

TESIS

**KOMPARASI KADAR TESTOSTERON
SPERMATOZOA, PLASMA SEMINAL
DAN SERUM DARAH TERHADAP
KUALITAS SEMEN SAPI
PEJANTAN SIMENTAL**



Oleh :

ANIKE RACHMAWATI

NIM. 061141009

**PROGRAM MAGISTER ILMU BIOLOGI REPRODUKSI
FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2014**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam TESIS berjudul :

**KOMPARASI KADAR TESTOSTERON SPERMATOZOA,
PLASMA SEMINAL DAN SERUM DARAH
TERHADAP KUALITAS SEMEN SAPI
PEJANTAN SIMENTAL**

Tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surabaya, 14 Juli 2014



Anike Rachmawati, drh

061141009

Lembar Pengesahan

TESIS INI TELAH DISETUJUI

Tanggal 14 Juli 2014

Oleh:

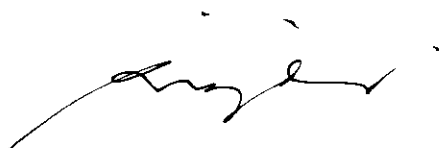
Pembimbing ketua



Prof. Dr. Pudji Sianto, Drh., M.Kes.

NIP. 195601051986011001

Pembimbing



Dr. Rimayanti, Drh., M.Kes.

NIP. 196303121988032003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Ilmu Biologi Reproduksi
Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga



Prof. Dr. Wurlina, Drh., M.S

NIP. 195409181983012001

Penelitian Tesis ini Telah diuji dan dinilai pada

Tanggal : 27 Maret 2014

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. Mas'ud Hariadi. drh., M.Phil, Ph.D

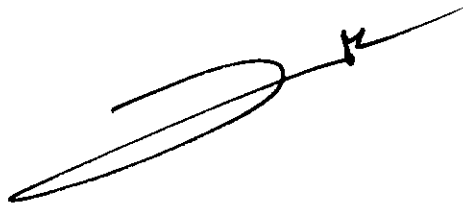
- Anggota :
1. Prof. Dr. Wurlina, Drh., M.S
 2. Dr. Rr. Sri Pantja Madyawati., Drh., M.Si
 3. Prof. Dr. Pudji Sianto, Drh., M.Kes.
 4. Dr. Rimayanti, Drh., M.Kes

Surabaya, 14 Juli 2014

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan,



Prof. Hj. Romziah Sidik, drh., Ph. D

NIP. 195312161978062001

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur Kehadirat ALLAH SWT atas karunia yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tesis dengan judul :

KOMPARASI KADAR TESTOSTERON PLASMA SEMINAL, SPERMATOZOA DAN SERUM DARAH TERHADAP KUALITAS SEMEN SAPI PEJANTAN SIMENTAL

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Prof. Hj. Romziah Sidik, drh., Ph.D. atas kesempatannya mengikuti pendidikan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini.

Ketua Program Studi Magister Ilmu Biologi Reproduksi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Prof. Dr. Wurlina, drh, M.S. atas nasehat, dorongan semangat serta perhatian yang telah diberikan kepada saya.

Prof. Dr.Pudji Srianto, Drh., M.Kes. selaku pembimbing pertama dan Dr. Rimayanti, Drh., M.Kes. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberikan masukan pada penelitian sampai penyusunan tesis berakhir dan Dr. Soeharsono, Drh., M.Si. yang telah memberi bimbingan dan masukan. Semoga Allah SWT membalas dengan limpahan Rahmat.

Prof. Mas'ud Hariadi. drh., M.Phil, Ph.D., Prof. Dr. Wurlina, Drh., M.S, Dr. Rr. Sri Pantja Madyawati, Drh., M.Si selaku penguji yang telah meluangkan

waktu menguji, membimbing dan memberikan motivasi untuk dapat membantu penulis dalam penyelesaian tesis ini.

Serta seluruh staf pengajar dan staf kemahasiswaan Program Studi Pascasarjana Ilmu Biologi Reproduksi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga atas wawasan keilmuan selama mengikuti pendidikan di Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

Ibu dan Ayah tercinta yang telah memberikan perhatian, dukungan, do'a, cinta dan motivasi yang tak tergantikan hingga saat ini. Mas Agung, Mbak Ella, dan keponakanku Rafa dan Ryan atas cinta dan motivasinya yang sangat tulus.

Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada Taman Ternak Pendidikan dan Laboratorium Semen Beku Universitas Airlangga beserta seluruh tim kerja, Trilas Sardjito, drh., M.Si, Dr. Tri Wahyu Suprayogi, drh., M.Si, Pak Koko, Mas Danar, Mas Wawan, Mas Aziz serta Novia Candrawati, drh., M.Si yang telah memberikan segala bentuk bantuan sehingga membantu kelancaran penulis selama melaksanakan penelitian dan juga kepada Laboratorium Klinika Surabaya atas bantuannya.

Ucapan terima kasih yang teramat dalam juga penulis sampaikan kepada Mas Ian atas cinta dan kasih sayang serta dukungannya selama ini. Terima kasih juga kepada keluarga di Malang, Tante Netty atas doanya selama ini. Terima kasih juga kepada Rina Cendrawati, Ghea Anindyaputri, Ruth Ester, Sarasati Windria, mbak Oktaviana, mbak Ari Arundhati, Betharia Noor, Dyta Loverita, Ririn Aliftiani dan Sarita Meysaranda Matulu atas dukungan dan bantuannya selama ini.

Terima kasih kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu tetapi sudah membantu dalam penyusunan tesis ini terima kasih banyak atas bantuan kalian. Akhirnya penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga tesis ini dapat menjadi salah satu informasi yang bermanfaat bagi dunia kedokteran Hewan. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Surabaya. Juli 2014

Penulis

RINGKASAN**KOMPARASI KADAR TESTOSTERON SPERMATOZOA,
PLASMA SEMINAL DAN SERUM DARAH
TERHADAP KUALITAS SEMEN SAPI
PEJANTAN SIMENTAL**

Sektor peternakan memiliki peranan penting dalam kehidupan dan pembangunan sumberdaya manusia Indonesia. Peningkatan kesejahteraan masyarakat akan diikuti dengan peningkatan konsumsi produk-produk peternakan, yang dengan demikian turut menggerakkan perekonomian pada sub sektor peternakan. Namun kenyataannya menunjukkan bahwa konsumsi produk peternakan masyarakat Indonesia relatif rendah. Salah satu program pemerintah untuk meningkatkan produksi dan konsumsi produk peternakan khususnya daging adalah program Swasembada Daging Sapi. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk mencapai Swasembada daging sapi yaitu dengan meningkatkan jumlah populasi ternak untuk memenuhi kebutuhan konsumsi daging di dalam negeri dengan cara penyediaan bibit ternak dan pengembangan mutu bibit ternak melalui teknologi inseminasi buatan (IB). Inseminasi Buatan merupakan salah satu teknologi tepat guna untuk meningkatkan populasi dan produksi ternak secara kualitatif maupun kuantitatif dengan menggunakan semen pejantan yang bebas penyakit dan mempunyai mutu genetik tinggi (Suteky, 2007).

Produksi semen dengan kuantitas dan kualitas yang baik sangat menentukan keberhasilan perkawinan seekor pejantan. Kuantitas dan kualitas semen yang rendah akan menurunkan pencapaian angka kebuntingan (Tambing,

dkk., 2003). Efisiensi penggunaan semen yang baik sangat diperhitungkan untuk produktifitas peternakan dengan mempercepat calving interval dan mendapatkan keturunan dari pejantan sehingga diharapkan keturunan tersebut memiliki keunggulan dari sifat-sifat pejantan yang digunakan. Pemilihan semen perlu dilakukan baik pada peternak maupun pada balai inseminasi buatan. Peternak perlu memilih semen mana yang akan digunakan untuk ternak betinanya, sehingga diharapkan tingkat kebuntingan akan tinggi dan dapat mengefisienkan biaya yang dikeluarkan untuk IB. Sedangkan pada balai inseminasi buatan, pemilihan semen ditujukan untuk mengetahui semen mana yang paling baik dan perlu didistribusikan lebih dahulu sehingga tidak merugikan peternak.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi hormon testosteron pada spermatozoa, plasma seminal dan serum darah yang dikaitkan dengan kualitas semen segar yang akhirnya ditujukan untuk pemilihan semen pejantan dengan kualitas terbaik.

Pada penelitian ini, digunakan dua sapi pejantan simental yaitu sapi 1 dan sapi 2. Proses Hirarki Analisis dilakukan untuk menentukan semen terbaik dari kedua pejantan simmental tersebut dalam periode yang telah ditentukan. Penentuan semen terbaik didasarkan pada kualitas semen dengan pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis serta didasarkan pada kadar testosteronnya. Kualitas semen ditentukan berdasarkan Standar Operasional Pelaksanaan di *Teaching Farm* dan kadar testosteron diperiksa pada spermatozoa, plasma seminal dan serum darah.

Dua ekor pejantan Simental dilakukan pengambilan semen dan setelah itu dilakukan pengambilan darah. Semen dievaluasi secara kuantitas dan kualitasnya meliputi volume ejakulat semen (ml), konsistensi semen, bau semen, warna semen, derajat keasaman (pH), gerakan massa, gerakan individu (progresif motil), konsentrasi sperma ($10^6/\mu\text{l}$), dan proporsi spermatozoa mati dan abnormal. Sisa semen segar dan serum darah yang dihasilkan disimpan dalam pendingin (-20°C) hingga dilakukan pemeriksaan testosteron dengan metode ELISA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Testosteron spermatozoa sapi 2 (3640 ng/dl) lebih tinggi dari kadar testosteron spermatozoa sapi 1 (1952 ng/dl). Sedangkan kadar testosteron dalam serum dan seminal antara kedua sapi hampir sama. Terdapat perbedaan yang nyata antara volume ejakulat semen dan konsentrasi spermatozoa antara sapi 1 dan sapi 2 yang berturut-turut 4 ml dan 694×10^6 spermatozoa/ml, 9 ml dan 1600×10^6 spermatozoa/ml. Sedangkan untuk hasil kualitas lainnya hampir sama. Perbedaan volume ejakulat semen dan konsentrasi spermatozoa antara sapi 1 dan sapi 2 bila dibandingkan dengan kadar testosteron yang berasal dari spermatozoa memiliki hubungan yang dapat dilihat dari kenaikan testosteron dalam spermatozoa yang berbanding lurus dengan meningkatnya volume ejakulat semen dan konsentrasi spermatozoa. Berdasarkan Proses Hirarki Analisis dalam penentuan semen pejantan terbaik didapatkan sapi 2 (52.1%) lebih baik dari sapi 1 (47.9%). Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka disarankan semen sapi 2 layak digunakan dan didistribusikan lebih dahulu, dan juga perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan populasi pejantan yang lebih banyak.

SUMMARY

THE COMPARATION OF TESTOSTERONE LEVEL IN SPERMATOZOA, SEMINAL PLASMA AND BLOOD SERUM TOWARD SIMMENTAL BULL SEMEN QUALITY

The livestock sector has an important role in the life and development of human resources in Indonesia. Increased public welfare will be followed by an increase in the consumption of livestock products, which thereby helped run the economy in the livestock sub-sector. But the reality shows that the consumption of livestock products of Indonesian society is relatively low. One of the government programs to increase production and consumption of livestock products, especially meat is Beef Self-Sufficiency program. One of the government's efforts to achieve Beef Self-Sufficiency is by increasing livestock numbers to meet the needs of meat consumption in the country is by provide the quality breeding stock and quality development of breeding stock through the artificial insemination technology (AI). AI is one of the appropriate technology to improve livestock populations and production both qualitatively and quantitatively by using semen of disease-free and high genetic quality males (Suteky, 2007).

Production of semen with good quantity and quality determine the success of a mating male. The quantity and quality of low semen will lower achievement pregnancy rate (Tambing, et al., 2003). Efficient use of good semen is calculated for farm productivity by accelerating the calving interval and obtain offspring from the male so that the offspring are expected to have the advantage of the properties of the used male.

The selection of semen needs to be done both on-farm and on artificial insemination center. Breeders need to choose which semen should they choose for their cattle, which is expected to be high pregnancy rate and can minimize the cost incurred for the IB. While the artificial insemination center, the selection of semen is intended to find out which is best semen and should be distributed earlier so as not to disadvantage farmers.

The aimed of this study was to analyze the concentration of testosterone in spermatozoa, seminal plasma and blood serum and its relation to quality of semen which in the end should they choose for the selection of the highest male semen quality.

This study, used two simmental bull, the bull 1 and bull 2. Analytical Hierarchy Process is carried out to determine the best of both simmental bull semen in a given period. Determination based on the best semen quality with macroscopic and microscopic examination and is based on testosterone level. Semen quality is determined by the implementation of operational standards procedure in Teaching Farm and testosterone levels examined on spermatozoa, seminal plasma and blood serum.

Semen and blood taking is done in two Simmental bull. Semen was evaluated both qualitative and quantitative, comprise ejaculated semen volume (ml), semen consistency, semen odor, color, acidity degree (pH), mass movement, individual movement (progresive motile), sperm concentration ($10^6/ml$), and the proportion of abnormal and death spermatozoa. The rest of fresh semen and blood

serum product will be keep inside a cooler (-20°C) until the examination of testosterone by ELISA method.

The results showed that spermatozoa testosterone level of bull 2 (3640 ng/dl) was higher than spermatozoa testosterone level of bull 1 (1952 ng/dl) almost twice amount. While testosterone levels in serum and seminal almost the same between the two bulls. There was significant differences between ejaculated semen volume and sperm concentration between bull 1 and bull 2, consecutively 4ml and 694×10^6 spermatozoa/ml, 9 ml and 1600×10^6 spermatozoa/ml. As for the other quality was almost the same. The differences of ejaculated semen volume and sperm concentration between bull 1 and bull 2 when compared with testosterone levels derived from spermatozoa have a relationship that could be seen from the increasing of testosterone in spermatozoa was directly proportional to the increasing volume of ejaculate semen and sperm concentration. Based on the analytical hierarchy process in determining the best bull semen during the period, concluded that bull 2 (52.1 %) was better than bull 1 (47.9 %). Based on these results it is suggested to use a decent semen bull 2 and be distributed earlier, and also need to do research using more bull population.

ABSTRACT**THE COMPARATION OF TESTOSTERONE LEVEL IN SPERMATOZOA, SEMINAL PLASMA AND BLOOD SERUM TOWARD SIMMENTAL BULL SEMEN QUALITY****Anike Rachmawati**

The aim of this study was to analyze the differences between level of the testosterone from spermatozoa, seminal plasma and blood serum and its relation to quality of semen and semen significant to determine the best semen bull in the period. Data collection was taken out in December 2013 to January 2014 in The Unit Frozen Semen Laboratory at Airlangga University Teaching Farm, Faculty of Veterinary Medicine and Klinika Laboratory in Surabaya. The population was two Simmental Bulls between 2-5 years old. The variables observed in this study were testosterone level by ELISA and semen quality includes the volume of the ejaculate, color, odor, consistency, mass movement, individuals movement, pH, sperm concentration, percentage of dead and abnormal spermatozoa. The data WAS analyzed by Analytic Hierarchy Process using Expert Choice 2000 to determine the best bull semen in the period. The results showed that spermatozoa testosterone level of bull 2 (3640 ng/dl) was higher than spermatozoa testosterone level of bull 1 (1952 ng/dl). While testosterone level in serum and seminal almost the same between the two bulls. There were significant differences between ejaculated semen volume and sperm concentration between bull 1 and bull 2, consecutively 4 ml and 694×10^6 spermatozoa/ml, 9 ml and 1600×10^6 spermatozoa/ml. As for the other quality was almost the same. The differences of ejaculated semen volume and sperm concentration between bull 1 and bull 2 when compared with testosterone levels derived from spermatozoa have a relationship that could be seen from the increasing of testosterone in spermatozoa was directly proportional to the increasing volume of ejaculate semen and sperm concentration. Based on the Analytical Hierarchy Process in determining the best bull semen during the period, concluded that the semen quality of bull 2 (52.1 %) was better than bull 1 (47.9 %).

Keywords: testosterone, spermatozoa, seminal plasma, blood serum, bull semen quality

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DALAM	ii
PRASYARAT GELAR	iii
PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN	v
PENETAPAN PANITIA PENGUJI	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
RINGKASAN	x
SUMMARY	xiii
ABSTRACT	xvi
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
SINGKATAN DAN ARTI LAMBANG	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Praktis	5
1.4.2 Manfaat Teoritis	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sapi Simental	6
2.2 Anatomi dan Fisiologi Reproduksi Jantan	6
2.3 Fisiologi Semen Sapi	10
2.4 Spermatogenesis	11
2.5 Kualitas Semen	13
2.6 Hormon Testosteron	14
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL	17
3.1 Kerangka Konseptual	17
3.2 Bagan Kerangka Konseptual	20
BAB 4 MATERI DAN METODE	21
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
4.1.1 Tempat Penelitian	21

4.1.2 Waktu Penelitian	21
4.2 Bahan dan Materi Penelitian	21
4.2.1 Hewan Penelitian	21
4.2.2 Bahan Penelitian	22
4.2.3 Peralatan Penelitian	22
4.3 Metode Penelitian	22
4.3.1 Penampungan Semen	22
4.3.2 Pemeriksaan Kualitas Semen	23
4.3.3 Pengambilan Darah	23
4.3.4 Pemeriksaan Kadar Testosteron	23
4.4 Peubah yang diamati	25
4.5 Teknik Analisis	25
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	28
5.1 Hasil Penelitian	28
5.1.1 Kadar Testosteron	28
5.1.2 Makroskopis dan Mikroskopis Kualitas Semen	29
5.2 Analisis Data	30
5.2.1 Pengambilan Keputusan Menggunakan AHP	30
BAB 6 PEMBAHASAN	32
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	50
7.1 Kesimpulan	50
7.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
5.1 Hasil Pemeriksaan Kadar Testosteron Sapi 1 dan Sapi 2	28
5.2 Hasil Pemeriksaan Kualitas Semen Sapi 1 dan Sapi 2.....	29
5.3 Perbandingan Kadar Testosteron Dengan Volume dan Konsentrasi Sperma.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Saluran Reproduksi Sapi Jantan	10
3.1 Bagan Kerangka Konseptual	20
4.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian	27
5.1 Grafik Hasil Analisis Pengambilan Keputusan dalam Menentukan Semen Pejantan Terbaik Antara Sapi 1 dan Sapi 2	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Pemeriksaan Testosteron sapi 1	58
2. Hasil Pemeriksaan Testosteron sapi 2	59
3. Kualitas Semen Pejantan Sapi 1 (Desember 2013)	60
4. Kualitas Semen Pejantan Sapi 2 (Desember 2013)	61
5. Pengolahan Data Proses Hirarki Analisis menggunakan expert choice 2000	62
6. Cara Membuat Preparat Ulas Spermatozoa	68
7. Foto Penelitian	69

SINGKATAN DAN ARTI LAMBANG

ABP	=	<i>Androgen Binding Protein</i>
ADP	=	<i>Adenosin diphosphate</i>
AHP	=	Analytical Hierarchy Process
AMP	=	<i>Adenosin monophosphate</i>
ATP	=	<i>Adenosin Triphosphate</i>
BV	=	Baravalian
cm	=	centimeter
°C	=	derajat celcius
DHT	=	<i>Dihydrotestosterone</i>
ELISA	=	Enzim Linked Immunosorbent Assay
FSH	=	<i>Follicle Stimulating Hormone</i>
G	=	Gauge
GnRH	=	<i>Gonadotropin Releasing Hormone</i>
GPC	=	<i>Gliserilphosphoril-Cholin</i>
IB	=	Inseminasi Buatan
ICSH	=	Interstitial Cell Stimulating Hormone
Kg	=	kilogram
LH	=	<i>Leutinizing Hormone</i>
ml	=	milliliter
mm ³	=	millimeter kubik
ng/dl	=	nanogram/ desiliter
nm	=	nanometer
OD	=	Optical Density
PERMENTAN	=	Peraturan Menteri Pertanian
pH	=	<i>Power of Hydrogen</i>
rpm	=	rotation per minute
SHBG	=	<i>Sex Hormone Binding Globulin</i>
SOP	=	Standar Operasional Pelaksanaan
µl	=	mikroliter
µm	=	mikro meter
%	=	Persen

BAB 1

PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor peternakan memiliki peranan penting dalam kehidupan dan pembangunan sumber daya manusia Indonesia. Peningkatan kesejahteraan masyarakat akan diikuti dengan peningkatan konsumsi produk-produk peternakan, sehingga turut menggerakkan perekonomian pada sub sektor peternakan. Namun kenyataannya menunjukkan bahwa konsumsi produk peternakan masyarakat Indonesia relatif rendah. Salah satu program pemerintah untuk meningkatkan produksi dan konsumsi produk peternakan khususnya daging adalah program Swasembada Daging Sapi yang diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor : 19/Permentan/OT.140/2/2010 tentang Pedoman Umum Program Swasembada Daging Sapi (Adhyatma, dkk. 2013).

Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk mencapai Swasembada daging sapi yaitu dengan meningkatkan jumlah populasi ternak untuk memenuhi kebutuhan konsumsi daging di dalam negeri dengan cara penyediaan bibit ternak dan pengembangan mutu bibit ternak melalui teknologi inseminasi buatan (IB). Inseminasi Buatan merupakan salah satu teknologi tepat guna untuk meningkatkan populasi dan produksi ternak secara kualitatif maupun kuantitatif dengan menggunakan semen pejantan yang bebas penyakit dan mempunyai mutu genetik tinggi (Suteky, 2007). Pejantan yang berkualitas secara genetik akan memberikan kontribusi besar terhadap keturunannya, karena semen yang

berkualitas merupakan syarat utama yang harus dipenuhi untuk aplikasi IB. Oleh sebab itu, diperlukan seleksi untuk memilih pejantan dengan performa yang baik. Hal ini berkaitan dengan kemampuan pejantan untuk mengawini sejumlah betina, memproduksi spermatozoa dan tingginya fertilitas (Kuswahyuni, 2009). Melalui kegiatan IB penyebaran pejantan unggul dapat dilakukan ke daerah yang tidak memungkinkan untuk kawin alam serta dapat meningkatkan populasi ternak.

Ketika memilih pejantan untuk *breeding*, khususnya untuk IB, sangat penting menilai potensi fertilitasnya melalui pengujian secara klinis dan laboratoris. Evaluasi semen *in vitro*, yang melengkapi pemeriksaan klinik, memiliki nilai diagnostik yang tinggi untuk memperkirakan fungsi testis dan epididimis, dan saluran genital pejantan, yang dapat menghilangkan kasus-kasus infertilitas atau potensi sub fertilitas (Alm-Packalen, 2009). Tingkat normalitas semen sebelum diproses untuk IB dapat dianalisis. Analisis semen secara rutin meliputi penilaian volume semen, konsentrasi spermatozoa, proporsi spermatozoa mati dan abnormal, dan motilitas spermatozoa diketahui sebagai indikasi penting dalam kualitas semen dan secara signifikan berkorelasi dengan kemampuan pembekuan dan fertilitas semen sapi (Fiaz *et al.*, 2010). Hal ini merupakan parameter yang paling sering digunakan untuk menentukan kualitas semen untuk memperkirakan potensi *breeding* pejantan (Rodriguez-Martinez, 2013).

Selain dinilai dari kualitas semen, potensi *breeding* pejantan juga dapat dinilai dari produksi hormon testosteron. Produksi hormon testosteron dipengaruhi oleh kemampuan sel-sel Leydig dan sel interstisial dalam testis. Testosteron merupakan androgen terbesar yang bersirkulasi dan esensial untuk

spermatogenesis dan ekspresi karakteristik seksual sekunder jantan. Terdapat beberapa penelitian tentang testosteron yang berhubungan dengan fertilitas. Penelitian Laudat *et al.* (1998) menunjukkan konsentrasi testosteron yang berkorelasi dengan konsentrasi spermatozoa, persentase spermatozoa motil, dan karakteristik spermatozoa lainnya yang diobservasi pada pria. Sedangkan Post and Christensen (1976) dan Anderson (1992) menyatakan terdapat korelasi positif antara serum testosteron pada sapi jantan dan tingkat kebuntingan sapi betina. Oleh karena itu, testosteron merupakan variabel yang penting dalam mempelajari fertilitas jantan (Schanbacher and D'Occhio, 1982).

Produksi semen dengan kuantitas dan kualitas yang baik sangat menentukan keberhasilan perkawinan seekor pejantan. Kuantitas dan kualitas semen yang rendah akan menurunkan pencapaian angka kebuntingan (Tambing, dkk., 2003). Efisiensi penggunaan semen yang baik sangat diperhitungkan untuk produktifitas peternakan dengan mempercepat *calving interval* dan mendapatkan keturunan dari pejantan sehingga diharapkan keturunan tersebut memiliki keunggulan dari sifat-sifat pejantan yang digunakan. Pemilihan semen perlu dilakukan baik pada peternak maupun pada balai inseminasi buatan. Peternak perlu memilih semen mana yang akan digunakan untuk ternak betinanya, sehingga diharapkan tingkat kebuntingan akan tinggi dan dapat mengefisienkan biaya yang dikeluarkan untuk IB. Sedangkan pada balai inseminasi buatan, pemilihan semen ditujukan untuk mengetahui semen mana yang paling baik dan perlu didistribusikan lebih dahulu dan dapat memproduksi semen beku dengan kualitas tinggi (Perkovic, 2005).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan konsentrasi testosteron, kualitas semen dan membandingkan konsentrasi testosteron serta kualitas semen antar pejantan tersebut sehingga hasil akhirnya didapatkan semen mana yang memiliki kualitas lebih baik dan dapat digunakan untuk IB pada saat itu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Apakah terdapat perbedaan antara kadar testosteron yang berasal dari serum, seminal plasma dan spermatozoa sapi simental?
2. Apakah terdapat hubungan antara kadar testosteron dengan kualitas semen sapi simental?
3. Sapi pejantan simental manakah yang memiliki semen dengan kualitas terbaik pada periode tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kadar testosteron dengan kualitas semen sapi simmental dan mengetahui kualitas semen terbaik pada periode tersebut.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui kadar testosteron dengan metode ELISA pada sampel yang berasal dari serum darah, plasma seminal dan spermatozoa.
2. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh pada kualitas semen yang terdiri dari pemeriksaan makroskopis maupun mikroskopis. Pemeriksaan makroskopis meliputi volume, konsistensi, bau, warna dan pH. Sedangkan pemeriksaan mikroskopis meliputi gerakan massa, gerakan individu (progressif motil/ kecepatan), konsentrasi, persentase hidup-mati, dan persentase abnormalitas.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Praktis

Penelitian ini, diharapkan dapat menjadi pedoman pengambilan keputusan dalam menentukan semen pejantan terbaik pada periode tertentu, sehingga semen dengan kualitas terbaik dapat dijadikan semen beku dan digunakan dalam inseminasi buatan.

1.4.2 Manfaat Teoritis

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat membantu dalam memahami peran androgen khususnya testosteron secara fisiologis pada sapi pejantan simental dan kaitannya dalam evaluasi kualitas semen untuk kepentingan inseminasi buatan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sapi Simental

Sapi Simental merupakan sapi bangsa *Bos taurus* yang berasal dari Swiss. Sapi ini cocok dipelihara di daerah beriklim sedang dan bersifat dwiguna, yaitu menghasilkan daging dan memiliki produksi susu yang baik. Sapi Simental memiliki warna coklat muda kemerahan dengan bagian wajah, tubuh bagian bawah, lutut, hingga ujung ekor berwarna putih. Sapi ini memiliki tubuh besar, kekar, dan berotot. Pertumbuhannya sangat baik dengan persentase karkas tinggi dan sedikit lemak. Bobot badan Simental dewasa dapat mencapai 1200 kg/ekor (Fikar dan Ruhyadi, 2010).

2.2 Anatomi dan Fisiologi Reproduksi Jantan

Saluran reproduksi pada jantan terdiri dari dua testis, dua epididimis, masing-masing beserta duktus deferensnya, dan kelenjar asesoris. Testis dibentuk dari sel germinal primordial yang bermigrasi dari yolk sac ke genital ridge mesonephros, yang kemudian membentuk epithelial primer atau medullary cords yang berhubungan dengan sel somatik dari genital ridge. Gonad kemudian menyediakan sistem duktus dari mesonephros atau wolffian duct yang berdegenerasi untuk membentuk epididimis, duktus deferens, ampula dan vesikula seminalis (kelenjar vesikular). Prostat dan bulbouretral (kelenjar cowper) berasal dari sinus urogenital atau urethra (Knobil and Neill, 1988).

Testis pada mamalia merupakan sepasang organ yang berbentuk ovoid yang terdiri atas tubulus seminiferus yang dipisahkan oleh jaringan interstitial. Ukurannya bermacam-macam tergantung spesies. Testis terbungkus oleh suatu lapisan yang disebut sebagai tunika albugenia. Lapisan ini terbentuk dari fibrous yang kuat yang sebenarnya tersusun dari tiga lapisan, lapisan terluar dari visceral peritoneum, tunika vaginalis, kemudian tunika albugenia yang sesungguhnya, dan lapisan terdalam, tunika vaskulosa, yang sebenarnya perluasan dari jaringan interstitial, mengandung pembuluh darah dan beberapa sel leydig (Knobil and Neill, 1988).

Sebagian besar dari testis terbentuk oleh tubulus seminiferus, di mana spermatozoa dibentuk. Hampir pada semua spesies, diameter tubulus seminiferus antara 200 dan 250 μm . Tubulus seminiferus pada mamalia memiliki dua akhiran, simpul berbelit, dengan kedua akhiran terbuka ke rete testis (Knobil and Neill, 1988).

Rete testis merupakan jaringan rumit saluran interkomunikasi yang dilapisi sel yang tersusun dari sel squamous hingga columnar. Melalui jaringan ini, spermatozoa dan cairan yang tersuspensi dibawa ke epididimis. Pada ungulata, karnivora, kelinci, dan marmut rete testis terletak dekat pusat testis, memanjang sekitar dua per tiga dari panjang axisnya (Knobil and Neill, 1988).

Rete testis dihubungkan ke epididimis oleh duktus efferens. Pada hewan domestik, terdapat antara 13 hingga 20 duktus efferens, yang menunjukkan bukti penyerapan cairan dan aktivitas asam fosfat, esterase, β -glukoronidase, dan karbonik anhidrase. Epitel duktus efferens tersusun atas dua tipe sel pada hampir

semua spesies, disebut sel utama dan sel siliata; sel ini berbentuk balok, dengan hubungan interseluler jelas dekat tepi luminal. Fitur ultrastrukturnya yaitu memiliki kapasitas rendah dalam sintesis dan sekresi protein, tetapi sel yang tidak bersiliata secara aktif menunjukkan penyerapan cairan (Knobil and Neill, 1988).

Epididimis merupakan duktus tunggal yang berbelit, yang terdiri dari tiga bagian yaitu kaput, korpus dan kauda epididimis. Secara histologi dan fungsional epididimis dibagi lagi dalam tiga bagian, segmen awal, tengah, dan akhir. Segmen awal dan tengah secara primer terkait dengan maturasi sperma, sedangkan segmen akhir sebagai tempat dimana sperma dewasa disimpan hingga ejakulasi (Knobil and Neill, 1988).

Duktus (vas) deferens merupakan lanjutan duktus epididimis dimulai pada titik dimana duktus epididimis lurus dan berbalik arah terhadap kanal inguinal. Duktus deferens sebaiknya tidak dipertimbangkan hanya sebagai penyalur sperma dari epididimis ke urethra, sejak duktus deferens memiliki epitel kompleks yang memiliki fungsi baik absorpsi maupun sekresi (Knobil and Neill, 1988).

Ampulla merupakan bagian akhir dari duktus deferens yang membentuk penebalan. Ukuran ampulla pada sapi jantan (10 x 1.5 cm), babi (7 x 0.6 cm), rusa merah (6 x 0.6 cm), gajah (8 x 6 cm), dan unta (13 x 0.5 cm) (Knobil and Neill, 1988).

Vesikula seminalis merupakan kelenjar berpasangan yang berbentuk seperti kantong pada manusia, kuda, tikus, dan marmut, walaupun permukaan internalnya terbentuk dari lipatan yang berbelit yang membentuk divertikulum irregular. Pada mamalia seperti sapi, babi dan domba, vesikula seminalis terdiri

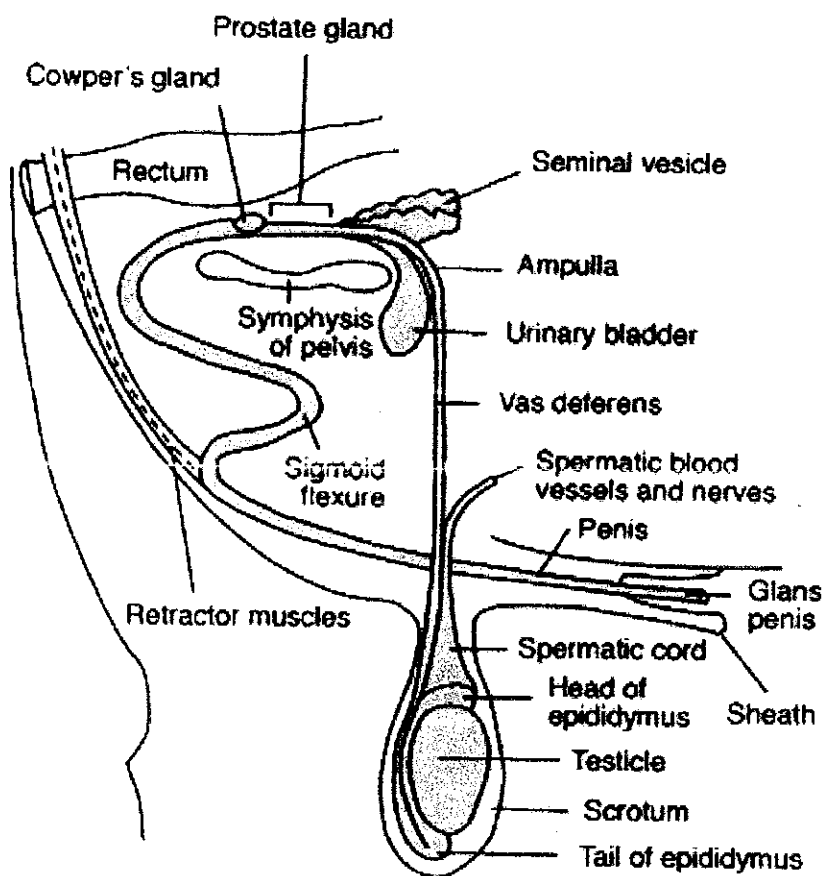
dari jaringan glandula padat yang tersusun dalam banyak lobus dan mengandung sistem duktus sekretori yang bercabang (Knobil and Neill, 1988).

Prostat, dinamakan berdasarkan lokasinya di anterior kantong kemih dan vesikula seminalis, yang terdapat pada semua spesies mamalia, namun memiliki morfologi yang berbeda. Prostat merupakan kelenjar tubuloalveolar yang mengandung antara 30 hingga 50 kelenjar tubuloalveolar (Knobil and Neill, 1988).

Kelenjar bulbourethral atau kelenjar cowper merupakan gabungan kelenjar multilobular, tubular, atau tubuloalveolar yang terdapat pada mayoritas mamalia, namun tidak ada pada mamalia akuatik, beruang dan anjing. Kelenjar ini berbentuk padat dan permukaannya halus terletak dekat bulbus penis dan dihubungkan ke urethra melalui duktus (Knobil and Neill, 1988).

Organ kopulatoris pada hewan jantan disebut penis. Bagian ujung dari penis disebut glans penis. Tipe penis pada sapi adalah fibroelastis dan panjangnya kira-kira 102 cm. Bagian korpus penis fibroelastik yang melengkung disebut flexura sigmoidea atau ansa sigmoidea, relatif lebih kecil, tetapi panjang dan pada waktu ereksi relatif tidak menjadi besar (Poernomo dkk., 2011).

Preputium merupakan selubung bagian ujung anterior penis. Selubung ini merupakan suatu lipatan kulit. Selaput lendir dari preputium ini berkelenjar dan sekresinya bersifat lemak. Sekresi kelenjar ini bercampur dengan epitel yang rusak, sehingga berbau merangsang yang disebut smegma preputium. Preputium sapi merupakan suatu selubung yang panjang dan sempit, panjang 35-40 cm dan berdiameter 4 cm (Poernomo dkk., 2011).



Gambar 2.1. Saluran Reproduksi Sapi Jantan. (Deutscher, 1980)

2.3 Fisiologi Semen Sapi

Semen terdiri dari dua bagian, sel spermatozoa atau disingkat sperma atau sel-sel kelamin jantan yang tersuspensi di dalam suatu cairan atau medium semi gelatinous yang disebut plasma semen. Sel spermatozoa dihasilkan dalam testis, sedangkan plasma semen adalah campuran sekresi yang berasal dari epididimis, dan kelenjar-kelenjar kelamin pelengkap seperti vesikularis dan prostat. Produksi spermatozoa oleh testis maupun produksi plasma semen oleh kelenjar-kelenjar kelamin dikontrol oleh hormon (Ismudiono dkk., 2010).

Sekitar 90% volume semen sapi terdiri dari plasma semen. Fungsi utama plasma semen adalah sebagai suatu medium pembawa spermatozoa dari saluran

reproduksi hewan jantan ke dalam saluran reproduksi hewan betina. Fungsi ini dapat dijalankan karena pada banyak spesies, plasma semen mengandung bahan-bahan penyanggah dan makanan sebagai sumber energi bagi spermatozoa baik yang dipergunakan secara langsung (misalnya fruktosa dan sorbitol) maupun secara tidak langsung (misalnya gliserilfosforil-kholin/ GPC) (Ismudiono dkk., 2010).

2.4 Spermatogenesis

Spermatozoa dibentuk dalam tubulus seminiferus testis oleh serangkaian pembelahan sel diikuti oleh metamorfosis yang menghasilkan sel motil yang terdiferensiasi, spermatozoa. Spermatogenesis dibagi menjadi dua tahap, spermatositogenesis dan spermiogenesis. Spermatositogenesis merupakan tahap proliferasi di mana sel germinal bermultiplikasi melalui serangkaian pembelahan mitosis dilanjutkan dengan pembelahan meiosis, yang menghasilkan haploid. Spermiogenesis merupakan tahap diferensiasi yang mana nukleus dan sitoplasma mengalami perubahan morfologi membentuk sel spermatozoa (McDonald, 2003).

Spermatositogenesis dimulai dari spermatogonia pada membran dasar dan berjalan menuju lumen. Spermatogonia diaktifkan untuk membelah dan membentuk spermatogonia aktif tipe A. Terdapat beberapa generasi spermatogonia tipe A, tergantung pada spesies. Sebagian besar spermatogonia tipe A membelah membentuk spermatogonia intermedia; sel tipe A kembali menjadi spermatogonia tipe A *resting*. Pada jalur ini, sel tipe A menyediakan sel anak untuk pembentukan spermatozoa namun terisi ulang secara terus menerus dan

secara normal tidak habis dalam proses ini. Spermatogonia intermedia membelah membentuk spermatogonia tipe B, yang mengalami pembelahan mitosis terakhir membentuk spermatosit primer. Spermatositogenesis diakhiri oleh pembelahan meiosis yang menghasilkan spermatosit sekunder, kemudian spermatid (McDonald, 2003).

Pembentukan spermatid menandai akhir spermatositogenesis dan dimulainya spermiogenesis. Spermiogenesis, atau spermateliosis, dimulai dalam tubulus seminiferus dan diselesaikan dalam epididimis. Spermiogenesis secara intensif dipelajari, sejak bentuk morfologi normal dan abnormal berkembang saat tahap ini. Rangkaian reorganisasi struktur kompleks terjadi selama spermiogenesis (McDonald, 2003).

Walaupun sel sertoli bukan sel germinal dalam epitel seminiferus, sel sertoli penting dalam spermatogenesis normal. Transformasi morfologi spermatid selama spermiogenesis terjadi dengan penanaman spermatid pada sitoplasma sel sertoli. Sel sertoli mendukung epitel spermatogenik dan ikut serta dalam spermiogenesis melalui fagositosis *residual bodies* yang dikeluarkan oleh spermatid dewasa. Keluarnya spermatozoa dari sel sertoli, disebut *spermiation*, ditandai pembengkakan sel sertoli. Suplai vaskular ke epitel germinal di luar membran dasar tubulus seminiferus. Sel sertoli bertindak untuk menyampaikan nutrisi dan metabolit antara sel spermatogenik dan kapiler peritubular (McDonald, 2003).

2.5 Kualitas Semen

Komposisi semen berbeda setiap spesies, individu pada spesies yang sama dan ejakulat dari individu yang sama. Sampel semen dapat berubah oleh adanya penyakit, frekuensi ejakulasi, nutrisi dan faktor manajemen lainnya, musim, umur, metode koleksi, prosedur penanganan ejakulat selama dan setelah koleksi, teknik analisis dan perbedaan teknis, agen farmakologi dan perbedaan fisiologis normal. Setiap sumber potensi perbedaan harus dikenali dan dijelaskan untuk interpretasi analisis kualitas semen (McDonald, 2003).

Pemeriksaan kualitas semen harus digabungkan sebanyak mungkin dengan pengukuran karakteristik semen yang berguna dalam batas kepraktisan. Prosedur akan diubah melalui tujuan evaluasi. Analisis semen rutin pada pusat inseminasi buatan biasanya meliputi volume, konsentrasi spermatozoa, dan persentase motilitas sebagai prosedur minimal (McDonald, 2003).

Semen terdiri dari spermatozoa dan cairan yang tersusun oleh sekresi kelenjar aksesoris yang disebut plasma seminal. Komposisi akhir semen tergantung pada tingkat perkembangan kelenjar reproduksi aksesoris, gabungan total sekresi dari organ reproduksi dan volume spermatozoa. Sekresi pada sapi pejantan berasal dari 50% sekresi dari kelenjar alveolar, 25% sekresi dari kelenjar bulbourethral, 7% sekresi dari epididimis, 5% sekresi dari kelenjar prostat, dan 14% spermatozoa. Properti semen segar dari sapi pejantan meliputi volume ejakulat 2-8 ml, warna putih dengan karakteristik warna krim, tekstur seperti susu, bau hampir sama dengan susu sapi, konsentrasi spermatozoa 0.6 hingga $1.5 \times 10^6 \text{ mm}^3$ dan pH 6.2-6.8 (Barszcz *et al.*, 2012).

Sekali dewasa seksual tercapai pada hewan ternak, produksi sperma akan berlanjut selama sisa masa reproduksinya. Selama periode istirahat seksual, sperma tua yang berada dalam epididimis mati, mengalami degenerasi dan diabsorpsi. Sampel pertama yang diambil setelah periode panjang inaktivitas seksual menunjukkan persentase kematian dan abnormalitas spermatozoa yang tinggi. Oleh karena itu, evaluasi semen sapi pejantan tidak boleh dilakukan hanya dengan satu kali pengambilan ejakulat (Turman and Rich, 2010).

2.6 Hormon Testosteron

Saat ini ditunjukkan bahwa fungsi testis sebagai penghasil testosteron, yang merupakan androgen primer yang dimetabolisme menjadi berbagai bentuk dalam tubuh yang mempengaruhi perkembangan sifat seks sekunder jantan dan perubahan-perubahan yang diinduksi oleh hormon. Androgen mempengaruhi perkembangan embrionik jaringan asesoris kelamin jantan dan genitalia eksterna *in utero* dan kemudian menyebabkan turunnya testis. Androgen juga menyebabkan umpan balik pada pituitari dalam meregulasi pertumbuhannya, dan banyak fungsi otak melibatkan konversi testosteron menjadi estradiol melalui reaksi aromatase.

Saat pubertas dan dewasa, androgen mempengaruhi spermatogenesis juga mempengaruhi pertumbuhan dan sekresi jaringan asesoris kelamin seperti kelenjar vesikula seminalis, prostat dan kelenjar bulbourethral. Kelenjar-kelenjar ini, yang mana memerlukan androgen untuk memelihara ukurannya dan juga perkembangan, pertumbuhan dan fungsinya, disebut organ kelamin sekunder.

Androgen juga berfungsi di luar saluran reproduksi dalam mempengaruhi ginjal, dimana androgen dapat menginduksi pertumbuhan ginjal sehingga ginjal pada jantan lebih besar daripada ukuran ginjal betina. Enzim ginjal seperti β -glukoronidase dan ornitin dekarboksilase dapat diinduksi oleh androgen pada mencit, yang fungsinya mempengaruhi sel yang memiliki respon spesifik.

Androgen juga mempengaruhi liver pada beberapa spesies, termasuk manusia, di mana mereka menginduksi berbagai enzim yang terlibat dalam metabolisme steroid dan obat seperti sitokrom P-450. Protein-protein lainnya selain enzim yang memetabolisme steroid diinduksi oleh androgen dalam liver. Protein ini meliputi α_2 -makroglobulin, protein yang ditemukan hampir secara eksklusif pada liver tikus jantan yang diregulasi oleh androgen. Jaringan non-reproduksi juga dipengaruhi oleh androgen, contohnya pita suara yang menebal pada saat pubertas dan keseluruhan otot tubuh dapat diinduksi untuk meningkatkan massanya dengan adanya androgen (Knobil and Neill, 1988).

Testis menghasilkan androgen terbesar dalam mendukung perkembangan jaringan asesoris kelamin dan prostat. Pada manusia, sirkulasi androgen terbesar adalah testosteron yang hampir 95% berasal dari testis. Di bawah kondisi fisiologis normal, sel Leydig merupakan sumber terbesar androgen testikuler. Sel Leydig distimulasi oleh gonadotropin (terutama LH) untuk mensintesis testosteron dari asetat dan kolesterol. Total testosteron yang memasuki plasma disebut sebagai *testosterone blood production rate*. Walaupun steroid lain, seperti *androstenedion* dari adrenal dapat dikonversi melalui metabolisme perifer menjadi testosteron, jumlahnya kurang dari 5% dari keseluruhan produksi

testosteron plasma. Hanya 2% total testosteron serum yang tidak terikat protein yang disebut *free testosterone* dalam plasma. Hanya testosteron bebas ini yang dimetabolisme oleh liver dan intestinal, terutama menjadi *17-ketosteroid*, yang kemudian disekresi ke urin sebagai konjugat asam sulfur dan asam glukoronat yang larut air (Knobil and Neill, 1988).

Walaupun testosteron merupakan androgen plasma utama yang menginduksi pertumbuhan kelenjar prostat dan kelenjar aksesoris lainnya, rupanya fungsinya sebagai prohormon pada bentuk aktif androgen dalam prostat bukanlah testosteron melainkan metabolitnya, *dihydrotestosteron* (DHT). Pembentukan dihidrotestosteron melibatkan reduksi ikatan rangkap pada cincin A testosteron melalui kerja enzim *5 α -reductase*. Konversi ini terjadi secara langsung di prostat dan vesikula seminalis atau jaringan perifer (Knobil and Neill, 1988).

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Kerangka Konseptual

Testis berfungsi dalam memproduksi testosteron dan spermatozoa. Pembentukan spermatozoa dalam testis disebut dengan spermatogenesis. Hormon-hormon yang secara klasik berhubungan dengan spermatogenesis yaitu *Luteinizing Hormone/ Interstitial Cell Stimulating Hormone* (LH/ ICSH), *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Testosteron*. LH dan FSH disekresi oleh kelenjar pituitari anterior yang distimulasi oleh *Gonadotropin Releasing Hormone* (GnRH) yang berasal dari hipotalamus. LH mengontrol spermatogenesis melalui sekresi testosteron oleh sel Leydig. Testosteron utamanya bekerja pada sel sertoli melalui peningkatan kemampuan respon sel sertoli terhadap FSH dan secara simultan, menghambat sekresi LH melalui mekanisme umpan balik negatif terhadap hipotalamus dan pituitari. FSH mengontrol maturasi epitel spermatik, melalui secara langsung bekerja pada sel sertoli. Akhirnya, protein yang berikatan dengan androgen (*Androgen Binding Protein/ ABP*) diproduksi oleh sel sertoli (Sharpe, 1984).

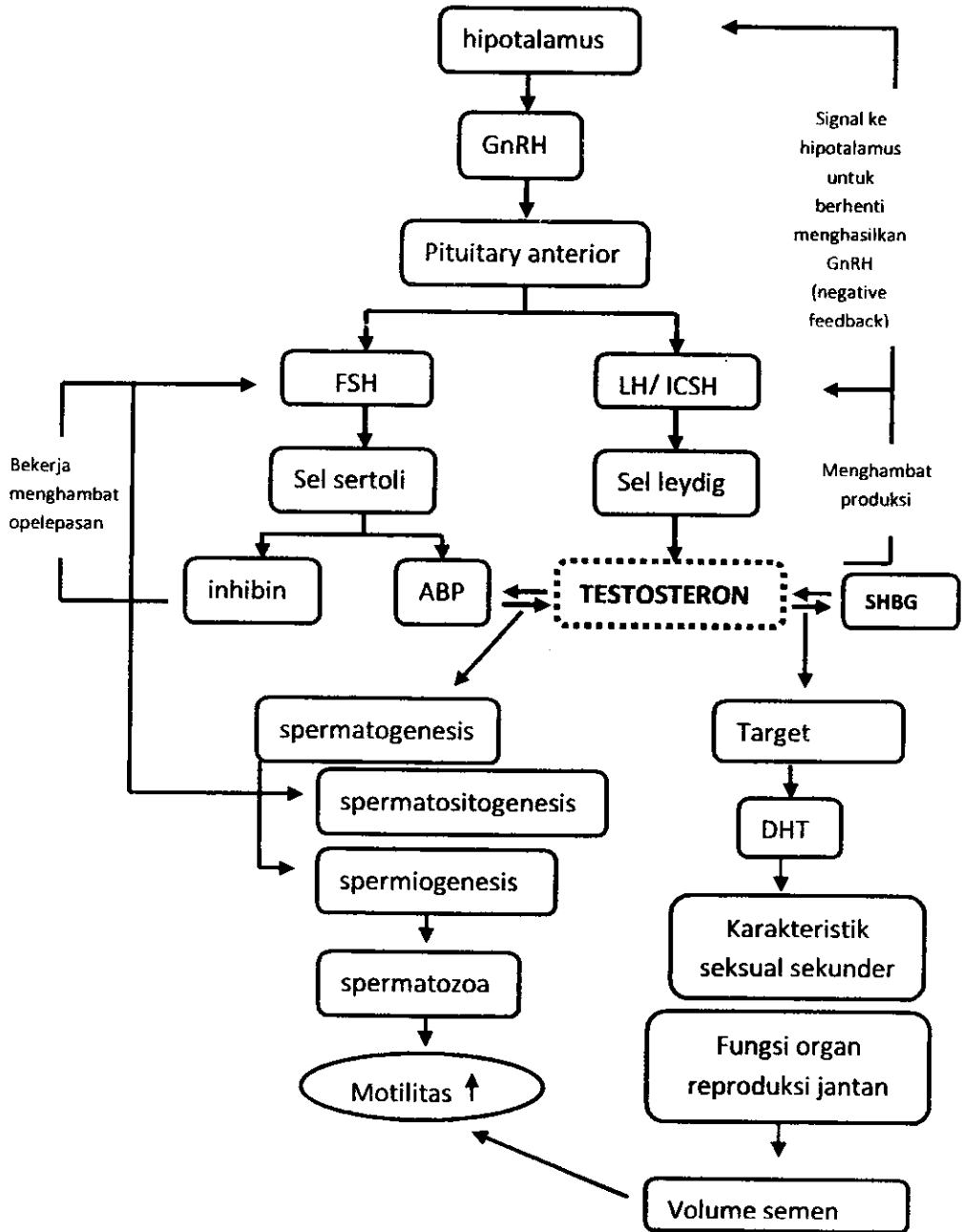
Spermatogenesis dapat dimulai oleh FSH dan Testosteron. FSH dibutuhkan untuk perkembangan produksi ABP oleh sel sertoli dan *blood-testis barrier* dan fungsi lain sel ini. Ketika fungsi sel sertoli telah berkembang, testosteron akan memelihara spermatogenesis. Level FSH pada jantan akan dipengaruhi oleh lingkungan, meningkat oleh aktivitas seksual dan menurun oleh

inhibin. Androgen ditranspor dari tempat produksinya yaitu sel Leydig untuk mempengaruhi perkembangan sel germinal. ABP yang diproduksi oleh sel sertoli dan dilepaskan ke bagian adluminal, memberi bantuan dalam perannya mentranspor sejumlah besar androgen ke kaput epididimis. Sintesis ABP bergantung pada stimulasi FSH tetapi hanya setelah sel sertoli di bawah pengaruh androgen (Anastasios, 2010).

Androgen esensial untuk perkembangan dan fungsi testis, maturasi karakteristik seksual sekunder, libido dan stimulasi spermatogenesis. Konsentrasi androgen dalam darah tergantung pada tingkat sintesis, yang diseimbangkan oleh konversi dan ekskresi metabolik. Selain testis, produksi androgen juga berasal dari kelenjar adrenal. Androgen selain ditranspor ke dalam tubulus seminiferus, juga ditranspor ke dalam darah yang akan dialirkan ke seluruh tubuh. Selama ditranspor ke dalam plasma, testosteron terutama terikat oleh albumin atau *sex hormone binding globulin* (SHBG) yang diproduksi oleh hepatosit. Pada pria normal, hanya 2% total testosteron yang bersirkulasi secara bebas dalam darah, sedangkan 44% terikat oleh SHBG dan 54% terikat albumin. testosteron merupakan prekursor 2 hormon yang penting melalui *5 α -reduction* yang akan membangkitkan hormon aktif *5 α -dihydrotestosteron* (DHT) dan aromatisasi menjadi *estradiol*. Penguraian testosteron dari SHBG terletak pada target organ dan menyebar ke dalam sel. Konversi testosteron menjadi DHT merupakan *organ-dependent* (Weinbauer *et al.*, 2010). Menurut Turman and Rich (2010), testosteron memiliki beberapa efek penting, salah satunya ialah bertanggung jawab dalam perkembangan dan pemeliharaan saluran reproduksi pejalan.

Kelenjar-kelenjar asesoris pada testis seperti vesikula seminalis, bulboethralis dan prostat akan berkembang. Perkembangan kelenjar asesoris ini disertai dengan peningkatan sekresinya yang secara langsung akan meningkatkan volume ejakulat semen. Gonzales (2001) melaporkan bahwa fungsi vesikula seminalis sangat penting untuk fertilitas dan salah satunya ialah fungsinya dalam meningkatkan motilitas spermatozoa.

3.2 Bagan Kerangka Konseptual



BAB 4

MATERI DAN METODE

BAB 4

MATERI DAN METODE

4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

4.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Semen Beku Taman Ternak Pendidikan Universitas Airlangga (*Teaching Farm*), Fakultas Kedokteran Hewan di Kedamean, Gresik. Pemeriksaan kadar Testosteron dilakukan di laboratorium Klinika Surabaya.

4.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2013 hingga januari 2014.

4.2 Bahan dan Materi Penelitian

4.2.1 Hewan Penelitian

Dua ekor pejantan Simental berumur antara 3 dan 5 tahun digunakan untuk koleksi semen dan darah dalam penelitian ini. Total 2 sampel semen dan 2 sample serum dikumpulkan dari masing-masing pejantan dengan bantuan vagina buatan. Pengumpulan semen dari masing-masing pejantan segera ditransfer ke laboratorium untuk dilakukan evaluasi secara makroskopis maupun mikroskopis. Pemeriksaan makroskopis meliputi volume ejakulat semen (ml), konsistensi semen, bau semen, warna semen, derajat keasaman (pH), sedangkan pemeriksaan

mikroskopis meliputi gerakan massa, gerakan individu (progresif motil), konsentrasi spermatozoa ($10^6/ml$), dan proporsi spermatozoa mati dan abnormal.

4.2.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian meliputi semen sapi, serum darah, NaCl fisiologis, vaselin, alkohol 70%, dan eosin negrosin.

4.2.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain vagina buatan khusus sapi, tabung penampung semen berskala, mikroskop, spektrofotometer, kertas pH meter, bunsen, *object glass*, mikropipet, *venoject*, *sputit* 10 ml dan jarum 18 G, alat sentrifugasi dan pipet pasteur.

4.3 Metode Penelitian

4.3.1 Penampungan Semen

Penampungan semen dilakukan sebelum pengambilan darah untuk menghindari stres. Pengambilan semen dilakukan pada sore hari. Pejantan dimandikan dan diberi pakan terlebih dahulu, kemudian dibawa ke kandang jepit dan dipertemukan dengan pejantan atau betina pemancing untuk memberi rangsangan libido kepada pejantan yang akan ditampung semennya. Vagina buatan yang telah disiapkan diberi pelicin, apabila terdapat tanda-tanda pejantan akan menaiki pejantan atau betina pemancing maka vagina buatan dipasang pada penis untuk menampung semen. Semen yang berhasil ditampung segera diperiksa secara makroskopis dan mikroskopis untuk penilaian kualitas, setelah itu

sebanyak 0.5 ml semen disisihkan dan disimpan dalam pendingin untuk selanjutnya dilakukan peneraan kadar hormon testosteron.

4.3.2 Pemeriksaan Kualitas Semen

Setelah semen ditampung dalam vagina buatan, semen yang berada dalam tabung berskala dari vagina buatan segera ditransfer ke laboratorium yang tidak jauh dari tempat penampungan semen untuk diperiksa kualitas semen. Pemeriksaan volume semen menggunakan tabung berskala (ml). Konsentrasi sperma diukur menggunakan spektrofotometer. Persentase motilitas spermatozoa diperkirakan dengan menguji setetes sampel semen pada slide kaca di bawah mikroskop cahaya. pH diukur menggunakan kertas pH meter. Jumlah spermatozoa yang hidup-mati dan abnormal menggunakan pewarnaan eosin dan negrosin.

4.3.3 Pengambilan Darah

Sampel darah yang berasal dari vena jugularis \pm 5 ml diambil dari masing-masing pejantan kemudian disentrifuge pada 3000 rpm selama 15 menit. Serum yang terkumpul disimpan pada -20°C hingga dilakukan pemeriksaan kadar testosteron. Pengambilan darah dilakukan segera setelah ejakulasi.

4.3.4 Pemeriksaan Kadar Testosteron

Sampel serum dan sampel semen (plasma seminal dan spermatozoa) diperiksa kadar testosteronnya menggunakan metode *Enzym Link Immunosorbent Assay* (ELISA) dengan alat IMMULITE/ IMMULITE 1000. IMMULITE/ IMMULITE 1000 total testosteron merupakan *solid phase, competitive chemiluminescent enzyme immunoassay*. Prinsip kerja dari alat ini ialah kompetisi ikatan antara antigen berlabel dengan antigen yang tidak berlabel terhadap jumlah

antibodi *binding site* yang terbatas. Immulite/ immulite 1000 berisi reagen yang digunakan untuk pemeriksaan testosteron yang terdiri dari testosteron *test unit* (berisi antibodi *polyclonal rabbit* anti-testosteron), testosteron *reagent wedge* (testosteron yang dilabel *alkaline phosphatase (bovine calf intestine)*), testosteron *adjustor* (kalibrator kadar testosteron tinggi dan rendah), testosteron sampel *diluent* (berisi serum yang bebas testosteron untuk mengencerkan sampel yang kental), substrat *chemiluminescent*, *sample cup holder* dan *sample cup*.

Sampel semen sebelumnya disentrifugasi untuk memisahkan supernatan dan pelet. Supernatan yang berisi plasma seminal dan pelet yang berisi spermatozoa masing-masing diperiksa kadar testosteronnya.

Alat analisa dikalibrasi menggunakan *adjustor*, kemudian *wedge* dimasukkan. Sekurangnya 100 μ l sampel dimasukkan ke sampel *cup*. Sampel *cup* diletakkan pada sampel *cup holder* kemudian dimasukkan ke alat penganalisis. Masing-masing sampel dimasukkan bersamaan dalam satu tes unit yang berisi antibodi. Alat analisis akan mencampur sampel, testosteron berlabel dalam *wedge* dan antibodi (*test unit*) secara bersamaan dengan cara diputar dengan kecepatan tinggi. Setelah pencampuran, ditambahkan substrat *chemiluminescent* yang secara kimia akan bereaksi dengan enzim untuk menghasilkan cahaya. cahaya yang tertangkap akan diukur. Jumlah ikatan antigen berlabel ditentukan dan berbanding terbalik dengan jumlah antigen yang tidak berlabel. Konsentrasi testosteron dalam sampel dihitung dan dihasilkan.

4.4 Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar testosteron, volume semen, konsistensi semen, warna semen, bau semen, pH semen, gerakan massa spermatozoa, gerakan individu spermatozoa (persentase motilitas progressif), konsentrasi sperma dan persentase spermatozoa mati dan abnormal.

4.5 Teknik Analisis

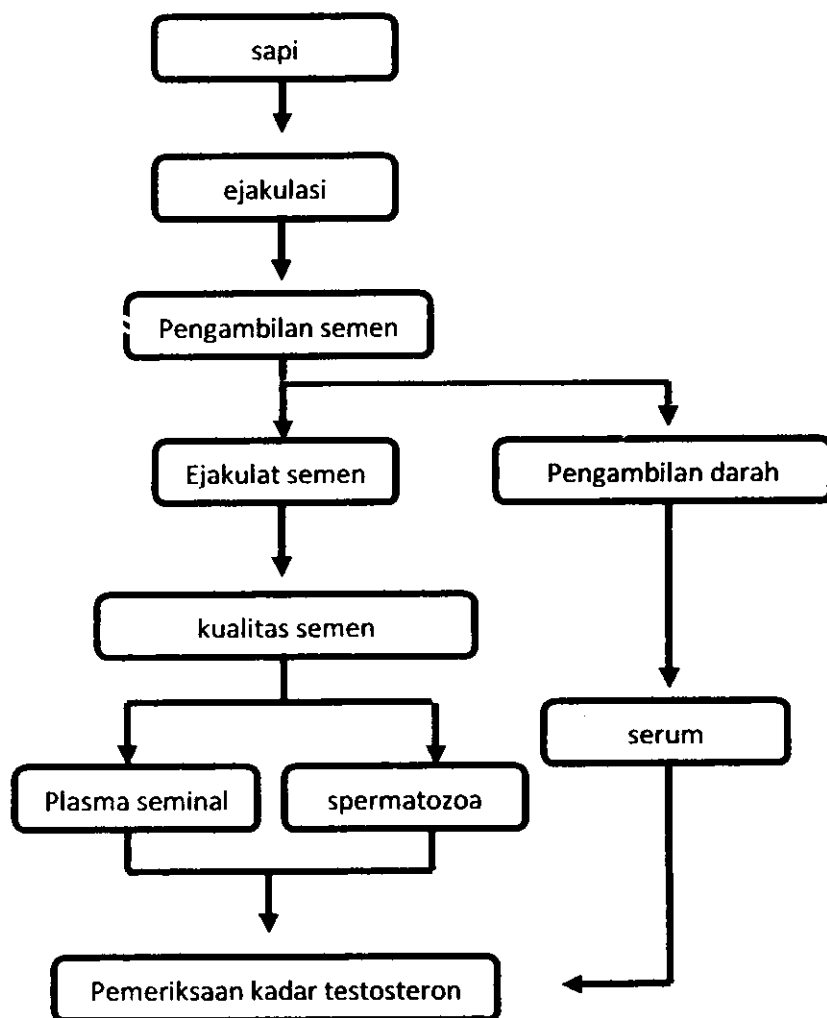
Teknik analisis dalam penelitian ini untuk pengujian hipotesis digunakan Proses Hierarki Analitik (*Analytical Hierarchy Process*). Dengan menggunakan PHA, suatu persoalan yang akan dipecahkan dalam suatu kerangka berpikir yang terorganisir, sehingga memungkinkan dapat diekspresikan untuk mengambil keputusan yang efektif atas persoalan tersebut. Persoalan yang kompleks dapat disederhanakan dan dipercepat proses pengambilan keputusannya.

Prinsip kerja PHA adalah penyederhanaan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur, strategik dan dinamik menjadi bagian-bagiannya, serta menata dalam suatu hierarki. Kemudian tingkat kepentingan setiap variabel diberi nilai numerik secara subjektif tentang arti penting variabel tersebut secara relatif dibandingkan dengan variabel lain. Dari berbagai pertimbangan tersebut kemudian dilakukan sintesa untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas tinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil pada sistem tersebut.

Proses Hirarki Analitik memiliki banyak keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan, karena dapat digambarkan secara grafis, sehingga mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan.

Dengan PHA, proses keputusan kompleks dapat diuraikan menjadi keputusan-keputusan lebih kecil yang dapat ditangani dengan mudah. Selain itu, PHA juga menguji konsistensi penilaian, bila terjadi penyimpangan yang terlalu jauh dari nilai konsistensi sempurna, maka hal ini menunjukkan bahwa penilaian perlu diperbaiki, atau hierarki harus di struktur ulang.

Pada penelitian ini, digunakan dua sapi pejantan simental yaitu sapi 1 dan sapi 2. Proses Hirarki Analisis dilakukan untuk menentukan semen terbaik dari kedua pejantan simental tersebut dalam periode yang telah ditentukan. Penentuan semen terbaik didasarkan pada kualitas semen dengan pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis serta didasarkan pada kadar testosteronnya. Kualitas semen ditentukan berdasarkan Standar Operasional Pelaksanaan di *Teaching Farm* dan kadar testosteron diperiksa pada spermatozoa, plasma seminal dan serum darah.



Gambar 4.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

BAB 5**HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA****5.1 Hasil Penelitian****5.1.1 Kadar Testosteron**

Hasil pemeriksaan kadar testosteron sapi 1 dan sapi 2 disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Kadar Testosteron Sapi 1 Dan Sapi 2

Pemeriksaan endokrinologi	Sapi 1	Sapi 2
Testosteron serum (ng/dl)	372	356
Testosteron seminal (ng/dl)	372	356
Testosteron spermatozoa (ng/dl)		

Tabel 5.1 menunjukkan adanya perbedaan kadar testosteron dari spermatozoa Sapi 2 lebih tinggi \pm 2 kali lipat dari kadar testosteron spermatozoa Sapi 1. Sedangkan kadar testosteron dalam serum dan seminal antara kedua sapi hampir sama.

5.1.2 Makroskopis dan Mikroskopis Kualitas Semen

Hasil pemeriksaan kualitas semen Sapi 1 dan Sapi 2 secara makroskopis maupun mikroskopis. Pemeriksaan makroskopis terdiri dari volume semen, konsistensi semen, warna, bau dan pH. Sedangkan pemeriksaan mikroskopis terdiri dari gerakan massa, gerakan individu (persentase motilitas progressif), konsentrasi spermatozoa, persentase spermatozoa mati dan persentase spermatozoa abnormal.

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Kualitas Semen Sapi 1 Dan Sapi 2

PEMERIKSAAN	Sapi 1	Sapi 2
VOLUME (ml)	5,2	5,2
KONSISTENSI	sedang	kental
WARNA	Putih	Putih
BAU	normal	normal
pH	7,2	7,2
GERAKAN MASSA	+++	++
GERAKAN INDIVIDU (persentase motilitas progressif)	5	5
KONSENTRASI ($10^6/ml$)	1269.4	1358.2
PERSENTASE MATI (%)	5	10
PERSENTASE ABNORMAL (%)	5	10

Tabel 5.2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari kualitas semen sapi 1 dan sapi 2 tidak berbeda secara signifikan.

Tabel 5.3 Perbandingan Kadar Testosteron Dengan Volume dan Konsentrasi Spermatozoa

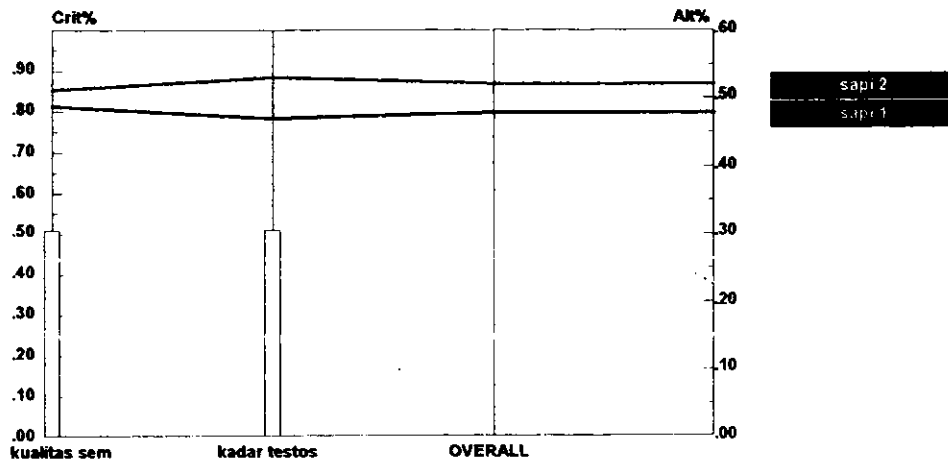
Sapi	KONSENTRASI TESTOSTERON			Volume semen (ml)	Konsentrasi sperma (spz/ml)
	Serum (ng/dl)	Seminal (ng/dl)	Spermatozoa (ng/dl)		
1	1600	372	1952	4	694×10^6
2	1599	356	3640	9	1600×10^6

Tabel 5.3 menunjukkan kenaikan hubungan antara konsentrasi testosteron spermatozoa dengan volume semen dan konsentrasi spermatozoa.

5.2 Analisis Data

5.2.1 Pengambilan Keputusan Menggunakan Analisis Hirarki Proses

Penentuan semen pejantan terbaik pada periode yang ditentukan ini berdasarkan atas kriteria kualitas semen dan konsentrasi hormon testosteron yang menyertainya. Kualitas semen berdasar kriteria-kriteria pemeriksaan makroskopis maupun mikroskopis yang kemudian disusun berdasarkan SOP yang telah ditentukan di *Teaching Farm* dan konsentrasi testosteron yang berasal dari tiga sampel yaitu seminal plasma, serum darah dan spermatozoa.



Gambar 5.1 Grafik Hasil Analisis Pengambilan Keputusan Dalam Menentukan Semen Pejantan Terbaik Antara Sapi 1 Dan Sapi 2

Pada Gambar 5.1 dan 5.2 diperoleh hasil bahwa semen sapi 2 memiliki hasil terbaik dengan nilai 0.521 sedangkan 0.479 untuk semen sapi 1.

BAB 6

PEMBAHASAN

BAB 6

PEMBAHASAN

Androgen sangat dibutuhkan dalam perkembangan dan fungsi testis, maturasi karakteristik seksual sekunder, maskulinasi otot dan tulang, libido, dan stimulasi spermatogenesis. Efek fisiologis androgen tergantung pada faktor berbeda seperti jumlah molekul androgen, distribusi androgen dan metabolit di dalam selnya, interaksi dengan reseptor, dan aktivasi reseptor (Palazzolo *et al.*, 2008). Sebaliknya, konsentrasi androgen dalam darah tergantung pada tingkat sintesis, diseimbangkan oleh konversi metabolik dan ekskresi (Losel *et al.*, 2003).

LH menstimulasi sel Leydig untuk menghasilkan androgen yang diperlukan untuk spermatogenesis. Pentingnya testosteron untuk spermatogenesis ditandai oleh kadar testosteron yang sangat tinggi dalam testis bila dibandingkan dengan kadar testosteron dalam darah perifer. Kadar testosteron mencapai 400 ng/ml dalam cairan interstitial testikular tikus, sedangkan 1-3 ng/ml dalam darah perifer (Gass and Kaplan, 1996). Penelitian pada tikus yang dilakukan oleh Comhaire and Vermeulen (1976), testosteron diukur pada cairan tubulus seminiferus dan dibandingkan dengan kadar testosteron dalam cairan interstitial dan rete testis. Testosteron intratubular (91 ± 14 ng/ml), secara signifikan lebih rendah dari testosteron dalam cairan interstitial (150 ± 27 ng/ml) namun lebih tinggi dari testosteron dalam cairan rete testis (33 ± 3 ng/ml) (Comhaire and Vermeulen, 1976).

Kadar testosteron intratubular juga dipengaruhi oleh kadar ABP yang dihasilkan oleh sel sertoli. ABP akan membawa testosteron sehingga dapat memasuki tubulus seminiferus. Kadar ABP dalam tubulus akan dipertahankan oleh fungsi *blood testis barrier*. Tubulus seminiferus tidak ditembus oleh pembuluh darah atau limfa. Dengan tambahan, perkembangan sel germinal dalam tubulus terlindungi dari perubahan kimia dalam darah oleh *barrier* permeabel khusus. *Blood testis barrier* ini memiliki dua komponen utama: (a) *partial barrier* dari sel myoid yang mengelilingi tubulus dan (b) hubungan unik antara sel sertoli yang berdekatan (Hafez, 2000).

Membran dasar atau tunika propria yang mengelilingi tubulus seminiferus mengandung lapisan sel myoid kontraktile. Pada beberapa spesies mayoritas hubungan sel pada lapisan ini diperkuat oleh membran sel yang berdekatan. Barrier permeabilitas utama antara darah dan testis dianggap menjadi kompleks pada hubungan antara sel sertoli yang berdekatan. Pertemuan sertoli-sertoli ini, yang mana terletak dekat dasar seluler, mengandung banyak zona adhesi dimana membran yang berlawanan berdifusi. *Occluding junction* membagi tubulus seminiferus menjadi dua bagian berbeda: (1) bagian basal mengandung spermatogonia dan spermatosit preleptoten dan (2) bagian adluminal, mengandung stadium lanjut spermatosit dan spermatid, yang secara bebas berkomunikasi dengan lumen tubulus (Hafez, 2000).

Bagian basal memiliki akses secara bebas ke komponen yang sebelumnya menembus lapisan myoid. Barrier kedua, terdiri dari *occluding junction* antara sel sertoli, menunjukkan permeabilitas yang besar dari pengeluaran beberapa

substansi. Perbedaan permeabilitas tampaknya penting dalam memelihara lingkungan yang cocok untuk fungsi spermatogenesis tubulus. *Blood testis barrier* tidak hanya melarang masuk substansi tertentu namun juga tampaknya memiliki fungsi menjaga kadar spesifik substansi lain seperti inhibin, ABP, dan inhibitor enzim, dalam bagian luminal tubulus (Hafes, 2000).

Fungsi penting *blood testis barrier* adalah pemisahan secara imunologi gamet yang berkembang. Kepentingannya adalah bahwa spermatosit, spermatid dan spermatozoa dikenali sebagai sel asing oleh sistem imun pejantan dewasa. Oleh karena itu, pemisahan sel germinal yang sedang berkembang dibelakang barier imunologi mencegah dari berkembangnya antibodi pejantan dewasa dalam melawan spermanya sendiri (Hafez, 2000).

Hasil pengukuran konsentrasi testosteron serum darah, plasma seminal dan spermatozoa pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Enzym Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) pada dua ekor sapi Simmental secara berturut-turut yaitu 1600 ng/dl, 372 ng/dl, 1952 ng/dl untuk Sapi 1 dan 1599 ng/dl, 356 ng/dl, 3640 ng/dl untuk Sapi 2. Kadar testosteron serum darah dari kedua sapi hampir sama yaitu 1600 ng/dl untuk sapi 1 dan 1599 ng/dl untuk sapi 2. Begitu pula dengan kadar testosteron plasma seminal dari kedua sapi juga hampir sama yaitu 372 ng/dl untuk sapi 1 dan 356 ng/dl untuk sapi 2. Menurut hasil pemeriksaan konsentrasi testosteron serum dan seminal antara sapi 1 dan sapi 2 terjadi peningkatan yang sebanding. Sedangkan kadar testosteron spermatozoa dari kedua sapi memiliki perbedaan yang tajam yaitu 1952 ng/dl untuk sapi 1 dan 3640 ng/dl untuk sapi 2 hampir 2 kali lipat lebih tinggi.

Spermatozoa dibentuk dalam tubulus seminiferus. Spermatozoa merupakan sel yang perkembangannya sangat dikhususkan untuk menjalankan fungsi tunggalnya dalam membuahi oosit. Kepala spermatozoa dikhususkan untuk penetrasi oosit dan membawa muatan genetiknya. Ekor spermatozoa terdiri dari perlengkapan metabolik untuk menghasilkan energi dan menyediakan mekanisme pendorong untuk motilitas. Ekor terdiri dari *middle piece*, *principal piece* dan *terminal piece*. *Middle piece* dari spermatozoa mengandung reseptor androgen yang terdeteksi pada penelitian yang telah dilakukan oleh Solakidi *et al.* (2005). Sedangkan pada penelitian Aquila *et al.* (2007) menyatakan reseptor androgen terdeteksi pada kepala sperma melalui pemeriksaan immunohistokimia. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi testosteron tertinggi ditemukan pada spermatozoa. Hal ini kemungkinan dapat diakibatkan oleh adanya reseptor androgen pada spermatozoa yang berikatan dengan androgen dan membentuk ikatan kompleks yang ikut terbaca pada saat pemeriksaan hormon. Seperti yang telah dilaporkan oleh Aquila *et al.* (2007) bahwa spermatozoa memiliki kemampuan untuk berikatan dengan androgen yang lebih besar daripada estrogen atau progesteron, dan telah ditemukan reseptor androgen pada sperma melalui pemeriksaan western blot dan immunofluoresen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar testosteron spermatozoa pada kedua sapi berbeda secara signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya konsentrasi spermatozoa pada sapi 2 sehingga akan meningkatkan jumlah testosteron yang terikat oleh reseptor androgen yang terdapat dalam spermatozoa. Sebaliknya, rendahnya konsentrasi spermatozoa pada sapi 1, akan menurunkan jumlah testosteron yang terikat oleh

reseptor androgen pada spermatozoa. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi spermatozoa, semakin banyak reseptor androgen yang terkandung di dalamnya, semakin banyak pula testosteron yang akan terikat sehingga semakin tinggi kadar testosteron yang terhitung.

Spermatozoa ditranspor dari testis melalui saluran berbelit yang dikenal sebagai epididimis. Epididimis tidak hanya mentranspor spermatozoa secara distal dari testis menuju vas deferens tetapi selama transit ini spermatozoa juga mengalami proses maturasi yang mana spermatozoa memperoleh kemampuan potensial dalam memfertilisasi ovum. Maturasi ini melibatkan beberapa perubahan fungsional, meliputi perkembangan potensial dalam mendukung motilitas, hilangnya air secara progresif dan migrasi distal, dan pada akhirnya hilangnya droplet sitoplasmik. Kemampuan fungsional berbagai sel epitel yang melapisi epididimis dan pengaruhnya pada proses maturasi sperma dikontrol oleh androgen testikuler (Hafez, 2000).

Perjalanan spermatozoa non motil melewati epididimis melalui aktivitas kontraksi lokal dinding duktus dengan frekuensi sekitar tiga per menit dan aliran cairan testis (McDonald, 2003; Hafez, 2000). Spermatozoa ditranspor melalui epididimis sekitar 7 hari pada sapi, 12 hari pada babi dan 16 hari pada domba. Waktu transit dapat berkurang 10-20% oleh peningkatan frekuensi ejakulasi. Elemen kontraktile dinding epididimis menunjukkan perbedaan regional pada sel otot polos yang mengalami peningkatan secara progresif dari ekor epididimis menuju vas deferens (Hafez, 2000).

Selama migrasi melewati epididimis, spermatozoa mengembangkan kapasitas motilitas dan fertilitas, sedangkan resistensi terhadap stres panas menurun (McDonald, 2003). Perubahan fungsional yang terjadi selama transit epididimis spermatozoa terkait maturasi organela sel. Secara singkat, perkembangan kapasitas motilitas sperma mencerminkan perubahan kualitatif serta kuantitatif pada pola metabolik flagella. Walaupun maturasi spermatozoa epididimis secara relatif tidak bergerak dalam epididimis, mereka secara cepat menunjukkan motilitas pada perpindahan dan pengujian. Proses maturasi yang mana spermatozoa epididimis mencapai kapasitas motilitas progresif terkait perubahan progresif pada fleksibilitas dan pola pergerakan flagelanya. Pergerakan ke depan secara cepat tampak pertama kali pada pertengahan korpus epididimis pada beberapa spermatozoa dan menjadi pola motilitas yang menonjol pada spermatozoa dari kauda dan vas deferens (Hafez, 2000).

Cairan testis diabsorpsi pada duktus efferen dan kaput epididimis, menyebabkan konsentrasi sperma berubah sepanjang epididimis. Kapasitas absorpsi epididimis berhubungan dengan fakta bahwa epididimis berkembang dari mesonefros. Berat jenis spermatozoa di kauda atau ekor lebih besar daripada spermatozoa yang berada di kaput atau kepala epididimis. Perubahan lingkungan cairan spermatozoa pada epididimis termasuk perubahan konsentrasi elektrolit, khususnya sodium, potasium, klorida, asam amino protein, fosfolipid dan enzim (McDonald, 2003).

Sodium dan potasium berhubungan dengan spermatozoa dan plasma seminal beberapa spesies. Potasium terkonsentrasi dalam sel, sedangkan konsentrasi sodium tinggi dalam plasma seminal (McDonald, 2003).

Spermatozoa yang berasal dari testis dan yang diejakulasikan dari babi, sapi dan domba menunjukkan perubahan kualitatif dan kuantitatif pada fosfolipid dan asam lemak selama perjalanan di epididimis dan ejakulasi. Spermatozoa epididimis dari spesies ini mengandung total lipid yang lebih banyak daripada spermatozoa yang telah diejakulasikan. Perubahan pada lipid seluler ini memberi kesan bahwa lipid tertentu terlibat dalam maturasi spermatozoa, mungkin bertindak sebagai substrat metabolik untuk spermatozoa selama perjalanannya melewati epididimis (McDonald, 2003).

Spermatozoa testis lebih resisten terhadap *cold shock* daripada spermatozoa epididimis dan resistensi terhadap *thermal stress* menurun dari kepala hingga ekor epididimis. Perubahan pada lipid seluler mungkin berhubungan dengan derajat kepekaan sel terhadap *thermal shock*, kemungkinan sebagai hasil perubahan permeabilitas membran (McDonald, 2003).

Spermatid yang berdiferensiasi menjadi spermatozoa, sebagian besar sitoplasma masuk ke pembentukan *midpiece* dan ekor. Beberapa dari sitoplasma ini persisten pada dasar kepala (proksimal droplet), bergerak ke bawah menuju akhir *midpiece* (distal droplet), dan secepatnya hilang dari spermatozoa selama transit epididimis; sisa sitoplasma disebut dengan droplet sitoplasmik atau droplet kinoplasmik (McDonald, 2003).

Cairan suspensi semen yang terbentuk saat ejakulasi, disebut plasma seminal (Hafez, 2000). Komposisi semen berbeda-beda tiap spesies, masing-masing individu pada spesies yang sama dan ejakulat dari individu yang sama. Kualitas semen dapat berubah oleh adanya penyakit, frekuensi ejakulasi, nutrisi dan faktor manajemen lainnya, seperti musim, umur, jumlah persiapan seksual dan metode pengumpulan semen. Juga, prosedur perawatan ejakulat selama dan sesudah pengumpulan, teknik analisis dan perbedaan teknis, agen farmakologis dan perbedaan fisiologis normal merupakan sumber perbedaan yang mempengaruhi kualitas semen (McDonald, 2003). Plasma seminal mengandung asam sitrat, ergotionin, fruktosa, gliserilfosforilkholin dan sorbitol dalam kadar tinggi. Jumlah yang cukup besar dari asam askorbat, asam amino, peptida, protein, lipid, asam lemak dan sejumlah enzim juga ada dalam plasma seminal. Unsur-unsur antimikroba termasuk immunoglobulin dari kelas IgA juga terdapat pada plasma seminal. Dengan tambahan, berbagai macam substansi hormonal termasuk androgen, estrogen, prostaglandin, FSH, LH, *growth hormone*, insulin, glukagon, prolaktin, relaxin juga terdeteksi pada plasma seminal. Menurut Sauerwein *et al.* (2000) menyatakan bahwa sapi simmental memiliki konsentrasi testosteron pada plasma seminal dari 1.9 – 3.8 ng/ml dengan metode *Enzymatic immunoassay*. Sedangkan pada penelitian Souza *et al.* (2011) ditemukan konsentrasi testosteron pada plasma seminal sapi dengan rata-rata 0.60 ± 0.65 ng/ml dengan metode *Radioimmunoassay*.

Testosteron yang dihasilkan oleh testis akan disebarkan ke seluruh tubuh melalui darah. Konsentrasi testosteron dalam darah berbeda-beda pada tiap

individu dan individu yang sama pada setiap waktu (sapi 6.70 ± 0.20 ng/ml; babi 4.00 ± 0.50 ng/ml; kambing 6.22 ± 0.70 ; domba 5.22 ± 0.66 ng/ml; kuda 2.10 ± 0.10 ng/ml). Konsentrasi hormon dalam darah tidak hanya tergantung pada tingkat sekresi, pelepasan dan metabolisme tetapi juga umur hewan, musim dalam setahun dan waktu dalam hari. Frekuensi pengambilan sampel, kondisi saat pengambilan sampel dan sensitifitas dan spesifisitas sistem *immunoassay* juga mempengaruhi nilai yang dihasilkan, (McDonald, 2003).

Pada manusia, testosteron merupakan androgen yang sangat penting dan jumlahnya melimpah dalam darah. Lebih dari 95% androgen berasal dari testis, yang disintesis sekitar 6-7 mg testosteron per hari. Selain testis, terdapat kontribusi terutama yang berasal dari adrenal. Tempat produksi androgen dalam testis yaitu pada sel Leydig. Baik sintesis maupun sekresinya berada dibawah regulasi oleh LH pituitari anterior dan faktor lokal (Lei *et al.*, 2001; Sriraman *et al.*, 2005).

Testosteron merupakan produk sekresi utama testis, bersama dengan 5α -*dihydrotestosteron* (DHT), *androsteron*, *androstenedion*, *17-hydroxiprogesteron*, *progesteron* dan *pregnenolon*. Transformasi testosteron menjadi DHT terjadi terutama pada target organ, misalnya prostat. *Androstenedion* sangat penting sebagai prekursor untuk produksi estrogen ekstratestikular. Secara biologis *estradiol* aktif dapat diproduksi sebagai hasil dari aromatisasi ekstratestikular *androstenedion* menjadi *estron* yang selanjutnya direduksi menjadi estradiol dalam jaringan perifer. Hanya sebagian kecil testosteron yang dihasilkan dan disimpan dalam testis dan androgen utamanya disekresi dalam darah (Weinbauer

et al, 2010). Konsentrasi testosteron pada sirkulasi limfatik testis dan pada darah vena hampir sama, tetapi terdapat perbedaan dalam tingkat aliran dan kecepatan kedua sistem. Oleh karena itu, transpor testosteron pada sirkulasi darah umumnya terjadi terutama melalui pembuluh darah spermatik. Androgen berdifusi ke dalam cairan interstitial dan kemudian memasuki kapiler testis atau memasuki kapiler secara langsung dari sel Leydig yang memiliki hubungan langsung dengan mikrovaskular. Mekanisme transpor testosteron dari sel Leydig ke dalam darah atau limfa tidak diketahui secara pasti. Kemungkinan steroid lipofilik terdistribusi dalam sel atau kelompok sel kecil yang dilepaskan melalui difusi pasif (Weinbauer *et al*, 2010).

Testosteron merupakan hormon steroid yang bersifat lipofilik. Hormon steroid yang bersifat lipofilik dapat berdifusi melewati membran plasma, yang kemudian berikatan dengan reseptor intraseluler. Interaksi ini menyebabkan aktivasi reseptor yang mengakibatkan perubahan konformasi pada reseptor. Kompleks steroid-reseptor kemudian mengikat bagian spesifik pada DNA sel yang menyebabkan proses transkripsional dengan bantuan dari molekul akseptor protein. Bagian DNA ini mungkin rangkaian polinukleotida pendek yang disebut elemen promotor dan elemen respon hormon yang terletak “*upstream*” dari tempat inisiasi transkripsi 5’ gen yang diregulasi. Elemen promotor tampaknya mengubah berlimpahnya produk gen seperti protein, melalui menentukan tempatnya pada DNA dimana RNA polimerase menempel, sedangkan elemen respon hormon mempengaruhi frekuensi inisiasi transkripsi. (McDonald, 2003)

Pengambilan keputusan untuk menentukan semen sapi terbaik dengan menggunakan AHP berdasarkan 2 kriteria yaitu kualitas semen dan konsentrasi testosteron. Kualitas semen dilihat dari beberapa kriteria seperti volume ejakulat, konsistensi semen, warna, bau, pH, gerakan massa, gerakan individu (persentase motilitas progresif), konsentrasi spermatozoa, persentase spermatozoa mati dan abnormal.

Pengurutan kriteria kualitas semen dan konsentrasi testosteron berdasarkan kepentingannya dalam menentukan potensi breeding pejantan untuk inseminasi buatan dan pembuatan semen beku. Penentuan urutan sesuai dengan Standar Operasional Pelaksanaan (SOP) pemeriksaan semen segar dalam pembuatan semen beku di unit semen beku *Teaching Farm*.

Kadar testosteron diurutkan berdasarkan tempat utama hormon diproduksi hingga didistribusikan dari yang berasal dari plasma seminal, serum darah, kemudian spermatozoa. Testosteron yang berasal dari plasma seminal merupakan testosteron yang dihasilkan pertama kali oleh sel Leydig dan yang secara langsung menstimulasi spermatogenesis. Selanjutnya testosteron ini diedarkan ke seluruh tubuh melalui aliran darah untuk menjalankan fungsinya dalam perkembangan fungsi karakteristik seksual sekunder. Kemudian diikuti oleh testosteron kompleks yang berikatan dengan reseptor pada spermatozoa.

Volume semen didominasi oleh cairan plasma seminal yang berasal dari kelenjar asesoris dan sel sperma itu sendiri. Volume semen yang rendah tidak berbahaya, tetapi apabila diikuti oleh konsentrasi sperma yang rendah, total produksi akan berkurang (Hafez, 2000). Pada pemeriksaan kualitas sapi 1 dan 2

penelitian ini mendapatkan volume semen sapi 1 dan sapi 2 berturut-turut 5.2 ml dan 6.24 ml seperti yang disebutkan oleh Barszcz *et al.* (2012) volume ejakulat semen sapi berkisar antara 2 hingga 8 ml. Menurut Kartasudjana (2001), volume semen tergantung pada spesies ternak, sapi dan domba umumnya memiliki volume ejakulat rendah, sedangkan semen babi dan kuda mempunyai volume ejakulat yang tinggi. Dari jenis ternak tersebut, volume semen juga dipengaruhi oleh bangsa, bobot badan, umur, pakan dan frekuensi penampungan. Pada pemeriksaan volume, perlu memperhatikan umur pejantan karena kuantitas semen yang dikumpulkan pada pejantan akan meningkat sesuai pertambahan umur (Kartasudjana, 2001).

Pemeriksaan konsistensi semen mengindikasikan kadar atau konsentrasi spermatozoa. Butar (2009) menyebutkan bahwa konsistensi semen sapi adalah kental, sedang dan encer. Semakin tinggi konsentrasi maka konsistensi semen akan semakin pekat. Kekentalan atau konsistensi atau viskositas merupakan salah satu sifat semen yang memiliki kaitan dengan kepadatan atau konsentrasi spermatozoa didalamnya. Semakin kental semen dapat diartikan bahwa semakin tinggi konsentrasi spermatozoanya (Feradis, 2010).

Dalam menentukan kualitas semen baik bau, warna dan pH memiliki peran yang hampir sama. Perubahan yang terlalu tinggi dari standar normalnya dapat mengartikan terjadinya perubahan patologis (Barszcz *et al.*, 2012). Pemeriksaan bau semen penting dalam kaitannya gangguan patologis pada saluran reproduksi. Bau semen sapi normal yaitu khas seperti bau susu dan campuran bau sapi. Warna semen bermacam macam dengan tingkatan warna krem/ seperti susu,

sekitar 10% pejantan menghasilkan warna semen kekuningan yang berkaitan dengan pigmen lipokrom yang berasal dari epitel ampulla selama sekresi semen dan dianggap sebagai warna normal, tidak berbahaya pada spermatozoa dan tidak mempengaruhi fertilitas pejantan (Pattel and Siddiquee, 2013).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pH semen segar yang didapatkan pada pemeriksaan semen sapi 1 dan sapi 2 berturut-turut 6.8 dan 7. Hafez (2000) menyatakan bahwa pH semen sapi simmental berada pada rentang 5.9-7.3. Feradis (2010) menambahkan bahwa setiap bangsa sapi mempunyai nilai pH semen segar yang berbeda-beda. Hal ini menandakan bahwa pH semen yang didapatkan pada kelompok sapi diatas dalam keadaan stabil karena berada dalam kisaran 5.9-7.3.

Evaluasi motilitas ejakulat merupakan pemeriksaan dasar dalam kualitas semen. Motilitas sangat menentukan spermatozoa untuk mencapai tempat fertilisasi. Motilitas yang baik yaitu motilitas progresif, dimana spermatozoa bergerak ke depan hingga mencapai ovum. Umumnya, standar minimal semen sapi harus memiliki lebih dari 50% sperma motil progresif (Hafez, 2000). Gerakan massa merupakan gerakan dari beberapa sel spermatozoa bersama-sama sehingga membentuk suatu gelombang. Gerakan massa mencerminkan daya gerak dan konsentrasi spermatozoa. Hasil pemeriksaan gerakan massa atau motilitas massa semen segar didapatkan nilai rerata (+++) untuk sapi 1 yang artinya gerakan semen membentuk gelombang besar dan banyak jumlahnya. Sedangkan untuk sapi 2 didapatkan hasil (++) yang artinya gerakan semen membentuk gelombang besar sampai sedang tetapi jarang. Gerakan massa semen merupakan sifat penting dalam penerimaan atau penolakan ejakulat untuk prosesi selanjutnya dan

digunakan untuk IB, dan menurut Bhoite *et al.* (2005) gerakan massa berkorelasi positif dengan kualitas, kemampuan untuk dibekukan dan fertilitas sampel.

Gerakan individu spermatozoa yang dikaitkan dengan persentase motilitas progresif pada kedua sapi masih dalam batas normal yaitu nilai rata-rata 76.5% untuk sapi 1 dan 72.5% untuk sapi 2. Sedangkan angka 2.75 yang dimaksud ialah kecepatan gerak spermatozoa yaitu gerakan spermatozoa sedang hingga tinggi. Menurut Toelihere (1993) besaran persentase motilitas individu diatas masih dalam kisaran normal karena menurut pendapatnya sapi yang normal (fertil) mempunyai motilitas individu 40%-75% spermatozoa yang aktif progresif. Motilitas spermatozoa di bawah 40% menunjukkan nilai semen yang kurang baik dan berhubungan dengan infertilitas. Motilitas individu sangat terkait dengan keberadaan plasma seminal yang berfungsi sebagai sumber energi. Energi yang digunakan untuk motilitas spermatozoa berasal dari perombakan ATP di dalam selubung mitokondria melalui reaksi-reaksi penguraiannya menjadi ADP dan AMP. Energi yang dihasilkan tersebut akan digunakan sebagai pergerakan (energi mekanik) atau sebagai biosintesis (energi kimiawi). Dalam semen terdapat empat bahan organik yang dapat dipakai secara langsung maupun tidak langsung oleh spermatozoa sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup dan motilitas spermatozoa, bahan-bahan tersebut berupa fruktosa, sorbitol, GPC dan plasmalogen (Toelihere, 1993).

Konsentrasi spermatozoa sangat penting dalam pembuaian semen beku karena parameter ini digunakan untuk menentukan dosis inseminasi yang tepat (Juhasz *et al.*, 2000). Semakin tinggi konsentrasi spermatozoa, semakin banyak

jumlah spermatozoa yang akan mencapai tempat fertilisasi untuk membuahi ovum. Konsentrasi spermatozoa yaitu jumlah spermatozoa yang terkandung dalam satu ejakulasi. Penilaian konsentrasi sangat penting, karena digunakan untuk menentukan jumlah pengenceran semen. Konsentrasi spermatozoa berhubungan erat dengan konsistensi dari semen. Dalam hal ini konsentrasi spermatozoa dapat dihitung dengan menggunakan spektrofotometer, dengan alat ini jumlah spermatozoa ditentukan berdasarkan kekeruhan dari sampel semen. Hasil pengamatan konsentrasi spermatozoa pada sapi 1 dan sapi 2 berturut-turut, $1269.4 \times 10^6/\text{ml}$ dan $1358.2 \times 10^6/\text{ml}$. Salisbury and VanDemark (1985) menjelaskan bahwa pada umumnya konsentrasi spermatozoa dalam semen sejalan dengan perkembangan seksual dan kedewasaan sapi jantan, sesuai dengan kualitas pakan yang diberikan dan pengaruh kesehatan reproduksi. Menurut Soedjana (2007) yang menyatakan bahwa pemeriksaan dan perhitungan konsentrasi dengan menggunakan spektrofotometer, konsentrasi minimal semen sapi simmental adalah $1000 \times 10^6/\text{ml}$.

Persentase hidup-mati dan abnormal spermatozoa juga memiliki berhubungan dengan fertilitas ternak. Stres panas dapat menyebabkan sejumlah besar sperma rusak. Banyaknya spermatozoa yang hidup atau mati sangat mempengaruhi nilai suatu semen. Jumlah spermatozoa yang hidup atau mati biasanya disebutkan dalam bentuk persentase hidup atau mati. Hasil yang didapatkan pada pemeriksaan sapi 1 dan 2 hampir sama yaitu sekitar 1% kematian spermatozoa. Hasil ini didapatkan dengan melihat spermatozoa yang berhasil terwarnai oleh zat warna eosin negrosin. Zat warna ini dapat memasuki

spermatozoa karena rusaknya atau hilangnya lapisan lipoid pada dinding sel spermatozoa yang mati.

Abnormalitas spermatozoa mempengaruhi fertilitas pejantan. Ketika abnormalitas sel sperma melebihi 20%, fertilitas akan menurun (Hafez, 2000). Batas yang dapat diterima yaitu kurang dari 10% spermatozoa abnormal dalam semen normal yang dapat digunakan untuk fertilisasi (Fiaz *et al.*, 2010). Secara konvensional semen dengan sperma abnormal lebih dari 20% tidak boleh digunakan (Robert, 1986). Hasil pemeriksaan pada penelitian ini didapatkan sperma abnormal masih dalam batas normal yang masih dapat diterima untuk digunakan dalam inseminasi buatan yaitu 5-10%. Umumnya abnormalitas spermatozoa terjadi pada ekor seperti ekor melingkar, ekor bengkok, dan kepala dan ekor yang terpisah. Menurut Noakes *et al.* (2009) dan Wierzbowski and Zukowski (2007) Abnormalitas pada spermatozoa dikelompokkan dalam dua klasifikasi yaitu primer dan sekunder. Perubahan bentuk primer terjadi selama spermatogenesis dan menjadi hasil dari proses patologis dalam testis, sedangkan perubahan bentuk sekunder terjadi setelah spermatozoa selesai dibentuk dan meninggalkan testis. Abnormalitas primer seperti kepala kecil, kepala besar, berekor dua, kepala kerucut, kepala salah bentuk, berleher besar, kepala bulat dan spermatozoa dengan protoplasmik droplet, sedangkan abnormalitas sekunder antara lain, kepala terpisah dari leher, ekor patah, ekor melingkar, dan spermatozoa dengan membran akrosom yang terpisah.

Hasil kualitas semen antara sapi 1 dan 2 pada pengambilan semen pertama tidak ditemukan perbedaan yang berarti, kecuali pada volume ejakulat semen dan

konsentrasi spermatozoa. Volume ejakulat semen 4 ml untuk sapi 1 dan 9 ml untuk sapi 2. Sedangkan konsentrasi spermatozoa $694 \times 10^6/\text{ml}$ untuk sapi 1 dan $1600 \times 10^6/\text{ml}$ untuk sapi 2. Perbedaan volume ejakulat semen dan konsentrasi spermatozoa antara sapi 1 dan 2 bila dibandingkan dengan konsentrasi testosteron yang berasal dari spermatozoa memiliki hubungan yang dapat dilihat dari kenaikan testosteron dalam spermatozoa yang berbanding lurus dengan meningkatnya volume ejakulat semen dan konsentrasi spermatozoa. Seperti yang telah dilaporkan oleh Zalata *et al.* (1995) bahwa konsentrasi testosteron dan DHT berkorelasi secara signifikan dengan jumlah konsentrasi sperma dan konsentrasi androgen dalam seminal plasma sebagian besar berhubungan dengan aktivitas epitel seminiferus dan terhadap fungsi kelenjar seks asesoris. Peningkatan fungsi kelenjar asesoris ini secara otomatis akan meningkatkan jumlah sekresinya, sehingga terjadi peningkatan volume ejakulat semen. Sedangkan konsentrasi testosteron pada serum darah tidak menunjukkan hubungan dengan kualitas semen, hal ini mungkin disebabkan konsentrasi testosteron pada serum darah lebih berpengaruh terhadap karakteristik tingkah laku seksual sekunder daripada mempengaruhi secara langsung pada sperma. Sesuai penelitian Davidson (1966), peningkatan konsentrasi testosteron dalam darah diikuti oleh peningkatan tingkah laku kopulasi dan rendahnya libido dapat terlihat dari ratio konsentrasi estradiol dalam darah lebih tinggi dari konsentrasi testosteron.

Hasil analisis pengambilan keputusan untuk menentukan semen terbaik dari pejantan simmental antara sapi 1 dan sapi 2 didapatkan bahwa semen sapi 2 dianggap paling baik apabila dibandingkan dengan semen dari sapi 1.

Pengambilan keputusan ini diperoleh berdasarkan rata-rata kualitas ejakulat semen yang dihasilkan beserta konsentrasi testosteron yang mempengaruhinya, meskipun nilai yang diperoleh dalam analisis ini tidak terlalu berbeda dari semen sapi 1 yaitu 52.1% untuk sapi 2 dan 47.9% untuk sapi 1. Hal ini dapat dimungkinkan karena sapi 2 merupakan sapi muda yang produktif, sedangkan sapi 1 berumur jauh lebih tua ± 5 tahun. Menurut Vilakazi and Webb (2004) sapi pejantan berumur 36-48 bulan menunjukkan morfologi sperma yang lebih baik daripada sapi pejantan berumur lebih tua dari 72 bulan dan pejantan berumur lebih muda dari 36 bulan. Terdapat penelitian oleh Brito *et al.* (2002) yang sama dengan penelitian terdahulu oleh Almquist and Amann (1976) dan Everret and Bean (1982) yang melaporkan volume ejakulat, konsentrasi sperma dan motilitas semen meningkat dengan bertambahnya umur pejantan. Namun sebagai kedewasaan dan penambahan umur, efek pengganggu dari stres dan penyakit juga dapat menyebabkan hubungan langsung antara produksi semen dan umur menjadi tidak tampak. Terdapat beberapa penelitian yang mengatakan bahwa hormon yang ditimbulkan oleh stress dapat menyebabkan penurunan produksi testosteron pada manusia (Cumming *et al.*, 1983).

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Kadar testosteron yang berasal dari spermatozoa berbeda dengan kadar testosteron yang ada di plasma seminal dan serum darah. Testosteron pada serum darah peningkatannya sebanding dengan yang terdapat pada seminal plasma. Sedangkan kadar testosteron tertinggi ditemukan pada spermatozoa.
2. Kadar testosteron berhubungan dengan kualitas semen yang terlihat dari volume ejakulat dan konsentrasi spermatozoa.
3. Semen pejantan sapi 2 merupakan semen terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Adhyatma, M., Isnaini, N. dan Nuryadi. 2013. Pengaruh Bobot Badan Terhadap Kualitas dan Kuantitas Semen Sapi Simmental. Universitas Brawijaya, Malang.
- Alm-Packalen, K. 2009. Semen Quality and Fertility After Artificial Insemination in Dairy Cattle and Pigs [Dissertation]. University of Helsinki. Finland.
- Almquist, J.O. and Amann, R.P. 1976. Reproduction Capacity of Dairy Bulls. XI. Puberal Characteristics and Postpuberal Changes In Production of Semen and Sexual Activity of Holstein Bulls Ejaculated Frequently. *Journal of Dairy Science*. 59: 986-991.
- Anastasios, A.A. 2010. Hormonal Control of Gametogenesis. *Biogenesis*. 1-29
- Andersoon, M. 1992. Relationship Between GnRH-Induced Testosterone Maxima, Sperm Motility and Fertility In Ayrshire Bulls. *Animal Reproduction Science*. 27: 107-111.
- Aquila, S., Middea, E., Catalano, S., Marsico, S., Lanzino, M., Casaburi, I., Barone, I., Bruno, R., Zupo, S. and Ando, S. 2007. Human Sperm Express a Functional Androgen Receptor: Effects on P13K/ AKT Pathway. *Human Reproduction*. 22(10): 2594-2605.
- Barszcz, K., D. Wiesetek, M. Wasowicz, and M. Kupczynska. 2012. Bull Semen Collection and Analysis for Artificial Insemination. *Journal of Agricultural Science*. 4(3): 1-10.
- Bhoite, U.Y., Sutar, D.A and Ulmek, B.R. 2005. Effect of Season and Period on Semen Characteristics of Two and Three Breed Gir Crosses. *Indian J. Anim. Reprod*. 26(1): 43-45.
- Brito, L.F.C., Silva, A.E.D., Rodrigues, L.H., Vieira, F.V., Deragon, L.A.G. and Kastelic, J.P. 2002. Effect of Age and Genetic Group on Characteristics of The Scrotum, Testis and Testicular Vascular Cones and on Sperm Production and Semen Quality in AI Bulls In Brazil. *Theriogenology*. 58(6): 1175-1186.
- Brownlee, K.K., Moore, A.W. and Hackney, A.C. 2005. Relationship Between Circulating Cortisol And Testosterone: Influence Of Physical Exercise. *Journal Of Sports Science And Medicine*. 4: 76-83.

- Butar-Butar, K. 2009. Efektifitas Frekuensi Exercise Terhadap Peningkatan Kualitas Semen Sapi Simmental. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Comhaire, F.H and Vermeulen, A. 1976. Testosterone concentration in the fluids of seminiferous tubules, the interstitium and the rete testis of the rat. *J. Endocrinol.* 70(2): 229-235.
- Cumming, D.C., Quigley, M.E. and Yen, S.C. 1983. Acute Suppression Of Circulating Testosterone Levels By Cortisol In Men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism.* 57: 671-673.
- Davidson, J.M. 1966. Characteristic Of Sex Behavior In Male Rats Following Castration. *Anim. Behav.* 14: 266.
- Deutscher, G.H. 1980. G80-536 Reproductive Trace Anatomy and Physiology of The Bull. Historical materials from University of Nebraska-Lincoln Extension.
- Everret, R.W. and Bean, B. 1982. Environmental Influence on Semen Output. *J. Dairy Sci.* 65: 1303-1310.
- Feradis. 2010. Bioteknologi Reproduksi Pada Ternak. Alfabeta Bandung.
- Fiaz, M., Usmani, R.H., Abdullah, M. and Ahmad, T. 2010. Evaluation of Semen Quality of Holstein Friesian and Jersey Bulls Maintained Under Subtropical Environment. *Pak. Vet. J.* 30(2): 75-78.
- Fikar, S dan D. Ruhyadi. 2010. Buku Pintar Beternak dan Bisnis Sapi Poteng. PT. Agromedia.
- Gass, G.H and Kaplan, H.M. 1996. Handbook of Endocrinology 2nd ed, Volume II. CRC Press.
- Gonzales, G.F. 2001. Function of Seminal Vesicle on Their Role on Male Fertility. *Asian J. Androl.* 251-258.
- Hafez, E.S.E. 2000. Reproduction in Farm Animals. 7th ed. Lippincott Williams and Wilkins, Maryland. USA.
- Ismudiono, H. Anwar, P. Srianto, S.P. Madyawati, A. Samik dan E. Safitri. 2010. Fisiologi Reproduksi Pada Ternak. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Juhasz, J., Nagy, P., Kulcsar, M., and Huszenicza, G.Y. 2000. Methods for Semen and Endocrinological Evaluation of The Stallion: A Review. *Acta Vet. Brno.* 69: 247-259.

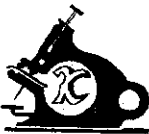
- Kartasudjana, R. 2001. Teknik Inseminasi Buatan pada Ternak.
- Knobill, E. and Neill, J.D. 1988. *The Physiology of Reproduction* vol.1. Raven Press. USA.
- Kuswahyuni, I.S. 2009. Pengaruh Lingkar Skrotum dan Volume Testis Terhadap Volume Semen dan Konsentrasi Sperma Pejantan Simmental, Limousin dan Brahman. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Undip. Semarang.
- Laudat, A., J. Gréchet, and A.M. Palluel. 1998. Seminal Androgen Concentration and Residual Sperm Cytoplasm. *Clinica Chimica Acta*. 276: 11-18.
- Lei, Z.M., Mishra, S., Zou, W., Xu, M., Foltz, M., Li, X. and Rao, C.V. 2001. Targeted Disruption Of Luteinizing Hormone/Human Chorionic Gonadotropin Receptor Gene. *Mol. Endocrinol*. 15: 184-200.
- Lösel, R.M., Falkenstein, E., Feuring, M., Schultz, A., Tillmann, H.C., Rossol-Haseroth, K. and Wehling, M. 2003. Nongenomic Steroid Action: Controversies, Questions, and Answers. *Physiol. Rev*. 83: 965-1016.
- McDonald, L.E. 2003. *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Edited by Mauricio H. Pineda. Iowa State Press.
- Noakes, D.E., Parkinson, T.J. and England, G.C.W. 2009. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. London: Saunders Elsevier. 750-760.
- Palazzolo, I., Gliozzi, A., Rusmini, P., Sau, D., Crippa, V., Simonini, F., Onesto, E., Bolzoni, E. and Poletti, A. 2008. The Role Of The Polyglutamine Tract In Androgen Receptor. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol*. 108: 245-253.
- Pattel, R.B. and Siddiquee, G.M. 2013. Physical and Morphological Characteristics of Kankrej Bull Semen. *Vetworld*. 405-408.
- Perkovic, S., Vukovic, D., Zdravkovic, L.J. and Vukicevic, Z. 2005. Parameters Of The Quality Of Bull Sperm And Fertility. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 21(5-6): 39-43.
- Poernomo, B.S., Widjiati, M. Mafruchati and E. M. Luqman. 2011. *Embriologi*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Post, T.B. and H.R. Christensen. 1976. Testosterone Variability and Fertility In Bulls. *Theriogenology*. 6: 615-616.
- Roberts, S.J. 1986. *Veterinary Obstetrics and Genital Diseases*. 3rd ed. Stephen Roberts, Woodstock, VT, USA. 622-709.

- Rodriguez-Martinez, H. 2013. Semen Evaluation Techniques and Their Relationship With Fertility. *Anim. Reprod.* 10(3): 148-159.
- Salisbury, G.W. and Vandemark, N.L. 1985. *Fisiologi Reproduksi dan Inseminasi Buatan Pada Sapi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sauerwein, H., Breier, B.H., Gallaher, B.W. 2000. Growth Hormone Treatment Of Breeding Bulls Used For Artificial Insemination Improves Fertilization Rates. *Domestic Animal Endocrinology*, 18: 145-158.
- Schanbacher, B.D. and M.J. D'Occhio. 1982. Validation Of A Direct Radioimmunoassay For Testosterone In Unextracted Serum From Five Species: Application To Study Of The Hypothalamic-Pituitary Axis In Males. *Journal Of Andrology*. 3(1): 45-51.
- Serrano, A. 1984. Criteria by which to Evaluate Fertility in Bulls In Central America. 10th Cong. of Anim. Reprod. and AI, University of Illinios at Urbana-Champaign, USA. 65.
- Sharpe, R.M. 1984. Intratesticular Factors Controlling Testicular Function. *Biol. Reprod.* 30: 29-37.
- Soedjana. T. 2007. *Petunjuk Teknis Produksi dan Distribusi Semen Beku*.
- Solakidi, S., Psarra, A.M., Nikolaropoulos, S. and Sekeris, C.E. 2005. Estrogen Receptor α and β (ER α and ER β) and Androgen Receptor (AR) In Human Sperm: Localization of ER β and AR In Mitochondria of The Midpiece. *Hum. Reprod.* 20: 3481-3487.
- Souza, L.W.O., Andrade, A.F.C., Celeghini, E.C.C., Negrao, J.A. and Arruda, R.P. 2011. Correlation Between Sperm Characteristics And Testosterone In Bovine Seminal Plasma By Direct Radioimmunoassay. *R. Bras. Zootec.* 40 (12): 2721-2724.
- Sriraman, V., Anbalagan, M. and Rao, A.J. 2005. Hormonal Regulation Of Leydig Cell Proliferation And Differentiation In Rodent Testis: A Dynamic Interplay Between Gonadotrophins And Testicular Factors. *Reprod. Biomed. Online*. 11: 507-518.
- Suteky, T., Kadarsih, S. dan Yanti, F. 2007. Pengaruh Pengencer Kuning Telur dengan Air Kelapa dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Semen Kambing Nubian. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* vol 2, No 2 Universitas Bengkulu. Bengkulu.

- Tambing, S.N., Toelihere, M.R., Yusuf, T.L., Purwantara, B., Utama, I.K. dan Situmorang, P.Z. 2003. Pengaruh Frekuensi Ejakulasi Terhadap Karakteristik Semen Segar dan Kemampuan Libido Kambing Saanen. *J. Sain. Vet.* XXI(2).
- Toelihere, R.M. 1993. *Inseminasi Buatan Pada Ternak*. Penerbit Angkasa Bandung.
- Turman, E.J. and T.D. Rich. 2010. *Reproductive Tract Anatomy and Physiology of The Bull. Beef Cattle Handbook*. Oklahoma State University.
- Vilakazi, D.M. and Webb, E.C. 2004. Effect Of Age And Season On Sperm Morphology Of Friesland Bulls At An Artificial Insemination Centre In South Africa. *South African Journal Of Animal Science*. 34(1): 62-69.
- Weinbauer, G.F. and E. Nieschlag. 2004. The Role Of The Testosterone In Spermatogenesis. In: Nieschlag, E. and H.M. Behre (Eds). *Testosterone-Action, Deficiency, Substitution*. Springer Verlag, Berlin. 143-168.
- Weinbauer, G.F., Luetjens, C.M., Simoni, M. and Nieschlag, E. 2010. Physiology of Testicular Function. In: E. Nieschlag and H.M. Behre. (eds.), *Andrology, Male Reproductive Health and Dysfunction*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 11-59.
- Wierzbowski, S. and Zukowski, K. 2007. *Rozrad Bydla. [Cattle Reproduction]*. Balice: KOS, 127-133.
- Zalata, A., Hafez, T., Verdonck, L., Vermeulen, L. and Comhaire, F. 1995. Androgens in Seminal Plasma: Markers of The Surface Epithelium of The Male Reproductive Tract. *Int. J. Androl.* 18: 271-277.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pemeriksaan Testosteron sapi 1




LABORATORIUM MEDIS
Klinik VDMA
Jl. Mayjen Prof. Dr. Moestopo No. 3
Telp. (031) 5030823, 5033142 Fax. (031) 5014428
SURABAYA
Penanggung Jawab : Dr. BETTY AGUSTINA T., SpPK

HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM

Nomer Lab. : 12000200	16 DEC 2013
Nama Pasien : BV ; O Thnz	
Alamat :	
Dokter : PENELITIAN DRH. ANEKE	

PEMERIKSAAN	HASIL PENDERITA	NILAI NORMAL
ENDOKRINOLOGI		
Testosteron (IF)		
Testosteron (Total)	1.750	Pria (20-49th) : 262 - 1596 ng/dl Pria (50th) : 181 - 758 ng/dl Manita Ovulasi : 0 - 80 ng/dl Manita Menopause : 0 - 62 ng/dl
Testosteron	377	Pria (20-49th) : 262 - 1596 ng/dl Pria (50th) : 181 - 758 ng/dl Manita Ovulasi : 0 - 80 ng/dl Manita Menopause : 0 - 62 ng/dl
Testosteron	1.952	Pria (20-49th) : 262 - 1596 ng/dl Pria (50th) : 181 - 758 ng/dl Manita Ovulasi : 0 - 80 ng/dl Manita Menopause : 0 - 62 ng/dl

Catatan : 109/01/2014, 11:02L



Lampiran 2. Hasil Pemeriksaan Testosteron sapi 2



LABORATORIUM MEDIS

Klinik

Jl. Mayjen Prof. Dr. Moestopo No. 3
Telp. (031) 5030823, 5033142 Fax. (031) 5014328
SURABAYA

LABORATORIUM KLINIK UTAMA

Penanggung Jawab: Dr. BETTY AGUSTINA T., SpPK.

HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM

Nomer Lab. : 12000201 16 DEC 2013
Nama Pasien : GUARD ; O Thn.
A l a m a t :
P e n e l i t i a n : PENELITIAN DRH. ANEKE

PEMERIKSAAN	HASIL PENDERITA	NILAI NORMAL
ENDOKRINOLOGI		
Testosteron (TF)		
Testosteron Serum	1.597	Pria (20-49th) : 262 - 1596 ng/dL Pria (>50th) : 181 - 758 ng/dL Wanita Ovulasi : 0 - 86 ng/dL Wanita Menopause : 0 - 62 ng/dL
Testosteron Subkutan	0.056	Pria (20-49th) : 262 - 1596 ng/dL Pria (>50th) : 181 - 758 ng/dL Wanita Ovulasi : 0 - 86 ng/dL Wanita Menopause : 0 - 62 ng/dL
Testosteron Endapan	0.610	Pria (20-49th) : 262 - 1596 ng/dL Pria (>50th) : 181 - 758 ng/dL Wanita Ovulasi : 0 - 86 ng/dL Wanita Menopause : 0 - 62 ng/dL

Catatan : 09/01/2014-11:02



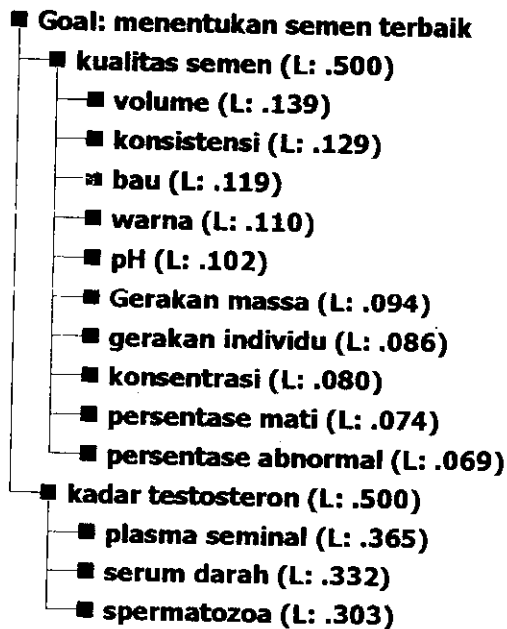
Lampiran 3. Kualitas Semen Pejantan Sapi 1(Desember 2013)

	4	5	4.5; 3.5	9	5.2
	sedang	kental	kental	kental	kental
	Putih	Putih susu	Putih susu	Putih susu	Putih susu
	normal	normal	normal	normal	normal
	6.8	-	-	-	6.8
	+	+++	+++	+++	+++
	60/2	80/3	80/3	85/3	76.5/2.75
	694	1076	1505; 1362	1710	1269.4
	1	-	-	-	1
	5	-	-	-	5

Lampiran 4. Kualitas Semen Pejantan Sapi 2 Desember 2013

Parameter	1975	1976	2007	2008	2011
Volume (ml)	9	7.2	4; 5	6	6.24
Konsistensi	kental	sedang	sedang	kental	sedang
Warna	Putih susu	Putih susu	Putih susu	Putih susu	Putih susu
bau	normal	normal	normal	normal	normal
pH	7	-	-	-	7
Uji Gram	++	++	+++	++	++
Gambar (Pergerakan)	70/2	70/3	80/3	70/3	72.5/2.75
Konsentrasi (30 ml)	1600	856	1109; 1831	1395	1358.2
%kemati	1	-	-	-	1
%abnormal	10	-	-	-	10

Lampiran 5. Pengolahan Data Proses Hirarki Analisis menggunakan expert choice 2000



• **Perbandingan kualitas semen dan konsentrasi testosteron**

Priorities with respect to:
Goal: menentukan semen terbaik

kualitas semen	.500	
kadar testosteron	.500	

Inconsistency = 0.00
with 0 missing judgments.

- **Perbandingan bau semen antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
Goal: menentukan semen terbaik
>kualitas semen
>bau

sapi 1	.500	[REDACTED]
sapi 2	.500	[REDACTED]

Inconsistency = 0.00
with 0 missing judgments.

- **Perbandingan warna antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
Goal: menentukan semen terbaik
>kualitas semen
>warna

sapi 1	.476	[REDACTED]
sapi 2	.524	[REDACTED]

Inconsistency = 0.00
with 0 missing judgments.

- **Perbandingan pH antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
Goal: menentukan semen terbaik
>kualitas semen
>pH

sapi 1	.500	[REDACTED]
sapi 2	.500	[REDACTED]

Inconsistency = 0.00
with 0 missing judgments.

- **Perbandingan gerakan massa antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
Goal: menentukan semen terbaik
>kualitas semen
>Gerakan massa

sapi 1	.524	[REDACTED]
sapi 2	.476	[REDACTED]

Inconsistency = 0.00
with 0 missing judgments.

- **Perbandingan gerakan individu antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
 Goal: menentukan semen terbaik
 > kualitas semen
 > gerakan individu

sapi 1 .524 [REDACTED]
 sapi 2 .476 [REDACTED]

Inconsistency = 0.00
 with 0 missing judgments.

- **Perbandingan konsentrasi antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
 Goal: menentukan semen terbaik
 > kualitas semen
 > konsentrasi

sapi 1 .476 [REDACTED]
 sapi 2 .524 [REDACTED]

Inconsistency = 0.00
 with 0 missing judgments.

- **Perbandingan persentase kematian spermatozoa antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
 Goal: menentukan semen terbaik
 > kualitas semen
 > persentase mati

sapi 1 .500 [REDACTED]
 sapi 2 .500 [REDACTED]

Inconsistency = 0.00
 with 0 missing judgments.

- **Perbandingan persentase abnormal antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
 Goal: menentukan semen terbaik
 > kualitas semen
 > persentase abnormal

sapi 1	.545	[REDACTED]
sapi 2	.455	[REDACTED]
Inconsistency = 0.00 with 0 missing judgments.		

- **Perbandingan konsentrasi testosteron antara seminal plasma, serum darah dan spermatozoa**

Priorities with respect to:
 Goal: menentukan semen terbaik
 > kadar testosteron

plasma seminal	.365	[REDACTED]
serum darah	.332	[REDACTED]
spermatozoa	.303	[REDACTED]
Inconsistency = 0.00 with 0 missing judgments.		

- **Perbandingan konsentrasi testosteron seminal plasma sapi 1 dan 2**

Priorities with respect to:
 Goal: menentukan semen terbaik
 > kadar testosteron
 > plasma seminal

sapi 1	.524	[REDACTED]
sapi 2	.476	[REDACTED]
Inconsistency = 0.00 with 0 missing judgments.		

• **Perbandingan konsentrasi testosteron serum darah antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
 Goal: menentakan semen terbaik
 >kadar testosteron
 >serum darah

sapi 1	.500	
sapi 2	.500	

Inconsistency = 0.00
 with 0 missing judgments.

• **Perbandingan konsentrasi testosteron spermatozoa antara sapi 1 dan sapi 2**

Priorities with respect to:
 Goal: menentakan semen terbaik
 >kadar testosteron
 >spermatozoa

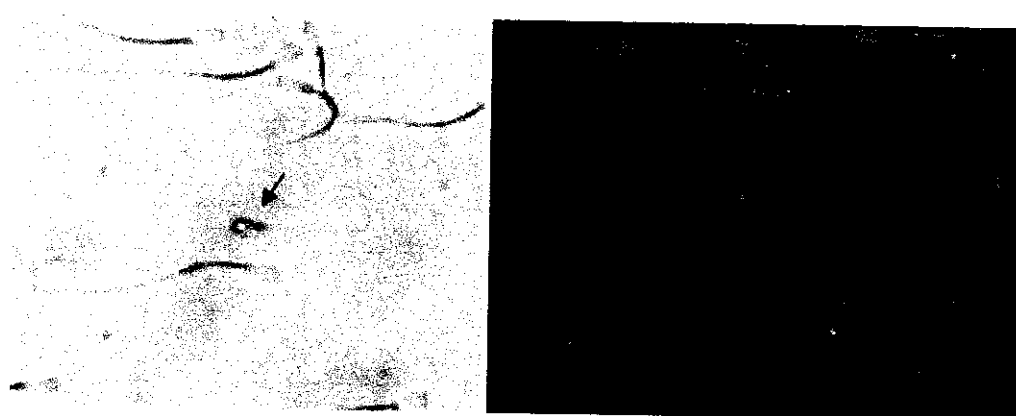
sapi 1	.345	
sapi 2	.655	

Inconsistency = 0.00
 with 0 missing judgments.

Lampiran 6. Cara Membuat Preparat Ulas Spermatozoa

1. Ambil *obyek glass* bersih.
2. Pada *obyek glass* diberikan satu tetes kecil semen dan satu tetes besar larutan Eosin-negrosin di sampingnya.
3. Campurkanlah zat wara itu dengan semen sampai homogen.

Lampiran 7. Foto Penelitian**Proses pengambilan semen segar****Proses pemeriksaan mikroskopis semen****Preparat ulas pewarnaan semen**



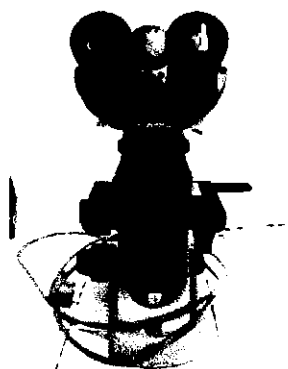
Kematian dan abnormalitas spermatozoa



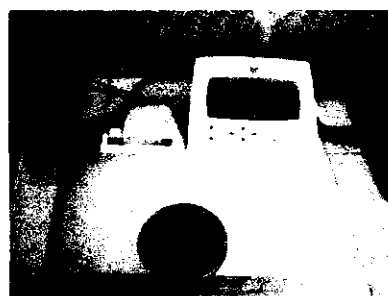
Proses pengambilan darah



Serum darah Sapi 1 dan 2



Mikroskop



Spektrofotometer



Tabung darah

Alat-alat penelitian

