

## EFEK BERBAGAI KOMBINASI FRUKTOSA DAN SUKROSA DALAM PENGECER SITRAT KUNING TELUR TERHADAP KUALITAS SEMEN CAIR BABI LANDRACE

*Impact of Different Combinations of Fructose and Sucrose in Citrate Egg Yolk Diluents on the Quality of Landrace Boar Liquid Semen*

**George Valentino Kosat\*, Thomas Mata Hine, Yustiani Yuliana Bette.**

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

Corresponding author: [kosatgeorge@gmail.com](mailto:kosatgeorge@gmail.com)

### ABSTRACT

*The purpose of this study was to examine the effect of various combinations of fructose and sucrose in citrate-egg yolk diluent (CEY) on the quality of Landrace pig liquid semen. This research design uses a complete randomized design consisting of five treatments, namely C-EY (T0), C-EY + 1.0% fructose + 0.2% sucrose (T1), C-EY + 1.5% fructose + 0.2% sucrose (T2), C-EY + 1.0% fructose + 0.4% sucrose (T3), C-EY + 1.5% fructose + 0.4% sucrose (T4), each treatment is repeated five times. Good quality fresh Landrace pig semen is diluted with one of these treatments, then preserved in a cooler box with a temperature of 15-20°C. Evaluation of research variables is carried out every 12 hours. The results of observations at the 60th hour of preservation showed that T2 treatment resulted in the highest quality of spermatozoa and was significantly different ( $P < 0.05$ ) with control treatment (T0) on the variables of motility, viability, and survival of spermatozoa, but different insignificantly ( $P > 0.05$ ) on spermatozoa abnormality variables. The comparison of Landrace pig liquid semen quality between T2 and T0 treatment was spermatozoa motility (44 vs 31%), spermatozoa viability (59.60 vs 52.20%), spermatozoa abnormalities (11.80 vs 11.80%), and spermatozoa survival (63.80 vs 51.20 hours). The conclusion of this study was that the combination of 1.5% fructose and 0.2% sucrose in egg yolk citrate diluent resulted in the highest quality of liquid semen compared to the control treatment.*

**Keywords:** Citrate-egg yolk, Fructose, Landrace Pig, Liquid semen quality, Sucrose

### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji efek berbagai kombinasi fruktosa dan sukrosa dalam pengencer sitrat-kuning telur (SKT) terhadap kualitas semen cair babi Landrace. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap terdiri dari lima perlakuan yaitu S-KT (P0), S-KT + 1,0% fruktosa + 0,2% sukrosa (P1), S-KT + 1,5% fruktosa + 0,2% sukrosa (P2), S-KT + 1,0 % fruktosa + 0,4% sukrosa (P3), S-KT + 1,5% fruktosa + 0,4% sukrosa (P4), setiap perlakuan diulang lima kali. Semen yang berkualitas baik diencerkan dengan pengencer, kemudian dipreservasi dengan suhu 15-20°C. Evaluasi dilakukan setiap 12 jam. Hasil pengamatan pada jam ke-60 preservasi menunjukkan bahwa perlakuan P2 menghasilkan kualitas spermatozoa tertinggi dan berbeda secara nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan kontrol (P0) pada variabel motilitas, viabilitas, dan daya tahan hidup spermatozoa, namun berbeda secara tidak signifikan ( $P > 0,05$ ) pada variabel abnormalitas spermatozoa. Perbandingan kualitas semen cair babi Landrace antara perlakuan P2 dan P0 adalah motilitas spermatozoa (44 vs 31%), viabilitas spermatozoa (59,60 vs 52,20%), abnormalitas spermatozoa (11,80 vs 11,80%), dan daya tahan hidup spermatozoa (63,80 vs 51,20 jam). Disimpulkan bahwa kombinasi fruktosa 1,5% dan sukrosa 0,2% dalam pengencer sitrat kuning telur menghasilkan kualitas semen cair tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

**Kata Kunci :** Babi Landrace, Fruktosa, Kualitas semen cair, Sitrat-kuning telur, Sukrosa

### PENDAHULUAN

Inseminasi buatan (IB) adalah salah satu teknologi untuk meningkatkan

produktivitas dan reproduksi ternak. Inseminasi buatan merupakan suatu cara atau teknik memasukan semen ke dalam saluran kelamin betina dengan

menggunakan suatu metode dan alat khusus *inseminator gun*. Melalui teknologi IB diharapkan mampu mengoptimalkan penggunaan semen karena semen dari seekor pejantan unggul dapat digunakan untuk mengawini lebih banyak betina (Putra *et al.*, 2013). Upaya optimalisasi pengolahan semen agar diperoleh kualitas semen yang optimal dapat dilakukan melalui pemilihan jenis pengencer semen (Amalia, 2013). Selain itu penambahan pengencer juga berperan untuk memperbanyak volume semen sehingga lebih banyak betina yang dapat diinseminasi.

Larutan natrium sitrat sering kali digunakan sebagai pengencer semen ternak. Natrium sitrat merupakan penyangga yang mampu mempertahankan kestabilan pH pengencer. Menurut Garner *et al.* (2000) dan Bearden *et al.* (2000) diketahui bahwa semen mengandung natrium sitrat yang berguna untuk spermatozoa. Natrium sitrat berfungsi sebagai larutan *buffer* dalam pengencer, sedangkan kuning telur untuk preservasi daya tahan hidup dan fertilitas spermatozoa. Natrium sitrat akan mengikat kalsium dan logam-logam sehingga menyebabkan butir-butir lemak dalam kuning telur akan berikatan. Kuning telur juga mengandung fraksi *low-density lipoprotein* yang bertanggung jawab untuk perlindungan terhadap *cold shock* (Mousa *et al.*, 2002). Kuning telur dari berbagai jenis unggas seperti puyuh, ayam dan bebek yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pengencer semen babi (Bebas dan Gorda, 2016). Lebih lanjut dikatakan bahwa kuning telur asal unggas memberikan pengaruh terhadap kualitas semen babi selama penyimpanan. Namun demikian natrium sitrat tidak mengandung banyak energi sehingga perlu adanya bahan tambahan pengencer yang mampu memberikan energi dan suplai nutrisi bagi spermatozoa dan mencukupi kebutuhan nutrisi dalam menjaga daya fertilitas spermatozoa tersebut.

Untuk menambah energi dalam pengencer perlu adanya tambahan bahan lain sebagai sumber energi demi mempertahankan kualitas spermatozoa. Bahan-bahan seperti fruktosa dan sukrosa merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai pengencer. Fruktosa dalam pengencer mempunyai fungsi sebagai sumber energi yang digunakan. Dalam metabolisme, natrium sitrat juga diketahui mampu mempertahankan osmosis dalam pelarut serta melindungi membran sel. Menurut Mukimat *et al.* (2014), Penambahan berbagai sumber karbohidrat seperti fruktosa, glukosa, dan sukrosa ke dalam larutan pengencer semen dapat membantu mempertahankan motilitas spermatozoa sapi Bali setelah proses pembekuan dan memperpanjang viabilitasnya. Pengencer adalah media bagi spermatozoa untuk bertahan hidup dan memenuhi kebutuhan nutrisinya guna mempertahankan fertilitas spermatozoa. Spermatozoa tidak dapat bertahan hidup selama preservasi jika tidak ditambahkan dengan berbagai unsur pendukung ke dalam semen sebagai nutrisi spermatozoa (Sufyanhadi, 2012).

Pengencer yang efektif harus mengandung unsur-unsur yang sesuai dengan sifat fisik dan kimia serta tidak beracun bagi spermatozoa dan organ reproduksi. (Ismaya *et al.*, 2014). Sitrat berperan sebagai *buffer* yang mampu menjaga kestabilan pH pada pengencer sehingga berguna dalam menjaga viabilitas spermatozoa selama penyimpanan (Nalley *et al.*, 2011). Kuning telur mengandung lipoprotein dan lesitin yang membantu melindungi protein pada spermatozoa.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kombinasi fruktosa dan sukrosa dalam Pengenceran sitrat kuning telur dengan berbagai perlakuan dievaluasi untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas semen cair babi Landrace.

## MATERI DAN METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Reproduksi Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini berlangsung selama satu bulan terhitung dari tanggal 9 Januari sampai 13 Februari 2024.

### Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan semen segar dari ternak babi jenis Landrace berusia 2 tahun. Babi dipelihara di kandang individual dengan dilengkapi tempat untuk makan dan minum. Ternak babi jantan diberikan makanan sebanyak 3 kg dalam bentuk konsentrat serta disertai air minum yang diberikan secara *ad libitum*.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan menggunakan lima perlakuan yang terdiri dari:

- P0: Sitrat-kuning telur (S-KT),
- P1: S-KT + fruktosa 1,0% + sukrosa 0,2%,
- P2: S-KT + fruktosa 1,5% + sukrosa 0,2%,
- P3: S-KT + fruktosa 1,0% + sukrosa 0,4%,
- P4: S-KT + fruktosa 1,5% + sukrosa 0,4%.

### Tahap Pembuatan Pengencer

#### Pembuatan larutan natrium sitrat

Natrium sitrat dibuat dengan menimbang 14,5 gram natrium sitrat, lalu melarutkannya dalam 500 mL aquades hingga larut secara homogen.

#### Penyiapan kuning telur

Telur segar dibersihkan dengan kapas yang dibasahi alkohol 70%, kemudian kulit telur dipecahkan di bagian yang memiliki rongga udara. Cairan putih telur dikeluarkan dengan hati-hati hingga hanya tersisa kuning telur beserta selaput vitelin. Selanjutnya, kuning telur yang

masih terbungkus selaput vitelin dipindahkan ke kertas saring untuk menghilangkan sisa cairan putih telur. Setelah itu, selaput vitelin dipecahkan dan kuning telur dialirkan ke dalam gelas ukur melalui kertas saring, memastikan setiap tetesan kuning telur jatuh langsung ke dasar tabung.

Pengencer S-KT dibuat dengan mencampur larutan sitrat dan kuning telur dengan perbandingan 4:1, setelah tercampur secara homogen ditambahkan penicillin 1000 IU dan 1000 g / mL. Pengencer perlakuan dibuat sesuai komposisi fruktosa dan sukrosa pada setiap perlakuan.

### Penambahan fruktosa dan sukrosa ke dalam sitrat kuning telur

Fruktosa sebanyak 1,5 gram ditimbang, kemudian ditambahkan ke dalam 12 mL larutan sitrat kuning telur, dihomogenkan, dan disimpan di dalam kulkas. Demikian juga, sukrosa sebanyak 1,5 gram ditimbang, dicampurkan dengan 12 mL larutan sitrat, dihomogenkan, dan disimpan di dalam kulkas pada suhu 3-5°C.

### Tahap penampungan semen

Penampungan semen dilakukan dengan cara pemijatan, sebelum melakukan pengambilan semen pastikan babi dalam kondisi bersih. Tahap penampungan semen yakni babi jantan dipindahkan ke kandang yang terdapat betina tiruan (*dummy*). Pemijatan dilakukan pada saat pejantan sudah menaiki *dummy*. Tangan harus bersih saat melakukan pemijatan agar semen tidak terkontaminasi.

### Evaluasi Semen

Semen yang diperoleh langsung dibawa ke laboratorium untuk dievaluasi secara makroskopis dan mikroskopis.

### Evaluasi secara makroskopis meliputi:

Volume semen pejantan yang ditampung dapat dilihat pada tabung skala yang tertera pada tabung semen yang dinyatakan dalam mL/ejakulasi.

Kekentalan atau konsistensi dapat diamati dengan cara tabung yang berisi semen dimiringkan dan kemudian dikembalikan ke posisi semula. Jika semen bergerak cepat, maka konsistensinya tergolong encer. Sebaliknya, jika semen bergerak lambat, maka konsistensinya tergolong kental.

Bau semen dievaluasi berdasarkan aroma yang tercium dari semen dalam tabung penyimpanan. Bau semen dianggap normal jika semen yang disimpan mengeluarkan bau seperti itu atau bau khas semen.

pH semen diukur dengan kertas indikator pH. Nilai pH dianggap normal jika semen yang diproduksi berada dalam kisaran 6,0 dan 7,8, yang ditandai dengan warna hijau pada kertas indikator. Jika pH bersifat asam, kertas indikator akan berubah menjadi warna kuning atau merah, sedangkan jika pH bersifat basa, kertas indikator akan berubah menjadi warna biru atau ungu.

### Evaluasi secara mikroskopis meliputi:

Motilitas spermatozoa dievaluasi berdasarkan persentase sperma yang bergerak aktif progresif di bawah mikroskop pada perbesaran 40×10. Setelah mengamati dari 10 sudut pandang mikroskop, dilakukan evaluasi subjektif dengan nilai 0% hingga 100% pada skala 5%.

Viabilitas sperma dinilai berdasarkan persentase spermatozoa yang mampu hidup di bawah mikroskop pada perbesaran 40×10. Evaluasi dilakukan setelah pewarnaan spermatozoa dengan eosin-negrosin. Sperma hidup berwarna bening atau putih, sperma mati berwarna ungu.

Abnormal sperma sama dengan penilaian viabilitas, yaitu dapat ditentukan dengan pewarnaan spermatozoa dengan

eosin-negrosin untuk melihat kelainan morfologi spermatozoa baik abnormal primer maupun abnormal sekunder.

Konsentrasi spermatozoa menunjukkan jumlah sperma per mil diukur dengan hemoktometer dan dilihat dibawa mikroskop dengan perbesaran 40×10.

### Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini meliputi motilitas, viabilitas, abnormalitas, dan daya tahan hidup spermatozoa. Perolehan dari hasil perhitungan setiap variabel dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Motilitas} = \frac{\text{Jumlah Sperma yang bergerak progresif}}{\text{Total spermatozoa yang terhitung}} \times 100\%$$

$$\text{Viabilitas} = \frac{\text{Spermatozoa hidup}}{\text{Total spermatozoa terhitung}} \times 100\%$$

$$\text{Abnormalitas} = \frac{\text{Spermatozoa Abnormal}}{\text{Total spermatozoa terhitung}} \times 100\%$$

$$\text{Daya Tahan Hidup} = \frac{A - B}{B - C} \times D + E$$

Keterangan:

A= Motilitas di atas standar

B= Standar motilitas

C= Motilitas di bawah standar

D= Rentang waktu pengamatan

E= Lama preservasi

### Analisis Data

Data yang diperoleh diolah melalui *analysis of variance* dengan taraf signifikansi  $P < 0,05$ . Kemudian dilanjutkan dengan pengujian lanjutan Duncan. Semua informasi diolah dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 25 *for windows*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Motilitas Spermatozoa Babi Landrace

Motilitas adalah kemampuan spermatozoa untuk bergerak maju secara progresif ke depan. Evaluasi gerakan spermatozoa progresif dilakukan setiap dua

belas jam sampai kualitas sperma mencapai setidaknya 40% (Badan Standarisasi Nasional, 2017).

Nilai motilitas dalam pengencer perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Motilitas spermatozoa babi Landrace dalam pengencer sitrat kuning telur yang disuplementasi dengan berbagai kombinasi fruktosa dan sukrosa

Jam penyimpanan	Perlakuan (%)					Pvalue
	P0	P1	P2	P3	P4	
0	84,00±2,24 <sup>a</sup>	84,00±2,24 <sup>a</sup>	84,00±2,24 <sup>a</sup>	84,00±2,24 <sup>a</sup>	84,00±2,24 <sup>a</sup>	1,00
12	77,00±2,74 <sup>b</sup>	82,00±2,74 <sup>a</sup>	83,00±2,74 <sup>a</sup>	82,00±2,74 <sup>a</sup>	82,00±2,74 <sup>a</sup>	0,01
24	65,00±6,12 <sup>b</sup>	69,00±8,22 <sup>ab</sup>	77,00±2,74 <sup>a</sup>	72,00±2,74 <sup>ab</sup>	73,00±6,71 <sup>ab</sup>	0,04
36	56,00±7,42 <sup>b</sup>	63,00±4,47 <sup>ab</sup>	68,00±7,58 <sup>a</sup>	64,00±4,18 <sup>a</sup>	65,00±3,53 <sup>a</sup>	0,04
48	43,00±4,47 <sup>b</sup>	51,00±6,52 <sup>ab</sup>	56,00±6,52 <sup>a</sup>	50,00±6,12 <sup>ab</sup>	52,00±5,70 <sup>a</sup>	0,03
60	31,00±4,18 <sup>c</sup>	35,00±5,00 <sup>bc</sup>	44,00±2,24 <sup>a</sup>	36,00±4,18 <sup>bc</sup>	39,00±2,24 <sup>b</sup>	0,00
72	16,00±4,18 <sup>b</sup>	22,00±5,7,0 <sup>b</sup>	29,00±6,52 <sup>a</sup>	21,00±4,18 <sup>b</sup>	22,00±2,74 <sup>b</sup>	0,00

Ket: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ ), SKT= Sitrat Kuning Telur, P0 = SKT, P1= SKT + 1,0% fruktosa + 0,2% sukrosa, P2= SKT + 1,5% fruktosa + 0,2% sukrosa, P3= SKT + 1,0% fruktosa + 0,4% sukrosa, P4= SKT + 1,5% fruktosa + 0,4% sukrosa.

Pada tabel 1 penyimpanan hingga jam ke-60 persentase motilitas spermatozoa yang layak untuk IB adalah 40%, sedangkan angka motilitas yang ditampilkan pada jam ke 72 hanya digunakan untuk kepentingan perhitungan daya tahan hidup spermatozoa.

Hasil pengolahan data statistik terhadap gerakan spermatozoa pada jam ke-0 penyimpanan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara perlakuan ( $P > 0,05$ ). Namun, mulai jam ke-12 penyimpanan, terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan ( $P < 0,05$ ) dengan persentase motilitas spermatozoa tertinggi pada perlakuan P2. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P2 secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perlakuan P0 dari jam ke-12 hingga jam ke-60 penyimpanan ( $P < 0,05$ ). Tetapi antara perlakuan P2 dengan P1, P3, dan P4, perbedaan signifikan hanya terlihat pada jam ke-60 penyimpanan ( $P < 0,05$ ).

Hal Ini menunjukkan bahwa kualitas semen dapat ditingkatkan dengan menambahkan fruktosa dan sukrosa ke dalam larutan pengencer SKT. Penambahan fruktosa dan sukrosa dengan konsentrasi optimal sebesar 1,5% dan 0,2% telah terbukti mempengaruhi pergerakan sperma menjadi lebih aktif. Hasil penelitian ini masih dikatakan lebih

rendah dari Penelitian oleh Dapawole *et al.* (2014), menyatakan bahwa pada suhu yang sama, motilitas spermatozoa dapat dipertahankan sebesar 45,00% namun lebih rendah lagi dibandingkan penelitian Desiderus, (2022) dengan persentase sebesar 47,00% yang disimpan selama 4 hari.

Tingginya persentase motilitas pada perlakuan P2 disebabkan karena fruktosa dan sukrosa adalah jenis karbohidrat yang sama ditemukan dalam plasma semen. Menurut Yulidis *et al.* (2000), spermatozoa menggunakan gula fruktosa sebagai sumber energi. Garner dan Haves (2000) menyatakan bahwa fruktosa dalam cairan semen digunakan oleh spermatozoa sebagai sumber energi baik dalam kondisi anaerob (selama penyimpanan) maupun dalam kondisi aerob (di saluran reproduksi betina) Karbohidrat dari kelompok disakarida, seperti sukrosa, diketahui mempertahankan aktivitas krioprotektif ekstraseluler lebih baik dari pada monosakarida seperti glukosa dan fruktosa berfungsi sebagai sumber energi (Aisen *et al.*, 2002). Pada proses penguraian sukrosa dapat digunakan untuk sintesis biomolekuler, termasuk sintesis protein, untuk menjaga organel sel tetap aktif dalam menjalankan fungsinya sebagai spermatozoa, sukrosa, yang merupakan

karbohidrat, berfungsi sebagai bahan baku. Sukrosa menyediakan sumber energi yang lebih banyak dalam proses metabolisme. sehingga viabilitas spermatozoa lebih terjaga (Surachman *et al.*, 2009).

Berkurangnya motilitas sperma dipengaruhi oleh metabolisme fruktosa, di mana asam laktat diproduksi sebagai produk sampingan, Semakin banyak fruktosa yang dimetabolisme, semakin banyak pula asam laktat yang dihasilkan. Peningkatan kadar asam laktat dapat

mengganggu proses metabolisme karena peningkatan peroksidasi lipid pada sperma sehingga menyebabkan kerusakan sel dan kematian yang cepat (Zakir, 2010).

### Viabilitas Spermatozoa

Persentase viabilitas spermatozoa adalah indikator untuk menilai kualitas semen. Semakin tinggi persentase viabilitas semen, semakin baik kualitas semen.

Tabel 2. Viabilitas spermatozoa babi landrace dalam pengencer SKT yang disuplementasi dengan berbagai kombinasi fruktosa dan sukrosa.

Jam penyimpanan	Perlakuan (%)					P-Value
	P0	P1	P2	P3	P4	
0	93,40±1,67 <sup>a</sup>	93,40±1,67 <sup>a</sup>	93,40±1,67 <sup>a</sup>	93,40±1,67 <sup>a</sup>	93,40±1,67 <sup>a</sup>	1,00
12	75,00±2,55 <sup>c</sup>	80,20±1,30 <sup>ab</sup>	81,60±2,41 <sup>a</sup>	77,60±2,07 <sup>bc</sup>	79,40±2,19 <sup>ab</sup>	0,00
24	70,20±2,39 <sup>c</sup>	76,20±1,48 <sup>ab</sup>	78,40±2,41 <sup>a</sup>	73,40±4,62 <sup>bc</sup>	70,80±4,60 <sup>c</sup>	0,00
36	61,10±7,28 <sup>b</sup>	69,60±2,79 <sup>a</sup>	74,70±8,51 <sup>a</sup>	66,80±4,21 <sup>a</sup>	70,00±3,00 <sup>a</sup>	0,01
48	47,60±5,41 <sup>c</sup>	54,40±7,13 <sup>b</sup>	63,60±4,98 <sup>a</sup>	54,40±5,68 <sup>bc</sup>	57,20±6,54 <sup>ab</sup>	0,00
60	35,60±3,51 <sup>c</sup>	40,90±6,06 <sup>ab</sup>	49,80±1,49 <sup>a</sup>	40,00±3,31 <sup>bc</sup>	43,40±3,05 <sup>b</sup>	0,00
72	19,20±2,49 <sup>b</sup>	24,70±6,22 <sup>b</sup>	32,60±6,87 <sup>a</sup>	22,80±3,42 <sup>b</sup>	24,80±2,05 <sup>b</sup>	0,00

Ket: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ ), SKT= Sitrat Kuning Telur, P0 = SKT, P1= SKT + 1,0% fruktosa + 0,2% sukrosa, P2= SKT + 1,5% fruktosa + 0,2% sukrosa, P3= SKT + 1,0% fruktosa + 0,4% sukrosa, P4= SKT + 1,5% fruktosa + 0,4% sukrosa.

Hasil statistik terhadap viabilitas spermatozoa pada jam ke-0 penyimpanan menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan antara perlakuan ( $P > 0,05$ ). Namun, mulai jam ke-12 penyimpanan, terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan ( $P < 0,05$ ), dengan perlakuan P2 menghasilkan persentase viabilitas spermatozoa tertinggi. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P2 secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perlakuan P0 dari jam ke-12 hingga jam ke-60 penyimpanan ( $P < 0,05$ ). Sementara itu, perbedaan signifikan antara perlakuan P2 dengan P1, P3, dan P4 hanya terlihat pada jam ke-60 penyimpanan ( $P > 0,05$ )

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan fruktosa dan sukrosa ke dalam pengencer sitrat-kuning telur (SKT) efektif dalam meningkatkan viabilitas

spermatozoa, dengan level optimal fruktosa dan sukrosa masing-masing sebesar 1,5% dan 0,2%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Mukminat *et al.* (2014), mengatakan jika penambahan fruktosa ke dalam pengencer kuning telur 2% untuk pembekuan sperma sapi Bali mampu mempertahankan viabilitas sebesar 55,59%. Rendahnya persentase kelangsungan hidup spermatozoa pada perlakuan kontrol P0 disebabkan oleh ketidakmampuan konsentrasi tersebut dalam memenuhi kebutuhan energi spermatozoa dan mulai terjadinya kerusakan pada membran plasma spermatozoa. Fruktosa, yang berfungsi sebagai sumber energi, juga berperan dalam menjaga kualitas spermatozoa dari dampak negatif penyimpanan dan pembekuan dalam

nitrogen cair (Santos *et al.*, 2007). Konsentrasi sukrosa antara 0,2-0,6 g/100 mL dalam pengencer dapat meningkatkan viabilitas spermatozoa domba Garut (Herdis *et al.*, 2019). Sukrosa sebagai disakarida, terbukti efektif dalam meningkatkan viabilitas spermatozoa pada sapi Simental, serta meningkatkan viabilitas spermatozoa domba Garut (Herdis *et al.*, 2019). Karbohidrat membantu menstabilkan membran plasma spermatozoa saat terkena suhu dingin ekstrem dan memodifikasi sifat mekanik pengencer (Labetubun dan Siwa, 2011). Fruktosa akan diubah menjadi energi lebih cepat karena dapat langsung dikonversi menjadi fruktosa-6-fosfat (6p). Sementara itu, glukosa harus terlebih dahulu diubah menjadi glukosa-6-fosfat sebelum menjadi fruktosa-6-fosfat, dan kemudian menjadi fruktosa bio-fosfat untuk menghasilkan ATP dan asam laktat (M. Surachman *et al.*, 2009). Proses ini mempercepat penurunan

viabilitas. Penurunan viabilitas spermatozoa terjadi karena kerusakan yang dimulai hilangnya motilitas dan gangguan pada aktivitas metabolisme sel kerusakan membran plasma, dan akhirnya penurunan viabilitas spermatozoa merupakan efek akhir dari kerusakan tersebut (Gundogan *et al.*, 2010). Spermatozoa yang mati bisa menjadi racun bagi spermatozoa yang masih hidup, sehingga menyebabkan penurunan kualitas spermatozoa secara keseluruhan (Yulnawati dan Setiadi, 2005).

### Abnormalitas Spermatozoa

Abnormalitas adalah kelainan fisik pada spermatozoa yang terjadi selama proses pembentukannya di tubulus seminiferus, selama perjalanan spermatozoa melalui saluran organ kelamin jantan, serta selama proses penyimpanan, penyiapan pengencer, dan penyiapan semen.

Tabel 3. Abnormalitas spermatozoa babi landrace dalam pengencer SKT yang disuplementasi dengan berbagai kombinasi fruktosa dan sukrosa.

Jam penyimpanan	Perlakuan (%)					P-value
	P0	P1	P2	P3	P4	
0	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	1,00
12	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	2,80±0,84 <sup>a</sup>	1,00
24	4,00±0,71 <sup>a</sup>	4,80±1,30 <sup>abc</sup>	4,40±1,52 <sup>ab</sup>	5,60±0,89 <sup>bc</sup>	6,00±0,00 <sup>d</sup>	0,03
36	6,60±1,14 <sup>a</sup>	7,20±8,84 <sup>a</sup>	7,60±0,89 <sup>ab</sup>	7,80±1,10 <sup>ab</sup>	8,60±0,55 <sup>b</sup>	0,03
48	10,20±1,30 <sup>a</sup>	11,60±1,14 <sup>b</sup>	10,10±1,00 <sup>a</sup>	11,80±0,45 <sup>b</sup>	11,80±0,45 <sup>b</sup>	0,00
60	11,80±0,84 <sup>b</sup>	12,60±0,55 <sup>bc</sup>	10,60±0,55 <sup>a</sup>	12,00±0,45 <sup>c</sup>	12,20±0,84 <sup>bc</sup>	0,00
72	12,60±0,55 <sup>ab</sup>	12,10±0,45 <sup>ab</sup>	11,80±0,84 <sup>a</sup>	12,20±0,00 <sup>ab</sup>	12,80±0,84 <sup>ab</sup>	0,04

Ket: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan (P<0,05), SKT= Sitrat Kuning Telur, P0 = SKT, P1= SKT + 1,0% fruktosa + 0,2% sukrosa, P2= SKT + 1,5% fruktosa + 0,2% sukrosa, P3= SKT + 1,0% fruktosa + 0,4% sukrosa, P4= SKT + 1,5% fruktosa + 0,4% sukrosa.

Secara umum, persentase abnormalitas spermatozoa hingga jam ke-60 penyimpanan Masih berada dalam rentang persentase abnormalitas spermatozoa yang dianggap layak untuk inseminasi buatan karena masih berada dibawah 20% pada semua perlakuan. Hingga jam ke-60 penyimpanan persentase abnormalitas spermatozoa berkisar antara 11,80 hingga 12,80%, dan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan P2

menghasilkan persentase abnormalitas spermatozoa yang berbeda nyata dengan semua perlakuan (P<0,05) dari jam penyimpanan ke 24 sampai jam penyimpanan ke 60.

Persentase abnormalitas spermatozoa dalam penelitian ini lebih tinggi dengan hasil penelitian Foeh *et al.* (2016), yang menunjukkan persentase abnormalitas spermatozoa antara 8,0 hingga 11,1%. Tetapi, hasil penelitian ini masih

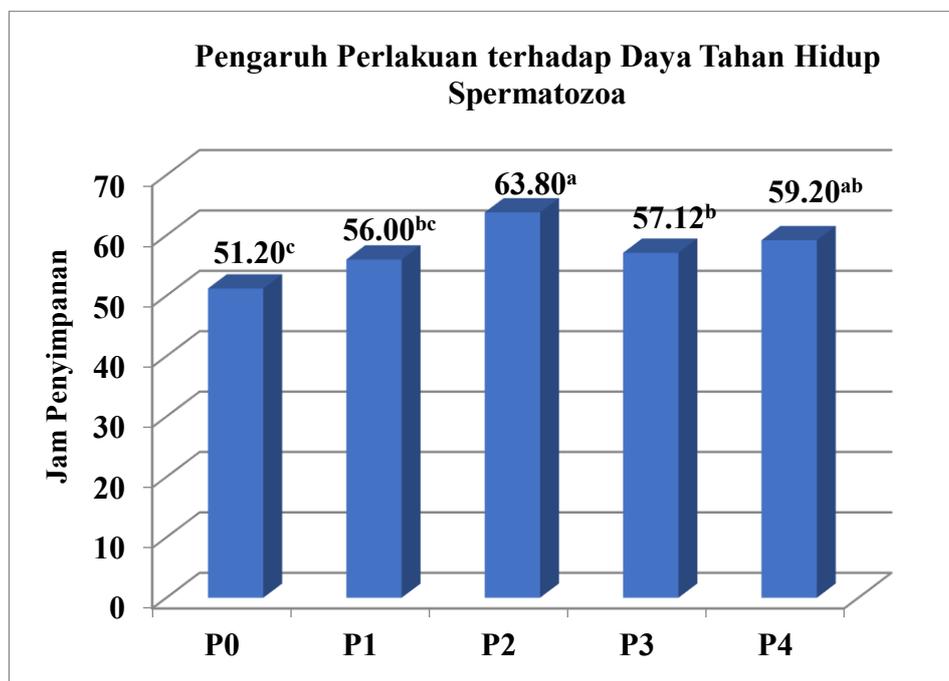
tergolong baik, karena pendapat Hartono (2006), yang menyatakan bahwa spermatozoa dianggap tidak dapat digunakan jika persentase abnormalitasnya melebihi 20%. Persentase abnormalitas spermatozoa meningkat seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan pada semua perlakuan.

Menurut Suryadi dan Iswanto (2012), meningkatnya nilai abnormalitas spermatozoa tidak juga disebabkan karena proses Pembuatan preparat sebelum pengamatan juga bisa dipengaruhi oleh peroksidasi lipid, yaitu kerusakan membran yang terjadi akibat reaksi antara asam lemak tak jenuh dan radikal bebas. Wilandri (2013), Kondisi ini dapat merusak membran plasma bagian tengah spermatozoa di mana mitokondria berperan dalam pembentukan energi, oksidasi asam lemak, dan siklus krebs.

### Daya Tahan Hidup Spermatozoa

Daya tahan hidup spermatozoa mengacu pada kemampuan spermatozoa untuk tetap bergerak selama periode tertentu setelah disimpan secara in vitro (Hine *et al.*, 2014).

Pengamatan daya tahan hidup spermatozoa melibatkan penilaian terhadap durasi spermatozoa dapat mempertahankan motilitas dan fungsinya setelah penyimpanan, dengan tujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode penyimpanan serta kualitas spermatozoa untuk mengetahui durasi waktu spermatozoa bertahan hingga persentase motilitasnya menurun menjadi 40%, yang merupakan persyaratan minimal motilitas progresif spermatozoa yang layak digunakan untuk inseminasi buatan.



Gambar 1. Daya tahan hidup spermatozoa babi

Hasil analisis menunjukkan perlakuan P2 memberikan daya tahan hidup spermatozoa yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, dan P3 ( $P < 0,05$ ). Tetapi, perlakuan P2 menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan

perlakuan P4 ( $P > 0,05$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan fruktosa dan sukrosa dalam kombinasi pada level yang tepat dapat meningkatkan daya tahan hidup spermatozoa

Penambahan fruktosa pada pengencer spermatozoa dapat menjaga daya tahan hidup spermatozoa karena fruktosa berfungsi sebagai krioprotektan ekstraseluler. Fruktosa melindungi spermatozoa dengan cara mengurangi stres oksidatif dan mencegah kerusakan akibat suhu dingin, serta menyediakan sumber energi yang penting selama penyimpanan terhadap kerusakan mekanis pada membran plasma spermatozoa selama proses kriopreservasi spermatozoa (Rizal, 2008).

Menurut Surachman *et al.* (2009), keberadaan sukrosa dapat meningkatkan persentase spermatozoa yang baik. Karbohidrat seperti sukrosa memiliki kemampuan untuk menggantikan molekul air dalam kelompok polar hydrate, ini membantu mengurangi pembentukan kristal es selama proses pembekuan, sehingga melindungi spermatozoa dari kerusakan akibat pembekuan dan memastikan viabilitasnya tetap terjaga selama penyimpanan secara normal. Seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan, nilai motilitas spermatozoa akan mengalami penurunan, yang berdampak pada daya tahan hidup spermatozoa. Selama penyimpanan, spermatozoa yang mati dapat menjadi toksik bagi spermatozoa yang masih hidup. Menurut Soler *et al.*, (2003) Produk sampingan dari spermatozoa yang mati, seperti senyawa sisa dan zat-zat berbahaya lainnya, dapat menyebabkan stres oksidatif dan merusak spermatozoa yang masih hidup, sehingga mengurangi kualitas dan viabilitas keseluruhan semen.

Toksisitas disebabkan oleh aktivitas enzim amino yang hanya aktif ketika spermatozoa mati. Enzim-enzim ini dapat memecah protein dan menghasilkan produk sampingan berbahaya yang berpotensi merusak spermatozoa yang masih hidup, mengurangi kualitas dan viabilitas semen. Penurunan daya tahan hidup spermatozoa disebabkan oleh berkurangnya kadar nutrisi yang diperlukan untuk metabolisme, yang seharusnya diubah menjadi energi, sehingga

menurunkan viabilitas spermatozoa (Rizal *et al.*, 2003).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kombinasi fruktosa 1,5% dan sukrosa 0,2% dalam pengencer sitrat kuning telur menghasilkan kualitas semen cair yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan lainnya. Kombinasi tersebut efektif dalam menjaga kondisi optimal untuk motilitas, viabilitas, dan daya tahan hidup spermatozoa.

## SARAN

Dari penelitian ini, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan guna menguji keberhasilan inseminasi buatan (IB) pada babi betina akseptor dengan menggunakan semen yang dipreservasi dalam pengencer sitrat-kuning telur. Penelitian lanjutan sebaiknya fokus pada penambahan berbagai kombinasi fruktosa 1,5% dan 0,2% sukrosa, karena kombinasi ini telah terbukti efektif untuk meningkatkan kualitas semen dan mendukung keberhasilan inseminasi buatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisen, E. G., Alvarez, H. L., & Venturino, A. (2002). Cryopreservation and post-thawed fertility of ram semen frozen in different trehalose concentration. *Theriogenology*, 57, 1801–1808.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *Semen beku bagian 1: Sapi*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bebas, W., & Gorda, W. (2016). Penambahan astaxanthin pada pengencer kuning telur berbagai jenis unggas dapat memproteksi semen babi selama penyimpanan. *Jurnal Veteriner*, 17(4), 484–491.

- Bearden, H. J., & Fuquay, J. W. (2000). *Applied animal reproduction* (5th ed.). Prentice Hall.
- Dapawole, R. R. (2014). *Preservasi dan kriopreservasi semen babi dalam pengencer BTS dan MIII yang disuplementasikan dengan dan tanpa trehalosa* (Tesis). IPB, Bogor.
- Fernandes-Santos, M. R., Martinez-Pastor, F., Gracia-Mecias, V., Estes, M. C., Soler, A. J., & de Paz, P. (2007). Extender osmolality and sugar supplementation exert a complex effect on the cryopreservation of Liberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) epididymal spermatozoa. *Theriogenology*, 67(4), 738–753.
- Garner, D. L., & Hayes, E. S. E. (2000). Spermatozoa and seminal plasma. In *Reproduction in farm animals* (pp. 96–109).
- Gundogan, M., Yeni, M., Avdatek, F., & Fidan, A. F. (2010). Influence of sperm concentration on the motility, morphology, membrane and DNA integrity along with oxidative stress parameter of ram sperm during liquid storage. *Animal Reproduction Science*, 122, 200–207.
- Hafez, E. S. E. (2000). Semen evaluation. In *Reproduction in farm animals* (7th ed.). Lea and Febiger.
- Hafez, E. S. E. (Ed.). (1993). *Reproduction in farm animals* (6th ed., pp. 405–423). Lea and Febiger.
- Hafez, E. S. E., & Hafez, B. (2000). *Reproduction in farm animals* (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Hartono, M. (2008). Optimalisasi penambahan vitamin E dalam pengencer sitrat kuning telur untuk mempertahankan kualitas semen kambing boer. *Jurnal Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 33(1), 11–19.
- Ismaya. (2014). *Bioteknologi inseminasi buatan pada sapi dan kerbau*. Gadjah Mada University Press.
- Labetubun, J., & Siwa, I. P. (2011). Kualitas spermatozoa kauda epididimis sapi Bali dengan penambahan laktosa atau maltosa yang dipreservasi pada suhu 3–5°C. *Jurnal Veteriner*, 12(3), 200–207.
- Mata, H. T., Burhanuddin, & Maewali, A. (2014). Efektivitas air buah lontar dalam mempertahankan motilitas, viabilitas, dan daya tahan hidup spermatozoa sapi Bali. *Jurnal Veteriner*, 15, 263–273.
- Marawali, A., Hine, M. T., Burhanuddin, & Belli, H. L. L. (2001). *Dasar-dasar ilmu reproduksi ternak*. Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Pendidikan Tinggi.
- Surachmana, M., Herdis, H., Yulnawati, M., Rizal, M., & Maheshwari, H. (2009). Kualitas semen cair asal epididimis kerbau belang dalam bahan pengencer Andromed yang mendapat penambahan sukrosa. *Media Peternakan*, 32(2), 88–94.
- Mukminat, A., Suharyati, S., & Siswanto. (2014). Pengaruh penambahan berbagai sumber karbohidrat pada pengencer skim kuning telur terhadap kualitas semen sapi Bali. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2(2), 87–92.
- Mousa, M., Marinet, V., & Trimeche, A. (2002). Low density lipoproteins extracted from egg yolk by an easy method: Cryoprotective effect on frozen-thawed bull semen. *Theriogenology*, 57, 1659–1706.
- Nalley, W. M., Kune, P., Matahine, T., Burhanuddin, Belli, H. L., Marwalai, A., & Uly, K. (2011). *Penuntun praktikum bioteknologi ternak*. Universitas Nusa Cendana.
- Rizal, M., & Herdis. (2008). *Inseminasi buatan pada domba*. Rineka Cipta.
- Rizal, M. (2005). *Fertilitas spermatozoa ejakulat dan epididimis domba garut hasil kriopreservasi menggunakan modifikasi pengencer dan tris dengan berbagai krioprotektan dan*

- antioksidan* (Disertasi). Institut Pertanian Bogor.
- Rizal, M., Toelihere, M. R., Yusuf, T. L., Purwantra, B., & Situmorang, P. (2003). Kriopreservasi semen domba garut dalam pengencer tris dengan konsentrasi laktosa yang berbeda. *Jurnal Ilmu Peternakan Indonesia*.
- Robert, V. K. (2006). *Semen processing, extending & storage for artificial insemination in swine*. Department of Animal Science, University of Illinois.
- Sufyanhadi, A. (2012). *Pengaruh penurunan suhu secara cepat dan waktu penyimpanan terhadap total plate count (TPC) dan jumlah koloni koliform pada susu pasteurisasi* (Disertasi). Universitas Brawijaya.
- Suryadi, A., Racmahwati, & Iswanto, N. (2012). Pengaruh tocopherol yang berbeda dalam pengencer dasar tris aminomethane-kuning telur terhadap kualitas semen kambing Boer yang disimpan pada suhu 0°C. *Jurnal Ilmu Peternakan*, 22, 1–8.
- Soler, A. J., Perez-Guzman, M. D., & Garde, J. J. (2003). Storage of red deer epididymis for four days at 5°C: Effect on sperm motility, viability, and morphology integrity. *Journal of Experimental Zoology*, 295A, 188–199.
- Zakir, M. I. (2010). Pengaruh perbandingan semen dengan pengencer campuran sari kacang hijau–sitrat dan lama penyimpanan terhadap daya hidup spermatozoa kambing kacang (*Capra hircus*). *Ziraa'ah*, 28(2), 156–161.