

**PENGARUH SUPLEMENTASI MINERAL ORGANIK (Cu-Lisinat dan Zn-Lisinat) DAN ASAM AMINO PEMBATAS (Metionin) DALAM RANSUM BERBASIS LIMBAH SINGKONG TERHADAP KECERNAAN BAHAN KERING DAN BAHAN ORGANIK PADA KAMBING *CROSS BOER* JANTAN**

**Skripsi**

**Oleh**

**Monika Yuliana Putri  
2214241029**



**JURUSAN PETERNAKAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### **PENGARUH SUPLEMENTASI MINERAL ORGANIK (Cu-Lisinat dan Zn-Lisinat) DAN ASAM AMINO PEMBATA (Metionin) DALAM RANSUM BERBASIS LIMBAH SINGKONG TERHADAP KECERNAAN BAHAN KERING DAN BAHAN ORGANIK PADA KAMBING *CROSS BOER* JANTAN**

Oleh

**Monika Yuliana Putri**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino pembatas (Metionin) terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan, serta mengetahui perlakuan terbaik dalam ransum terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan. Penelitian ini dilaksanakan pada November—Desember 2025 di Kahfi *farm*, Jati Agung, Lampung Selatan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu P0: ransum basal 100%; P1: ransum basal + 10 ppm Cu-lisinat dan 40 ppm Zn-lisinat; P2: P1 + Metionin 0,1%. Peubah yang diamati yaitu pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (Anova). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino Metionin tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO) pada kambing *cross* Boer Jantan.

Kata Kunci : Kambing *cross* Boer, Mineral Zn-lisinat, Mineral Cu-lisinat, Metionin, Kecernaan bahan kering, Kecernaan bahan organik.

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF THE ORGANIC MINERAL SUPPLEMENTATION (Cu-Lysinate and Zn- Lysinate) AND LIMITING AMINO ACID (Methionine) IN CASSAVA WASTE-BASED RATIONS ON DRY MATTER AND ORGANIC MATTER DIGESTION IN MALE CROSS-BOER GOATS**

By

**Monika Yuliana Putri**

This study aims to determine the effect of organic mineral supplementation (Cu-lysinate and Zn-lysinate) and limiting amino acid (Methionine) on dry matter and organic matter digestibility in male cross Boer goats, and to determine the best treatment in the ration on dry matter and organic matter digestibility in male cross Boer goats. This study was conducted in November—December 2025 at Kahfi farm, Jati Agung, South Lampung. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatments and 4 replications. The treatments given were P0: 100% basal ration; P1: basal ration + 10 ppm Cu-lysinate and 40 ppm Zn-lysinate; P2: P1 + 0.1% Methionine. The variables observed were dry matter digestibility and organic matter digestibility. The data obtained were analyzed using Analysis of Variance (Anova). The results of the study showed that supplementation of organic minerals (Cu-lysinate and Zn-lysinate) and the amino acid Methionine had no significant effect ( $P>0.05$ ) on dry matter digestibility and organic matter digestibility in male Boer cross goats.

Keywords: Boer cross goat, Zn-lysinate mineral, Cu-lysinate mineral, Methionine, Dry matter digestibility, Organic matter digestibility.

**PENGARUH SUPLEMENTASI MINERAL ORGANIK (Cu-Lisinat dan Zn-Lisinat) DAN ASAM AMINO PEMBATAS (Metionin) DALAM RANSUM BERBASIS LIMBAH SINGKONG TERHADAP KECERNAAN BAHAN KERING DAN BAHAN ORGANIK PADA KAMBING *CROSS BOER* JANTAN**

Oleh

**MONIKA YULIANA PUTRI**  
2214241029

**SKRIPSI**

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

pada

**Jurusan Peternakan**  
**Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS LAMPUNG**  
**BANDAR LAMPUNG**  
2026

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **Pengaruh Suplementasi Mineral Organik (Cu-Lisinat dan Zn-Lisinat) dan Asam Amino Pembatas (Metionin) dalam Ransum Berbasis Limbah Singkong terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik pada Kambing Cross Boer Jantan**

Nama : **Monika Yuliana Putri**

NPM : 2214241029

Jurusan/Program Studi : **Peternakan/Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak**

Fakultas : **Pertanian**

### MENYETUJUI

#### 1. Komisi Pembimbing

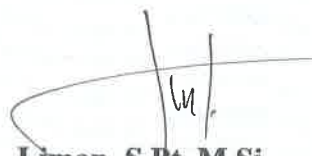
Pembimbing Utama



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

NIP 196103071985031006

Pembimbing Anggota



**Liman, S.Pt, M.Si.**

NIP 196704221994021001

#### 2. Ketua Jurusan Peternakan



**Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU.**

NIP 196706031993031002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

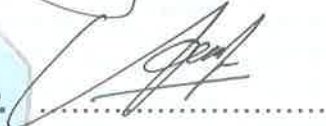
**Ketua : Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.**



**Sekretaris : Liman, S.Pt., M.Si.**



**Penguji : Dr. Agung Kusuma Wijaya, S.Pt., M.P.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**  
NIP. 196411181989021002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 29 April 2026**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Monika Yuliana Putri  
NPM : 2214241029  
Program Studi : Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak  
Jurusan : Peternakan  
Fakultas : Pertanian

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Suplementasi Mineral Organik (Cu-Lisinat dan Zn-Lisinat) dan Asam Amino Pembatas (Metionin) dalam Ransum Berbasis Limbah Singkong terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik pada Kambing *Cross Boer Jantan*” tersebut adalah hasil penelitian saya kecuali bagian-bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini benar, maka saya sanggup dituntut berdasarkan undang-undang peraturan berlaku.

Bandar Lampung, 17 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



Monika Yuliana Putri

NPM. 2214241029

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bumi Kencana, Kec. Seputih Agung, Kab. Lampung Tengah pada 25 Juli 2004. Penulis merupakan anak terakhir dari dua bersaudara, putri dari pasangan bapak Rumiyanto dan Ibu Maryam. Penulis menyelesaikan pendidikan pertamanya di PAUD Kasih Ibu Bumi Kencana pada tahun 2010, sekolah dasar di SD Negeri 3 Bumi Kencana pada 2016, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 3 Terbanggi Besar pada 2019, dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Seputih Agung pada 2022. Selanjutnya penulis mendaftar sebagai mahasiswa dan menempuh pendidikan tinggi di program studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2022 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti beberapa kegiatan seperti mengikuti kegiatan praktik umum di CV. Mulfapur Prinsewu pada Juni hingga Agustus 2025 dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Periode 1 tahun 2025 di Desa Notoharjo, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah pada Januari hingga Februari 2025. Selain itu, penulis juga menjadi anggota aktif Himpunan Mahasiswa Peternakan (HIMAPET).

## MOTTO

“Allah memang tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tapi dua kali Allah berjanji bahwa : fa inna ma'al-'usri yusra, inna ma'al-'usri yusra”  
(Qs. Al-Insyirah 94 : 5-6)

“Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar”  
(Qs. Al-Baqarah, 153)

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi dan tidak ada mimpi yang patut diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan”  
(Maudy Ayunda)

“Setetes keringat orangtuaku yang keluar, ada seribu langkahku untuk maju. Hiduplah untuk orangtuamu, keinginanmu, dan masadepanmu”  
(Penulis)

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirabbilalamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah serta cinta kasih-Nya yang telah memebrikan penulis kekuatan dan kemudahan untuk menuntut ilmu serta diberikan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pemberi syafaat dihari akhir nanti. Kupersembahkan karya sederhana ini dengan segala ketulusan, perjuangan, dan kerendahan hati kepada

Perempuan luar biasa, Ibuku, Maryam dan Bapakku tercinta, Rumiyanto yang telah membesarkan, memberi kasih sayang, senantiasa mendoakan, dan membimbing dengan penuh kesabaran.

Kakakku, Nenek, Keluarga besar serta sahabat-sahabatku untuk semua doa, dukungan, motivasi, kekuatan, dan kasih sayangnya

Seluruh guru dan dosen, kuucapkan terimakasih untuk segala ilmu berharga yang telah diajarkan sebagai wawasan dan pengalaman.

Serta

Institusi dan almamater tercinta yang turut membuat dan memberi banyak pengalaman sehingga menjadi pribadi yang lebih baik dalam berfikir, berucap maupun bertindak.

**UNIVERSITAS LAMPUNG.**

## SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya dengan judul “Pengaruh Suplementasi Mineral Organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan Asam Amino Pembatas (Metionin) terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik pada Kambing *Cross Boer Jantan*” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Peternakan di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih pada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, atas izin dan fasilitas yang telah diberikan;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU., selaku Ketua Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan;
3. Bapak Prof. Ir. Akhmad Dakhlan, M.P., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Bapak Ir. Syahrrio Tantalo, M.P., selaku Dosen Pembimbing Akademik, atas perhatian, bimbingan, dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S., selaku Pembimbing Utama, atas bimbingan, arahan, nasihat, waktu, serta ilmu yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Bapak Liman, S.Pt., M.Si., selaku Pembimbing Anggota, atas saran, arahan, ilmu, dan bimbingan selama penulisan skripsi ini;

7. Bapak Dr. Agung Kusuma Wijaya, S.Pt., M.P., selaku Dosen Pembahas, atas persetujuan, masukan, motivasi, dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini;
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, atas ilmu pengetahuan, nasihat, serta bimbingan yang telah diberikan kepada penulis;
9. Kepada kedua orangtuaku, Bapak Rumianto dan Ibu Maryam yang senantiasa memberikan perhatian, semangat, motivasi, nasihat, serta kasih sayang yang tulus dan ikhlas, serta doa doa yang selalu tercurah tiada henti bagi penulis;
10. Mas Febri dan Mbak Citra, serta seluruh keluarga besar penulis atas semangat, dukungan dan doa yang diberikan;
11. Mas Ferry Pebriansyah, S.Pt., dan Mbak Fera Erviana, S.Pt., selaku pemilik Peternakan Kahfi Farm, atas segala bantuan, dukungan, motivasi, saran dan ketersediaan fasilitas selama pelaksanaan penelitian.
12. Rekan tim penelitian, Nadira, Tegar Rifa Pratama, Tyas Sabrina, dan Syafira Aulia Rahma atas perjuangan dan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini dari awal hingga akhir;
13. Sahabat terdekat penulis, Vivi Fitriani, atas kebersamaan, dukungan, motivasi, masukan dan semangat selama penyusunan skripsi ini;
14. Keluarga besar Jurusan Peternakan angkatan 2022 atas kebersamaanya, serta;
15. Semua sahabat, teman-teman, dan kerabat yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal baik dan memperoleh balasan pahala dari Allah SWT dan skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 03 Februari 2025  
Penulis,

**Monika Yuliana Putri**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Pemikiran .....	4
1.5 Hipotesis.....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Kambing <i>Cross Boer</i> .....	7
2.2 Pakan Kambing .....	8
2.3 Limbah Singkong.....	9
2.4 Mineral Organik Cu dan Zn .....	10
2.5 Asam Amino Esensial .....	11
2.5.1 Lisin .....	11
2.5.2 Metionin.....	12
2.6 Kecernaan Bahan Kering .....	13
2.7 Kecernaan Bahan Organik .....	14
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	16
3.2.1 Alat penelitian.....	16
3.2.2 Bahan penelitian .....	16

3.3 Rancangan Penelitian .....	17
3.4 Peubah yang Diamati .....	18
3.4.1 Kecernaan bahan kering .....	18
3.4.2 Kecernaan bahan organik .....	18
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	18
3.5.1 Pembuatan ransum basal .....	18
3.5.2 Pembuatan mineral organik Cu-lisinat dan Zn-lisinat.....	19
3.6 Prosedur Penelitian.....	20
3.6.1 Persiapan penelitian.....	20
3.6.2 Kegiatan penelitian.....	20
3.6.3 Koleksi feses .....	21
3.6.4 Prosedur analisis proksimat .....	21
3.7 Analisis Data .....	23
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Pengaruh Ransum terhadap Kecernaan Bahan Kering (KcBK) pada Kambing <i>Cross Boer</i> Jantan .....	24
4.2 Pengaruh Ransum terhadap Kecernaan Bahan Organik (KcBO) pada Kambing <i>Cross Boer</i> Jantan .....	27
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>30</b>
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kandungan nutrisi bahan penyusun ransum.....	17
2. Kandungan nutrisi ransum basal .....	17
3. Data hasil perlakuan ransum terhadap pencernaan bahan kering (KcBK) pada kambing <i>cross boer</i> jantan .....	24
4. Data hasil perlakuan ransum terhadap pencernaan bahan organik (KcBO) pada kambing <i>cross boer</i> jantan .....	27
5. <i>Analysis of Variance</i> (Anova) pencernaan bahan kering .....	38
6. <i>Analysis of Variance</i> (Anova) pencernaan bahan organik .....	38

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Tata letak perlakuan.....	18
2. Pembuatan mineral organik.....	39
3. Pembuatan ransum .....	39
4. Penimbangan ransum .....	39
5. Koleksi feses.....	40
6. Penjemuran feses.....	40
7. Penimbangan feses .....	40
8. Penghalusan sampel feses .....	41
9. Analisis kadar air feses.....	41
10. Analisis kadar abu feses.....	41

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam upaya memenuhi kebutuhan protein hewani, sektor peternakan memegang peran yang sangat penting. Sebagai penghasil daging dan susu, ternak ruminansia memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan sekarang dan dimasa yang akan datang. Kambing merupakan salah satu ternak ruminansia kecil yang banyak dipelihara di Indonesia. Kambing banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena modalnya cukup kecil, pemeliharaanya yang mudah, serta potensi produksi dan reproduksi tinggi. Populasi kambing di wilayah Lampung mencapai 1.966.835 ekor dengan total populasi di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 15.710.055 ekor yang mengalami peningkatan jumlah populasi dibandingkan pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik, 2025). Meningkatnya populasi kambing di Indonesia seiring dengan meningkatnya kebutuhan protein hewani masyarakat. Salah satu jenis ternak kambing yang umum dikembangkan sebagai salah satu kambing pedaging unggul yaitu kambing *cross* Boer.

Salah satu program yang dilakukan untuk meningkatkan performa produksi kambing yaitu dengan melakukan perkawinan silang atau *cross breeding*. Kambing *cross* Boer merupakan hasil persilangan antara kambing boer sebagai pejantan dengan induk kambing lokal. Pemilihan bangsa atau ras yang memiliki sifat unggul tentu sangat penting dalam proses persilangan. Keunggulan kambing ini terletak pada pertumbuhan bobot badan yang cepat, reproduksi baik, dan mampu beradaptasi dengan berbagai lingkungan (Suharyati dan Hartono, 2013).

Produktivitas kambing yang dipelihara akan sangat menentukan keberhasilan dari sebuah usaha. Produktivitas ternak dipengaruhi oleh dua aspek penting yaitu 40% genetik dan 60% lingkungan (Nuriyasa, 2017). Salah satu aspek lingkungan yang mempengaruhi produktivitas ternak adalah pakan. Ketersediaan pakan menjadi hal penting yang harus diperhatikan khususnya kandungan nutrisi yang terkandung dalam pakan. Pakan dengan kandungan nutrisi yang seimbang dapat mudah dicerna sehingga mendukung pertumbuhan dan produksi daging yang optimal. Pakan tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai penyedia zat gizi penting seperti protein, vitamin, dan mineral. Namun, biaya pakan yang tinggi sering menjadi kendala utama dalam usaha peternakan kambing. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemanfaatan bahan pakan alternatif yang murah dan mudah didapat, tetapi tetap memiliki nilai nutrisi yang memadai. Salah satu bahan yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan adalah limbah singkong.

Limbah singkong merupakan hasil sampingan dari tanaman singkong (*Manihot utilissima*) yang meliputi kulit, batang, daun, serta onggok. Limbah singkong mengandung bahan kering dan serat kasar yang cukup tinggi, sehingga dapat menjadi sumber energi bagi ruminansia dan berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif untuk ternak (Rahma *et al.*, 2024).

Selain pakan pokok berupa hijauan dan konsentrat, ternak juga membutuhkan suplemen (*Feed additive*) seperti asam amino esensial, mineral, vitamin dan lain-lain untuk memaksimalkan produktivitasnya. Mineral merupakan salah satu zat nutrisi yang penting dalam pertumbuhan, produksi, reproduksi, dan kesehatan ternak. Kekurangan atau kelebihan unsur mineral dapat mengganggu proses metabolisme yang dapat menurunkan produktivitas ternak. Mineral harus diberikan dalam pakan karena ternak tidak dapat mensintesis mineral didalam tubuhnya (Muhtarudin *et al.*, 2003). Mineral Cu dan Zn berperan terhadap aktivitas enzim metabolisme energi didalam rumen. Hal ini akan meningkatkan metabolisme pakan sehingga kecernaannya meningkat.

Ketersediaan asam amino yang cukup diperlukan untuk menunjang proses metabolisme pada ternak ruminansia. Asam amino harus dipenuhi dalam pakan

karena tubuh ternak tidak mampu mensintesisnya sendiri (Fenita *et al.*, 2011). Asam amino lisin dan metionin merupakan asam amino esensial yang berperan penting dalam mendukung pencernaan nutrisi pada ternak. Penambahan asam amino dalam pakan dengan tepat, dapat secara signifikan meningkatkan produktivitas, peningkatan berat badan, konsumsi pakan, dan rata-rata pertambahan berat harian ternak (Ren *et al.*, 2019). Apabila suatu ternak mengalami kekurangan asam amino metionin maka laju pertumbuhan ternak tersebut akan lebih lambat (Fenita *et al.*, 2011).

Penambahan mineral organik Cu-lisinat dan Zn-lisinat serta asam amino metionin dalam ransum pada penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan aktivitas mikroba dan memperbaiki bioproses didalam rumen, sehingga akan meningkatkan nilai pencernaan bahan kering dan bahan organik.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino pembatas (metionin) dalam ransum berbasis limbah singkong terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan;
2. Mengetahui perlakuan terbaik dalam suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) asam amino pembatas (metionin) dalam ransum berbasis limbah singkong terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dengan harapan dapat memberikan informasi kepada peneliti, peternak dan masyarakat mengenai pengaruh suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino pembatas (metionin) dalam ransum berbasis limbah singkong terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan.

## 1.4 Kerangka Pemikiran

Dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi ternak ruminansia, terutama kambing tipe pedaging, aspek nutrisi pakan menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan. Kambing *cross* Boer merupakan kambing hasil persilangan antara kambing pejantan Boer dengan kambing betina lokal. Kambing Boer merupakan kambing tipe pedaging yang berasal dari Afrika Selatan. Kambing Boer memiliki keunggulan pertumbuhan bobot badan yang cepat, reproduksi baik, dan mampu beradaptasi dengan berbagai lingkungan (Suharyati dan Hartono, 2013). Performa optimal kambing ini dapat dicapai apabila kebutuhan nutrisinya terpenuhi secara seimbang. Pakan yang baik haruslah mengandung nutrisi yang lengkap sesuai dengan kebutuhan tubuh ternak tersebut. Salah satu kendala umum dalam pemeliharaan kambing di tingkat peternak rakyat adalah keterbatasan ketersediaan bahan pakan berkualitas tinggi, sehingga diperlukan alternatif sumber pakan ekonomis dan mudah didapat, seperti limbah pertanian. Salah satu limbah yang potensial adalah limbah singkong.

Pakan berbasis limbah singkong dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam ransum kambing, namun perlu dilakukan pengolahan untuk memperbaiki kandungan nutrisinya. Limbah singkong memiliki kadar serat kasar dan pati yang tinggi, tetapi kandungan protein kasar, mineral, dan asam amino pembatas relatif rendah. Ketidakseimbangan ini dapat menurunkan aktivitas mikroba rumen dan efisiensi fermentasi, sehingga berdampak pada rendahnya pencernaan bahan kering dan bahan organik. Oleh karena itu, diperlukan suplementasi nutrisi penting seperti mineral organik dan asam amino esensial, yang berfungsi meningkatkan metabolisme mikroba rumen dan efisiensi pencernaan.

Mineral merupakan salah satu komponen penting yang dibutuhkan dalam pakan ternak. Mineral memiliki peran penting dalam metabolisme zat-zat makanan, pertumbuhan mikroba, dan mengoptimalkan bioproses didalam rumen pada ternak ruminansia. Menurut Muhtarudin *et al.* (2003), untuk meningkatkan ketersediaannya, mineral dapat diberikan dalam bentuk organik. Mineral organik memiliki keunggulan lebih mudah diserap dalam tubuh ternak. Penambahan

mineral organik seperti Cu-lisinat dan Zn-lisinat memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pencernaan bahan organik dan aktivitas bioproses rumen. Tembaga (Cu) berfungsi dalam pembentukan enzim oksidase yang penting untuk metabolisme energi dan sistem imun ternak. Sementara seng (Zn) berperan sebagai kofaktor yang terlibat dalam sintesis protein dan pencernaan karbohidrat (Spears, 2003). Mineral dalam bentuk organik seperti lisinat dapat lebih mudah diserap oleh tubuh ternak karena memiliki kestabilan yang tinggi di saluran pencernaan. Selain itu, bentuk ini tidak mudah bereaksi atau terikat dengan zat lain seperti fitat atau sulfat yang dapat menghambat penyerapan mineral.

Disamping itu, penambahan asam amino esensial juga memiliki peran penting dalam metabolisme tubuh ternak. Asam amino metionin berfungsi sebagai penyusun utama jaringan tubuh, enzim, dan hormon yang mendukung metabolisme serta fungsi fisiologis ternak. Pada ruminansia, metionin yang tersedia di usus halus membantu memperbaiki keseimbangan asam amino dalam jaringan tubuh, meningkatkan sintesis protein mikroba, dan mendukung pertumbuhan ternak. Kekurangan asam amino esensial akan menyebabkan penurunan sintesis protein tubuh. Dalam proses pencernaan, penambahan metionin berfungsi tidak hanya sebagai bahan pembentuk protein tubuh, tetapi juga sebagai donor gugus metil dalam pembentukan senyawa penting seperti karnitin, kolin, dan kreatin. Senyawa-senyawa tersebut berperan dalam memperlancar metabolisme energi, meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi, serta memperbaiki pencernaan bahan pakan.

Dengan demikian, kombinasi antara Cu-lisinat, Zn-lisinat, dan Metionin pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen, memperbaiki proses fermentasi, serta meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan yang diberi ransum berbasis limbah singkong, sehingga efisiensi pemanfaatan pakan dan performa ternak dapat meningkat secara optimal.

## 1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino pembatas (metionin) dalam ransum berbasis limbah singkong terhadap pencernaan bahan keing dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan;
2. Terdapat perlakuan terbaik suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino pembatas (metionin) dalam ransum berbasis limbah singkong terhadap pencernaan bahan keing dan bahan organik pada kambing *cross* Boer jantan;

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kambing *Cross* Boer

Kambing Boer adalah salah satu jenis kambing unggul pedaging berasal dari Afrika Selatan yang sekarang telah banyak dipelihara di Indonesia (Badriyah *et al.*, 2019). Kambing Boer memiliki ciri-ciri tubuh berwarna kombinasi putih, coklat dan hitam, leher hingga bagian kepala berwarna coklat atau hitam, serta pada bagian badan, kaki, dan ekor didominasi warna putih (Eliser dan Destomo, 2017). Keunggulan genetik yang dimiliki kambing Boer adalah pertumbuhan cepat, mudah beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, mempunyai kualitas daging yang bagus, mempunyai sifat reproduksi yang baik, serta memiliki produktivitas yang tinggi, terutama produksi dagingnya. Kambing Boer mampu meningkatkan performa berbagai jenis kambing lokal (Mustefa *et al.*, 2019) dan menambah kualitas kambing lokal sebagai penghasil daging (Widyas *et al.*, 2021). Berdasarkan keunggulan-keunggulan tersebut, kambing Boer sering dipilih untuk membentuk bangsa kambing baru tipe pedaging dengan cara menyilangkannya dengan kambing lokal untuk meningkatkan produktivitas kambing tersebut (Prastowo, 2021)

Kambing *cross* Boer merupakan hasil persilangan antara Kambing Boer sebagai pejantan dengan induk dari bangsa kambing lokal, hasil dari persilangan tersebut memiliki ciri-ciri, kepala coklat dan badan putih, memiliki telinga yang panjang dan melebar, tanduk yang melengkung ke atas dan berbulu pendek. Kambing *cross* Boer termasuk kambing tipe pedaging yang dipelihara untuk dimanfaatkan dagingnya.

## 2.2 Pakan Kambing

Pakan merupakan semua bahan yang dapat dikonsumsi ternak, tidak menimbulkan suatu penyakit, dapat dicerna, dan mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak untuk keperluan hidup, reproduksi maupun proses perkembangan (Kamid *et al.*, 2024). Secara umum pakan merupakan kebutuhan tertinggi, sehingga perlu diperhatikan dalam penyediaannya baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Pakan yang baik mampu memenuhi seluruh kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh ternak. Produktivitas ternak dapat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan. Jenis pakan yang diberikan harus bermutu baik dan dalam jumlah yang cukup (Nurlaha, 2015). Penggunaan pakan yang tepat dapat mengoptimalkan penambahan bobot badan dan produksi daging. Produktivitas ternak sebagian besar ditentukan oleh kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi. Apabila kebutuhan pakan tidak terpenuhi maka akan berdampak pada status gizi ternak, jika nilai gizi baik maka produksi ternak semakin meningkat.

Secara garis besar pakan digolongkan menjadi dua yaitu pakan hijauan dan pakan konsentrat (Budiari dan Suyasa, 2019). Hijauan merupakan pakan ternak yang berasal dari tanaman yaitu rumput dan leguminosa. Hijauan berperan sebagai pakan utama pada ternak, mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok maupun untuk bereproduksinya. Hijauan mengandung berbagai nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak seperti protein kasar, serat kasar, BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen), serta mineral.

Selain hijauan, pemberian konsentrat pada ternak juga penting untuk dilakukan. Konsentrat merupakan pakan penguat bagi ternak sebagai pelengkap kebutuhan nutrisi yang belum ada pada pakan hijauan. Konsentrat disusun dari biji-bijian dan limbah hasil proses industri bahan pangan yang berfungsi meningkatkan nilai nutrisi yang rendah agar memenuhi kebutuhan normal ternak untuk tumbuh dan berkembang (Albi *et al.*, 2024). Konsentrat merupakan bahan pakan yang mudah dicerna dan mengandung nilai nutrisi tinggi, sehingga ketersediaan zat-zat makanan untuk mensintesis jaringan tubuh semakin banyak dan dapat meningkatkan produktivitas ternak (Bidura, 2016).

### 2.3 Limbah Singkong

Limbah singkong merupakan sisa hasil samping tanaman singkong (*Manihot esculenta*) yang tidak dimanfaatkan. Jenis limbah singkong yang umum ditemukan antara lain kulit singkong, ampas singkong, serta bagian daun dan batang singkong. Limbah tanaman singkong sangat potensial sebagai pakan ternak alternatif, karena ketersediaannya banyak dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Namun, limbah tanaman singkong memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah memiliki kandungan protein yang rendah dan serat kasar yang tinggi. Untuk meningkatkan nilai nutrisi limbah singkong tersebut perlu dilakukan pengolahan (Adhianto, 2019).

Pengolahan limbah tanaman singkong menjadi pakan sangat penting untuk memperpanjang umur simpan dan meningkatkan nilai nutrisi. Metode pengolahan yang biasa digunakan untuk meningkatkan nilai dan kualitas bahan pakan adalah dengan fermentasi (Adhianto, 2019). Pengolahan pakan melalui fermentasi menghasilkan pakan dengan kandungan bahan kering yang stabil dan lebih mudah dicerna dibandingkan pakan segar (Kung *et al.*, 2018). Selain itu, silase dapat mengurangi kadar asam sianida pada daun singkong segar serta mengurangi tingkat HCN hingga 60—70%, sehingga memungkinkan pemberian pakan yang aman bagi ternak (Ly *et al.*, 2005).

Fermentasi limbah singkong dapat memperbaiki kualitas nutrisi bahan pakan melalui aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan enzim pemecah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana. Proses tersebut mampu meningkatkan kandungan protein kasar dan menurunkan kadar serat kasar sehingga bahan pakan menjadi lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroba rumen dan ternak ruminansia. Perbaikan kualitas nutrisi selama fermentasi juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan serta mendukung produktivitas ternak secara lebih optimal (Aro *et al.*, 2010).

Selain meningkatkan kandungan nutrisi, fermentasi limbah singkong juga berpengaruh terhadap peningkatan palatabilitas pakan. Aktivitas mikroba fermentatif menghasilkan berbagai enzim seperti selulase dan amilase yang

membantu proses degradasi serat dan pati, sehingga bahan pakan menjadi lebih mudah dicerna. Kondisi tersebut menjadikan limbah singkong fermentasi lebih efisien digunakan sebagai sumber pakan alternatif, terutama pada wilayah dengan ketersediaan bahan baku singkong yang melimpah (Obloh, 2006)

## 2.4 Mineral Organik Cu dan Zn

Mineral merupakan salah satu komponen penting yang dibutuhkan dalam pakan ternak. Mineral organik merupakan mikromineral yang dikomplekskan dengan molekul organik untuk meningkatkan penyerapan dan pemanfaatan di dalam tubuh ternak (Underwood dan Suttle, 1999). Penggunaan mineral organik dapat meningkatkan kadar mineral untuk melindungi bahan organik yang terikat pada mineral dari degradasi di dalam rumen. Metabolisme mikromineral dan makromineral berinteraksi satu sama lain. Interaksi ini dapat berdampak negatif maupun positif pada sistem pencernaan ternak, terutama di dalam rumen. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi peran mineral di dalam rumen, seperti asam fitat, serat kasar, dan faktor-faktor lain. Faktor-faktor ini dapat mengurangi kadar mineral di dalam rumen (Muhtarudin, 2003).

Tembaga (Cu) merupakan salah satu mineral esensial yang berperan penting dalam berbagai proses metabolisme tubuh, laju pertumbuhan, perkembangan dan fungsi dari organ ternak. Cu memiliki kemampuan mudah untuk menerima dan memberikan elektron sehingga Cu banyak terlibat dalam proses biokimia. Mineral ini berperan dalam berbagai proses fisiologis, antara lain pembentukan hemoglobin, metabolisme energi, dan pembentukan jaringan ikat. (Maltais *et al.*, 2013). Muhtarudin dan Liman (2006) melaporkan bahwa suplementasi mineral Cu dalam bentuk organik (Cu-lisinat) dapat meningkatkan pencernaan bahan organik dan aktivitas bioproses rumen, meskipun pada kadar berlebih dapat menurunkan pertumbuhan.

Zink (Zn) merupakan unsur mikro mineral esensial yang diperlukan oleh ternak ruminansia untuk mendukung produktivitasnya. Zn berperan dalam regenerasi keratin dan integritas jaringan epitel, metabolisme tulang, sintesis asam nukleat

dan pembelahan sel, sintesis protein, serta kontrol nafsu makan melalui bekerjanya pada sistem saraf pusat (Underwood dan Suttle, 1999). Kekurangan Zn dapat mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi, sistem kekebalan tubuh dan ekspresi gen pada ternak ruminansia. Kekurangan Zn pada ternak jantan berakibat menurunnya perkembangan testis dan produksi sperma, sedangkan pada ternak betina mengakibatkan siklus dan laju konsepsi terganggu (Supriyati, 2015).

Pemberian mineral dalam bentuk organik dapat meningkatkan ketersediaannya sehingga dapat lebih tinggi diserap dalam tubuh ternak (Muhtarudin dan Liman, 2006). Mineral dalam bentuk terikat (*chelates*) dapat lebih mudah diserap dalam proses pencernaan. Pemberian mineral Zn dapat memacu pertumbuhan mikroba rumen dan meningkatkan penampilan ternak. Suplementasi mineral dalam ransum terbukti dapat memperbaiki pencernaan bahan kering, protein kasar, serat kasar, serta meningkatkan populasi mikroba rumen (Puspitasari *et al.*, 2015).

Suplementasi Zn dalam bentuk lisinat atau proteinat memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan nutrisi. Sebaliknya, Cu dalam bentuk Lisinat dapat menurunkan pertumbuhan, sementara Cu-Proteinat menunjukkan hasil terbaik terhadap performa domba. Oleh karena itu, bentuk Cu-Proteinat direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan mineral tersebut (Sutardi, 2001).

## **2.5 Asam Amino Esensial**

### **2.5.1 Lisin**

Lisin merupakan salah satu asam amino esensial yang tidak dapat disintesis oleh tubuh hewan, sehingga harus dipenuhi melalui pakan. Sebagai komponen utama penyusun protein, lisin berperan penting dalam sintesis protein struktural, enzim, hormon, dan antibodi, serta berpengaruh terhadap pertumbuhan jaringan dan pemeliharaan fungsi fisiologis tubuh. Kekurangan lisin dalam ransum dapat menghambat laju sintesis protein dan menyebabkan penurunan pertumbuhan serta performa produksi ternak (Andri *et al.*, 2020).

Selain berperan sebagai penyusun protein, lisin juga memiliki fungsi metabolik penting, salah satunya sebagai prekursor dalam sintesis karnitin yang berperan dalam metabolisme lemak dan oksidasi asam lemak di dalam tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa lisin tidak hanya berkontribusi terhadap pembentukan jaringan tubuh, tetapi juga berperan dalam pengaturan metabolisme energi dan efisiensi pemanfaatan nutrisi. Dengan demikian, kecukupan lisin dalam ransum menjadi faktor penting dalam mendukung keseimbangan metabolik dan fungsi fisiologis ternak secara menyeluruh (Khan *et al.*, 2022).

Selain itu, lisin juga berperan dalam pembentukan kompleks mineral organik seperti Zn-lisinat dan Cu-lisinat, yang dapat meningkatkan ketersediaan hayati (*bioavailability*) mineral mikro dalam tubuh. Gugus amina dan karboksil pada lisin mendorong terbentuknya ikatan kompleks dengan mineral, sehingga meningkatkan stabilitas dan efisiensi penyerapan mineral di saluran pencernaan. Interaksi ini menunjukkan bahwa lisin tidak hanya berfungsi sebagai asam amino struktural, tetapi juga berperan dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan mineral dan mendukung fungsi metabolik ternak secara tidak langsung (Ekasari *et al.*, 2024).

Namun, pada ternak ruminansia, pemanfaatan lisin memiliki karakteristik khusus karena sebagian besar lisin yang berasal dari pakan akan mengalami degradasi oleh mikroba rumen sebelum mencapai usus halus untuk diserap. Proses degradasi ini menyebabkan rendahnya ketersediaan biologis lisin yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh, Hal ini menjadikan efisiensi penggunaan lisin dalam pakan ruminansia lebih rendah dibandingkan pada ternak non-ruminansia (Sun *et al.*, 2007).

### **2.5.2 Metionin**

Metionin merupakan salah satu asam amino esensial yang memiliki peran penting dalam proses metabolik dan fisiologis pada ternak ruminansia. Sebagai asam amino yang mengandung sulfur, metionin berfungsi sebagai komponen utama dalam sintesis protein tubuh serta sebagai prekursor berbagai senyawa biologis penting. Metionin berperan dalam pembentukan S-adenosylmethionine (SAM),

yang merupakan donor gugus metil utama dalam berbagai reaksi biokimia, termasuk sintesis DNA, RNA, fosfolipid, dan hormon, sehingga berkontribusi terhadap regulasi metabolisme seluler dan fungsi fisiologis tubuh secara menyeluruh (Khan *et al.*, 2022).

Dalam sistem pencernaan ruminansia, metionin termasuk salah satu asam amino pembatas pertama (*first-limiting amino acid*) karena tingkat degradasi mikroba dalam rumen relatif tinggi sebelum mencapai usus halus untuk diserap. Kondisi ini menyebabkan rendahnya ketersediaan biologis metionin yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh, sehingga kebutuhan metabolik ternak sering tidak terpenuhi secara optimal meskipun kandungan protein ransum terlihat cukup. Oleh karena itu, metionin menjadi faktor pembatas dalam efisiensi sintesis protein dan pemanfaatan nitrogen pada ruminansia, terutama pada fase pertumbuhan dan produksi (Prasetyono *et al.*, 2020).

Selain berfungsi sebagai penyusun protein, metionin juga berperan sebagai donor gugus metil dalam berbagai reaksi metilasi, mendukung sintesis kolin, karnitin, dan glutathion, serta berkontribusi terhadap sistem antioksidan dan imunitas tubuh. Peran ini menjadikan metionin tidak hanya penting dalam pertumbuhan jaringan, tetapi juga dalam menjaga integritas membran sel, perlindungan terhadap stres oksidatif, dan peningkatan respons imun ternak. Kekurangan metionin dalam ransum dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan, efisiensi pakan, dan produksi protein tubuh, serta melemahkan sistem pertahanan biologis ternak (Wang *et al.*, 2023; Khan *et al.*, 2022).

## **2.6 Kecernaan Bahan Kering**

Kecernaan adalah gambaran banyaknya zat-zat makanan yang dimanfaatkan oleh tubuh ternak. Kecernaan pakan dapat didefinisikan dengan cara menghitung bagian zat makanan yang tidak dikeluarkan melalui feses dengan asumsi zat makanan tersebut telah diserap oleh ternak. Kecernaan pakan biasanya dinyatakan dalam persen berdasarkan bahan kering. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecernaan antara lain komposisi bahan pakan, perbandingan komposisi antara

bahan pakan satu dengan bahan pakan lainnya, perlakuan pakan, suplementasi enzim dalam pakan, ternak, dan taraf pemberian pakan (Maynard, 2018).

Kecernaan bahan kering (KcBK) merupakan indikator penting dalam menilai kualitas pakan ruminansia. Kecernaan bahan kering menunjukkan tingginya zat makanan yang dapat dicerna oleh mikroba dan enzim pencernaan pada rumen. Kecernaan yang memiliki nilai tinggi mencerminkan besarnya sumbangan nutrisi tertentu pada ternak, sementara itu pakan yang mempunyai kecernaan rendah menunjukkan bahwa pakan tersebut kurang mampu menyuplai nutrisi untuk hidup pokok maupun tujuan produksi ternak (Riswandi *et al.*, 2015).

Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kecernaan bahan kering adalah jumlah bahan kering yang dikonsumsi. Hal ini karena aktivitas mikroba rumen akan bergantung dari bahan pakan yang dikonsumsi (Tillman *et al.*, 1998). Faktor faktor lain yang dapat mempengaruhi tingkat kecernaan bahan kering antara lain komposisi bahan pakan, perbandingan bahan pakan satu dengan bahan pakan lainnya, perlakuan pakan, suplementasi enzim dalam pakan, ternak, dan taraf pemberian pakan (McDonald *et al.*, 2010).

## **2.7 Kecernaan Bahan Organik**

Kecernaan bahan organik merupakan gambaran dari ketersediaan nutrisi pakan. Kecernaan bahan organik dalam saluran pencernaan ternak meliputi kecernaan zat-zat makanan berupa komponen bahan organik seperti karbohidrat, protein, lemak, serta bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) (Suardin *et al.*, 2014). Kecernaan bahan organik sangat erat kaitannya dengan kecernaan bahan kering, karena sebagian bahan kering tersusun dari bahan organik. Perbedaan keduanya hanya terletak pada kadar abu. Hal ini menyebabkan nilai kecernaan bahan organik tidak akan jauh beda dengan kecernaan bahan kering (Suparwi *et al.*, 2017).

Peningkatan kecernaan bahan organik sejalan dengan meningkatnya kecernaan bahan kering. Hal ini karena sebagian besar komponen bahan kering terdiri atas

bahan organik sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya pencernaan bahan kering akan berpengaruh juga terhadap tinggi rendahnya bahan organik (Sutardi, 1980).

Nilai pencernaan bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pencernaan bahan kering. Hal ini disebabkan karena pada bahan kering masih terdapat kandungan abu, sedangkan pada bahan organik tidak mengandung abu, bahan tanpa kandungan abu relatif lebih mudah dicerna. Kandungan abu dapat memperlambat atau menghambat tercernanya bahan kering ransum (Fathul dan Wajizah, 2010). Kecernaan bahan organik dihitung dengan cara bahan organik yang dikonsumsi dikurangi dengan bahan organik feses dibagi dengan bahan organik yang dikonsumsi setelah itu dikalikan dengan 100% (Hutabarat, 2015).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada November—Desember 2025 selama 35 hari di Kahfi *farm*, Jati Agung, Lampung Selatan. Analisis proksimat bahan kering dan bahan organik dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1 Alat penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 unit kandang kambing individu yang dilengkapi dengan tempat pakan dan minum, penampung feses, bak, timbangan digital, sekop, sapu lidi, kantung plastik, besek plastik, terpal, karung, buku tulis, pena, spidol, dan papan tulis. Serta peralatan yang digunakan dalam analisis proksimat bahan kering dan bahan organik berupa satu set peralatan analisis proksimat kadar air dan kadar abu.

##### **3.2.2 Bahan penelitian**

Bahan penelitian yang digunakan yaitu 12 ekor kambing *cross boer* jantan berumur 6—8 bulan dengan bobot 29,75—34,35 kg yang dipelihara secara intensif, ransum basal (silase daun singkon, DDGS, *pollard*, onggok press, bungkil kelapa sawit, molasses, dan premix), mineral organik (cu-lisinat dan zn-lisinat), asam amino esensial metionin, feses kambing *cross Boer*, serta air minum yang diberikan secara adlibitum.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 12 ekor kambing *cross boer* jantan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dengan 4 ulangan.

Adapun perlakuan ransum yang digunakan adalah:

P0: Ransum Basal (silase daun singkong, onggok press, molasses, bungkil kelapa sawit, DDGS, *pollard* dan premix)

P1: P0 + Mineral organik (10 ppm cu-lisinat dan 40 ppm zn-lisinat)\*

P2: P1 + Asam amino Metionin 0,1%\*\*

Sumber:

\*Muhtarudin dan Liman (2006)

\*\*Sesuai dosis produk pada kemasan

Adapun kandungan nutrisi ransum yang digunakan dalam penelitian ini dapat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1. Kandungan nutrisi bahan penyusun ransum

Pakan	BK (%)	Kandungan nutrisi pakan					
		PK	LK	SK	Abu	BETN	TDN
		-----(%BK)-----					
Silase daun singkong*	35	24,73	9,3	17,57	4,10	51,13	70,8
Onggok**	30	2	1,35	15,62	5,66	75,37	76,32
DDGS**	89	25	10,9	8,8	5,8	49,5	78
Bungkil sawit***	92	14	14,61	24	13,8	33,59	72,32
Pollard****	86	16	4,95	3,64	3,9	71,51	73
Molasses*****	78	3,84	0,3	0,39	7,9	87,57	65
Premix	100	0	0	0	100	0	0

Sumber:

\*Noviadi dan Zairiful (2016), \*\*Syafudin *et al.* (2020), \*\*\*Syamsi *et al.* (2020), \*\*\*\*Fathul *et al.* (2023), \*\*\*\*\*Chalisty *et al.* (2017), \*\*\*\*\*INRAE *et al.* (2024)

Tabel 2. Kandungan nutrisi ransum basal

Perlakuan	Kandungan nutrisi ransum				
	PK	Abu	SK	LK	BETN
	-----(%BK)-----				
P0	13,193	5,801	16,073	10,111	45,602

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (2025).

Tata letak unit percobaan pada penelitian pemeliharaan kambing *cross boer* dapat dilihat pada Gambar 1

P0U4	P1U2	P1U4	P2U2	P0U3	P2U1	P0U2	P2U3	P1U1	P2U4	P1U3	P0U1
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Gambar 1. Tata letak perlakuan

### 3.4 Peubah yang Diamati

#### 3.4.1 Kecernaan bahan kering

Pengukuran kecernaan bahan kering (KcBK) dilakukan berdasarkan rumus Tilman *et al.* (1998) berikut :

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{\sum \text{BK yang dikonsumsi (g)} - \sum \text{BK dalam feses (g)}}{\sum \text{BK yang dikonsumsi (g)}} \times 100 \%$$

Keterangan :

BK : Bahan Kering

KcBK : Kecernaan Bahan Kering

#### 3.4.2 Kecernaan bahan organik

Pengukuran kecernaan bahan kering (KcBO) dilakukan berdasarkan rumus Tilman *et al.* (1998) berikut :

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{\sum \text{BO yang dikonsumsi (g)} - \sum \text{BO dalam feses (g)}}{\sum \text{BO yang dikonsumsi (g)}} \times 100 \%$$

Keterangan :

BO : Bahan Organik

KcBO :Kecernaan Bahan Organik

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan ransum basal

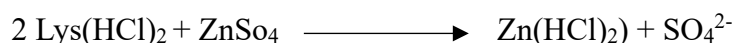
Pembuatan ransum perlakuan diawali dengan menyiapkan bahan pakan seperti silase daun singkong, onggok press, molases, bungkil sawit, DDGS, premix, Pollard, dan ransum perlakuan yaitu mineral organik (cu-lisinat dan zn-lisinat ),

serta asam amino metionin. Penimbangan dilakukan sesuai dengan perhitungan pakan yang akan dilakukan. Pencampuran dilakukan dengan cara mencampurkan bahan pakan yang memiliki jumlah kebutuhan yang paling tinggi hingga paling sedikit yang diperlukan. Pencampuran dilakukan dengan cara membagi empat pakan adukan lalu mengaduk dari bawah ke atas hingga pakan tercampur dan disatukan kembali menjadi satu kesatuan dengan homogen. Setelah pembuatan ransum basal dan ransum perlakuan, maka dapat dilanjutkan dengan melakukan pemberian ransum tersebut kepada ternak agar ternak tersebut dapat beradaptasi dengan pakan dan lingkungan selama masa prelium.

### **3.5.2 Pembuatan mineral organik Zn-lisinat dan Cu-lisinat**

#### **3.5.2.1 Pembuatan Zn-lisinat**

Berikut ini langkah-langkah pembuatan mineral Zn-lisinat :



1. Menimbang lisin sebanyak 43,82 gram dan memasukkan bahan tersebut kedalam gelas ukur 250 ml;
2. Menambahkan aquades ke dalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;
3. Menimbang  $\text{ZnSO}_4$  sebanyak 16,14 gram dan memasukkan bahan tersebut ke dalam gelas ukur 250 ml yang berbeda;
4. Menambahkan aquades ke dalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;
5. Mencampurkan kedua larutan dan memasukkan larutan kedalam botol, kemudian menutup dengan rapat.

#### **6.5.2.2 Pembuatan Cu-lisinat**

Berikut ini langkah-langkah pembuatan mineral Cu-lisinat :



1. Menimbang lisin sebanyak 43,82 gram dan memasukkan bahan tersebut kedalam gelas ukur 250 ml;
2. Menambahkan aquades ke dalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;
3. Menimbang  $\text{CuSO}_4$  sebanyak 15,96 gram dan memasukkan bahan tersebut ke dalam gelas ukur 250 ml yang berbeda;
4. Menambahkan aquades ke dalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;
5. Mencampurkan kedua larutan dan memasukkan larutan kedalam botol, kemudian menutup dengan rapat.

### **3.6 Prosedur Penelitian**

#### **3.6.1 Persiapan penelitian**

Persiapan penelitian dilakukan dengan melakukan sanitasi kandang, penimbangan kambing, serta memasukkan kambing ke kandang sesuai dengan rancangan percobaan dan tata letak yang telah ditentukan. Sebelum dilaksanakan penelitian, dilakukan masa prelium kepada kambing untuk mengadaptasikan ransum basal dan lingkungan.

#### **3.6.2 Kegiatan penelitian**

Kegiatan penelitian ini dimulai dari masa prelium kambing yang dilakukan selama 14 hari untuk penyesuaian terhadap ransum perlakuan. Kambing akan diberikan ransum dengan tiga perlakuan yaitu: (1) ransum basal (DDGS, pollard, onggok press, bungkil kelapa sawit, molasses, dan premix); (2) ransum basal (P0) + 10 ppm Cu-lisinat dan 40 ppm Zn-lisinat; dan (3) ransum basal (P0) + 10 ppm Cu-lisinat dan 40 ppm Zn-lisinat + metionin 0,1%. Pemeliharaan dilakukan selama 35 hari dengan pemberian ransum sebanyak 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari. Tahap selanjutnya yaitu pengambilan data dilakukan dengan koleksi feses yang dilakukan selama tujuh hari terakhir dalam masa pemeliharaan. Data yang diambil yaitu data jumlah feses, jumlah ransum yang dikonsumsi, dan jumlah ransum

yang tersisa. Selanjutnya dilakukan analisis proksimat feses serta perhitungan pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO).

### **3.6.3 Koleksi feses**

Metode koleksi feses yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode koleksi total, yaitu dengan mengumpulkan seluruh feses yang dihasilkan selama 24 jam selama tujuh hari berturut-turut. Pelaksanaannya meliputi persiapan wadah penampung feses, pengumpulan dan penimbangan feses setiap 24 jam sebelum pemberian ransum, serta pencatatan bobot segar (BS) sebagai bobot feses basah. Dari feses segar yang terkumpul setiap hari, disisihkan sebanyak 10% untuk dijadikan sampel representatif pada tahap pengolahan selanjutnya. Sisa feses kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mencapai kondisi kering udara untuk memperoleh bobot kering udara (BKU). Setelah proses pengeringan, bagian feses yang berjamur dan bulu dipisahkan, kemudian feses kering digiling hingga berbentuk tepung, diayak menjadi tepung halus, dan dihomogenkan. Sampel homogen tersebut selanjutnya digunakan untuk analisis proksimat guna menentukan kandungan lemak kasar.

### **3.6.4 Prosedur analisis proksimat**

Setelah dilakukan koleksi feses, selanjutnya dilakukan analisis kadar air dan kadar abu.

#### **3.6.4.1 Kadar air**

Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara sebagai berikut (Fathul *et al.*, 2023):

1. Memanaskan cawan petri ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam;
2. Mendinginkan cawan petri ke dalam desikator selama 15 menit;
3. Menimbang cawan petri dengan timbangan analitik (A);
4. Memasukkan sekitar 1 gram sampel analisis ke dalam cawan petri kemudian menimbang bobotnya (B);
5. Memanaskan cawan petri berisi sampel didalam oven dengan suhu 135°C selama 2 jam;

6. Mendinginkan dalam desikator selama 15 menit;
7. Menimbang cawan petri berisi sampel analisis (C);
8. Menghitung kadar air dengan rumus berikut:

$$KA(\%) = \frac{(B-A)gram - (C-A)gram}{(B-A)gram} \times 100\%$$

Keterangan:

KA : kadar air (%)

A : bobot cawan petri (gram)

B : bobot cawan petri berisi sampel sebelum dipanaskan (gram)

C : bobot cawan petri berisi sampel setelah dipanaskan (gram)

Menghitung kadar bahan kering dengan rumus berikut:

$$BK = 100\% - KA$$

Keterangan:

BK : Bahan kering

KA : Kadar air

#### 3.6.4.2 Kadar abu

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan cara sebagai berikut (Fathul *et al.*, 2023):

1. Menimbang cawan porselen (A);
2. Memasukkan 1 gram sampel ke dalam cawan porselen, kemudian menimbang bobotnya (B);
3. Memasukkan cawan porselen berisi sampel ke dalam tanur dengan suhu 600°C selama 2 jam, kemudian matikan;
4. Mendinginkan cawan porselen selama 1 jam dalam tanur, lalu memindahkan dalam desikator;
5. Mendinginkan dalam desikator selama 15 menit;
6. Menimbang cawan porselen berisi abu dan mencatat bobotnya (C);
7. Menghitung kadar abu dengan rumus sebagai berikut:

$$Kabu(\%) = \frac{(C-A)gram}{(B-A)gram} \times 100\%$$

Keterangan:

Kabu : kadar abu (%)

A : bobot cawan porselen (gram)

B : bobot cawan porselen berisi sampel sebelum diabukan (gram)

C : bobot cawan porselen berisi sampel setelah diabukan (gram)

Menghitung kadar bahan organik dengan rumus berikut:

$$BO = BK - Kabu$$

Keterangan:

BO : Bahan organik

BK : Bahan kering

Kabu : Kadar abu

### **3.7 Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis dengan *Analysis of Variance* (Anova). Apabila hasil analisis berpengaruh nyata pada suatu peubah maka analisis dilanjutkan dengan uji nyata terkecil (BNT).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino (Metionin) dalam ransum kambing *cross* Boer jantan belum mampu meningkatkan kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organik (KcBO) dibandingkan ransum kontrol. Hasil rata-rata nilai kecernaan bahan kering (KcBK) tertinggi yaitu P0 sebesar 74,74% dan rata-rata terendah yaitu P1 sebesar 72,05%. Sedangkan hasil rata-rata nilai kecernaan bahan organik (KcBO) tertinggi yaitu P0 sebesar 75,81% dan rata-rata terendah yaitu P1 sebesar 73,31%.
2. Pemberian mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) serta Asam Amino (Metionin) dalam ransum menghasilkan nilai kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organik (KcBO) yang relatif seragam pada seluruh perlakuan, sehingga tidak diperoleh perlakuan terbaik pada kambing *cross* Boer jantan.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan diatas yaitu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui dosis optimal pemberian mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino metionin yang mampu meningkatkan kecernaan bahan kering dan bahan organik pada kambing *cross* Boer secara nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhianto, K., Muhtarudin, Husni, A., & Zhahir, M. F. (2019). Pengaruh Pemberian Limbah Singkong Terfermentasi Dan Mineral Mikro Organik Dalam Ransum Terhadap Penampilan Kambing. *Sains Peternakan*, 17(2), 12–16. <http://dx.doi.org/10.20961/sainspet.v%vi%i.28834>
- Albi, F., Wanniatie, V., Muhtarudin, & Qisthon, A. (2024). Pengaruh imbalanced hijauan dan kalbionsentrat terhadap kualitas fisik susu kambing perah Peranakan Etawa. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 8(3), 523–530.
- Andri, A., Harahap, R. P., & Tribudi, Y. A. (2020). Estimasi dan validasi asam amino metionin, lysin, dan threonin dari pakan bijian sebagai sumber protein nabati. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 3(1), 18–22.
- Aro, S. O., Aletor, V. A., Tewe, O. O., & Agbede, J. O. (2010). Nutritional potentials of cassava tuber wastes: A case study of a cassava starch processing factory in southwestern Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*, 22(11).
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2025). Populasi kambing menurut provinsi, 2024. Jakarta: BPS.
- Badriyah, S., Siswanto, Erwanto, & Qisthon, A. (2019). Pengaruh manipulasi suhu kandang terhadap kadar glukosa dan urea dalam darah pada kambing boer dan peranakan ettawa (PE). *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 3(2), 39–44.
- Bahri, S., Mukhtar, M., Laya, N. K., & Tur, I. S. (2022). Kecernaan in vitro silase pakan komplit menggunakan jerami jagung organik dan anorganik. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 8(1), 84–95. <https://doi.org/10.24252/jiip.v8v1.23808>
- Bidura, I. G. N. G. (2016). *Bahan makanan ternak*. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana.
- Budiari, N. L. G., & Suyasa, I. N. (2019). Optimalisasi Pemanfaatan Hijauan Pakan Ternak (HPT) Lokal Mendukung Pengembangan Usaha Ternak Sapi. *Jurnal Pastura*, 8(2), 118–122.

- Chalisty, V. D., Utomo, R., & Bachruddin, Z. (2017). Pengaruh Penambahan Molases, *Lactobacillus plantarum*, *Trichoderma viride*, dan Campurannya Terhadap Kualitas Silase Total Campuran Hijauan. *Buletin Peternakan*, 41(4), 431–438.
- Ekasari, Y., Muhtarudin, Siswanto, & Suharyati, S. (2024). Pengaruh Suplementasi Mineral Mikro Organik Terhadap Jumlah Eritrosit, Hemoglobin, dan Hematokrit Kambing Perah Jawarandu. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 8(1), 121–129.
- Elieser, S., & Destomo, A. (2017). Sebaran warna kambing boerka hasil persilangan kambing boer dengan kacang. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, (315–321).
- Fathul, F., & Wajizah, S. (2010). Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam Ransum terhadap Aktivitas Biofermentasi Rumen Domba Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 15(1), 9–15.
- Fathul, F., Liman, Purwaningsih N., & Tantalo, S. (2023). *Pengetahuan Pakan dan Formulasi Ransum*. Universitas Lampung.
- Fenita, Y., & Kaharuddin, D. (2011). Pengaruh lumpur sawit fermentasi dengan suplementasi asam amino lisin, metionin, triptopan selama produksi terhadap performans dan kualitas internal serta kadar kolesterol telur ayam ras. *Jurnal Agroindustri*, 1(2), 115–123.
- Hutabarat, A., Tafsin, M., & Daulay, A. H. (2015). Kecernaan bahan kering dan bahan organik ransum yang mengandung kulit buah kakao dan kulit buah pisang difermentasi berbagai bioaktivator pada kambing kacang jantan. *Jurnal Peternakan Integratif*, 3(3), 281–290.
- INRAE, CIRAD, AFZ, & FAO. (2024). *Feedipedia: Animal feed resources information system*.
- Kamal, M. (1994). *Nutrisi ternak*. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada.
- Kamid, K., Muhtarudin, M., & Wanniatie, V. (2024). Evaluasi pemberian mineral organik terhadap performans produksi kambing Boerka jantan. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 8(2), 210–217.
- Khan, M. Z., Liu, S., Ma, Y., Ma, M., Ullah, Q., Khan, I., & Cao, Z. (2022). Overview of the effect of rumen-protected limiting amino acids (methionine and lysine) and choline on the immunity, antioxidative, and inflammatory status of periparturient ruminants. *Frontiers in Immunology*, 13, 1042895.

- Khotijah, L., & Fassah, D. M. (2023). Suplementasi Zn dalam ransum mengandung ampas teh terhadap pencernaan nutrisi dan absorpsi Zn kelinci laktasi. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 25(2), 177–184.
- Kung, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020–4033.
- Ly, N. T. H., Phuong, D. T., Phuoc, L. V, An, L. V, & Howeler, R. (2005). The use of ensiled cassava roots and leaves for on farm pig feeding in Central Vietnam. Dalam *Regional Workshop on the Use of Cassava Roots and Leaves for On-Farm Animal Feeding*. Hue, Vietnam.
- Maltais, D., Desroches, D., Aouffen, M., Mateescu, M. A., Wang, R., & Paquin, J. (2013). The blue copper ceruloplasmin induces aggregation of newly differentiated neurons: A potential modular of nervous system organization. *Journal of Neuroscience*, 121, 73–82.
- Maynard, L. A. (2018). *Animal nutrition*. New York.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2010). *Animal Nutrition*. Longman Scientific & Technical.
- Muhtarudin. (2003). Pembuatan dan penggunaan Zn-proteinat dalam ransum untuk meningkatkan nilai hayati dedak gandum dan optimalisasi bioproses dalam pencernaan ternak kambing. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 3(5), 385–393.
- Muhtarudin, & Liman. (2006). Penentuan tingkat penggunaan mineral organik untuk memperbaiki bioproses rumen pada kambing secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 8(2), 132–140.  
<https://doi.org/10.31186/jipi.8.2.132-140>
- Munasik, Suparwi, & Samsi, M. (2017). Kecernaan bahan kering dan bahan organik, kadar amonia dan VFA total *in vitro* suplemen pakan domba. Dalam *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VII*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Mustefa, A., Gizaw, S., Banerjee, S., Abebe, A., Taye, M., Areaya, A., & Besufekad, S. (2019). Growth performance of Boer goats and their F1 and F2 crosses and backcrosses with Central Highland goats in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 31(6).
- Noviadi, R., & Zairiful. (2016). Profile Nutrisi Silase Daun Singkong dengan Tingkat Protein Kasar yang Berbeda pada Substrat. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, 183–186. Politeknik Negeri Lampung.

- Nuriyasa, I. M. (2017). *Ilmu lingkungan ternak*. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana.
- Nurlaha, L., Abdullah, L., & Diapari, D. (2015). Kecukupan asupan nutrisi asal hijauan pakan kambing PE di Desa Totallang-Kolaka Utara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 20(1), 18–25.
- Oboh, G. (2006). Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus* spp. solid media fermentation techniques. *Electronic Journal of Biotechnology*, 9(1), 46–49.
- Prasetyono, B. W. H. E., Suryahadi, S., Toharmat, T., & Syarif, R. (2007). Strategi suplementasi protein ransum sapi potong berbasis jerami dan dedak padi. *Media Peternakan*, 30(3), 207–217.
- Prasetyono, B. W. H. E., Mulyono, & Widiyanto. (2020). Methionine Hydroxy Analog Supplementation to Increase Feed Utilization for Indigenous Sheep. *Jurnal Sain Veteriner*, 38(1), 61–68.
- Prastowo, S., Herowati, N., Widyas, N., Pambuko, G., & Vanessa, R. (2021). Perubahan Frekuensi Alel Gen Growth Hormone pada Populasi Kambing Keturunan Boer dan Hubungannya dengan Ukuran Tubuh. *Jurnal Ilmu Ternak*, 21(1), 18–26.
- Puspitasari, N. M., Pratama, I. B. G., & Cakra, I. G. L. O. (2015). Pengaruh suplementasi vitamin mineral terhadap pencernaan nutrisi dan produk fermentasi rumen sapi Bali yang diberi ransum berbasis rumput gajah. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 18(3), 83–88.
- Qisthon, A., Suharyati, S., Sirat, M. M. P., Setio, S., Prayoga, P. A., & Liman. (2025). *Evaluasi suplementasi complete premix dalam ransum terhadap tingkat pencernaan kambing Cross Boer*. *Jurnal Kajian Veteriner*, 13(2), 197–211.
- Rahma, F., Sihombing, D., & Nuraini, M. (2024). *Pemanfaatan kulit singkong (Manihot utilisima) sebagai bahan pakan ternak alternatif di Desa Tuntungan II*. *Jurnal Best*, 3(1), 33–39.
- Ren, A., Liang, C., Kong, Z., Zhang, B., Zhou, C., Tan, Z., Zhu, X., & Teklebrhan, T. (2019). Effects of dietary methionine and lysine supplementation on growth performance, meat composition and rumen fermentation pattern in goats. *Indian Journal of Animal Research*, 53(12), 1629–1634.
- Riswandi, Muhakka, & Lehan, M. (2015). Evaluasi Nilai Pencernaan Secara In Vitro Ransum Ternak Sapi Bali yang Disuplementasi dengan Probiotik Bioplus. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 4(1), 35–46.

- Schneider, P. L., Beede, D. K., Wilcox, C. J., & Collier, R. J. (1984). Influence of dietary sodium and potassium bicarbonate and total potassium on heat-stressed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 67(11), 2546–2553.
- Septiana, T., Tantalo, S., Erwanto, & Liman. (2024). Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada ransum terhadap konsumsi bahan kering dan bahan organik serta pencernaan bahan kering dan bahan organik kambing peranakan Boer. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 8(3), 538–546.
- Septiani, V., Muhtarudin, M., & Widodo, Y. (2013). Optimalisasi pemanfaatan limbah agroindustri melalui suplementasi mineral Ca dan Mg organik terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik ransum kambing. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Spears, J. W. (2003). Trace mineral bioavailability in ruminants. *The Journal of Nutrition*, 133(5, Supplement 1), 1506S–1509S.
- Suardin, N., Sandiah, & Aka, R. (2014). Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Campuran Rumput Mulato dengan Jenis Legum Berbeda Menggunakan Cairan Rumen Sapi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 1(1), 16–22.
- Suharyati, S., & Hartono, M. (2013). Peningkatan kualitas semen kambing Boer dengan pemberian vitamin E dan mineral Zn. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 7(2), 91–94.
- Sun, Z. H., Tan, Z. L., Liu, S. M., Tayo, G. O., Lin, B., Teng, B., Tang, S. X., Wang, W. J., Liao, Y. P., Pan, Y. F., Wang, J. R., Zhao, X. G., & Hu, Y. (2007). Effects of dietary methionine and lysine sources on nutrient digestion, nitrogen utilization, and duodenal amino acid flow in growing goats. *Journal of Animal Science*, 85(12), 3340–3347.
- Suparwi, D., Santoso, & Samsi, M. (2017). Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik, Kadar Amonia, dan Vfa Total In Vitro Suplemen Pakan Domba. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Perdesaan Dan Kearifan Lokal*, 750–757.
- Supriyati, P., Puastuti, W., Budiarsana, I. G. M., & Utama, I.-K. (2015). Effect of protein levels and Zinc-biocomplex supplementation in concentrate diets on performance of young male goats. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 20(1), 48–57.
- Sutardi, T. (1980). *Landasan Ilmu Nutrisi* (Jilid 1). Departemen Ilmu Makanan Ternak IPB University.

- Sutardi, T. (2001). *Revitalisasi peternakan sapi perah melalui penggunaan ransum berbasis limbah perkebunan dan suplemen mineral organik* (Laporan Akhir RUT VIII). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Syafrudin, A. I., Pangestu, E., & Christiyanto, M. (2020). Nilai Total Digestible Nutrient pada Bahan Pakan By-Product Industri Pertanian Sebagai Pakan Kambing yang Diuji secara In Vitro. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(3), 302–307.
- Syamsi, A. N., Ifani, M., Widodo, H. S., Rahayu, R. A., & Meilinda, C. L. (2020). Nutrisi dan indeks sinkronisasi protein-energi beberapa jenis bungkil pengolahan pangan untuk pakan sapi perah. Dalam *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers “Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan X”*, Universitas Jenderal Soedirman.
- Tillman, A. D., Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Prawirokusumo, S., & Lebdosockojo, S. (1998). *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gajah Mada University Press.
- Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). *The mineral nutrition of livestock*. CABI Publishing.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Cornell University Press.
- Wang, W., Ye, L., Dou, X., Liu, H., & Han, D. (2023). Effects of Rumen-Protected Methionine Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestion, Nitrogen Utilisation and Plasma Amino Acid Profiles of Liaoning Cashmere Goats. *Animals*, 13, 2995.
- Widyas, N., Nugroho, T., Ratriyanto, A., & Prastowo, S. (2021). Crossbreeding strategy evaluation between Boer and local Indonesian goat based on pre-weaning traits. *International Journal of Agricultural Technology*, 17(6), 2461–2472.