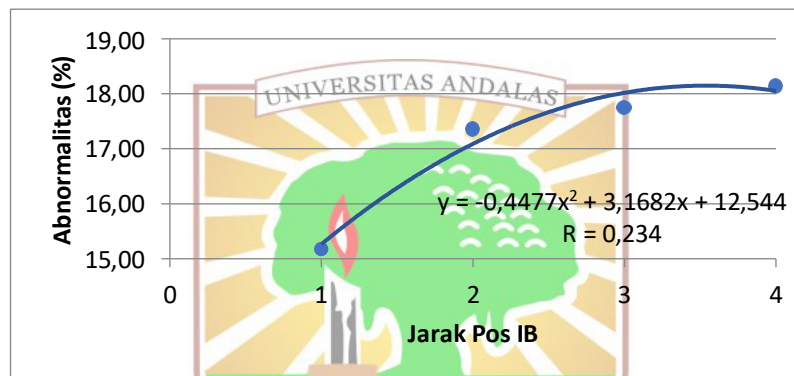
### 3. Abnormalitas Semen Beku

Hasil analisis regresi pada Gambar 6 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan (korelasi) antara lokasi depo dengan abnormalitas spermatozoa ( $P > 0,05$ ), dengan persamaan regresi  $\hat{Y} = -0,4815x^2 + 2,5708x + 12,989$  dan koefisien korelasi 0,190. Hasil analisis regresi pada Gambar 7 menunjukkan bahwa tidak terdapat

hubungan (korelasi) antara lokasi pos IB dengan abnormalitas spermatozoa ( $P < 0,05$ ), dengan persamaan regresi  $\hat{Y} = -0,4477x^2 + 3,1682x + 12,544$  dan koefisien korelasi 0,234.



Gambar 6. Hubungan Lokasi Depo dengan Abnormalitas Semen Beku. 1 (Depo Provinsi), 2 (<80 km), 3 (80-150 km), 4 (>150 km).



Gambar 7. Hubungan Lokasi Pos IB dengan Abnormalitas Semen Beku. 1 (Depo Provinsi), 2 (<10 km), 3 (10-15 km), 4 (>15 km).

Hasil penelitian ini tidak ditemukan hubungan antara lokasi depo dan pos IB dengan abnormalitas spermatozoa diduga karena abnormalitas spermatozoa terutama abnormalitas primer umumnya terjadi selama spermatogenesis dan produksi semen beku, hal ini dapat dilihat pada abnormalitas spermatozoa pada depo provinsi yaitu sebesar  $15,18 \pm 1,21$  % (Tabel 8). Sehingga distribusi semen dari depo Provinsi menuju depo Kabupaten/Kota dan Pos IB tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan abnormalitas spermatozoa.

Hal ini sejalan dengan pendapat Byrne *et al.* (2017) bahwa abnormalitas spermatozoa terutama abnormalitas primer terjadi selama proses spermatogenesis. Hasil yang sama juga ditemukan oleh Bilkis *et al.* (2016) bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara abnormalitas spermatozoa di pusat produksi semen dan pos IB meskipun pada musim yang berbeda. Abnormalitas spermatozoa

terjadi ketika proses spermatogenesis dimana status organ reproduksi pejalan memainkan peran penting dalam mempertahankan spermatozoa dalam kondisi normal (Elvina *et al.*, 2025). Baharun *et al.* (2021) menyatakan kelainan spermatozoa primer di kepala dan akrosom umumnya terjadi selama spermatogenesis. Sehingga pada penelitian ini tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara lokasi depo dan pos IB dengan abnormalitas spermatozoa.



