

KUALITAS SEMEN SEGAR DAN PRODUKSI SEMEN BEKU SAPI SIMMENTAL PADA UMUR YANG BERBEDA

Annisa Nyuwita, Trinil Susilawati, Nurul Isnaini

Bagian Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Email : Nyuwita93@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di Balai Inseminasi Buatan Daerah Ungaran Jawa Tengah. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan kualitas semen segar dan produksi semen beku sapi Simmental pada umur yang berbeda. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah catatan produksi semen yang terdiri dari kualitas semen segar dan jumlah straw semen beku dari 8 ekor sapi Simmental. Metode yang digunakan adalah studi kasus dengan *Nested Design*. Variabel yang diamati meliputi volume semen, pH, motilitas massa, persentase motilitas individu, konsentrasi spermatozoa, total spermatozoa, total spermatozoa motil dan jumlah straw semen beku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas dan kuantitas semen segar pada 4 kelompok umur 3, 4, 7 dan 8 tahun secara berturut-turut adalah volume: $6,9 \pm 1,7$; $7,3 \pm 0,5$; $7,8 \pm 0,3$ dan $9,2 \pm 1,6$ ml, pH: $6,4 \pm 0,1$; $6,5 \pm 0,1$; $6,5 \pm 0,1$ dan $6,5 \pm 0,1$, motilitas massa: $2 \pm 0,04$; 2 ± 0 ; $2 \pm 0,05$ dan $1,8 \pm 0,22$ (+), persentase motilitas individu: $72,1 \pm 1,2$; $71,3 \pm 0,8$; $70,3 \pm 0,5$ dan $66,3 \pm 5\%$, konsentrasi spermatozoa: $1.703,3 \pm 167,2$; $1.612,2 \pm 172,2$; $1.450,7 \pm 172,2$ dan $1.254,6 \pm 113,6$ (juta/ml), total spermatozoa: $11.586,5 \pm 1945,6$; $10.468,1 \pm 1148,8$; $12.593,6 \pm 947,8$ dan $11.570,2 \pm 2642,2$ juta sel, total spermatozoa motil: $8.341,8 \pm 1.282,5$; $7.471,7 \pm 845,6$; $8.857,6 \pm 662,7$ dan $7.820,3 \pm 2.229,4$ juta sel, jumlah straw semen beku: $300 \pm 38,2$; $263,6 \pm 57,8$ dan $236,6 \pm 180,1$ buah straw.

Kata kunci: semen beku, motilitas, konsentrasi, spermatozoa motil

FRESH SEMEN QUALITY AND FROZEN SEMEN PRODUCTION OF SIMMENTAL BULLS AT DIFFERENT AGE LEVEL

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the fresh semen quality and frozen semen production of simmental bulls at different age level in Ungaran Artificial Insemination Center. Eight Simmental bulls were divided into four groups of age, those were 3, 4, 7 and 8 years old. Two numbers of bull at each group were assumed as the replication. The research parameter included semen volume, pH, mass motility, motility of spermatozoa, concentration of spermatozoa, number of spermatozoa and number of spermatozoa motil. Data obtained on this research were analyzed using Nested Design, if there was difference between the treatments then tested using Least Significant Difference (LSD). The increasing of age (3, 4, 7, and 8 years old) on Simmental bulls have given a significant influence of semen volume ($P < 0.01$), motility of spermatozoa ($P < 0.01$), concentration of spermatozoa ($P < 0.01$), number of spermatozoa ($P < 0.01$) and number of spermatozoa motil ($P < 0.05$), the whereas of mass motility and also pH ($P > 0.05$), after 3 years old production of frozen semen on decrease.

Keywords : frozen semen, motility, concentration, spermatozoa motil.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan daging sapi di Indonesia diikuti dengan peningkatan produksi daging sapi. Berdasarkan Badan Pusat Statistika (2014) menyebutkan bahwa produksi daging sapi tahun 2013 sebanyak 504.819 ton dan tahun 2014 sebanyak 539.965 ton, namun kebutuhan daging sapi Indonesia belum terpenuhi. Kondisi ini mengakibatkan pemerintah melakukan impor daging dan bakalan sapi potong dari Australia untuk memenuhi kebutuhan daging sapi di Indonesia. Upaya untuk mengurangi impor adalah pengembangan program pembibitan peternak rakyat yang dipadukan dengan program pembibitan berskala industri *feedlot* dengan pemanfaatan teknologi Inseminasi Buatan untuk meningkatkan efisiensi reproduksi ternak.

Inseminasi Buatan merupakan salah satu teknologi tepat guna yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktifitas sapi dengan memanfaatkan potensi pejantan unggul agar dapat mengawini lebih dari satu induk dan dapat meningkatkan mutu genetik dari ternak tersebut (Susilawati, 2013). Pelaksanaan IB perlu diperhatikan dalam beberapa hal yaitu: (1) Manusia (Inseminator dan peternaknya) dalam hal ketepatan waktu IB dan penempatan semen (deposisi semen), (2) Fisiologi betina, (3) Kualitas semen beku yang berasal dari Balai Inseminasi Buatan (Susilawati, 2011).

Balai Inseminasi Buatan Daerah (BIBD) Ungaran Jawa Tengah merupakan salah satu Unit Pelaksana Teknis (UPT) Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Jawa Tengah. Tugas pokok dan fungsi Balai Inseminasi Buatan Daerah Ungaran adalah melaksanakan produksi dan distribusi semen beku dari ternak unggul serta pengembangan teknologi IB di Provinsi Jawa Tengah. Produk straw semen beku tertinggi di BIBD Ungaran adalah straw semen beku dari bangsa sapi Simmental.

Proses produksi semen beku sapi Simmental di BIBD Ungaran terdapat

beberapa permasalahan yaitu terdapat pejantan yang tidak dapat ditampung karena libido yang rendah, sakit pincang dan semen yang dihasilkan tidak dapat diproses karena kualitas semen yang belum sesuai standar, sehingga kurang efisien karena biaya produksi yang tinggi dengan produksi yang rendah. Faktor yang mempengaruhi produksi semen sapi antara lain: umur, genetik, suhu dan musim, frekuensi ejakulasi, pakan dan berat badan (Ismaya, 2014). Hasil penelitian Lestari, Saleh dan Maidaswar (2013) menunjukkan bahwa umur memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume semen segar.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh umur terhadap kualitas semen segar dan produksi straw semen beku sapi Simmental.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Balai Inseminasi Buatan Daerah Ungaran. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Desember 2014 – Februari 2015.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian adalah kualitas semen segar dari 8 ekor sapi Simmental pada umur 3, 4, 7 dan 8 tahun.

Metode Penelitian

Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah studi kasus. Data yang diambil adalah data sekunder dari catatan produksi semen dan kualitas semen sapi Simmental di BIBD Ungaran. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* (secara sengaja).

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini antara lain:

1. Volume semen (ml)
2. pH
3. Motilitas massa
4. Persentase motilitas individu (%)
5. Konsentrasi spermatozoa (juta/ml)
6. Produksi:
 - a. total spermatozoa (juta)
 - b. total spermatozoa motil (juta)

Analisis Data

Data dianalisis secara Anova dan rancangan *Nested Design*. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata atau sangat nyata akan dilanjutkan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan Volume Semen pada Umur yang Berbeda

Hasil penampungan semen sapi Simmental pada umur yang berbeda di BIBD Ungaran ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata volume semen sapi Simmental pada umur yang berbeda.

Umur (tahun)	Rata-rata volume semen \pm SD (ml)
3	6,9 \pm 1,7 ^c
4	7,3 \pm 0,5 ^{bc}
7	7,8 \pm 0,3 ^b
8	9,2 \pm 1,6 ^a

Keterangan: Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$), antara volume semen sapi Simmental pada umur yang berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian Fuerst-waltl *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa umur memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap volume semen sapi Simmental Australia, serta dikuatkan oleh hasil penelitian Dewi, Ondho dan Kurnianto (2012) yang menyatakan umur memberikan pengaruh yang signifikan terhadap volume sapi jawa.

Volume semen terendah pada kelompok sapi berumur 3 tahun, memasuki umur 4 dan 7 tahun mengalami peningkatan hingga puncak pada umur 8

tahun. Hal ini sesuai dengan pendapat Ismaya (2014) yang menyatakan bahwa semakin tua umur sapi maka produksi semen sapi akan meningkat, karena umur berkorelasi dengan besar testis. Semakin besar testis, maka *tubuliseminiferi* akan semakin banyak dan produksi sel spermatozoa akan meningkat. Hasil penelitian Paldusova *et al.* (2014) menyatakan pada kelompok umur > 5 tahun menunjukkan hasil optimal dan pada umur < 2 tahun menunjukkan hasil terendah.

Perbedaan pH Semen pada Umur yang Berbeda

Hasil pH semen sapi Simmental pada umur yang berbeda di BIBD Ungaran ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata pH semen sapi Simmental pada umur yang berbeda.

Umur (tahun)	Rata-rata pH semen \pm SD
3	6,4 \pm 0,1
4	6,5 \pm 0,1
7	6,5 \pm 0,1
8	6,5 \pm 0,1

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) antara pH semen sapi Simmental pada umur yang berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi dkk. (2012) yang menyatakan bahwa hasil uji pH pada semen sapi Jawa pada umur yang berbeda

menunjukkan tidak terdapat perbedaan. Berbeda dengan pH semen kerbau dari hasil penelitian Kiani *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa pH semen pada kerbau kundhi berumur < 5 tahun akan menghasilkan pH semen terendah (6,39 \pm 0,93), bila dibandingkan dengan pH

semen kerbau pada umur 6-8 dan ≥ 8 tahun

($6,71 \pm 0,04$ dan $6,87 \pm 0,01$).

Perbedaan Motilitas Massa Semen pada Umur yang Berbeda

Hasil motilitas massa semen sapi Simmental pada umur yang berbeda di BIBD Ungaran ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata motilitas massa semen sapi Simmental pada umur yang berbeda.

Umur (tahun)	Rata-rata motilitas massa semen \pm SD
3	$2 \pm 0,04$
4	2 ± 0
7	$2 \pm 0,05$
8	$1,8 \pm 0,22$

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) motilitas massa semen sapi Simmental pada umur yang berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian Wahuningsih, Saleh dan Sugiyatno (2013) menyatakan bahwa umur tidak memberikan pengaruh terhadap motilitas massa semen sapi

Simmental. Hasil pemeriksaan rata-rata motilitas massa yang dihasilkan sapi Simmental pada umur yang berbeda adalah $1,94 \pm 0,14$. Hal ini menunjukkan bahwa semen memiliki motilitas normal, Hafez (2008) menyatakan bahwa motilitas massa semen sapi adalah 2+ sampai 3+.

Perbedaan Persentase Motilitas Individu Semen pada Umur yang Berbeda

Hasil persentase motilitas individu semen sapi Simmental pada umur yang berbeda di BIBD Ungaran ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata motilitas individu semen sapi Simmental pada umur yang berbeda.

Umur (tahun)	Rata-rata motilitas individu semen \pm SD (%)
3	72.1 ± 1.2^a
4	71.3 ± 0.8^{ab}
7	70.3 ± 0.5^{ab}
8	66.3 ± 5^c

Keterangan: Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Hasil analisis rancangan ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara persentase motilitas individu semen sapi Simmental pada umur yang berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian Fuerst-waltl *et al.* (2006) umur memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase motilitas individu yang dihasilkan sapi Simmental. Didukung penelitian Brito *et al.* (2002) menyebutkan

bahwa peningkatan umur memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persentase motilitas spermatozoa ($P < 0,01$) dan peningkatan spermatozoa abnormal ($P < 0,01$).

Pada umur 3 tahun persentase motilitas individu sapi Simmental tertinggi, semakin meningkat umur persentase motilitas semen semakin menurun. Hasil penelitian Lestari dkk. (2013) menyatakan bahwa hasil persamaan

garis regresi antara umur dengan presentase motilitas individu menunjukkan adanya penurunan secara perlahan setelah

umur 100 minggu dan mengalami peningkatan kembali pada usia diatas 300 minggu (5-7 tahun).

Perbedaan Konsentrasi Spermatozoa Semen pada Umur yang Berbeda

Hasil konsentrasi spermatozoa sapi Simmental pada umur yang berbeda di BIBD Ungaran ditampilkan pada Tabel 5

Tabel 5. Rata-rata konsentrasi spermatozoa semen sapi Simmental pada umur yang berbeda.

Umur (tahun)	Rata-rata konsentrasi semen ± SD (juta/ml)
3	1.703,3±167,2 ^a
4	1.612,2±172,2 ^{ab}
7	1.450,7±172,2 ^{bc}
8	1.254,6±113,6 ^c

Keterangan: Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (P<0,01).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa umur memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap konsentrasi spermatozoa sapi Simmental. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Lestari dkk. (2013) yang menyatakan bahwa umur mempengaruhi konsentrasi spermatozoa (P<0,01). Didukung penelitian Addass (2011) yang menyatakan bahwa umur memberikan pengaruh (P<0,01) terhadap

cadangan spermatozoa didalam testis dan epididimis, pada kelompok umur ≥ 4 tahun akan memiliki cadangan spermatozoa tertinggi yaitu sebesar 136,66±2,19 x 10⁹ ml⁻¹, dari pada umur 3 kelompok umur lainnya yaitu 1,5-2 tahun; 2,5-3 tahun dan 3,3-4 tahun memiliki cadangan spermatozoa didalam testis secara berturut-turut 123,35±4,47; 120,95±2,66; 130,52±2.21 juta/ml.

Perbedaan Total Spermatozoa pada Umur yang Berbeda

Hasil pemeriksaan total spermatozoa sapi Simmental pada umur

yang berbeda dapat ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Total Spermatozoa Sapi Simmental pada Umur yang Berbeda.

Umur (tahun)	Rata-rata Total Spermatozoa (juta) ± SD
3	11.586,5±1945,6 ^{ab}
4	10.468,1±1148,8 ^{ab}
7	12.593,6±947,8 ^a
8	11.570,2±2642,2 ^b

Keterangan: Superskrip huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (P<0,01).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa umur memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap total spermatozoa sapi Simmental. Sesuai dengan penelitian Brito *et al.* (2002) yang menyatakan bahwa umur memberikan

pengaruh yang signifikan terhadap total spermatozoa yang dihasilkan sapi Simmental. Didukung oleh penelitian Adhyatma dkk. (2013) yang menyebutkan bobot badan dapat memberikan perbedaan yang nyata (P<0,05) terhadap total spermatozoa.

Sapi Simmental pada kelompok umur 7 tahun menunjukkan total spermatozoa tertinggi dibandingkan dengan kelompok umur 3, 4 dan 8 tahun. Volume semen dan konsentrasi spermatozoa dapat mempengaruhi total spermatozoa yang dihasilkan, sehingga

semakin tinggi volume semen dan konsentrasi spermatozoa maka total spermatozoa akan semakin banyak dan meningkatkan total dosis semen beku yang dihasilkan. Semakin tinggi total spermatozoa maka semen beku yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Perbedaan Total Spermatozoa Motil pada Umur yang Berbeda

Hasil total spermatozoa motil sapi Simmental pada umur yang berbeda di BIBD Ungaran ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-Rata Total Spermatozoa Motil Sapi Simmental pada Umur yang Berbeda.

Umur (tahun)	Rata-rata Total Spermatozoa Motil(juta) ± SD
3	8.341,8±1.282,5 ^{ab}
4	7.471,7±845,6 ^b
7	8.857,6±662,7 ^a
8	7.820,3±2.229,4 ^{ab}

Keterangan: Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

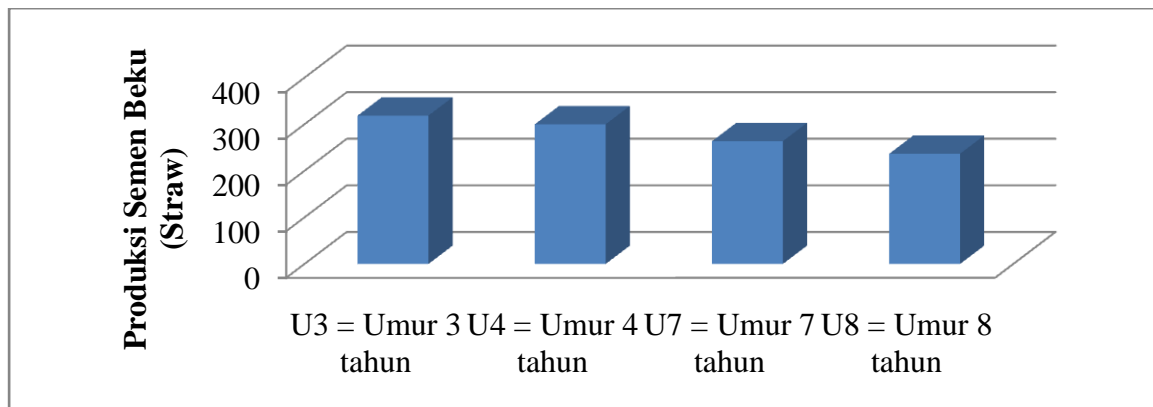
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa umur memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap total spermatozoa motil sapi Simmental. Hasil penelitian ini berbanding terbalik dengan penelitian Brito *et al.* (2002) menyatakan bahwa umur memberikan pengaruh yang signifikan terhadap total spermatozoa motil yang dihasilkan sapi Simmental. Adhyatma dkk. (2013) menyebutkan bahwa bobot badan yang berbeda tidak menghasilkan spermatozoa motil semen segar yang berbeda ($P > 0,05$).

8.341,8±1.282,5 juta spermatozoa, umur 4 tahun memiliki rata-rata 7.471,7±845,6 juta spermatozoz, umur 7 tahun memiliki rata-rata 8.857,6±662,7 juta sel dan umur 8 tahun memiliki rata-rata 7.820,3±2.229,4 juta spermatozoa. Sapi Simmental pada umur 7 tahun menunjukkan total spermatozoa motil tertinggi dibandingkan dengan kelompok umur 3, 4 dan 8 tahun, karena umur yang meningkat dapat menurunkan persentase motilitas spermatozoa dan konsentrasi spermatozoa yang dihasilkan sapi Simmental.

Hasil total spermatozoa diperoleh dengan cara mengalikan persentase motilitas individu dengan total spermatozoa. Total spermatozoa motil semen sapi Simmental pada kelompok umur 3 tahun memiliki rata-rata

Produksi Semen Beku Sapi Simmental pada Umur yang Berbeda

Hasil semen beku sapi Simmental pada umur yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.



Ilustrasi 1. Diagram rata-rata produksi semen beku sapi Simmental pada umur yang berbeda.

Produksi straw semen beku terbanyak pada usia 3 tahun ($318,7 \pm 43,1$ buah straw), kemudian mengalami penurunan secara perlahan dari umur 4, 7, 8 tahun ($300 \pm 38,2$; $263,6 \pm 57,8$ dan $236,6 \pm 180,1$ buah straw). Faktor yang mempengaruhi jumlah semen beku yang dihasilkan oleh seekor sapi adalah kuantitas semen segar yang dihasilkan, jumlah spermatozoa motil, proses pengenceran dan proses pembekuan. Sapi Simmental pada umur 7 tahun memiliki total spermatozoa tertinggi

dibandingkan sapi Simmental umur 3 dan 4 tahun, namun produksi straw semen beku lebih rendah dibandingkan sapi Simmental umur 3 dan 4 tahun. Hal ini terjadi karena semen sapi Simmental pada umur 7 tahun banyak mengalami kerusakan saat proses pengenceran dan mengakibatkan pada uji *before freezing* mengalami penurunan hingga $< 55\%$, sehingga tidak dapat dilanjutkan ke proses *freezing* dan dilakukan pembuangan (*afkir*).

KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian diatas adalah:

1. Semakin meningkatnya umur sapi Simmental mengakibatkan peningkatan volume semen, akan tetapi terjadi penurunan persentase motilitas individu dan konsentrasi spermatozoa, namun untuk pH dan motilitas massa tidak menunjukkan perbedaan dan total spermatozoa motil mengalami penurunan setelah

umur 3 tahun dan mengalami peningkatan pada umur 7 tahun.

2. Semakin meningkat umur sapi Simmental mengakibatkan penurunan jumlah straw semen beku.

SARAN

Dari hasil penelitian diatas, saran yang dapat disarankan adalah dalam pemeliharaan pejantan minimal berumur 3 tahun agar mendapatkan produksi straw semen beku tinggi dan meningkatkan efisiensi biaya produksi yang dikeluarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Addass, P.A. 2011. Effect of age and body condition score on sperm production potential among some indogenous bull cattle in Mubi Adamawa State, Nigeria. *Agric. Biol. J. N. Am.* 2(2): 203-206.
- Adhyatma M, Isnaini N, dan Nuryadi. 2013. Pengaruh Bobot Badan *J. Ternak Tropika Vol. 16, No.1: 61-68, 2015*

- Terhadap Kualitas dan Kuantitas Semen Sapi Simmental. *J. Ternak Tropika.* 14(2):53-62.
- BPS. 2014. Data Pertanian. www.bps.go.id diakses. 12 Desember 2014.
- Brito, L.F.C., Silva, A. E. D. F., Rodrigues, L. H., Vieira. F. V., Deragon, L. A. G and Kastelic, J. P. 2002. Effects of environmental factors, age and

- genotype on sperm production and quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. *Animal Reproduction Science*. 70: 181-190.
- Dewi, S.A., Ondho, Y. S. dan Kurnianto, E. 2012. Kualitas semen berdasarkan umur pada sapi Jawa. *Animal Agriculture Journal*. 1(2): 126-133.
- Fuerst-Wattl, Birgit., Schwarzenbacher, Hermann., Perner, Christa and Solkner, Johann. Effect of age and environmental factors on semen production and semen quality of Australia Simmental bulls. *Animal Reproduction Science*. 95: 27-37.
- Hafez, E.S.E. 2008. Artificial Insemination. In *Reproduction In Farm Animals*. E.S.E. Hafez (editor) 7th Edition. Lea and Febiger: 376 – 390.
- Ismaya. 2014. *Bioteknologi Inseminasi Buatan Pada Sapi Dan Kerbau*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. ISBN: 979-420-848-5.
- Kiani, F. A., Arfan, Y., Muhammad, A. Z., Mudussar, N., Akbar, Z., Mujeeb. U. R. S., and Magsi, A. S. 2014. Effect of age on physical characteristics of Kundhi buffalo bull semen. *International Journal of Current Mikrobiology and applied sciences*. 63 (11): 445-453.
- Lestari S., Saleh, D. M., dan Maidaswar. 2013. Profil Kualitas Semen Segar Sapi Pejantan Limousin Dengan Umur Yang Berbeda Di Balai Inseminasi Buatan Lembang Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Peternakan*. 1(3): 1165-1172.
- Paldusova, M., Kopec, T., Chladek, G., Hasek, M., Machal, L., Falta, D. 2014. The effect of the stable environment and age on the semen production in the Czech Fleckvieh bulls. *Mandel. Net*:178-182.
- Susilawati, T. 2011. *Spermatology*. Universitas Brawijaya (UB) Press. Malang. ISBN 978-602-8960-04-5.
- Susilawati, T. 2013. *Pedoman Inseminasi Buatan pada Ternak*. Universitas Brawijaya (UB) Press. Malang. ISBN 978-602-203-458-2.
- Wahyuningsih, A., Saleh, D. M., dan Sugiyatno. 2013. Pengaruh Umur Pejantan dan Frekuensi Penampungan Terhadap Volume dan Motilitas Semen Segar Sapi Simmental Di Balai Inseminasi Buatan Ungaran. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(3): 947-953.