

Kualitas semen sapi *Friesian Holstein* jantan muda (studi kasus pada satu ekor sapi perah jantan muda)

Semen quality of young Friesian Holstein dairy cattle (case study of young dairy cattle)

St. Zaqiya Darajat¹, Muhammad Yusuf², dan Hasbi²

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sains Islam Al Mawaddah Warrahmah, Jl. Pondok Pesantren No. 10 Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia. 93511

²Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. 90245

*Email Koresponden: zakiyah@usimar.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kemampuan sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun terhadap pencapaian kualitas semen. Metode penelitian dilakukan mulai dari pengukuran lingkaran skrotum sebanyak 3 kali, penentuan libido dimulai saat ternak jantan mendekati betina dan proses penampungan dengan metode vagina buatan serta evaluasi kualitas semen dilakukan selama 8 kali. Parameter yang diukur yaitu lingkaran skrotum, libido, volume, pH, warna, konsistensi, bau, motilitas massa, motilitas individu, konsentrasi, viabilitas, dan abnormalitas. Seiring bertambahnya umur, libido memperlihatkan adanya kecenderungan penurunan, sedangkan ukuran lingkaran skrotum serta kualitas semen secara makroskopis maupun mikroskopis juga menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan meskipun masih berfluktuatif sehingga dapat disimpulkan bahwa semen sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun belum layak untuk diproses menjadi semen beku.

Kata kunci: *Friesian Holstein*, umur, libido, skrotum, semen

Abstract. This study aims to determine changes in the ability of <2-year-old *Friesian Holstein* bulls to achieve semen quality. The research method was carried out starting from measuring scrotal circumference 3 times, determining libido starting when the bulls approached the females and the collection process using the artificial vagina method and evaluating semen quality 8 times. The parameters measured were scrotal circumference, libido, volume, pH, color, consistency, odor, mass motility, individual motility, concentration, viability, and abnormality. As age increases, libido shows a downward trend, while the size of the scrotal circumference and the quality of semen macroscopically and microscopically also shows an upward trend although it is still fluctuating so it can be concluded that the semen of <2-year-old *Friesian Holstein* bulls is not yet suitable for processing into frozen semen.

Keywords: *Friesian Holstein*, age, libido, scrotum, semen

PENDAHULUAN

Kemenkes, R.I. (2023) menunjukkan bahwa angka stunting masing terbilang cukup tinggi yaitu 21,6% meskipun terjadi penurunan dari tahun sebelumnya yaitu 24,4%. Susu yang diproduksi oleh sapi perah merupakan protein hewani yang dapat berkontribusi dalam penanganan stunting

anak di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya tingkat ekonomi dan kesadaran masyarakat akan kebutuhan makanan bergizi. Maka, konsumsi susu dari tahun ke tahun akan terus meningkat. Namun, peningkatan permintaan tidak selalu diikuti dengan peningkatan produksi. Produksi susu sapi tidak mampu memenuhi kebutuhan susu nasional sehingga impor menjadi salah satu pilihan untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Populasi dan produktivitas sapi perah di Indonesia masih terbilang rendah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023) pada tahun 2016 hingga 2022 menunjukkan bahwa populasi sapi perah di luar pulau Jawa relatif lebih sedikit, Provinsi-provinsi di pulau Jawa memiliki kontribusi signifikan terhadap sapi perah di Indonesia, Dengan kata lain pulau Jawa dianggap sebagai sentra peternakan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi susu untuk seluruh masyarakat Indonesia. Salah satu upaya yang dilakukan untuk terus meningkatkan populasi dan produktivitas sapi perah yaitu dengan menerapkan teknologi inseminasi buatan.

Pejantan memiliki peranan penting untuk mendukung keberhasilan inseminasi buatan karena merupakan penghasil spermatozoa, Sedangkan umur merupakan salah satu yang sangat berpengaruh pada kualitas semen sapi pejantan muda saat penampungan, karena perubahan fisiologis yang terjadi seperti dewasa kelamin, dewasa tubuh dan kesehatan organ reproduksi ternak sangat mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan (Azzahra et al., 2016). Penelitian ini untuk mengetahui perubahan kemampuan sapi jantan muda *Friesian Holstein* terhadap pencapaian kualitas semen dan dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam seleksi pejantan berdasarkan umur.

Perubahan fisiologis yang terjadi seperti dewasa kelamin, dewasa tubuh, dan kesehatan organ reproduksi ternak sangat mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan. Namun, sampai saat ini kualitas semen sapi perah jantan muda belum jelas tingkat kestabilannya sehingga diduga bahwa seiring bertambahnya umur, lingkaran skrotum, waktu libido dan kualitas semen sapi *Friesian Holstein* jantan muda umur <2 tahun dapat mengalami peningkatan. Oleh karena itu, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kemampuan sapi jantan *Friesian holstein* umur <2 tahun terhadap pencapaian kualitas semen cukup bermanfaat khususnya pada peternakan sapi perah.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven sterilisasi, *water bath*, pita ukur, *stopwatch*, *coolbox*, vagina buatan, lap kasar, lap halus, 2 tabung skala, rak tabung, alat pemanas air, *Computer Assisted Sperm Analysis (CASA)*, *cover glass*, *objek glass*, alat penghitung konsentrasi otomatis (*Photometer SDM 6*), gelas ukur, makro dan mikro pipet, *cufette*, mikroskop ZEISS serta spuit.

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah semen dari 1 ekor sapi jantan muda *Friesian Holstein* umur <2 tahun yang dipelihara kelompok dengan sapi betina, label, air, *vaseline*, kertas pH, tisu, aquabides, NaCl fisiologis, *parafilm*, *eosin 0,2%*, dan alkohol 70%.

Pengukuran Lingkaran Skrotum

Pengambilan data lingkaran skrotum diambil sebanyak 3 kali yaitu pada awal, pertengahan dan akhir penelitian dengan melingkarkan pita ukur pada bagian terlebar dari skrotum. Alat yang digunakan untuk mengukur lingkaran skrotum adalah pita ukur.

Penentuan Libido

Penentuan libido dilakukan dengan cara memasukkan ternak betina berahi pada kandang pemacek. Digunakan *stopwatch* untuk melihat libido ternak yang dimulai saat jantan mendekati ternak betina berahi sampai ejakulasi. Pengamatan dilakukan setiap melakukan penampungan yaitu sekali seminggu dalam waktu 2 bulan.

Penampungan Semen

Semen sapi perah *Friesian Holstein* ditampung dengan menggunakan vagina buatan. Penampungan semen dilakukan sebanyak 1 kali dalam seminggu dalam waktu 2 bulan. Sebelum melakukan penampungan, terlebih dahulu menyediakan 2 tabung berskala yaitu tabung A dan

tabung B untuk 2 kali penampungan, Seluruh alat dan bahan penampungan yang steril juga telah tersedia seperti vagina buatan, air hangat dengan suhu 37°C, lap, dan vaselin. Mengisi rongga pada vagina buatan dengan air hangat 37°C melalui lubang klep, memasang corong karet pada salah satu ujung vagina buatan, meniupkan udara sampai lubang vagina buatan menyempit, memasang tabung berskala pada ujung corong karet vagina buatan, salah satu lubang vagina buatan yang lainnya diolesi dengan vaselin, selanjutnya melakukan penampungan. Setelah penampungan, semen disimpan dalam *waterbath* dengan tujuan penyesuaian suhu, lalu dilakukan penilaian kualitas semen seperti uji makroskopis yang terdiri atas volume, pH, warna, konsistensi dan bau. Sedangkan uji mikroskopis meliputi motilitas massa, motilitas individu, konsentrasi, viabilitas dan abnormalitas.

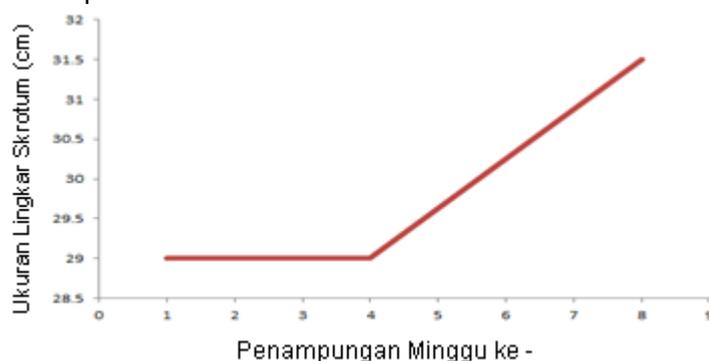
Analisis Data

Data penelitian yang diperoleh dari penelitian lingkaran skrotum, libido dan kualitas semen pada sapi jantan muda *Friesian Holstein* dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran Lingkaran Skrotum Sapi Jantan *Friesian Holstein* Umur <2 Tahun

Peningkatan umur sangat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan ukuran lingkaran skrotum, dimana ukuran lingkaran skrotum akan meningkat secara linear dengan meningkatnya umur sampai mencapai dewasa. Ukuran lingkaran skrotum sapi jantan *Friesian Holstein* selama dua bulan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.

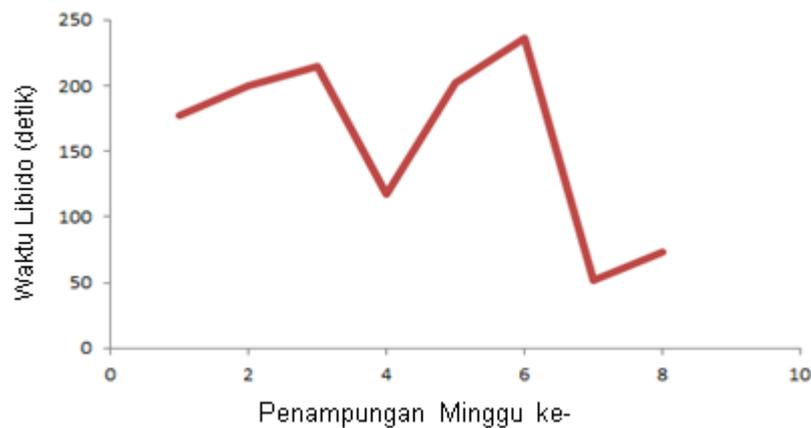


Gambar 1. Ukuran lingkaran skrotum (cm) sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun.

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun dalam waktu 2 bulan menunjukkan adanya peningkatan lingkaran skrotum mulai dari 29 cm sampai 31,5 cm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ukuran lingkaran skrotum terus mengalami peningkatan hingga akhir penelitian meskipun pada awal penelitian hingga pertengahan penelitian belum mengalami perubahan ukuran. Hambakodu & Ina (2019) mengemukakan bahwa adanya pertambahan umur ternak akan mempengaruhi pertambahan ukuran lingkaran skrotum. Ukuran lingkaran skrotum akan terus bertambah dan mencapai ukuran dan besar yang maksimum pada saat ternak mencapai umur tertentu.

Libido Sapi Jantan *Friesian Holstein* Umur <2 Tahun

Libido merupakan waktu yang dihitung saat ternak jantan mendekati ternak betina hingga terjadinya ejakulasi. Pengukuran libido dilakukan setiap melakukan penampungan menggunakan *stopwatch* yang dimulai pada saat ternak jantan mendekati ternak betina yang berahi sampai terjadinya ejakulasi. Penentuan libido pada sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun dilakukan setiap melakukan penampungan yaitu di pagi hari. Pengukuran libido diperoleh data yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Libido sapi jantan *Friesian Holstein* Jantan Muda umur <2 tahun.

Berdasarkan Gambar 2 tersebut menunjukkan bahwa libido pada sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun masih sangat fluktuatif dan belum stabil. Namun demikian pada minggu ke-7 dan ke-8 memperlihatkan adanya kecenderungan penurunan. Libido yang diukur mulai dari minggu ke-1 sampai minggu ke-8 masing-masing adalah 177 detik, 200 detik, 215 detik, 117 detik, 202 detik, 236 detik, 52 detik, dan 73 detik. Menurut Yoga et al. (2024) libido yang baik ditunjukkan dengan cepatnya respon apabila didekatkan dengan pemancing. Lama libido di bawah 60 detik dikategorikan baik. Apabila frekuensi perkawinan pejantan terlalu sering maka akan menurunkan libido pada pejantan sapi (Wijayanto et al., 2019).

Kualitas Semen Sapi Jantan *Friesian Holstein* Umur <2 Tahun

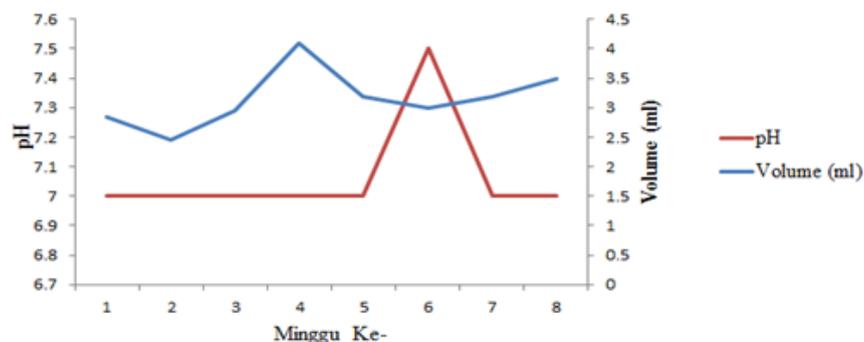
Penilaian terhadap kualitas semen segar pada sapi penting dilakukan karena dengan mengetahui kualitas semen segar dapat diketahui bahwa semen segar tersebut layak diproses atau tidak. Kualitas semen ditentukan secara makroskopis dan mikroskopis.

Evaluasi Makroskopis

Kualitas semen segar secara makroskopis terdiri atas warna, bau, konsistensi, volume dan pH. Hasil pengamatan pada sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun terhadap evaluasi makroskopis dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Tabel 1. Warna, konsistensi dan bau semen segar sapi jantan *Friesian Holstein* umur < 2 tahun

Kualitas	Periode Penampungan							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Warna	Bening	Bening	Bening	Krem	Krem	Agak hijau	Putih	Putih
Bau	Khas	Khas	Khas	Khas	Khas	Feses	Khas	Khas
Konsistensi	Encer	Encer	Encer	Encer	Encer	Encer	Agak kental	Agak kental



Gambar 3. Volume (ml) dan derajat keasaman (pH) semen sapi jantan *Friesian Holstein* umur < 2 tahun.

Semen yang diperoleh pada minggu ke-1 sampai minggu ke-3 berwarna bening sedangkan minggu ke-4 sampai dengan minggu ke-8 semen berwarna krem hingga agak putih, Hal ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya umur sapi jantan *Friesian Holstein* warna semen semakin kelihatan normal yaitu berwarna putih. Warna krem pada semen disebabkan oleh adanya riboflavin dalam semen (Kumar et al., 2015). Warna semen dipengaruhi oleh faktor kerapatan sperma, kerapatan sperma yang rendah dapat menghasilkan warna putih susu, sedangkan peningkatan kerapatan sperma menyebabkan warna semen menjadi lebih keruh (Ardita et al., 2024).

Konsistensi semen yang diperoleh yaitu encer hingga terlihat agak kental menunjukkan tren yang semakin baik, hal ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya umur ternak sapi jantan *Friesian Holstein* konsistensinya akan semakin baik. Berdasarkan penelitian Dewi et al. (2012) pada kelompok sapi Jawa berumur kurang dari 2 tahun memiliki konsistensi semen 100% encer, lalu pada kelompok sapi berumur >3 tahun menghasilkan semen dengan konsistensi 67,67% encer dan 33,33% sedang.

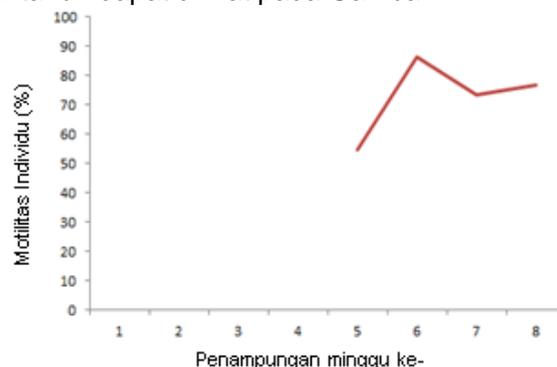
Gambar 3 tersebut menunjukkan bahwa sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun diperoleh volume semen yang berfluktuatif, namun memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan meskipun volume semen yang diperoleh setiap penampungan jumlahnya masih sedikit yaitu 2,8 ml, 2,4 ml, 2,9 ml, 4,1 ml, 3,1 ml, 3 ml, 3,1 ml dan 3,5 ml. Rata-rata volume semen yang dihasilkan berdasarkan penelitian Nugraha et al. (2019) bahwa sapi bali yang berumur 2 hingga 10 tahun cenderung meningkat. Namun, sapi yang berumur 3 tahun terjadi sedikit penurunan rata-rata volume semen. Hal ini didukung oleh penelitian Hirwa et al. (2017) bahwa produksi spermatozoa cenderung meningkat seiring bertambahnya usia dan mencapai puncaknya pada kematangan seksual sementara mulai menurun secara bertahap pada usia yang lebih tua karena adanya perubahan degeneratif pada *tubulus seminiferus*. Selain dipengaruhi oleh umur ternak volume semen juga disebabkan oleh adanya perbedaan bangsa, berat badan, makanan serta manajemen penampungan (Melita et al., 2014).

Derajat keasaman (pH) yang diukur menggunakan kertas lakmus diperoleh nilai pada kisaran normal yaitu 7 hingga 7,5 meskipun masih berfluktuatif pada setiap kali penampungan, Naiknya pH pada semen karena adanya kontaminasi dengan mikroorganisme (Aisah et al., 2017) Spermatozoa yang konsentrasinya tinggi biasanya memiliki pH yang sedikit asam (Zulyazaini et al., 2016).

Evaluasi Mikroskopis

Motilitas Massa dan Individu Spermatozoa

Berdasarkan pengamatan pada proses penampungan minggu ke-5 mulai diperoleh spermatozoa dengan kualitas (+) yaitu tidak terdapat gelombang tetapi ada gerakan-gerakan individual progresif, hal ini diduga karena umur dapat mempengaruhi motilitas spermatozoa. Azzahra et al. (2016) mengemukakan bahwa hormon testosteron dan daya gerak hidup spermatozoa dapat dipengaruhi oleh energi, energi pada ternak muda sepenuhnya masih digunakan untuk proses pertumbuhannya ditambahkan pula bahwa ternak yang berumur dua tahun menghasilkan motilitas yang baik karena terdapat hormon testosteron lebih tinggi dan organ reproduksi serta kelenjar kelamin pun juga sudah sempurna. Motilitas individu yang diperoleh pada sapi jantan *Friesian Holstein* umur < 2 tahun dapat dilihat pada Gambar 4.

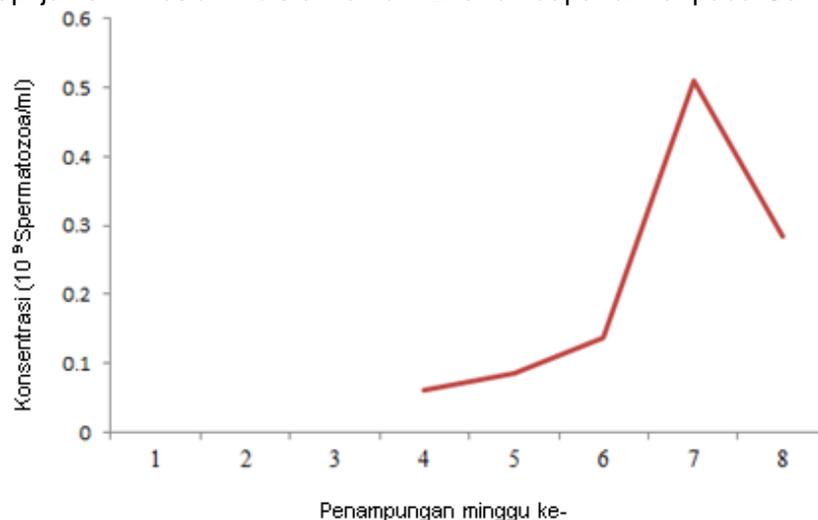


Gambar 4. Motilitas individu semen sapi jantan *Friesian Holstein* umur < 2 tahun.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap motilitas individu semen sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun selama dua bulan dapat dilihat bahwa pada minggu ke-1 hingga minggu ke-4 menghasilkan semen yang berwarna bening, semen yang berwarna bening menandakan semen tersebut hanya mengandung plasma dan dalam ejakulatnya tidak terdapat sel spermatozoa. Namun demikian, pada minggu ke-5 mulai terlihat adanya motilitas spermatozoa tetapi belum mencapai normal sedangkan pada minggu ke-6 hingga minggu ke-8 motilitas spermatozoa sudah dalam kisaran normal tetapi masih belum stabil yang menunjukkan motilitas masing-masing adalah 86,25%, 73,35 %, dan 76,58 %. Motilitas semen pada umur <2 tahun masih berfluktuatif karena energi masih digunakan untuk proses pertumbuhan ternak.(Azzahra et al. 2016) melaporkan bahwa energi juga digunakan untuk daya hidup spermatozoa yang dihasilkan oleh kelenjar aksesoris untuk mensekresikan plasma. semen yang menghasilkan nutrisi yang berupa glukosa, fruktosa, dan sukrosa sebagai substrat energi spermatozoa.

Konsentrasi Spermatozoa

Penilaian terhadap konsentrasi spermatozoa merupakan hal yang penting agar dapat mengetahui jumlah spermatozoa di dalam tiap ml semen, Perhitungan konsentrasi spermatozoa dilakukan dengan menggunakan alat *photometer* SDM 6. Hasil penelitian terhadap konsentrasi spermatozoa sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun dapat dilihat pada Gambar 5.

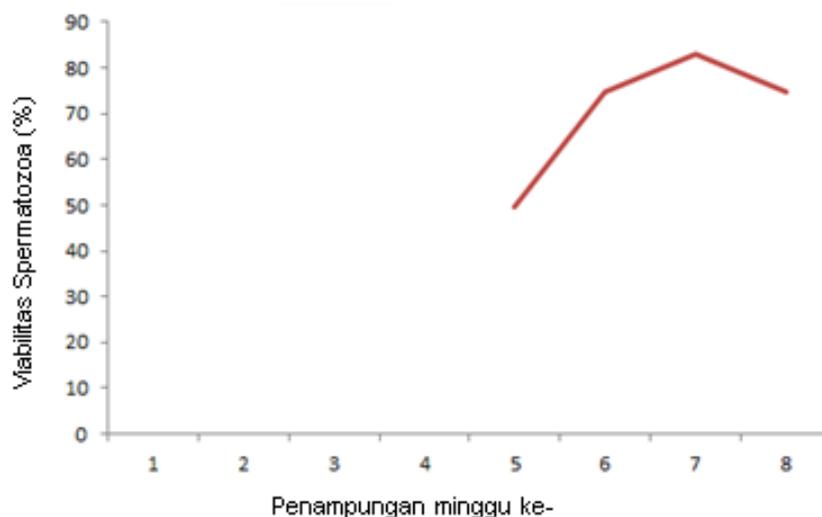


Gambar 5. Konsentrasi Spermatozoa Sapi Jantan *Friesian Holstein* Umur < 2 Tahun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi spermatozoa pada minggu ke-4 sampai dengan minggu terakhir diperoleh masing-masing $0,0625 \times 10^9$, $0,085 \times 10^9$, $0,138 \times 10^9$, $0,511 \times 10^9$ dan $0,285 \times 10^9$ memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan, meskipun demikian masih berfluktuatif. Konsentrasi tertinggi yaitu $0,511 \times 10^9$ yang diperoleh pada minggu ke-7 namun tetap belum layak diproses untuk menjadi semen beku, (Aisah et al., 2017) menyatakan bahwa konsentrasi semen segar yang normal adalah di atas 1.000 juta/ml. Proses spermatogenesis pada sapi jantan *Friesian Holstein* yang masih muda belum maksimal. Hal ini sesuai dengan (Corte Pause et al., 2022) bahwa konsentrasi sperma yang rendah kemungkinan karena usia jantan yang masih muda dan karena adanya faktor penampungan semen yang tidak cukup melalui vagina buatan.

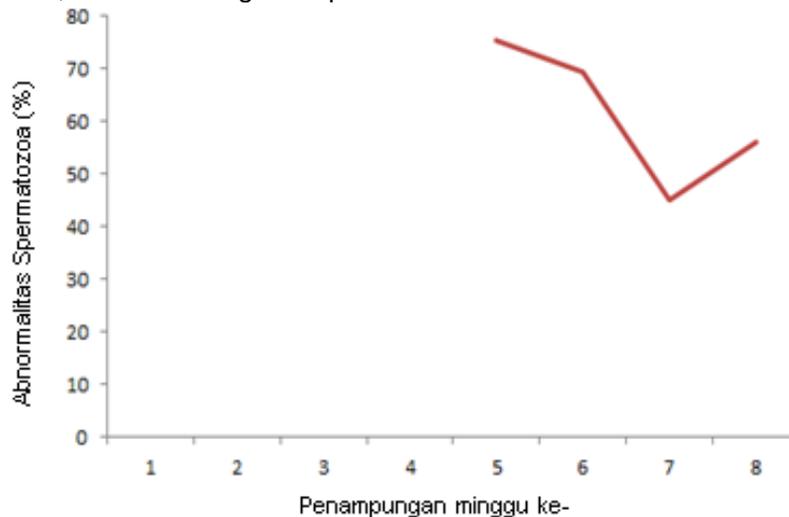
Viabilitas dan Abnormalitas Spermatozoa

Viabilitas semen menunjukkan presentase spermatozoa yang hidup sedangkan abnormalitas menunjukkan presentase sperma yang tidak normal. Abnormalitas spermatozoa dapat berupa ekor pendek dan melingkar serta kepala kecil. Evaluasi viabilitas dan abnormalitas dapat dilakukan secara objektif menggunakan pewarnaan eosin (0,2 %). Perbedaan spermatozoa yang hidup yaitu dengan melihat warna. Viabilitas dan abnormalitas spermatozoa sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun dapat dilihat pada Gambar 6, 7 dan 8.

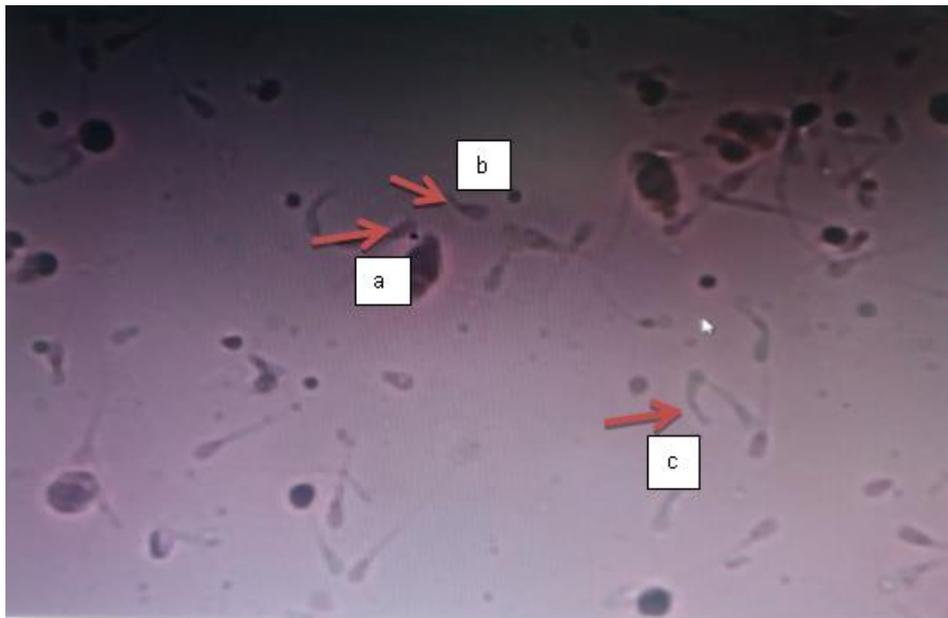


Gambar 6. Viabilitas Spermatozoa Sapi Jantan Friesian Holstein umur < 2 tahun.

Hasil pengamatan terhadap viabilitas spermatozoa pada minggu ke-5 hingga minggu ke-8 masing-masing adalah 49,4%, 74,8%, 82,9% dan 74,6%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kecenderungan peningkatan, pada minggu ke-6 sudah mulai menunjukkan presentase viabilitas dalam kisaran yang normal yaitu 74,8 % dengan presentase viabilitas paling tinggi pada minggu ke-7 yaitu 82,9% namun tingkat presentase secara keseluruhan terlihat masih berfluktuatif. Viabilitas merupakan kunci pada evaluasi spermatozoa dan prasyarat untuk keberhasilan perkawinan pada sapi (Tanga et al., 2021). Malinda et al. (2021) mengemukakan apabila motilitas sperma tinggi maka otomatis viabilitas juga tinggi, Suhu bisa menjadi pengaruh besar pada kondisi sperma, terutama integritas sperma dalam semen.



Gambar 7. Abnormalitas Spermatozoa Sapi Jantan Friesian Holstein umur < 2 tahun.



Gambar 8. Morfologi spermatozoa. a. kepala memanjang; b. ekor melengkung; c. ekor putus.

Jumlah abnormalitas pada minggu ke-5 hingga akhir penelitian masing-masing adalah 75,5 %, 69,3%, 45%, dan 56,2% yang menunjukkan adanya kecenderungan mengalami penurunan meskipun belum stabil dan belum layak untuk diproses. Abnormalitas pada sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun juga menunjukkan abnormalitas yang tidak stabil dan belum layak untuk diproses karena morfologi abnormalitasnya masih >20%. Perubahan kondensasi kromatin pada sapi muda menyebabkan peningkatan morfologi kepala sperma yang abnormal (Kipper et al., 2017; Carreira et al., 2017). Berbeda dengan Melita et al. (2014) yang melaporkan bahwa umur muda maupun tua tidak mempengaruhi presentase abnormalitas spermatozoa, namun hanya dipengaruhi oleh frekuensi ejakulasi, dimana semakin sering ejakulat maka semakin tinggi tingkat abnormalitas spermatozoa. Selain itu juga dipengaruhi stress, lingkungan yang tidak sesuai, genetika dan gangguan pada *tubuli seminiferus*. Abnormalitas spermatozoa pada sapi jantan *Friesian Holstein* umur <2 tahun masih banyak yang memiliki morfologi sperma yang tidak normal seperti kepala kecil, kepala memanjang, terdapat sisa sitoplasma pada leher, ekor putus dan ekor melengkang.

KESIMPULAN

Meskipun ada beberapa perkembangan positif seperti peningkatan ukuran lingkaran skrotum dan kualitas semen, sapi jantan *Friesian holstein* <umur 2 tahun ini belum optimal untuk produksi semen beku. Penurunan libido dan fluktuasi kualitas semen menjadi faktor utama yang membuat semen dari sapi *Friesian holstein* umur <2 tahun tidak memenuhi standar untuk diproses menjadi semen beku. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah jumlah subjek penelitian dengan rentang umur yang lebih luas agar dapat mengetahui usia optimal sapi jantan untuk mulai diproduksi semennya. Selain itu, perlu mengamati komponen-komponen yang terdapat dalam feses sapi tersebut yang mungkin berkontribusi terhadap peningkatan viabilitas dan mortilitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium *processing* semen di Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, atas dukungan fasilitas selama penelitian berlangsung. Penulis juga menghargai bantuan teknis yang diberikan oleh staf *animal centre* Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Terima kasih untuk semua penulis yang telah merancang rencana penelitian, menyusun jurnal, memberikan bantuan teknis yang berperan penting dalam kegiatan penelitian dan analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, S., Isnaini, N., & Wahyuningsih, S. (2017). Kualitas semen segar dan recovery rate sapi Bali pada musim yang berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2017.027.01.06>
- Ardita, D., Herawati, E., & Salamah, A. (2024). Produksi dan kualitas semen sapi pejantan Simmental di Balai Inseminasi Buatan Lembang pada berbagai waktu penampungan. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 11(1), 42–49. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v11i1.15110>
- Azzahra, F. Y., Setiatin, E. T., & Samsudewa, D. (2016). Evaluasi motilitas dan persentase hidup semen segar sapi PO Kebumen pejantan muda. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(2), 99–107.
- Carreira, J. T., Trevizan, J. T., Carvalho, I. R., Kipper, B., Rodrigues, L. H., Silva, C., Perri, S. H. V., Drevet, J. R., & Koivisto, M. B. (2017). Does sperm quality and DNA integrity differ in cryopreserved semen samples from young, adult, and aged Nelore bulls? *Basic and Clinical Andrology*, 27(1). <https://doi.org/10.1186/s12610-017-0056-9>
- Corte Pause, F., Crociati, M., Urli, S., Monaci, M., Degano, L., & Stradaioli, G. (2022). Environmental Factors Affecting the Reproductive Efficiency of Italian Simmental Young Bulls. *Animals*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/ani12182476>.
- Dewi, A. S., Ondho, Y. S., & Kurnianto, E. (2012). Kualitas semen berdasarkan umur pada sapi jantan jawa. *Animal Agriculture Journal*, 1(2), 126-133.
- Hambakodu, M., & Ina, Y. T. (2019). Evaluasi Kecernaan In Vitro Bahan Pakan Hasil Sampung Agro Industri. *Jurnal Agripet*, 19(1), 7–12. <https://doi.org/10.17969/agripet.v19i1.12953>
- Hirwa, C. D., Kugonza, D. R., Amahoro, E., Ingabire, C., Niyiragira, V., Myambi, C., Manzi, M., Murekezi, T., Nyabinwa, P., Nshimiyimana, A. M., Kanyandekwe, C., & Gahakwa, D. (2017). Influence of breed, season and age on quality bovine semen used for artificial insemination. *International Journal of Livestock Production*, 8(6), 72–78.
- Kemenkes, R.I. (2023). Menteri Kesehatan Republik Indonesia Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2022.
- Kipper, B. H., Trevizan, J. T., Carreira, J. T., Carvalho, I. R., Mingoti, G. Z., Beletti, M. E., Perri, S. H. V., Franciscato, D. A., Pierucci, J. C., & Koivisto, M. B. (2017). Sperm morphometry and chromatin condensation in Nelore bulls of different ages and their effects on IVF. *Theriogenology*, 87, 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.08.017>
- Kumar, U., Gawande, A. P., Sahatpure, S. K., Patil, M. S., Lakde, C. K., Bonde, S. W., Borkar, P. L., Poharkar, A. J., & Ramteke, B. R. (2015). Assessment of semen quality in pure and crossbred Jersey bulls. *Veterinary World*, 8(10), 1266–1272.
- Malinda, D., Santoso, H., & Latuconsina, H. (2021). Analisis viabilitas spermatozoa sapi friesian holstein (*Bos taurus*) post thawing semen beku dengan pengaruh suhu dan lama waktu thawing berbeda. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 6(2), 46-51.
- Melita, D., Dasrul, D., & Adam, M. (2014). The effect of bull age and ejaculation frequency on quality of Aceh bull spermatozoa. *Jurnal Medika Veterinaria*, 8(1).
- Nugraha, C. D., Herwijanti, E., Novianti, I., Furqon, A., Septian, W. A., Busono, W., & Suyadi, S. (2019). Correlations between age of Bali bull and semen production at National Artificial Insemination Center, Singosari - Indonesia. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(3), 258–265. <https://doi.org/10.14710/jitaa.44.3.258-265>
- Tanga, B. M., Qamar, A. Y., Raza, S., Bang, S., Fang, X., Yoon, K., & Cho, J. (2021). Semen evaluation: Methodological advancements in sperm quality-specific fertility assessment - A review. *Animal Bioscience*, 34(8), 1253–1270. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0072>
- Wijayanto, F. S., Ondho, Y. S., & Setiatin, E. T. (2019). Pengaruh Frekuensi Penampungan Terhadap Kualitas Semen Segar Sapi Po Kebumen Yang Dievaluasi Secara Makroskopis Dan Mikroskopis. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian*, 37(2).
- Yoga, P., I. W., Sumardani, N. L. G., & Oka, A. A. (2024). Tingkah laku seksual pejantan Sapi Bali pada usaha kaung Bali di Desa Menanga Kecamatan Rendang Kabupaten Karangasem. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 11(1), 69–74. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v11i1.15280>
- Zulyazaini, Z., Dasrul, D., Wahyuni, S., Akmal, M., & Abdullah, Mohd. 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>