

**EFEKTIVITAS SUBSTITUSI *SOYBEAN MEAL* DAN MINERAL ORGANIK
(Zn dan Cr) TERHADAP KUALITAS SEMEN
KAMBING RAMBON**

(Skripsi)

Oleh

ARYNIKA FEBRIANY



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS SUBSTITUSI *SOYBEAN MEAL* DAN MINERAL ORGANIK (Zn dan Cr) TERHADAP KUALITAS SEMEN KAMBING RAMBON

Oleh

Arynika Febriany

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas substitusi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) pada pakan terhadap kualitas semen kambing Rambon. Penelitian ini dilaksanakan pada November 2022–Januari 2023 di kandang Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilakukan dengan mengelompokkan ternak berdasarkan bobot badan menjadi 3 kelompok yaitu kecil, sedang, dan besar yang berfungsi sebagai ulangan pada 12 ekor kambing Rambon dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini yaitu: P1: ransum basal 100% (silase daun singkong, onggok, bungkil sawit, dan urea 35 g), P2: ransum basal 90% dan *soybean meal* 10%, P3: ransum basal 100% + mineral organik (Zn 40 ppm + Cr 0,3 ppm), dan P4: ransum basal 90% + *soybean meal* 10% + mineral organik (Zn 40 ppm + Cr 0,3 ppm). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Hasil penelitian pada volume semen yaitu P1 1,42; P2 1,38; P3 1,37; dan P4 1,50 ml/ejakulat, pH yaitu P1 6,8; P2 6,6; P3 6,6; dan P4 6,7, konsistensi yaitu P1 sedang; P2 sedang; P3 kental; dan P4 kental, warna semen yaitu P1 putih susu; P2 putih susu; P3 putih susu; dan P4 putih susu, bau yaitu P1 khas sperma; P2 khas sperma; P3 khas sperma; dan P4 khas sperma, gerakan massa motilitas yaitu P1 ++; P2 ++; P3 ++; dan P4 +++, motilitas individu yaitu P1 68%; P2 70%; P3 67%; dan P4 77%, persentase spermatozoa hidup yaitu P1 77%; P2 78%; P3 76%; dan P4 83%, konsentrasi spermatozoa yaitu P1 2.198; P2 2.218; P3 2.301; dan P4 2.381 juta sel/ml, dan abnormalitas yaitu P1 1,2%; P2 2,2%; P3 1,7%; dan P4 1,6%. Substitusi ransum kombinasi dengan *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) dapat memberikan pengaruh terbaik terhadap kualitas semen.

Kata kunci: Kambing Rambon, Kualitas semen, Mineral organik, dan *Soybean meal*

ABSTRACT

THE EFFECTIVITY OF SUBSTITUTION SOYBEAN MEAL AND ORGANIC MINERALS (Zn and Cr) ON THE QUALITY OF RAMBON GOATS SPERM

by

Arynika Febriany

This study aims to determine the effect of adding soybean meal and organic minerals (Zn and Cr) in the feed to the sperm quality of Rambon goats. This research was conducted in November 2022–January 2023 in the farmhouse of the Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung. This research was carried out by grouping the animals based on body weight into 3 groups, namely small, medium, and large, which functioned as replications on 12 Rambon goats with 4 treatments and 3 replications. The treatments in this study were: P1: basal ration 100% (silage of cassava leaves, onggok, palm oil cake, and 35 g urea), P2: 90% basal ration and 10% soybean meal, P3: basal ration 100% + organic minerals (Zn 40 ppm + Cr 0.3 ppm), and P4: basal ration 90% + soybean meal 10% + organic minerals (Zn 40 ppm + Cr 0.3 ppm). The data obtained was analyzed using descriptive analysis. The results of the research on semen volume were P1 1,42; P2 1,38; P3 1,37; and P4 1,50 ml/ejaculate, pH of P1 6,8; P2 6,6; P3 6,6; and P4 6,7, consistency namely P1 medium; P2 medium; P3 thick; and P4 thick, cement color namely P1 milky white; P2 milky white; P3 milky white; and P4 milky white, odor namely P1 typical sperm; P2 typical sperm; P3 typical sperm; and P4 typical sperm, sperm mass motility namely P1++; P2++; P3++; and P4 +++, individual motility namely P1 69%; P2 70%; P3 67%; and P4 75%, the percentage of live spermatozoa namely P1 77%; P2 78%; P3 76%; and P4 83%, spermatozoa concentration namely P1 2.198; P2 2.218; P3 2.301; and P4 2.381 million cells/ml, and on abnormalities namely P1 1,2%; P2 2,2%; P3 1,7%; and P4 1,6%. The combination of ration substitution with soybean meal and organic minerals (Zn and Cr) can have the best effect on sperm quality.

Keywords : Organic mineral, Quality of semen, Rambon goats, and Soybean meal

**EFEKTIVITAS SUBSTITUSI *SOYBEAN MEAL* DAN MINERAL ORGANIK
(Zn DAN Cr) TERHADAP KUALITAS SEMEN
KAMBING RAMBON**

Oleh

Arynika Febriany

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN**

pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **Efektivitas Substitusi *Soybean meal* dan Mineral Organik (Zn dan Cr) terhadap Kualitas Semen Kambing Rambon**

Nama Mahasiswa : **Arynika Febriany**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914241033**

Program Studi : **Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak**

Jurusan : **Peternakan**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.
NIP 196706031993031002

Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.
NIP 196103071985031006

2. Ketua Jurusan Peternakan



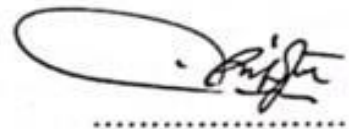
Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.
NIP 196706031993031002

MENGESAIHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.



Sekretaris

: Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Siswanto, S.Pt., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 01 November 2023

PERYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis berupa skripsi ini adalah asli dan belum diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana) baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lain;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dari publikasi orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai Pustaka;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Bandar Lampung, 29 November 2023

Yang Membuat Pernyataan



Arynika Febriany

NPM 1914241033

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Tangerang, pada 06 Februari 2001 sebagai putri kedua dari dua bersaudara, putri pasangan Bapak Warsito dan Ibu Sarmi. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Wanakerta II, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 01 Legok, dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 17 Kabupaten Tangerang.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung pada 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada Januari–Februari 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Aweh, Kecamatan Kalanganyar, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada Juni–Juli 2022 di Peternakan Menggala Farm, Desa Tumiyang, Kecamatan Pekuncen, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah.

Penulis aktif mengikuti kegiatan UKM–U *English Society* (ESo) Unila sebagai *Fundraising Officer for Lampung Overland Various English Competition* pada 2020, *Treasurer for ESo Annual Summit* pada 2020, *Creativity and Financial Support Officer* pada periode 2021, dan *Treasurer for Lampung Overland Various English Competition* pada 2021.

MOTTO

“Dan Dia (Allah) mendapatimu sebagai seorang yang bingung, lalu Dia (Allah) memberikan petunjuk”

(Qs. Ad-Dhuha: Ayat 7)

“Fortune favours the bold; nasib baik berpihak pada mereka yang berani”

(Publius Vergilius Maro)

“Per Aspera Ad Astra; menuju bintang melalui jerih payah”

“Qué será, será, whatever will be, will be.

The future's not ours to see.

Qué será, será, what will be, will be.”

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *Efektivitas Substitusi Soybean Meal dan Mineral Organik (Zn dan Cr) terhadap Kualitas Semen Kambing Rambon* sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Peternakan di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini dengan ketulusan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.–selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung–atas izin yang diberikan;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.–selaku Ketua Jurusan Peternakan sekaligus Pembimbing Utama–atas ilmu, bimbingan, arahan, saran, dan segala bantuan yang diberikan selama penulisan skripsi;
3. Bapak Liman, S.Pt., M.Si.–selaku Ketua Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak–atas bimbingan dan nasihat yang diberikan selama penulisan skripsi;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.–selaku Pembimbing Anggota–atas bimbingan, saran, nasihat, dan segala bantuan yang diberikan selama penulisan skripsi;
5. Bapak Siswanto, S.Pt., M.Si.–selaku Pembahas–atas bimbingan, motivasi, saran, dan segala bantuan yang diberikan selama penulisan skripsi;

6. Ibu Fitria Tsani Farda, S.Pt., M.Si.–selaku Pembimbing Akademik–atas bimbingan, nasihat, dan segala bantuan yang diberikan selama masa studi;
7. Bapak dan ibu dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas bimbingan, nasihat, dan ilmu yang diberikan selama masa studi;
8. Orang tua serta kakak (Amanda Rose) yang telah memberi dukungan moril dan materil, motivasi, kasih sayang, dan doa dalam proses keberhasilan penulis;
9. Teman–teman satu tim Penelitian Ni Komang Triana, Komang Diah, Nadya Safitri, M. Akbar, Ayu Lidyana, Adek Rayhan, Revita Maydasari, Fajar Ramadani, dan Nola Shafa atas segala kerjasama dan bantuannya selama melaksanakan penelitian;
10. Teman–teman seperjuangan Komang, Adellia, Asri, Dea, dan Amaylia atas segala canda tawa, semangat, dan bantuannya selama ini;
11. Keluarga besar Jurusan Peternakan Angkatan 2019 atas suasana kekeluargaan dan kebersamaan selama masa studi;
12. Pihak–pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan motivasi dan doa dalam proses penyusunan skripsi ini;
13. Arynika Febriany, diri saya sendiri yang dengan kuatnya telah berusaha dan berjuang selama ini dalam menyelesaikan penulisan skripsi.

Semoga semua kebaikan dan bantuan yang diberikan kepada penulis mendapat pahala dari Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 24 Mei 2023

Penulis

Arynika Febriany

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
1.5 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kambing Rambon	6
2.2 Pakan.....	7
2.3 Mineral Zn.....	9
2.4 Mineral Cr	10
2.5 Semen Kambing	10
2.6 Kualitas Semen	11
III. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	15
3.2.1 Alat penelitian	15
3.2.2 Bahan penelitian.....	15
3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Persiapan Penelitian	18

3.4.1	Persiapan kandang kambing.....	18
3.4.2	Pembuatan ransum basal	18
3.4.3	Pembuatan mineral organik	18
3.4.3.1	Pembuatan mineral organik Zn	18
3.4.3.2	Pembuatann mineral organik Cr	19
3.5	Pelaksanaan Penelitian	20
3.5.1	Tahapan prelium	20
3.5.2	Tahapan pengambilan data.....	20
3.5.2.1	Pemasangan vagina buatan	20
3.5.2.2	Penampungan semen.....	21
3.6	Peubah yang Diamati	22
3.6.1	Pemeriksaan makroskopis	22
3.6.1.1	Volume semen.....	22
3.6.1.2	pH semen.....	22
3.6.1.3	Konsistensi semen	22
3.6.1.4	Warna semen	23
3.6.1.5	Bau semen	23
3.6.2	Pemeriksaan mikroskopis	23
3.6.2.1	Motilitas massa spermatozoa	23
3.6.2.2	Motilitas individu spermatozoa.....	24
3.6.2.3	Persentase spermatozoa hidup.....	24
3.6.2.4	Konsentrasi spermatozoa	25
3.6.2.5	Abnormalitas spermatozoa.....	25
3.7	Analisis Data	25
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Volume Semen.....	26
4.2	Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap pH Semen.....	28
4.3	Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Konsistensi Semen	29
4.4	Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Warna Semen	30
4.5	Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Bau Semen	31

4.6 Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Motilitas Spermatozoa	32
4.7 Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Persentase Spermatozoa Hidup Semen	35
4.8 Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Konsentrasi Spermatozoa.....	37
4.9 Efektivitas Ransum Perlakuan terhadap Abnormalitas Spermatozoa..	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan bahan penyusun ransum basal	16
2. Kandungan nutrisi ransum basal	17
3. Kandungan nutrisi ransum basal dan <i>soybean meal</i>	17
4. Rata-rata volume semen pada kambing Rambon	26
5. Rata-rata pH semen pada kambing Rambon	29
6. Konsistensi semen pada kambing Rambon.....	30
7. Warna semen pada kambing Rambon.....	31
8. Bau semen pada kambing Rambon.....	31
9. Gerakan massa spermatozoa pada kambing Rambon	32
10. Rata-rata motilitas individu spermatozoa pada kambing Rambon.....	33
11. Rata-rata persentase spermatozoa hidup pada kambing Rambon	35
12. Rata-rata konsentrasi spermatozoa pada kambing Rambon.....	37
13. Rata-rata abnormalitas spermatozoa pada kambing Rambon	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kambing Rambon.....	6
2. Tata letak perlakuan	18
3. Grafik volume semen	27
4. Pembuatan ransum	47
5. Koleksi semen	47
6. Semen kambing Rambon.....	47
7. Pengamatan semen	47

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kambing menjadi salah satu ternak yang dapat dikembangkan untuk memproduksi daging, kulit, serta fesesnya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Selain itu, kambing memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan dan kemampuan beranak banyak dengan per kelahiran dapat lebih dari satu ekor. Kelebihan berternak kambing tersebut berpotensi untuk menunjang kebutuhan pangan nasional melalui pemenuhan protein hewani yang terus meningkat setiap waktunya seiring dengan naiknya angka pertumbuhan penduduk di Indonesia.

Provinsi Lampung menjadi provinsi dengan populasi kambing terbanyak ketiga di Indonesia setelah Jawa Tengah dan Jawa Timur. Berdasarkan data tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021) populasi kambing di Provinsi Lampung mengalami peningkatan sebesar 0,03% dari 1.517.878 ekor pada tahun 2020 menjadi 1.573.787 ekor pada tahun 2021. Upaya pengembangan populasi kambing terus ditingkatkan melalui perkawinan baik hasil kawin alami maupun inseminasi buatan (IB). Keberhasilan perkawinan berhubungan erat dengan kualitas semen yang dihasilkan oleh pejantan. Semen yaitu cairan yang mengandung spermatozoa dan hasil-hasil kelenjar pelengkap.

Pakan dalam pemeliharaan ternak menjadi salah satu aspek penting yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas semen segar pejantan (Toelihere, 1985). Pakan

berkualitas mengandung berbagai zat nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan vitamin yang dapat memenuhi kebutuhan ternak untuk kelangsungan hidup. Menurut pendapat Toelihere (1985), kebutuhan protein di dalam ransum untuk ternak harus tercukupi, apabila kandungan protein kurang dari 2% maka akan terjadi penurunan berat badan, penurunan libido, dan produksi spermatozoa. Upaya meningkatkan produktivitas ternak dapat dipenuhi dengan pemberian pakan sumber protein seperti bungkil kedelai atau *soybean meal* yang tinggi akan kandungan protein dan energi. Menurut pendapat Cameron *et al.* (1988), pemberian pakan yang mengandung nutrisi tinggi terutama protein dan energi, akan meningkatkan produksi sperma ternak jantan.

Kebutuhan unsur nutrisi mineral untuk ternak juga perlu diperhatikan yang terdiri dari mineral makro dan mineral mikro. Mineral mikro yang digunakan pada penelitian ini yaitu Zn dan Cr. Mineral mikro dibutuhkan oleh tubuh ternak dalam jumlah sedikit, namun defisiensi mineral seperti Zn dalam pakan berpengaruh pada penurunan daya produksi dan reproduksi karena, mineral Zn berperan penting dalam menjaga kesuburan dan fertilitas ternak (Widhyari *et al.*, 2015).

Ransum yang cukup energi, protein, mineral, dan vitamin penting untuk pertumbuhan dan perkembangan ternak jantan muda karena fungsi pejantan muda lebih banyak terganggu oleh defisiensi pakan dari pada jantan dewasa (Salisbury dan VanDemark, 1985). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang efektivitas substitusi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) terhadap kualitas semen pada kambing Rambon.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengetahui efektivitas substitusi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) terhadap kualitas semen kambing Rambon;

2. mengetahui perlakuan yang terbaik substitusi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) terhadap kualitas dan kuantitas semen kambing Rambon.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang manfaat substitusi *soybean meal* dan mineral mikro organik Zn dan Cr terhadap kualitas semen pada kambing Rambon.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kambing Rambon merupakan kambing persilangan antara kambing Kacang betina dengan kambing Peranakan Etawa jantan (Purbowati, 2015). Daging kambing dapat dikonsumsi sebagai sumber protein hewani untuk memenuhi kebutuhan gizi serta meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Usaha ternak kambing juga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber pendapatan bagi peternak. Dalam membangun usaha ternak diperlukan penerapan konsep segitiga peternakan yang meliputi *breeding* (bibit), *feeding* (pakan), dan *management* (manajemen pemeliharaan) sebagai pondasi dasar untuk mencapai keberhasilan suatu usaha.

Peningkatan jumlah populasi kambing terus dioptimalkan salah satunya dengan cara perkawinan. Hasil keturunan sangat ditentukan oleh kualitas semen yang dihasilkan dari pejantan maka dari itu, perlu dilakukan pemilihan pejantan yang unggul untuk perkawinan dan manajemen pemeliharaan yang baik agar dapat menghasilkan bibit yang berkualitas. Semen merupakan cairan yang di dalamnya mengandung spermatozoa dan hasil–hasil kelenjar kelamin pelengkap. Kualitas dan kuantitas semen segar dipengaruhi oleh pakan, bangsa, individu, faktor lingkungan, metode penampungan semen, dan manajemen pemeliharaan (Husin *et al.*, 2017).

Kualitas pakan yang ditinjau dari komposisi protein dan energi dapat mempengaruhi produktivitas dan reproduksi ternak. Apabila kebutuhan protein dalam pakan tidak tercukupi dapat menyebabkan tertundanya pubertas dan terjadinya penghambatan fungsi testikular pada ternak jantan dewasa dan berpengaruh terhadap volume dan kualitas sperma yang dihasilkan (Frandsen, 1992). Kebutuhan protein dan energi dalam pakan dapat dipenuhi dengan pemberian *soybean meal* sebagai pakan sumber protein yang mengandung protein kasar (PK) 46,74% dan energi *total digestible nutrients* (TDN) 74,76% (Philsan, 2010).

Ternak membutuhkan penambahan mineral mikro yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit seperti mineral Zn dan Cr. Pemberian mineral dalam bentuk organik dapat meningkatkan ketersediaan, sehingga dapat lebih tinggi diserap dalam tubuh ternak (Muhtarudin *et al.*, 2003). Pemberian mineral Zn dapat menstimulasi sel *leydig* pada testis untuk memproduksi testoteron, sehingga dapat merangsang terjadinya libido (Widhyari *et al.*, 2015). Mineral Cr penting untuk menjaga stabilitas struktural protein dan asam nukleat, defisiensi mineral Cr dapat menekan sintesis asam nukleat dan menurunkan jumlah spermatozoa (Anderson dan Polansky, 1981).

Kambing pejantan memiliki kualitas semen yang berbeda-beda, sehingga perlu dilakukan penentuan kualitas semen yang baik dengan melewati beberapa pemeriksaan antara lain pemeriksaan makroskopis (volume ejakulasi, pH, warna, konsistensi, dan bau semen) dan pemeriksaan mikroskopis (motilitas massa, motilitas individu, persentase spermatozoa hidup, konsentrasi spermatozoa, dan abnormalitas spermatozoa). Pemeriksaan secara makroskopis harus dilakukan terlebih dahulu sebelum dilanjutkannya pemeriksaan lanjutan secara mikroskopis.

Volume semen kambing yang tertampung di dalam tabung skala menjadi tolak ukur minimal untuk evaluasi mutu semen yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Standar minimal semen kambing untuk dapat diproses lebih lanjut adalah volume 1 ml (dengan kisaran 0,5–1,2 ml) (Ax *et al.*, 2008). Tinggi rendahnya derajat keasaman

(pH) semen pada kambing akan menyebabkan kematian pada spermatozoa. Spermatozoa sangat peka terhadap perubahan pH medium yang dapat berdampak pada penurunan kualitas sperma (Rizal dan Herdis, 2010).

Tingkat kekentalan semen berhubungan erat dengan konsentrasi, karena semakin kental semen yang dihasilkan dapat diartikan bahwa semakin tinggi konsentrasi spermanya. Menurut pendapat Evans dan Maxwell (1987), semen segar yang baik harus memiliki presentase spermatozoa motil 70%. Viabilitas atau daya hidup spermatozoa memiliki korelasi dengan motilitas yang ditentukan oleh kekuatan membran plasma spermatozoa (Azzahra *et al.*, 2016). Menurut pendapat Bindari *et al.* (2013), suplementasi Zn dapat meningkatkan rata-rata volume ejakulasi, konsentrasi semen, dan presentase motilitas sperma. Berdasarkan pemikiran di atas, maka diharapkan dengan penambahan *soybean meal* dan mineral mikro organik (Zn dan Cr) dalam ransum dapat meningkatkan kualitas semen kambing Rambon yang dilihat dari pemeriksaan makroskopis dan pemerikasaaan mikroskopis.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Substitusi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) berpengaruh terhadap kualitas semen pada kambing Rambon;
2. Kombinasi perlakuan substitusi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) menghasilkan kualitas semen yang terbaik

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kambing Rambon

Kambing Rambon diminati oleh peternak karena mampu beradaptasi dengan lingkungan yang tinggi, selain itu jenis kambing ini merupakan tipe dwiguna, yaitu sebagai ternak perah dan ternak potong (Adriani, 2003). Kambing Rambon merupakan kambing persilangan antara kambing Kacang betina dengan kambing Peranakan Etawa jantan. Genotip kambing Etawa pada kambing Rambon relatif lebih rendah dibandingkan dengan genotip kambing Kacang yang relatif tinggi yaitu lebih dari 50% (Purbowati, 2015). Karakteristik kambing Rambon dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kambing Rambon

Sumber: Kandang Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Kambing Rambon memiliki karakteristik fisik yaitu profil muka agak cembung, pola warna tubuh bervariasi seperti warna belang coklat putih, putih total hitam atau

coklat, coklat, putih, maupun warna hitam, serta kambing Rambon pejantan maupun betina memiliki tanduk (Purbowati, 2015). Kambing Rambon jantan memiliki bulu yang lebat pada paha belakang dan bobot badan dewasanya berkisar antara 21–40 kg (Tidariyanti, 2013).

2.2 Pakan

Pakan merupakan faktor terpenting dalam penentuan keberhasilan usaha peternakan, karena pakan dimanfaatkan ternak untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok, pertumbuhan, dan produksi. Kandungan yang ada di dalam pakan seperti karbohidrat, protein, lemak, air, vitamin, dan mineral dibutuhkan oleh ternak untuk menunjang produktivitas. Pakan ternak dapat berupa hijauan, konsentrat, dan pakan tambahan.

Pakan hijauan berasal dari tanaman dan kebutuhan hijauan untuk kambing yaitu sekitar 70% dari total pakan. Daun singkong sebagai sumber hijauan dapat dimanfaatkan menjadi pakan ternak. Daun singkong dapat diolah menjadi silase yang bertujuan sebagai cadangan pakan untuk mengatasi keterbatasan pakan hijauan pada musim kemarau. Pengolahan silase menggunakan daun singkong segar dapat menurunkan kandungan asam sianida, selain itu pemberian silase sebagai pakan untuk ternak dapat menghasilkan pencernaan protein kasar, konsumsi, dan retensi nitrogen yang lebih tinggi, sehingga meningkatkan pertambahan bobot hidup ternak yang lebih baik (Sirait dan Simanihuruk, 2010).

Konsentrat adalah bahan pakan yang memiliki kandungan protein tinggi dengan serat kasar yang rendah. Pada umumnya pemberian konsentrat untuk ternak dicampurkan dengan bahan pakan lain yang bertujuan untuk meningkatkan keseimbangan kandungan gizi yang terdapat dalam pakan (Hartadi *et al.*, 1980). Konsentrat terdiri dari onggok, bungkil sawit, bungkil kedelai, campuran jagung, dan dedak halus. Onggok merupakan limbah padat berbentuk ampas yang dihasilkan dari pengolahan

singkong menjadi tapioka. Onggok sebagai bahan pakan ternak memiliki kandungan energi metabolis yang tinggi yaitu 3.000–3.500 Kkal/kg serta kandungan protein kasar (PK) yang rendah yaitu 1,6–2,5% (Yohanista *et al.*, 2014). Selain onggok, konsentrat yang biasa digunakan sebagai bahan pakan yaitu bungkil sawit. Bungkil sawit merupakan pakan sumber protein nabati yang mengandung kadar protein 14,19–21,66%, lemak 9,5–10,5%, dan serat kasar 12–63% (Pasaribu, 2018).

Bungkil kedelai merupakan limbah dari produksi minyak kedelai yang dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber protein nabati. Kandungan gizi pada bungkil kedelai berdasarkan 100% BK adalah 51,9% PK; 5,1% SK; 1,3% LK; 6,7% abu, dan 35,0% BETN (Rasyaf, 1994). Pakan yang memiliki kandungan protein yang cukup serta memiliki struktur yang halus dapat dengan mudah tercerna oleh mikroba rumen ternak, sehingga proses pencernaan makanan di dalam rumen ternak akan lebih cepat serta dapat meningkatkan jumlah konsumsi pakan sehingga memiliki dampak yang positif terhadap pertumbuhan ternak (Martawidjaja *et al.*, 1986). Komponen protein mempunyai peran yang penting dalam suatu formula pakan ternak karena terlibat dalam pembentukan jaringan tubuh dan terlibat aktif dalam metabolisme vital seperti enzim, hormon, antibodi, dan lain sebagainya (Beski *et al.*, 2015).

Pemberian pakan untuk ternak yang memiliki kandungan protein tinggi mampu meningkatkan persentase hidup dan keutuhan membran plasma spermatozoa yang berfungsi untuk melindungi organel spermatozoa (Dethan *et al.*, 2010). Protein akan membungkus membran plasma spermatozoa, sehingga fosfolipid membran plasma spermatozoa hanya sedikit yang mengalami proses peroksidasi yang akan merusak membran sel spermatozoa (Leyn *et al.*, 2021). Membran plasma sel yang utuh juga akan melindungi vesikel akrosom yang berada tepat di bawah membran plasma sel di bagian ujung kepala spermatozoa dari kerusakan secara mekanik, sehingga vesikel akrosom tetap utuh (Rizal dan Herdis, 2010).

2.3 Mineral Zn

Mineral Zn merupakan salah satu jenis mineral mikro yang dibutuhkan oleh ternak dalam jumlah sedikit untuk mendukung produktivitas. Kebutuhan mineral Zn bagi ternak ruminansia sekitar 40–50 mg/kg (Arora, 1989). Kebutuhan mineral Zn pada ternak meningkat terutama pada masa pertumbuhan dan masa perkembangan reproduksi. Kualitas dan kuantitas sperma yang dihasilkan oleh ternak pejantan diduga turut dipengaruhi oleh keberadaan mineral Zn.

Suplementasi mineral Zn pada pakan sangat dibutuhkan ternak untuk menunjang fungsi reproduksi dan meningkatkan sistem imun (Widhyari *et al.*, 2015). Mineral Zn juga mampu berperan sebagai antioksidan serta mampu melindungi spermatozoa dari radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan membran dan menghambat fosfolipase pada peroksidase lipid (Syarifuddin *et al.*, 2016). Radikal bebas sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup spermatozoa sehingga diperlukan suatu zat antioksidan dalam campuran pengencer semen (Rizal dan Herdis, 2010).

Kekurangan mineral Zn di dalam tubuh ternak disebabkan asupan mineral Zn yang kurang di dalam pakan, hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi, dan sistem kekebalan tubuh pada ternak. Defisiensi Zn pada ternak dapat menyebabkan gangguan reproduksi, *infertilitas* dan kepekaan terhadap infeksi, sedangkan jika terjadi selama kebuntingan dapat berakibat pada pembentukan *fetus* yang *abnormal*, kematian *fetus* secara dini, dan menyebabkan *abortus* (Pinna, 2002). Defisiensi berat dapat dilihat dari gejala klinis yang ditimbulkannya seperti dermatitis, anorexia, dan parakeratosis (Underwood, 2001).

2.4 Mineral Cr

Kromium (Cr) merupakan salah satu mineral mikro yang diperlukan oleh ternak dalam jumlah sedikit untuk proses metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Mineral mikro Cr harus terpenuhi karena sangat penting untuk meningkatkan proses metabolisme dalam tubuh, jika tidak terpenuhi maka proses metabolisme tidak akan berfungsi maksimal (Sudrajat *et al.*, 2014). Suplementasi mineral Cr organik pada pakan akan meningkatkan efisiensi pengambilan energi oleh mikroba rumen sehingga dapat mencerna ransum dengan lebih baik (Kegley dan Spears, 1995).

Pemberian mineral Cr dalam pakan untuk ternak harus diperhatikan karena kadar Cr yang tinggi dapat merugikan dalam produksi spermatozoa (Skandhan *et al.*, 2005), mengubah kualitas semen, dan hormon reproduksi serta menurunkan jumlah dan morfologi spermatozoa yang normal (Kumar, 2008). Hasil penelitian mengenai mineral Cr masih sangat sedikit demikian juga rekomendasi kebutuhan mineral maupun ketersediannya dalam pakan masih terbatas. Kebutuhan nutrisi untuk mineral Cr tidak didefinisikan, tetapi akan meningkat pada kondisi seperti aktivitas gerak, transportasi, dan infeksi ketika kehilangan mineral Cr dalam urin meningkat (National Research Council, 2007).

2.5 Semen Kambing

Semen merupakan campuran dari spermatozoa dan sekresi kelenjar asesoris. Kelenjar asesoris berfungsi untuk membebaskan zat-zat tertentu yang ditambahkan dalam plasma yang sangat diperlukan untuk kehidupan spermatozoa (Prasetyo, 2020). Cairan kelenjar asesoris yang dihasilkan sangat mempengaruhi berapa banyak volume semen yang dihasilkan oleh ternak. Plasma yang memiliki berbagai zat makanan yang dibutuhkan spermatozoa ini mempunyai fungsi yang sangat vital sebagai medium perjalanan spermatozoa dari saluran reproduksi jantan ke saluran reproduksi betina selama ejakulasi (Sutama *et al.*, 2000).

Semen adalah sekresi kelamin pejantan yang secara normal yang diejakulasikan ke dalam saluran kelamin betina sewaktu kopulasi, tetapi dapat ditampung untuk keperluan inseminasi buatan. Semen mengandung air 75% dan prostaglandin lebih dari 40 µg/ml dan bersifat isotonik (Evans dan Maxwell, 1987). Sekitar 90% dari volume semen adalah seminal plasma, dan 10% sisanya adalah spermatozoa. 75% dari total seminal plasma terdiri dari air, bersifat netral, isotonik, dan sangat kaya bahan organik dan non organik yang berfungsi untuk melindungi serta sumber nutrisi bagi spermatozoa (Rijanders *et al.*, 1994).

Semen pada setiap kambing mempunyai kualitas yang berbeda-beda yang tergantung dari faktor bangsa, umur, bobot badan, kondisi ternak, nutrisi, dan lingkungan (Feradis, 2010). Aroma pada semen yang tertampung yaitu berbau khas disertai bau dari ternak tersebut, kondisi ini menunjukkan semen dalam keadaan normal. Umumnya bau semen dikategorikan sebagai bau khas (Rizal dan Herdis, 2008). Warna semen segar pada kambing normal berwarna putih susu, krem, atau kekuningan yang bisa dilihat langsung dari tabung penampungan (Husin *et al.*, 2017). Kadang-kadang sering berwarna kuning, karena mengandung riboflavin yang disekresikan oleh kelenjar vesikula (Evans dan Maxwell, 1987). Semen yang berwarna gelap seperti warna merah muda mengindikasikan adanya darah dari penis yang terluka saat penampungan (Ax *et al.*, 2008), warna coklat muda atau warna kehijau-hijauan menunjukkan kemungkinan semen terkontaminasi dengan feses (Feradis, 2010).

2.6 Kualitas Semen

Pemeriksaan kualitas semen secara makroskopis salah satunya yaitu volume ejakulasi untuk mengetahui kualitas semen segar setelah proses penampungan. Volume semen setiap penampungan dapat dilihat langsung pada tabung penampungan berskala (Susilawati, 2011). Volume ejakulat semen kambing atau domba berkisar antara

0,8–1,2 ml pH 5,9–7,3, konsentrasi 2.000–3.000 juta/ml, motilitas 60–80%, spermatozoa normal 80–95% (Garner dan Hafez 2000).

Perbedaan volume semen segar bisa disebabkan ukuran testis antar bangsa yang berbeda (Feradis, 2010). Volume yang diejakulasikan dipengaruhi oleh kondisi fisik, musim, keterampilan kolektor, dan frekuensi penampungan. Ejakulasi yang sering menyebabkan penurunan volume dan apabila dua ejakulat diperoleh berturut–turut dalam waktu singkat maka umumnya ejakulat yang kedua mempunyai volume yang lebih rendah (Feradis, 2010).

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas semen yaitu derajat keasaman (pH). Derajat keasaman sangat menentukan status kehidupan spermatozoa di dalam semen. Plasma semen mengandung zat penyangga yang berfungsi mempertahankan pH medium dan berbagai senyawa lainnya yang dapat menjalankan fungsi sebagai senyawa krioprotektan (Souhoka *et al.*, 2009). Semakin rendah atau semakin tinggi pH semen dari normal akan membuat spermatozoa lebih cepat mati (Susilowati dan Hernawati, 2011). Derajat keasaman (pH) semen kambing berkisar 5,9–7,3 yang dapat diamati dengan cara mengambil semen dengan ose dan diletakkan pada kertas lakmus, kemudian ditunggu perubahan warna dan dicocokkan dengan indikator warna yang ditetapkan (Garner dan Hafez, 2008). Variasi nilai pH dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu adanya aktivitas spermatozoa dalam menguraikan fruktosa sehingga pH menjadi turun, kontaminasi dengan mikroorganisme sehingga pH naik, dan perbedaan cara mengoleksi semen (Sundari *et al.*, 2013). Variasi pH ini erat kaitannya dengan kadar asam laktat yang dihasilkan dalam proses akhir metabolisme anaerobik pada spermatozoa (Toelihere, 1985).

Tinggi rendahnya nilai pH semen yang dihasilkan oleh ternak pejantan juga berkaitan dengan konsentrasi spermatozoa. Semakin tinggi konsentrasi spermatozoa, semakin rendah pH semen. Hal ini disebabkan oleh spermatozoa dalam jumlah banyak akan menghasilkan asam laktat dalam jumlah banyak pula sehingga semen semakin asam

atau pH semakin rendah (Rizal dan Herdis, 2008). Penurunan pH spermatozoa akan mempengaruhi pengaturan fungsi spermatozoa seperti reaksi akrosom dan motilitas (Holm dan Wishart, 1998).

Konsistensi atau kekentalan semen kambing memiliki konsistensi agak kental sampai kental, salah satu faktor yang mempengaruhi konsistensi yaitu frekuensi ejakulasi (Tambing *et al.*, 2000). Konsistensi sperma dapat diketahui dengan cara menggoyang–goyangkan tabung yang berisi sperma secara pelan–pelan (Ismaya, 2014). Semen yang memiliki konsistensi kental lebih baik daripada semen dengan konsistensi encer. Semen yang baik derajat kekentalannya hampir sama atau sedikit lebih kental dari susu, sedangkan semen yang jelek, baik warna maupun kekentalannya sama dengan air buah kelapa (Zulyazaini *et al.*, 2016). Konsistensi semen yang sedang diduga karena jumlah seminal plasma sebanding dengan jumlah spermatozoa permililiter semen.

Konsistensi semen berkorelasi dengan konsentrasi spermatozoa. Semakin keruh atau semakin kental biasanya jumlah spermatozoa per milliliter semen semakin banyak (Susilawati, 2011). Semakin kental semen dapat diartikan bahwa semakin tinggi konsentrasi spermatozoanya (Feradis, 2010). Hal ini sesuai dengan pendapat Evans dan Maxwell (1987) yang menyatakan bahwa semen segar yang memiliki jumlah spermatozoa banyak akan mengakibatkan semen lebih kental dan warna lebih pekat.

Motilitas spermatozoa atau daya gerak maju spermatozoa umumnya digunakan sebagai ukuran kesanggupan spermatozoa untuk membuahi ovum. Gerakan massa pada spermatozoa yang normal akan dapat diproses lebih lanjut jika gerakan massa berkisar antara (++) dan (+++) serta memiliki nilai motilitas individu di atas 40% (Toelihere, 1985). Motilitas mempunyai peranan penting dalam menentukan kualitas semen dan keberhasilan fertilitas (Zulyazaini *et al.*, 2016). Fertil pada ternak pejantan kebanyakan mempunyai 50%–80% spermatozoa yang motil aktif progresif.

Motilitas spermatozoa dapat terjadi karena adanya selubung mitokondria pada bagian tengah ekor spermatozoa yang berperan sebagai tempat sintesis energi untuk pergerakan (Feradis, 2010). Semakin aktif dan semakin banyak spermatozoa yang bergerak ke depan, maka gerakan massa akan semakin baik dan pergerakannya semakin cepat. Kecepatan Bergeraknya satu kelompok spermatozoa membentuk gelombang-gelombang bergantung pada konsentrasi, motilitas, dan abnormalitas (Toelihere 1993). Kecepatan dan pergerakan spermatozoa dipengaruhi oleh metode koleksi semen, lingkungan, penanganan dan perawatan semen sesudah koleksi, interval koleksi semen dan evaluasi semen, variasi individu pejantan, dan variasi musim (Evans dan Maxwell, 1987). Motilitas spermatozoa dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu: suhu dingin akan menghambat motilitas, sedangkan suhu panas meningkatkan motilitas spermatozoa zat kimia (Ismaya, 2014).

Abnormalitas morfologi pada spermatozoa dapat terjadi karena kelainan pada tubulus seminiferus, gangguan testikuler, dan kelainan yang terjadi setelah sel atau bakal sel kelamin meninggalkan epitel kecambah pada tubulus seminiferus, selama perjalanan melalui saluran epididymis, ductus deferens, selama ejakulasi dan perjalanannya melalui urethra (Toelihere, 1985). Persentase spermatozoa yang abnormal dapat dibenarkan sebesar <20% dari total populasi spermatozoa dalam satu ejakulat. Selama abnormalitas belum mencapai 20%, maka semen tersebut masih dapat dipakai untuk inseminasi. Persentase abnormalitas spermatozoa meliputi spermatozoa yang tidak memiliki kepala atau ekor, kepala besar atau kecil, memiliki dua kepala atau ekor (Toelihere, 1993). Kerusakan leher pada spermatozoa dapat diakibatkan karena pada suhu yang panas atau dalam keadaan stres, leher dapat mengalami kerusakan yang menyebabkan berpisahny kepala dan ekor (Evans dan Maxwell, 1987).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2022–Januari 2023. Pemeliharaan kambing di kandang Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengamatan kualitas semen kambing Rambon meliputi makroskopis dan mikroskopis yang dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Reproduksi, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang dengan tipe individu yang berjumlah 12 buah, timbangan digital, timbangan gantung, tali, ember, karung, terpal, sekop, silo, termos air, vagina buatan, *inner liner*, tabung penampung berskala, hemacytometer, mikroskop Leica DM750, label nama, pipet ukur, pipet tetes, sapu lidi, buku tulis, dan pena.

3.2.2 Bahan penelitian

Bahan–bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 ekor kambing Rambon jantan, kambing pemancing, semen segar, pH *indicator paper*, air hangat, pelicin, tisu, alcohol 70%, HCl 0,1 N, pewarna eosin 0,2%, pakan basal (onggok, silase daun

singkong, bungkil sawit, dan urea), *soybean meal*, air minum, dan penggunaan mineral mikro organik (Zn dan Cr).

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) berdasarkan bobot badan yang terdiri dari 3 kelompok yaitu kelompok 1, 2, dan 3, dengan 4 perlakuan. Berikut pembagian kelompok berdasarkan bobot badan kambing dari yang terkecil hingga terbesar, yaitu:

Kelompok 1: 25 kg–29,2 kg;

Kelompok 2: 29,9 kg–31 kg;

Kelompok 3: 31,6 kg–34 kg

Adapun perlakuan ransum yang diterapkan adalah:

P1 : Ransum basal 100% (onggok, silase daun singkong, bungkil sawit, dan urea 35 g/per100 kg pakan)

P2 : Ransum basal 90% + soybean meal 10%

P3 : Ransum basal 100% + mineral organik (Zn 40 ppm dan Cr 0,3 ppm)

P4 : Ransum basal 90% + soybean meal 10% + mineral organik (Zn 40 ppm dan Cr 0,3 ppm)

Adapun kandungan nutrisi bahan penyusun ransum dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan kandungan nutrisi ransum basal dan kandungan nutrisi ransum basal dan *soybean meal* masing–masing dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 1. Kandungan bahan penyusun ransum

Jenis Ransum	BK (%)	Abu	LK	SK	PK
Silase daun singkong	21,74	6,48	14,45	19,67	16,67
Onggok	92,73	11,68	9,99	21,72	2,09
Bungkil sawit	94,20	4,54	11,83	11,17	13,87
<i>Soybean meal</i>	93,26	6,84	7,69	3,43	38,15

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (2022).

Tabel 2. Kandungan nutrisi ransum basal

Jenis Ransum	Komposisi (%)	BK	Abu	LK	PK	SK
Onggok	30	27,81	3,50	2,99	6,51	0,62
Silase Daun Singkong	40	8,69	2,59	5,78	7,86	6,66
Bungkil Sawit	30	28,27	1,36	3,54	3,35	4,16
Total	100	64,78	7,45	12,32	17,73	11,45

Sumber: Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (2022).

Tabel 3. Kandungan nutrisi ransum basal dan *soybean meal*

Jenis Ransum	Komposisi (%)	BK	Abu	LK	SK	PK
Ransum Basal	90	58,308	6,712	11,093	15,961	10,31
<i>Soybean meal</i>	10	9,326	0,684	0,769	0,343	3,815
Total	100	67,634	7,396	11,862	16,304	14,125

Sumber: Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (2022).

Tata letak perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

P3K2	P4K1	P2K3	P1K1	P1K2	P2K2	P4K2	P3K1	P2K1	P3K3	P1K3	P4K3
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Gambar 2. Tata letak perlakuan

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Persiapan kandang kambing

Melakukan langkah persiapan kandang dimulai dengan sanitasi kandang terlebih dahulu, lalu menimbang seluruh kambing untuk dimasukkan ke dalam kandang tipe individu sesuai dengan pengacakan yang telah dirancang. Persiapan dilanjutkan dengan menyiapkan ransum yang akan diberikan kepada kambing.

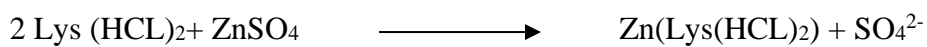
3.4.2 Pembuatan ransum basal

Pembuatan ransum dimulai dengan menghitung kandungan bahan pakan yang akan digunakan dalam ransum dan menghitung formulasi ransum. Bahan pakan yang digunakan terdiri dari hijauan silase daun singkong, konsentrat yang terdiri dari onggok, bungkil sawit, dan sedikit urea. Bahan pakan kemudian ditimbang sesuai dengan perhitungan yang telah ditentukan, lalu dicampurkan dengan cara mencampurkan bahan pakan yang jumlah kebutuhannya paling besar hingga terkecil dan dilakukan pengadukan dari bawah ke atas hingga homogen.

3.4.3 Pembuatan mineral organik

3.4.3.1 Pembuatan mineral organik Zn

Reaksi kimia terbentuknya mineral organik Zn yaitu:

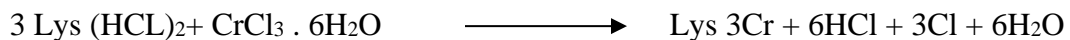


Prosedur pembuatan mineral organik Zn sebagai berikut:

1. menyiapkan alat dan bahan
2. menimbang lisin sebanyak 43,83 gr dan memasukkan bahan tersebut ke dalam gelas ukur;
3. menambahkan aquades kedalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;
4. menimbang ZnSO₄ sebanyak 16,14 gr dan memasukkan bahan tersebut kedalam gelas ukur;
5. menambahkan aquades kedalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;
6. mencampurkan kedua bahan hingga homogen;
memasukkan larutan ke dalam botol dan mengaduknya kembali hingga homogen kemudian menutup botol dengan rapat.

3.4.3.2 Pembuatan mineral organik Cr

Reaksi kimia terbentuknya mineral organik Cr yaitu:



Prosedur pembuatan mineral organik Cr sebagai berikut:

1. menyiapkan alat dan bahan;
2. menimbang lisin sebanyak 65,74 gr dan memasukkan bahan tersebut kedalam gelas ukur;
3. menambahkan aquades kedalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;
4. menimbang CrCl₃ . 6H₂O sebanyak 26,63 gr dan memasukkan bahan tersebut kedalam gelas ukur;
5. menambahkan aquades kedalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;

6. memasukkan larutan ke dalam botol dan mengaduknya kembali hingga homogen kemudian menutup botol dengan rapat.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Tahapan prelium

Kegiatan penelitian dimulai dari masa prelium yang berlangsung selama 14 hari. Pemberian ransum kambing diberi dengan empat perlakuan yaitu ransum basal, ransum basal + *soybean meal*, ransum basal + mineral organik (Zn dan Cr), dan ransum basal + *soybean meal* + mineral organik (Zn dan Cr). Pemberian ransum diberikan sebanyak tiga kali yaitu pada pagi hari pukul 07.00 WIB, siang hari pukul 12.00 WIB, dan sore hari pukul 17.00 WIB. Pemberian air minum diberikan secara tidak terbatas (*adlibitum*).

Tahap selanjutnya yaitu pengambilan semen pada 12 kambing Rambon jantan yang dilakukan di kandang Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Data yang diamati yaitu; volume ejakulasi, pH, warna, konsistensi, bau, motilitas massa, motilitas individu, persentase spermatozoa hidup, konsentrasi spermatozoa, dan abnormalitas spermatozoa.

3.5.2 Tahapan pengambilan data

3.5.2.1 Pemasangan vagina buatan

Proses pemasangan vagina buatan menurut Manehat *et al.*, (2021) yaitu:

1. memasang selongsong karet tipis ke dalam tabung luar, kemudian ujung selongsong karet tipis ditarik ke kiri dan ke kanan lalu dipasang pada bibir tabung luar;

2. mengeratkan kedua ujung selongsong karet tipis dengan tabung luar menggunakan karet gelang;
3. memasang corong dari karet tipis disalah satu ujung dari tabung dan dieratkan dengan karet gelang;
4. memasang tabung penampung yang dipasang di ujung corong karet tersebut dan dieratkan menggunakan karet gelang;
5. memasukkan air hangat dengan suhu 40°C melalui lubang yang ada hingga penuh;
6. mengisi udara dengan cara ditiup melalui lubang udara yang ada hingga vagina buatan keras dan rapat;
7. mengoleskan vaselin sebagai pelicin $\pm 3/4$ bagian tabung dan vagina buatan siap digunakan

3.5.2.2 Penampungan semen

Penampungan semen dilakukan dengan cara mendekatkan kambing pemancing ke kambing pejantan untuk mempertinggi libido kambing jantan agar kualitas dan kuantitas semen yang didapatkan bisa maksimal. Selanjutnya kambing pejantan akan menaiki kambing pemancing sebanyak tiga kali dan saat kambing jantan mulai ereksi, maka penampungan semen dilakukan dengan cara mengarahkan penis pejantan ke dalam vagina buatan agar pejantan mengeluarkan semennya. Semen kambing ditampung sebanyak dua kali menggunakan vagina buatan khusus kambing yang temperaturnya dijaga pada suhu 40–50°C (Susilawati, 2011) dan dilaksanakan pada pagi hari antara pukul 07.00–09.30 WIB.

Penampungan semen pada 12 ekor kambing pejantan dengan menggunakan vagina buatan yang diulang dibersihkan terlebih dahulu. Pembersihan vagina buatan terlebih dahulu dilakukan di bagian luar dan pembersihan bagian dalam. Pemeriksaan suhu kembali dilakukan, air panas ditambahkan kembali, dan pelicin kembali diberikan.

3.6 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini yaitu secara makroskopis (volume, pH, warna, konsistensi, dan bau semen) dan mikroskopis (gerakan massa spermatozoa, motilitas individu, persentase spermatozoa hidup, konsentrasi spermatozoa, dan abnormalitas spermatozoa) pada kambing Rambon.

3.6.1 Pemeriksaan makroskopis

3.6.1.1 Volume semen

Volume semen setiap penampungan pada kambing diukur dengan cara melihat langsung garis batas cairan semen setara dengan skala pada tabung penampungan berskala.

3.6.1.2 pH semen

Derajat keasaman (pH) semen kambing diamati dengan cara mengambil kertas pH *indicator paper* dan memasukkannya dengan menggunakan pinset ke dalam semen dan kemudian ditunggu. Selanjutnya mengamati perubahan warna dan dicocokkan dengan indikator warna yang ditetapkan.

3.6.1.3 Konsistensi semen

Konsistensi semen kambing diamati dengan cara memiringkan tabung penampung yang berisi semen secara perlahan–lahan sehingga terlihat gerakan permukaan semen di dalam tabung. Konsistensi encer yaitu semen akan segera kembali ke dasar tabung, konsistensi sedang akan membuat semen kembali ke dasar dengan kecepatan yang lebih lambat lalu sebagian semen masin menempel di dinding tabung, dan konsistensi

kental ditandai dengan semen kembali ke dasar tabung secara perlahan dan menyisakan sebagian semen di dinding tabung.

3.6.1.4 Warna semen

Warna semen diamati dengan cara melihat langsung dari tabung sperma, semen segar dapat berwarna putih susu, krem, atau kekuningan.

3.6.1.5 Bau semen

Bau semen dapat langsung dicium baunya langsung pada tabung sperma, semen segar berbau khas atau tidak khas.

3.6.2 Pemeriksaan mikroskopis

3.6.2.1 Motilitas massa spermatozoa

Motilitas massa spermatozoa diamati dengan cara meletakkan semen sebanyak satu tetes di atas *object glass* tanpa ditutup *cover glass* kemudian menurut pendapat Toelihere (1993), diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran kecil (10x10) dan cahaya dikurangi. Kualitas spermatozoa dapat ditentukan berdasarkan penilaian gerakan massa adalah sebagai berikut:

- | | |
|-----------|---|
| Buruk (0) | : jika hanya sedikit atau tidak terlihat gerakan individual spermatozoa |
| Cukup (+) | : jika tidak terlihat gerakan spermatozoa seperti gelombang tapi hanya terlihat gerakan individual aktif progresif. |
| Baik (++) | : jika gerakan spermatozoa terlihat seperti gelombang gelombang kecil, tipis, jarang, kurang jelas, dan bergerak lamban |

Sangat baik (+++) : jika gerakan spermatozoa terlihat membentuk gelombang gelombang besar, banyak, gelap, dan aktif serta bergerak cepat berpindah–pindah tempat.

3.6.2.2 Motilitas individu spermatozoa

Penilaian motilitas individu diamati dengan cara mengambil satu tetes semen dan diletakkan di atas *object glass* dan ditutup dengan *cover glass* kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Penilaian motilitas individu ini dalam bentuk persentase spermatozoa yang bergerak Toelihere (1993), spermatozoa yang bergerak progresif dengan gerakan lain yang tidak progresif dan dinyatakan dalam persentase antara 0–100% (Evans dan Maxwell, 1987)

3.6.2.3 Persentase spermatozoa hidup

Persentase spermatozoa hidup dihitung dengan cara meneteskan satu tetes semen ke atas gelas objek lalu menambahkan satu tetes larutan eosin dan dicampur secara merata lalu dikeringkan di atas api bunsen hingga kering dan membentuk preparat apus kemudian diamati menggunakan mikroskop pembesaran 10x40 kali.

Spermatozoa yang hidup tidak akan menyerap larutan eosin sehingga kepalanya bening sedangkan spermatozoa yang mati akan menyerap larutan eosin sehingga kepalanya berwarna merah. Jumlah spermatozoa yang dihitung minimal 210 sel dan dihitung secara zig–zag sampai 10 lapang pandang. Persentase spermatozoa hidup dihitung dengan rumus:

$$\text{Spermatozoa Hidup (\%)} = \frac{\text{jumlah spermatozoa hidup}}{\text{jumlah total spermatozoa}} \times 100\%$$

3.6.2.4 Konsentrasi spermatozoa

Konsentrasi spermatozoa dapat diamati menggunakan hemacytometer dengan cara menghisap semen sebanyak 0,5 ml menggunakan pipet hemacytometer, kemudian menambahkan larutan HCl hingga sampai skala 101 ml yang berfungsi untuk pengencer dan mematikan spermatozoa. Campuran tersebut dihomogenkan dengan cara digoyang perlahan sampai 3–5 menit. Setelah itu, beberapa tetes dibuang dan diteteskan ke kamar hitung hemacytometer dan dihitung pada lima kamar hitung neubauer menggunakan mikroskop pembesaran 400 kali (Toelihere, 1993).

3.6.2.5 Abnormalitas spermatozoa

Abnormalitas spermatozoa dievaluasi menggunakan pewarnaan eosin dan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali dengan jumlah spermatozoa yang dihitung minimal 210 sel dan dihitung secara zig–zag sampai 10 lapang pandang. Perhitungan persentase abnormalitas dapat dihitung dengan cara menghitung jumlah spermatozoa abnormal dibagi jumlah spermatozoa yang diamati dan bisa dilihat persentasenya dengan cara dikalikan 100% (Toelihere, 1993). Persentase abnormalitas spermatozoa dihitung dengan rumus:

$$\text{Abnormalitas (\%)} = \frac{\text{jumlah spermatozoa abnormal}}{\text{jumlah sel spermatozoa keseluruhan}} \times 100\%$$

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis deskriptif kualitatif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Substitusi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) pada ransum dapat memberikan pengaruh yang baik (volume, pH, warna, konsistensi, dan bau semen) dan mikroskopis (motilitas massa, motilitas individu, persentase spermatozoa hidup, konsentrasi spermatozoa, dan abnormalitas spermatozoa).
2. Substitusi kombinasi *soybean meal* dan mineral organik (Zn dan Cr) baik tunggal maupun kombinasi belum dapat menghasilkan nilai volume semen, motilitas massa, motilitas individu, persentase spermatozoa hidup, dan konsentrasi semen yang terbaik pada kambing Rambon.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan di atas yaitu:

perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meningkatkan jumlah *soybean meal* dalam ransum.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani. 2003. Optimalisasi Produksi Anak dan Susu Kambing Peranakan Etawa dengan Superovulasi dan Suplementasi Seng. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anderson, R.A., and MM., Polansky. 1981. Dietary chromium deficiency: Effect on sperm count and fertility in rats. *Biological Trace Element Research*. 3(1): 1–5.
- Amanata, I. A. 2013. Chromium in livestock nutrition: A review. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 2(12): 289–306.
- Arora, S.P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminasia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ax, R.L., M. Dally, B.A. Didion, R.W. Lenz, C.C. Love, D.D. Varner, B. Hafez, and M.E. Bellin. 2008. Semen Evaluation in Reproduction in Farm Animal. 7th Edition. Reproductive Health Kiawah Island. South Carolina. USA.
- Azzahra, F.Y., E.T. Setiatin, dan D. Samsudewa. 2016. Evaluasi motilitas dan pesentase hidup semen segar sapi PO Kebumen pejantan muda. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 11(2): 99–107.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian. RI.
- Beski, S.S.M., R.A. Swick, and P.A. Iji. 2015. Specialised protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*. 1(2): 47–53.
- Bindari, Y.R., S. Shrestha, N. Shrestha, and T.N. Gaire. 2013. Effects of nutrition on reproduction—A review. *Advances in Applied Science Researc*. 4(1): 42–49.

- Cameron, A.W.N., P.M. Murphy, and C.M. Oidham. 1988. Nutrition of rams and output of spermatozoa. *Proceedings. The Australian society of animal production.* 17: 162–165.
- Campbell. J.R., K.L. Campbell, and M.D. Kenealy. 2003. Artificial Insemination. In :*Animal Science.* 4th Edition. Mc Graw–Hili. New York.
- Dethan, A.A., Kustono, dan H. Hartadi. 2010. Kualitas dan kuantitas sperma kambing Bligon jantan yang diberi pakan rumput gajah dengan suplementasi tepung darah. *Buletin Peternakan.* 34(3): 145–153.
- Evans, G. and W.M.C., Maxwell. 1987. *Salamon’s Artificial Insemination of Sheep and Goats.* Butterworths. London.
- Feradis. 2010. *Bioteknologi Reproduksi pada Ternak.* Alfabeta. Bandung.
- Frandsen, R.D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak.* Edisi ke-4. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Geary, T.W., W.L. Kelly, D.S. Spickard, C.K. Larson, E.E. Grings, and R.P. Ansotegui. 2016. Effect of supplemental trace mineral level and form on peripubertal bulls. *Animal Reproduction Science.* 168: 1–9.
- Garner, D.L. and E.S.E. Hafez. 2000. Spermatozoa and Seminal Plasma. In *Reproduction in Farm Animals.* 7th Edition. Publisher: Lea and Febiger. Philadelphia.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprojo, dan A.D. Tillman. 1980. *Tabel Konsumsi Pakan untuk Indonesia.* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Herdis. 2005. *Optimalisasi Inseminasi Buatan Melalui Aplikasi Teknologi Laserpunktur pada Domba Garut (Ovis aries).* Disertasi. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Hindrawati, S., G. Ciptadi, dan S. Chuzaemi. 2020. Kajian suplementasi zinc organik terhadap kualitas semen pejantan sapi Bos Indicus. *Journal of tropical animal production.* 21(2): 237–245.
- Holm, L. and G.J. Wishart. 1998. The effect of pH on the motility of spermatozoa from chicken, turkey, and quail. *Animal Reproduction Science.* 54(1): 45–54.

- Husin, N., T. Suteky, dan Kususiayah. 2017. Uji kualitas semen kambing Nubian dan peranaknya (kambing Nubian X PE) serta kambing Boer berdasarkan lama penyimpanan. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 2(2): 1–9.
- Ismaya. 2014. Bioteknologi Inseminasi Buatan pada Sapi dan Kerbau. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kegley, E.B. and J.W. Spears. 1995. Immuneresponse, glucose metabolism, and performance of stressed feeder calves fed inorganic or organic chromium. *Journal of Animal Science*. 73(9): 2721–2726.
- Kumar. 2008. Is environmental exposure associated with reproductive health impairments (Review). *Journal Turkish–German Gynecol Association*. 9(1): 60–69.
- Kurnia, F., M. Suhardiman, L. Stephani, dan T. Purwadaria. 2012. Peranan nano mineral sebagai bahan imbuhan pakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi ternak. *Jurnal Wartazoa*. 22(4): 187–193.
- Leyn, M.F.T., H.L.L. Belli, W.M. Nalley, P. Kune, dan T.M. Hine. 2021. Kualitas spermatozoa kambing Bligon dalam pengencer tris–kuning telur dengan penambahan berbagai level ekstrak kulit buah naga. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 8(1): 23–32.
- Manehat, F.X., A.A. Dethan, dan P.K. Tahuk. 2021. Motilitas, viabilitas, abnormalitas Spermatozoa dan pH semen sapi Bali dalam pengencer sari air tebu–kuning telur yang disimpan dalam waktu yang berbeda. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*. 3(2): 76–90
- Martawidjaja. M., A. Wilson, dan B. Sudaryanto. 1986. Suplementasi gaplek dalam ransum yang menggunakan rumput gajah dan bungkil biji kapuk untuk pertumbuhan domba. *Jurnal Ilmu dan Peternakan*. 4(3): 303–306.
- Muhtarudin, Liman, dan Y. Widodo. 2003. Penggunaan Seng Organik dan Polyunsaturated Fatty Acid dalam Upaya Meningkatkan Ketersediaan Seng, Pertumbuhan, serta Kualitas Daging Kambing. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi.
- National Research Council. 2007. The Role of Chromium in Animal Nutrition. National Academic Press. Washington, D.C.
- National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academy Press. Washington, D.C.

- Pasaribu, T. 2018. Upaya meningkatkan kualitas bungkil inti sawit melalui teknologi fermentasi dan penambahan enzim untuk unggas. *Wartazoa*. 28(3): 119–128.
- Philsan. 2010. Feed Reference Standards. 4th Edition. Philippine Society of Animal Nutritionists. Laguna.
- Pinna, K., S.K. Darshan, C.T. Peter, and C.K. Janet. 2002. Immune functions are maintained in healthy men with low zinc intake. *Journal of Nutrition*. 132(7): 2033–2036.
- Prasetyo, H., Y.S. Ondho, dan S. Daud. Kualitas makroskopis semen segar pejantan sapi Peranakan Ongole kebumen pada umur yang berbeda. *Journal of Animal Research Applied Sciences*, 2(1).
- Purbowati, E., I. Rahmawati, dan E. Rianto. 2015. Jenis hijauan pakan dan kecukupan nutrisi kambing Jawarandu di Kabupaten Brebes Jawa Tengah. *Pastura*. 5(1): 10–14.
- Rasyaf, M. 1994. Makanan ayam broiler. Kanisius. Yogyakarta.
- Rijanders, P., P.M. Verveld, M.H. Piedrieriet, M. Brass, J.W. Lens, and G.H. Jailmaker. 1994. Laboratory aspect on in vitro fertilization. IVF laboratory. N.V. *Organon*. 21–48.
- Rizal, M., Herdis, M. Surachman, dan W.M. Mesang–Nalley. 2008. Pengaruh plasma semen domba priangan terhadap daya hidup spermatozoa kambing Peranakan Etawah yang disimpan pada suhu 3–5°C. *Jurnal Ilmu Ternak Veteriner*. 13(1) : 23–29
- Rizal, M. dan Herdis. 2010. Peran antioksidan dalam meningkatkan kualitas semen beku. *Wartazoa*. 20(3): 139–145.
- Salisbury G.W. dan N.L. VanDemark. 1985. Fisiologi Reproduksi dan Inseminasi Buatan pada Sapi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Saputra, D. J., M. N Ihsan, dan N. Isnaini. 2017. Korelasi antara lingkaran skrotum dengan volume semen, konsentrasi, dan motilitas spermatozoa pejantan sapi Bali. *Jurnal Ternak Tropika*. 18(2): 47–53.
- Sirait, J. dan K. Simanihuruk. 2010. Potensi dan Pemanfaatan daun ubi kayu dan ubi jalar sebagai sumber pakan ternak ruminansia kecil. *Wartazoa*. 20(2): 75–84.

- Skandhan, K.P, M.T. Makada, and S. Amit. 2005. Levels of cadmium, chromium, nickel, manganese, and lead in normal and pathological human seminal plasma. *Urologia journal*. 72(4): 461–464.
- Souhoka, D.F., M.J., Matatula, W.M., Mesang–Nalley, dan M, Rizal. 2009. Laktosa mempertahankan daya hidup spermatozoa kambing Peranakan Etawah yang dipreservasi dengan plasma semen domba Priangan. *Jurnal Veteriner*. 10(3): 135–142.
- Sudrajat, D., D. Kardaya, E. Dihansih, dan S.F.S. Puteri. 2014. Performa produksi telur burung puyuh yang diberi ransum mengandung kromium organik. *Indonesian Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 19(4): 257–262.
- Sundari, T.W., T.R. Tagama, dan Maidaswar. 2013. Korelasi kadar pH semen segar dengan kualitas semen sapi Limousin di Balai Inseminasi Buatan. *Jurnal Ilmu Peternakan*. 1(3): 1043–1049.
- Susilawati, T. 2011. Spermatologi. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Susilowati, S. dan T. Hernawati. 2011. Penambahan protein insulin like growth factor–I complex dalam pengencer pembekuan semen terhadap kualitas spermatozoa kambing pada waktu ekuilibrasi. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 5(2): 67–72.
- Sutama, I.K., B. Setiadi, P. Situmorang, U. Adiati, Budiarsana, T. Kostaman, Maulana, Mulyawan, dan R. Sukmana. 2000. Uji kualitas semen beku kambing peranakan Etawah dan kambing Boer. Laporan Bagian Proyek Rekayasa Teknologi Peternakan. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Syarifuddin, N.A., A. Toleng, D.P. Rahardja, I., dan M. Yusuf. 2016. Daun kelor sumber mineral seng (Zn) untuk meningkatkan libido dan kualitas semen pejantan sapi Bali. Prosiding. Seminar Nasional Lahan Basah. Banjarmasin.
- Tambing, S.N., M.R. Toelihere, T.L. Yusuf, dan I.K. Sutama. 2000. Pengaruh gliserol dalam pengencer tris terhadap kualitas semen beku kambing Peranakan Etawah. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 5(2): 84–91.
- Tariq, M.M., E. Eyduran, M.A. Bajwa, A. Waheed, F. Iqbal, and Y. Javed. 2012. Prediction of body weight from testicular and morphological characteristics in indigenous Mengali sheep of Pakistan using factor analysis scores in multiple linear regression analysis. *International Journal of Agriculture And Biology*. 14(4): 590–594.

- Tidariyanti, G. 2013. Hubungan Ukuran–ukuran Tubuh dengan Bobot Badan Kambing Jawarandu Jantan di Kabupaten Brebes. Skripsi. Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Toelihere, M.R. 1985. Inseminasi Buatan pada Ternak. Cetakan II. Angkasa. Bandung.
- Toelihere, M.R. 1993. Inseminasi Buatan pada Ternak. Angkasa. Bandung.
- Underwood, E.J. 2001. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4th Edition Academic Press. New York.
- Widhyari, S.D., A. Esfandiari, A. Wijaya, R. Wulansari, S. Widodo, dan L. Maylina, 2015. Tinjauan penambahan mineral Zn dalam pakan terhadap kualitas spermatozoa pada sapi Frisian Holstein jantan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 20(1): 72–77.
- Yohanista, M., O. Sjoifjan, dan E. Widodo. 2014. Evaluasi nutrisi campuran onggok dan ampas tahu terfermentasi *Aspergillus niger*, *Rizhopus oligosporus* dan kombinasi sebagai bahan pakan pengganti tepung jagung. *Jurnal Ilmu–ilmu Peternakan*. 24(2): 72–83.
- Zulyazaini, Dasrul, S. Wahyuni, M. Akmal, dan M.A.N. Abdullah. 2016. Karakteristik semen dan komposisi kimia plasma seminalis sapi Aceh yang dipelihara di BIBD Saree Aceh Besar. *Jurnal Agripet*. 16(2): 121–130.